www.ttmko.ru ISSN 2306-8418

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия
«ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ»

Воронеж 2015

Серия «Высокие технологии. Экология» Научного вестника

Научный вестник

Воронежского государственного архитектурно-строительного университета

Высокие технологии. Экология

ISSN 2306-8418

Журнал издается с 2010 года

Учредитель и издатель: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет (Воронежский ГАСУ)

Территория распространения – Российская Федерация
Тип издания – **Online – www.ttmko.ru**
Журнал публикует материалы по следующим разделам:

- **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ**
- **СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ**
- **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**
- **АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО**
- **ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ**
- **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА**
- **МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ**
- **УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ**
- **ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ**

Материалы журнала публикуются в авторской редакции и регистрируются в Российском индексе научного цитирования

Ответственность за достоверность опубликованных в статьях сведений несут авторы

Перепечатка материалов журнала допускается только с разрешения редакции

Журнал «Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология» выходит 1 раз в год (май)

Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология, все права защищены

Scientific Newsletter

Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

High-tech solutions. Ecology

ISSN 2306-8418

Scientific Newsletter has been published since 2010

Publisher and editor: Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering (Voronezh SUACE)

The area of distribution – the Russian Federation
Type of Edition – **Online** – **www.ttmko.ru**
Scientific Newsletter is represented by the following sections:

- **LIFE SAFETY IN ENVIRONMENTALLY UNFRIENDLY CONDITIONS**
- **CIVIL STRUCTURES, BUILDINGS, FOUNDATION ENGINEERING**
- **BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS**
- **GENERAL ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING**
- **WATER SUPPLY, WASTEWATER DISPOSAL, HEAT SUPPLY SISTEM AND VENTILATION**
- **ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES**
- **ENVIRONMENTAL ISSUE OF BUILDING AND ROAD COMPLEX**
- **MECHANIZATION OF BUILDING, CONSTRUCTION EQUIPMENT AND DEVICES**
- **MANUFACTURING MANAGEMENT**
- **PHYSICAL AND CHEMICAL PROCESS IN DIFFERENT SPHERES, MATERIALS AND ARTICLES**

The materials of the Scientific Newsletter are published in literary redaction and are registered in the Russian list of journals indexed

The authors bear liability for the credibility of information of published articles

The reprinting of materials is unless authorized by editorship

«The Scientific Newsletter of the Voronezh SUACE. High-tech solutions. Ecology» is published annually (May)

The Scientific Newsletter of the Voronezh SUACE. High-tech solutions. Ecology. All rights reserved.

Научный вестник
Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
Серия «Высокие технологии. Экология»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Колодяжный С.А., канд. техн. наук., доц., **Проскурин Д.К.**, канд. физ.-мат. наук, доц., **Рудаков О.Б.**, д-р хим. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Жулай В.А., д-р техн. наук, проф. (главный редактор), **Устинов Ю.Ф.**, д-р техн. наук, проф. (зам. главного редактора), **Щиенко А.Н.**, канд. техн. наук., доц. (ответственный секретарь), **Бабкин В.Ф.**, д-р техн. наук, проф., **Енин А.Е.** канд. архитектуры, проф., **Калугин П.И.**, канд. техн. наук., проф., **Манохин В.Я.**, д-р техн. наук, проф., **Подольский Вл.П.**, д-р техн. наук, проф., **Проскурин Д.К.**, канд. физ.-мат. наук, доц., **Самодурова Т.В.**, д-р техн. наук, проф.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.
Тел.: +7(473) 277-01-29, E-mail: stim@vgasu.vrn.ru

© Воронежский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией....8
И.А. Сухорукова. Определение санитарно-защитной зоны аэродрома по неблагоприятному фактору «авиационный шум»....17
А.Я. Шевцов. Факторы, определяющие категории сложности нженерно-геологических условий территории города Воронеж....21

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

А.Е. Грошев, М.И. Беляков. Анализ конструктивного решения жилых зданий из монолитного железобетона....24
А.Е. Грошев, А.В. Гриднев. Методика исследования нормальных сечений изгибаемых элементов из армированного поризованного бетона....29
Л.И. Гулак, С.Н. Бубнович. Обоснование целесообразности использования пассивных домов....33
Л.И. Гулак, А.В. Рябых. Исследование конструктивных решений и пространственной жесткости зданий со связевым каркасом....37
Р.Н. Зорин, С. Н. Бирюкова. Обзор конструктивных решений наружных ограждающих конструкций в каркасно-монолитном домостроении....40
Р.Н. Зорин, М.М. Стурова. Энергоэффективность высотного здания на примере здания «КОММЕРЦБАНК»....44
Н.Г. Назаренко. Влияние упругости опор на устойчивость сжатых балок в висячих комбинированных системах....49
П.И. Калугин, О.П. Пятигор, Д.А. Пятигор. К расчету ленточных прерывистых фундаментов....55
К.О. Орехова, М.Ф.Макеев. Использование новых материалов в строительстве с точки зрения теплотехнического расчета....59
Ю.Б. Потапов, А.Э. Поликутин, М.М. Окунев, А.В. Левченко, А.В. Коваленко, А.Г. Крутских. К исследованию прочности и трещиностойкости нормальных сечений каутоно-бетонных изгибаемых элементов таврового профиля....64
Л.П. Салогуб, И.Ю. Черкасова. Использование сборных конструкций для возведения инвентарных мобильных зданий в труднодоступных районах (зарубежный опыт)....71
Я.В. Хромей, Л.В. Болотских. Перспективы долевого строительства, инновационные технологии возведения гражданских зданий....77
О.О. Цапко. Крытые многофункциональные горнолыжные комплексы: особенности и современные тенденции проектирования. Понятия климатизации и микроклимата....81

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

А.В. Бескоровайная, Э.Е. Семёнова. Эффективность применения эксплуатируемых кровель ...86

С.Н. Золотухин, А.Г. Чигарев. К вопросу о цементации грунтов в Воронежской области с применением крупнотоннажных отходов промышленности 90
В.О. Кузьмина. Актуальные вопросы совершенствования материалов, используемых в гражданском и военном строительстве.... 93
О.С. Куликова. Облицовочные стеновые материалы как элемент системы инфракрасного обогрева....96
М.В. Новиков, В.Н. Осипов. Применение ячеистых бетонов низкой плотности в ограждающих конструкциях....101
М.В. Новиков, Н.И. Самородский. Влияние предшествующего длительного нагружения на механические свойства поризованного бетона....106
М.В. Телкова. Анализ экологичности используемых утеплителей при реконструкции зданий....112
А.В. Уколова, А.Е. Турченко, С.С. Лисунов. Эффективный модифицирующий компонент шлакощелочного вяжущего....115

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Л.И. Гулак, К.В. Турбина, Н.С. Степанова. Архитектурные и конструктивные особенности школьных зданий в различные временные периоды и задачи по их реконструкции....118
Е.А. Жидко, В.С. Муштенко. Экологические проблемы современных городов (на примере г. Воронежа)....124

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Т.В. Богатова, К.Н.Федосова. Определение площади солнечных коллекторов и условия защиты теплоносителя. теплоизоляция труб....130
Б.М. Кулмедов, В.И. Щербаков. К рациональности сельскохозяйственного водопользования в бассейне Амударьи....133
С.А. Сазонова, В.Я. Манохин. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов....138
Э.*Е. Семенова, Н.В. Смелов.* Мероприятия, способствующие улучшению вентилирования внутренних помещений жилых зданий после реконструкции, выполненной в целях повышения энергоэффективности....148
В.И. Щербаков, З. Аль-Амри. Кондиционирование воды из подземных источников для производства бутилированной воды....151
В.И. Щербаков, Х.К. Нгуен. К расчету системы водоснабжения района Тху Дык г. Хошимин....155

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

М.В. Агеенко, Е.М. Глазкова. Обзор мирового опыта энергосбережения в строительстве жилых зданий на примере гостиничного комплекса....160
Т.В. Богатова, А.В. Белохорт. Теплосберегающие окна с низкоэмиссионным покрытием....165
Л.И. Гулак, К.А. Панурина. Анализ конструктивных решений быстровозводимых энергоэффективных домов малоэтажной застройки....169
С.Н. Золотухин, Е.А Савенкова, Е.А Соловьева. Переработка отходов фосфогипса как решение проблем экологии и рационального использования сырьевых ресурсов 173

Д.И. Кузина, Л.П. Салогуб. К вопросу о концептуально выгодном строительстве крытых катков и ледовых арен 178
Т.В. Макарова, Е.А. Малиенко. Зависимость теплопотерь от формы здания в плане 182
А.П. Пустовалов, Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина. Повышение энергоэффективности инженерных систем зданий посредством оптимального выбора регулирующих клапанов 187
А.А. Сотников, А.Н. Гойкалов. Современные решения тепловой защиты ограждающих конструкций зданий 192
М.В. Гончарова, Т.В. Щукина, А.В. Калинина, А.Н. Сапрыкин, Б.Ю. Ефанов. К вопросу о тепловой защите эксплуатируемых зданий 197

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

Е.И. Головина, В.Я. Манохин, М.В. Манохин. Методы обработки отходов лечебно-профилактических учреждений 200
В.Я. Манохин, Е.И. Головина, М.В. Манохин. Геоэкологические факторы в обращении с твердыми бытовыми отходами в г. Воронеж 205
В.Я. Манохин, И.А. Иванова, В.С. Муштенко. Анализ технологии переработки твердых бытовых отходов 211
А.А. Мерщиев, К.В. Гармонов. Моделирование загрязнения приземного слоя атмосферы аэрозолями пыли при строительстве объектов 217
О.И. Поливаев. Перспективы развития способов борьбы с шумом мобильных энергетических средств 225
Ю.Ю.Чужинова, Э.Е.Семенова. Способ улучшения экологической обстановки окружающей среды с помощью использования технологии зеленых кровель 230

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Ю.М. Бузин, А.О. Болдыжов. Исследование нагруженности остова стрелы обратной лопаты гидравлического экскаватора 233
Ю.М. Бузин, Д.А. Плыгин, В.С.Иванов. Ковш активного действия к гидравлическому Экскаватору 237
В.Н. Геращенко, В.И. Иванов. Влияние конструктивных элементов ходового оборудования на эффективность работы экскаваторов 240
В.Н. Геращенко, А.С. Сухоруких. Влияние конструктивных элементов гусеничного ходового оборудования экскаватора на эффективность его работы 243
М.Д. Гончаров. К вопросу экспериментальных исследований режимов усиленных вибраций забойного двигателя 245
Р.А. Жилин, В.А. Нилов, А.В. Демидов. Напряженно-деформированное состояние затянутых соединений поворотной платформы 248
В.А. Жулай, Е.В. Кожакин. Основные положения расчета гидрообъемного диффренциального привода колесного движителя 254
В.А. Жулай, В.Л. Тюнин. О кпд тягового привода самоходных колёсных землеройно-транспортных машин 260
В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, Д.В. Бобров. Технические решения ходового оборудования колёсных транспортных и транспортно-технологических средств 266
Н.П. Куприн, А.А. Бащев, А.Ю. Камбур. Анализ и предложения по совершенствованию механизма поворота самоходных скреперов 275

В.А. Муравьев, И.А. Фролов. Синтез планетарной зубчатой передачи прерывистого движения.....282
С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, С.Ю. Стрельникова, А.В. Скрипченков. Анализ результатов виброакустических исследований на дорожной шнекороторной машине типа ДЭ-210.....287
В.А. Нилов, Е.В. Федоров. Моделирование копания ковшом скрепера с комбинированной ножевой системой 292
Н.Э. Оганнисян. Требования к оборудования для виброакустической диагностики подшипниковых узлов дебалансных вибраторов 298
В.И. Посметьев, М.А. Латышева, В.О. Никонов. Расчет устойчивости рыхлителя на этапе заглубления с учетом мгновенного центра вращения звеньев его оборудования.....303
Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дегтев, А.В. Ульянов. Приспособление планетарного типа для виброобработки деталей.....309
Ю.Ф. Устинов, А.А. Кравченко, А.Ю. Харламов, А.В. Дрозд, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев. Современное состояние и проблемы снижения виброакустической энергии транспортно-технологических строительных машин.....313
Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев. Способ определения динамических характеристик эластомеров 327
Ю.Ф. Устинов, Е.И. Ханкин, А.Н. Щиенко. Динамический анализ двухмассовой механической системы с упругой связью.....332

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко. Принципы оптимизации для количественно-качественной оценки состояний устойчивости роста и развития объектов.....339
Ф.М. Савченко, Е.Е. Прокшиц. Анализ существующего положения гостиниц в г. Воронеже.....345

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

Ю.С. Куликова, А.Н. Гойкалов. Оценка современных способов решений утепления фасадов зданий при их реконструкции.....348
А.С. Орлов, А.С. Померанцев, С.В. Сизинцев. Методы электромагнитного управления формой сварного шва при дуговой сварки плавлением (обзор) 355
В.А. Провоторов, М.В. Агеенко, В.В. Власов. Перспективы применения вакуумных панелей для сокращения теплопотерь через ограждающие конструкции 358
И.А. Фролов. Медно-стальные соединения в узлах, полученных при общем нагреве деталей через прослойки более легкоплавких сплавов (припоев).....364

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 504.03

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Студент группы 2541б В.Л. Золотарев,
д.т.н. проф. кафедры пожарной и промышленной безопасности В.Я. Манохин,
канд. техн. наук, проф. кафедры пожарной и промышленной безопасности С.Д. Николенко,
канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Student groups 2541b V.L. Zolotarev,
d.t.s. prof. of Department of Fire and Industrial Safety V.Ya. Manohin
ph. D. in Engineering, prof. of Department of Fire and Industrial Safety S.D. Nikolenko,
ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Department of Fire and Industrial Safety S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЛЮДЕЙ И ЭКОЛОГИЮ С ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИЕЙ

Серьезную опасность при авариях на химически опасных объектах вызывает выброс различных токсичных веществ. Масштабы возможных последствий аварии в значительной степени зависят от типа химически опасных объектов, видов аварийно химически опасных веществ, их свойств, количества и условий хранения, характера аварии, метеоусловий и др. Главным поражающим фактором при такой аварии является химическое заражение, глубина зоны которого может достигать десятков километров. Отличительной особенностью, возникающей при аварии, является то, что при высоких концентрациях отравляющих веществ возможно поражение людей в короткие сроки. Работа посвящена программной реализации расчетов последствий аварий на химически опасных объектах.

Ключевые слова: аварийно химически опасные вещества, экология, программирование, C#, Access.

V.L. Zolotarev, V.Ya. Manohin, S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova

FORECASTING THE IMPACT OF EMISSIONS OF HAZARDOUS CHEMICAL SUBSTANCES ON HUMANS AND THE ENVIRONMENT WITH A SOFTWARE IMPLEMENTATION

A serious danger in case of accidents on chemically hazardous objects causes the release of various toxic substances. The scale of possible accident consequences largely depend on the type of chemically hazardous objects, types of hazardous chemical substances, their properties, quantity and storage conditions, the nature of the accident, weather conditions, etc. The main damaging factor in this accident is chemical contamination, the depth of the zone which can reach tens of kilometers. A distinctive feature arising from the accident, is that when high concentrations of toxic substances may result in people in a short time. The work is devoted to the automation of calculations of consequences of accidents on chemically hazardous objects.

Keywords: emergency chemically hazardous substances, environment, programming, C#, Access.

В современном мире очень широко используются химические вещества. Большая часть из этих веществ, при неконтролируемом выбросе в атмосферу может нанести вред живым организмам и окружающей природной среде [1,2] .

По степени опасности воздействия на организм человека химические вещества делятся на четыре группы: чрезвычайно опасные; высоко опасные; умеренно опасные; малоопасные. Такие химические вещества можно назвать опасными химическими веществами. Опасные химические вещества (ОХВ) - это химические вещества, прямое или косвенное действие которых на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель.

Аварийно химически опасные вещества (АХОВ) – это ОХВ применяемые в промышленности и сельском хозяйстве при аварийном выбросе, которых может произойти поражение людей и заражение окружающей среды в определенных токсических дозах.

Химически опасный объект (ХОО) – это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют и транспортируют АХОВ, при аварии или разрушении которого могут произойти гибель или химическое поражение людей, животных, окружающей среды.

При авариях на ХОО в зону химического заражения могут попасть обширные территории с большим количеством проживающих. Если 10 % населения административно территориальной единицы попадает в зону заражения, то такой район считают химически опасным. Опасная концентрация АХОВ в атмосфере может существовать от нескольких часов, до нескольких суток, а в воде и почве более длительное время. Летальный исход зависит от свойств АХОВ, токсической дозы, и может наступить как мгновенно, так и через некоторое время после отравления.

Для того чтобы спрогнозировать последствия аварий с АХОВ существует несколько методик. Одна из них РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» [3]. На основе существующей методики была написана программа на языке C# с использованием базы данных Microsoft Access.

Использование при написании программы языка высокого уровня C# вызвано следующими обстоятельствами. Синтаксис C# очень выразителен, но прост в изучении [4]. Все, кто знаком с языками C, C++ или Java с легкостью узнают синтаксис с фигурными скобками, характерный для языка C#. Разработчики, знающие любой из этих языков, как правило, смогут добиться эффективной работы с языком C# за очень короткое время. Синтаксис C# делает проще то, что было сложно в C++, и обеспечивает мощные возможности, такие как типы значений Nullable, перечисления, делегаты, лямбда-выражения и прямой доступ к памяти, чего нет в Java. C# поддерживает универсальные методы и типы, обеспечивая более высокий уровень безопасности и производительности, а также итераторы, позволяющие при реализации коллекций классов определять собственное поведение итерации, которое может легко использоваться в клиентском коде. Выражения LINQ делают строго типизированный запрос очень удобной языковой конструкцией.

Как объектно-ориентированный язык, C# поддерживает понятия инкапсуляции, наследования и полиморфизма. Все переменные и методы, включая метод Main – точку входа приложения – инкапсулируются в определения классов. Класс может наследовать непосредственно из одного родительного класса, но может реализовывать любое число интерфейсов. Для методов, которые переопределяют виртуальные методы в родительском классе, необходимо ключевое слово override, чтобы исключить случайное повторное определение. В языке C# структура похожа на облегченный класс: это тип, распределяемый в стеке, реализующий интерфейсы, но не поддерживающий наследование.

Процесс построения C# по сравнению с C и C++ прост и является более гибким, чем в Java. Нет отдельных файлов заголовка, а методы и типы не требуется объявлять в определенном порядке. В исходном файле C# может быть определено любое число классов, структур, интерфейсов и событий.

Программа на языке C# выполняется в среде .NET Framework – интегрированном компоненте Windows, содержащем виртуальную систему выполнения (среда CLR) и унифицированный набор библиотек классов. Среда CLR представляет собой коммерческую реализацию Майкрософт инфраструктуры CLI (common language infrastructure), международного стандарта, основы сред выполнения и разработки с тесным взаимодействием языков и библиотек.

Для работы с базами данных был использован Access [5]. Access имеет очень простой графический интерфейс, который позволяет не только создавать собственную базу данных, но и разрабатывать приложения, используя встроенные средства. Все данные хранятся в одном файле, хотя и распределяет их по разным таблицам, как и положено реляционной СУБД. К этим данным относится не только информация в таблицах, но и другие объекты базы данных. Кроме того, Access предлагает большое количество «Мастеров», которые выполняют основную работу за пользователя при работе с данными и разработке приложений, помогают избежать рутинных действий и облегчают работу неискушенному в программировании пользователю.

Для Access свойственна распространенность, которая обусловлена тем, что Access является продуктом компании Microsoft, он постоянно обновляется производителем, поддерживает множество языков, полностью совместим с операционной системой Windows.

Access ориентирован на пользователя с разной профессиональной подготовкой, что выражается в наличии большого количества «Мастеров», развитую систему справки и понятный интерфейс, широкие возможности по импорту/экспорту данных в различные форматы, от таблиц Excel и текстовых файлов, до практически любой серверной СУБД через механизм ODBC. В Access имеются в наличии развитые встроенные средства разработки приложений и встроенный язык макрокоманд. Большинство приложений, распространяемых среди пользователей, содержит тот или иной объем кода VBA (Visual Basic for Applications).

Разработанная программа с названием «АХОВ» позволят решать ряд задач.

Во-первых, согласно требованиям методики РД 52.04.253-90 программа определяет количественные характеристики выброса, являющиеся основными показателями прогнозирования зоны возможного химического заражения (ВХЗ):

глубина зоны ВХЗ, км;

сектор распространения зоны ВХЗ, град.;

площадь зоны ВХЗ, км^2;

площадь зоны фактического химического заражения (ФХЗ), км^2;

время самоиспарения пролива АХОВ, ч;

время подхода облака границе зоны ВХЗ, ч;

эквивалентное количества АХОВ в первичном облаке, т;

эквивалентное количества АХОВ во вторичном облаке, т.

Во-вторых, программа реализует ряд задач по выявлению и оценки химической и медицинской обстановок в очаге химического заражения с вычислением прогнозируемых потерь населения в зоне ВХЗ.

Программа «АХОВ» может быть применена как при решении частных задачах по выявлению и оценки химической обстановки при разработке традиционных документов: разработки разделов «ИТМ ГО и ЧС», деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов, ПЛАС, а так и при разработке Планов действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по защите производственного персонала химически опасных предприятий и населения, проживающего вблизи этих предприятий.

Аппаратные требования для программы следующие:

IBM PC совместимый компьютер с процессором не менее Pentium 300 MHz;

Операционная система Microsoft Windows;

Microsoft .NET Framework v4.3.

Выполнение расчетов по программе начинается после запуска файла ahov.exe. В появившемся окне необходимо нажать кнопку «Расчет параметров при проливе одного АХОВ».

Для расчета эквивалентного количества вещества в первичном и вторичном облаке необходимо нажать кнопку «определение эквивалентного количества вещества», как показано на рис. 1.

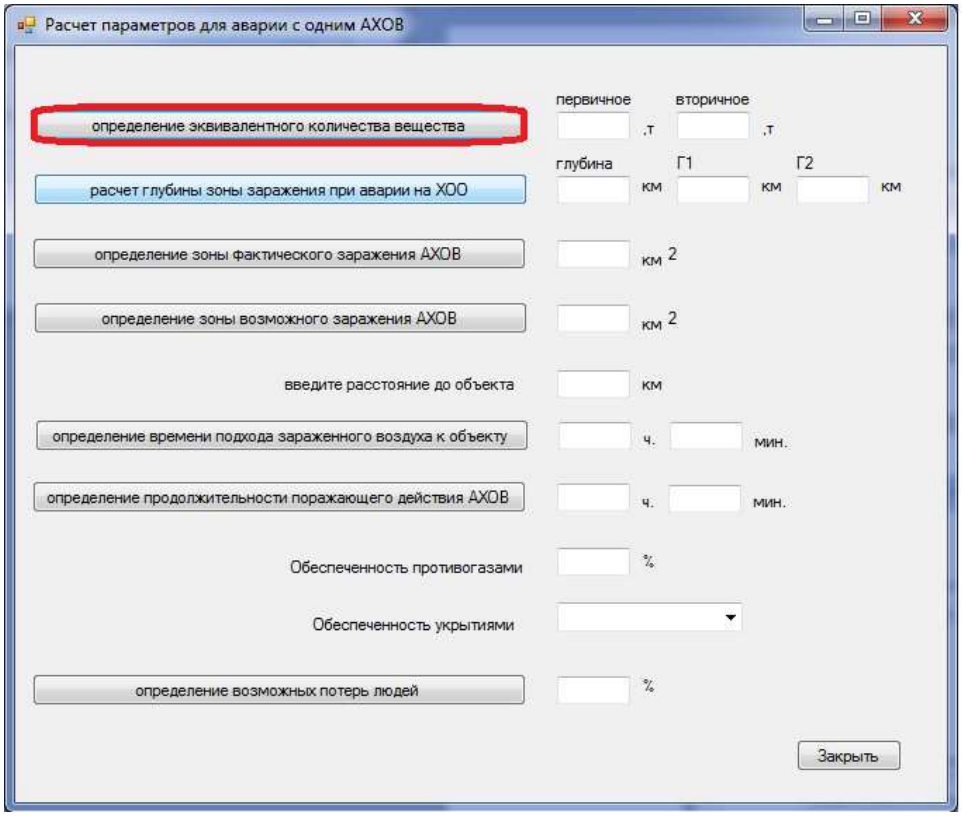


Рис. 1. Вид исходного окна программы расчета параметров для аварии с одним АХОВ

Далее необходимо выбрать один АХОВ из предлагаемого списка, как показано на рис. 2, например: аммиак под давлением. Список АХОВ включает наиболее широко применяемые в промышленности химические вещества. При этом в необходимых случаях указываются условия хранения АХОВ.

Затем необходимо ввести исходные данные для расчета. Исходные данные для расчета последовательно вводятся в численном виде в соответствующие поля, как показано на рис. 3. Основными исходными данными являются: количество АХОВ, погодные условия, время после начала аварии.

После введения исходных данных требуется нажать кнопку «Расчет», чтобы рассчитать объем эквивалентного вещества для первичного и вторичного облака заражения. Также в поле «Степень вертикальной устойчивости» будет показана расчетная степень вертикальной устойчивости (рис. 4).

Далее рассчитываем глубину зон заражения первичного и вторичного облака и определяем их фактическую и возможную площадь, нажимая соответствующие кнопки (рис. 5).

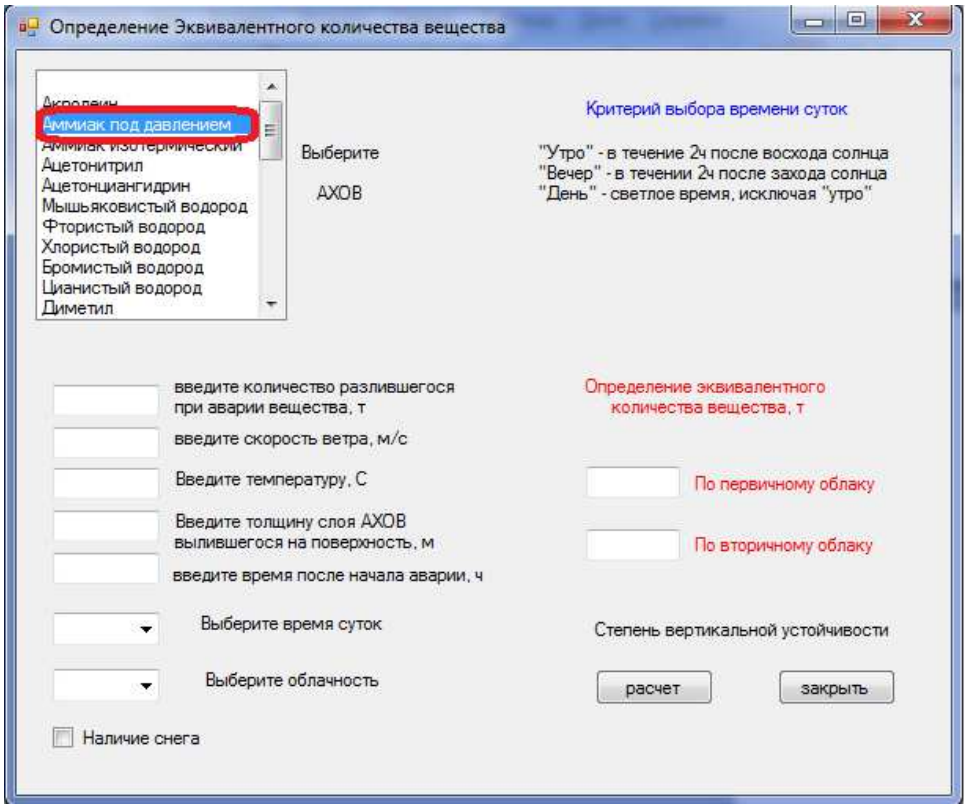


Рис. 2. Вид окна программы при выборе АХОВ

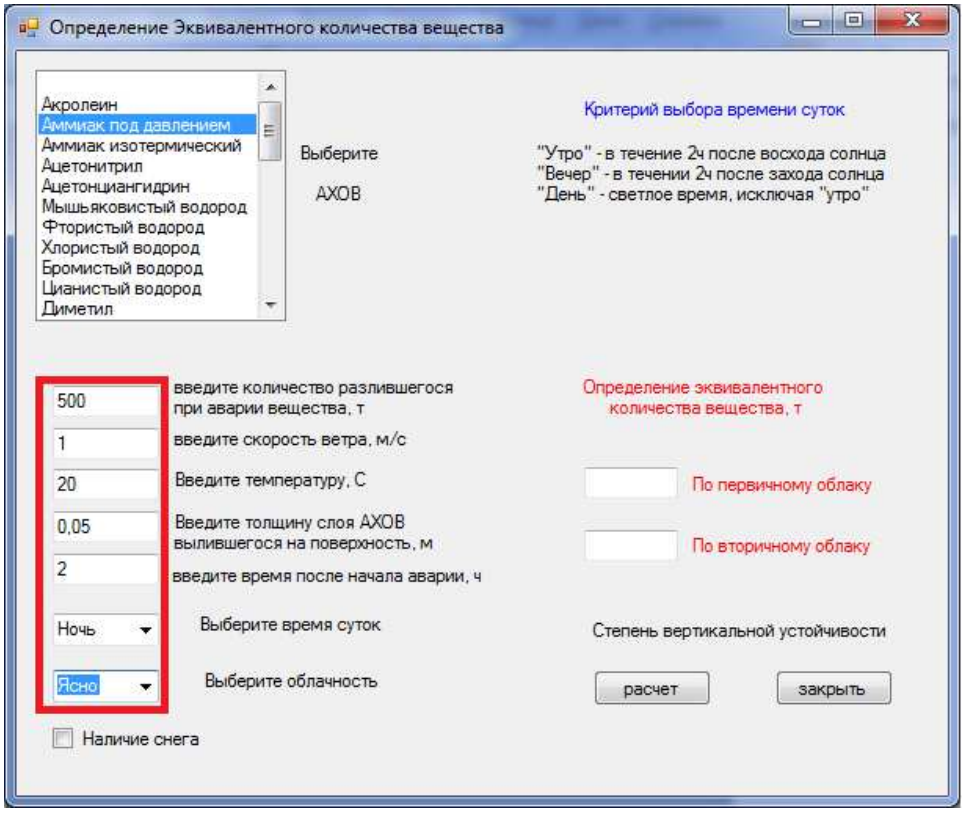


Рис. 3. Вид окна программы с примером введения исходных данных для расчета

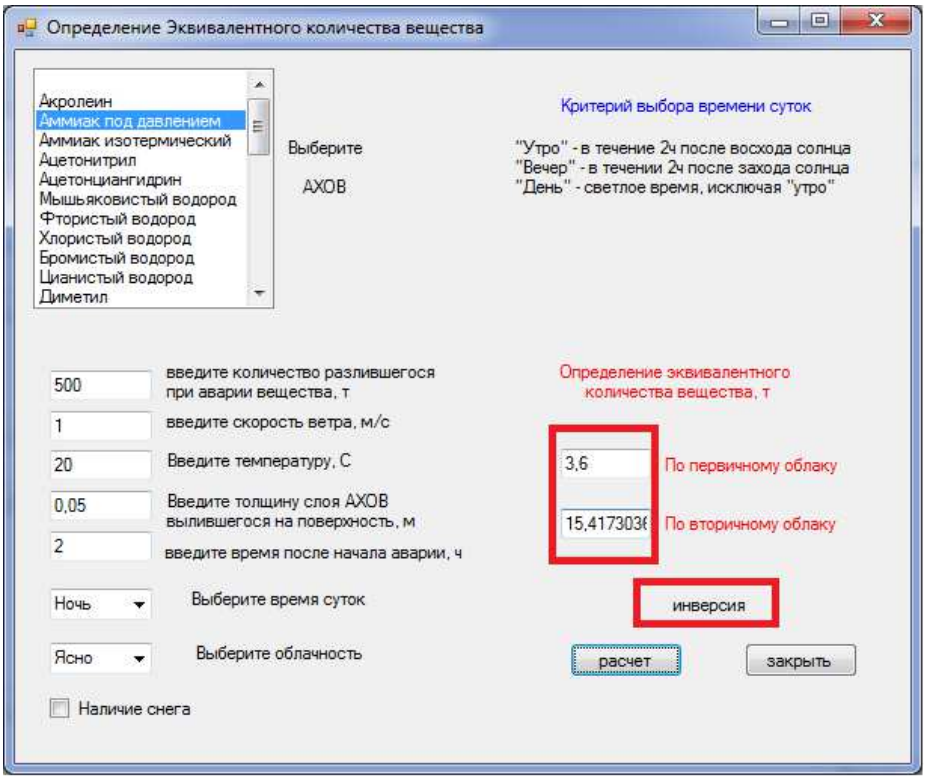


Рис. 4. Вид окна программы с результатами расчета эквивалентного количества вещества

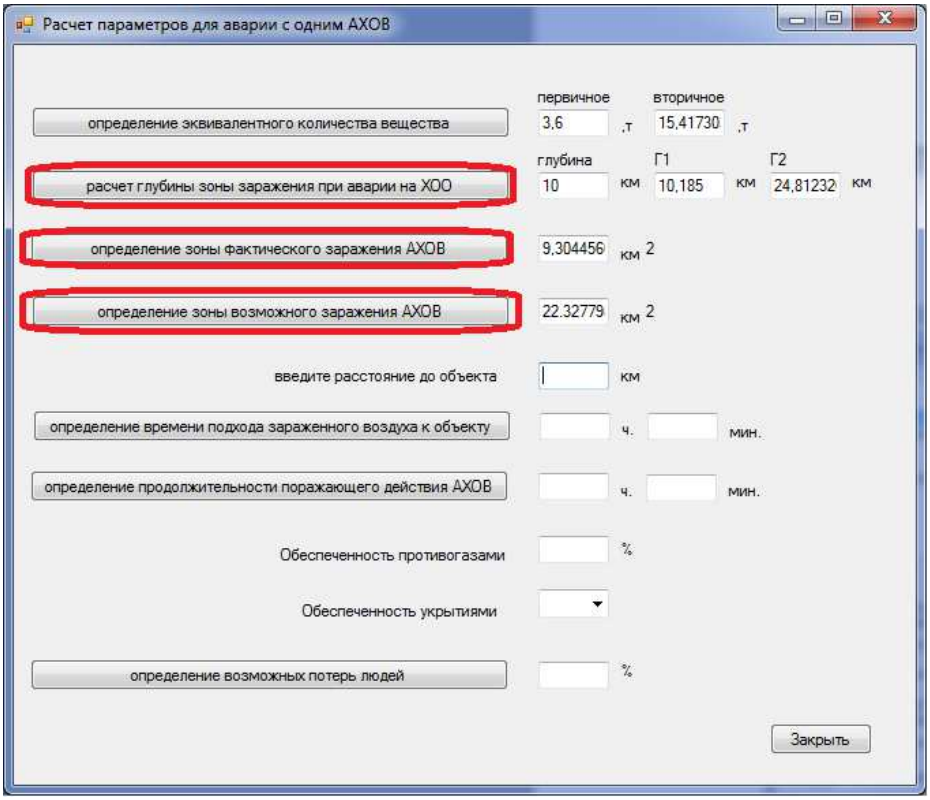


Рис. 5. Вид окна программы с определением зон фактического и возможного заражений

Чтобы посчитать время подхода зараженного воздуха к объекту необходимо ввести расстояния до него(1), после чего нажать соответствующую кнопку(2), как показано на рис. 6.

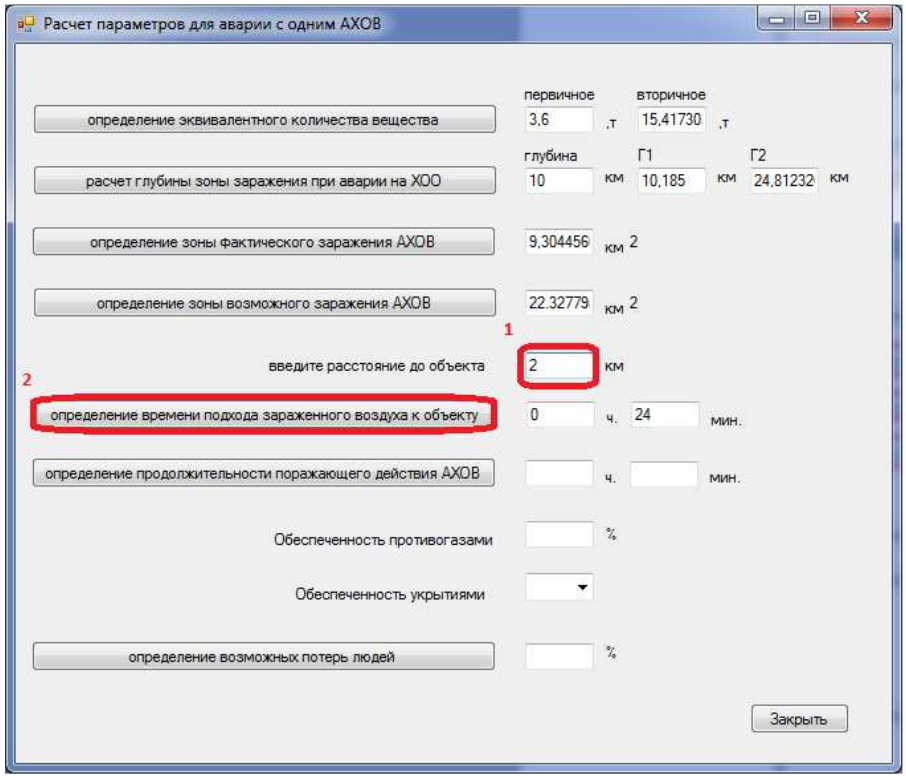


Рис. 6. Вид окна программы с определением времени подхода зараженного воздуха к объекту

Расчет продолжительности поражающего действия АХОВ выполняется в автоматическом режиме после нажатия соответствующей кнопки (рис. 7).

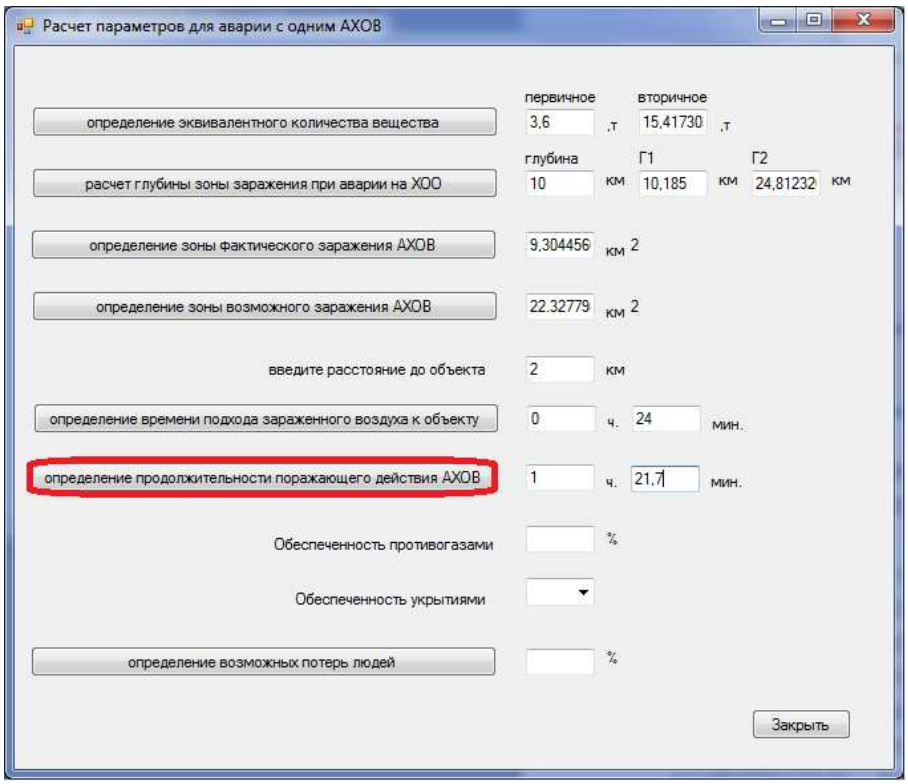


Рис. 7. Вид окна программы с определением продолжительности поражающего действия АХОВ

Расчет заканчиваем подсчетом возможных потерь людей, необходимо указать проценты обеспеченности противогазами (1) и укрытиями (2) после чего нажать кнопку (3) (рис. 8).

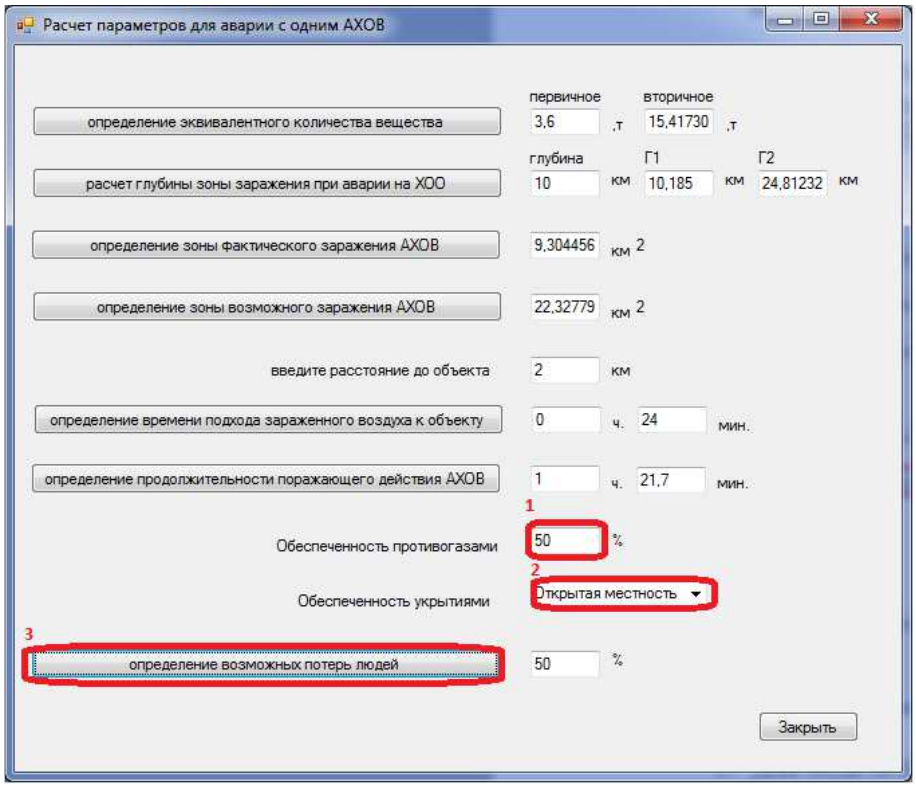


Рис. 8. Вид окна программы с определением возможных потерь людей

Выводы

1. Таким образом, разработанная программа на языке высокого уровня C# позволяет вести расчет параметров чрезвычайных ситуаций связанных с выбросом аварийно химически опасных веществ.

2. Программа предназначена для использования в учебных целях, что позволяет вести заблаговременно прогнозирование последствий возможных чрезвычайных ситуаций и оценивать их влияние на экологию. Планируется дальнейшее расширение и совершенствование программы.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

2. Петров С.В. Опасные ситуации техногенного характера и защиты от них / С.В. Петров, В.А. Макашов. – М.: Энас. - 2008. – 224 с.

3. РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте».

4. Стиллмен, Э. Изучаем C#, 2-е издание / Э. Стиллмен, Дж. Грин // Питер, 2012. - 315 с.

5. Кошелев, В. Е. Access 2007. Эффективное использование / В. Е. Кошелев // Бином-Пресс, 2008. – 287 с.

References

1. Federal Law of 10 January 2002, N 7-FZ "On Environmental Protection".

2. Petrov S.V. Dangerous situations and protect against / S.V. Petrov, V.A. Makashov. – Moscow: Enas. - 2008. – 224 p.

3. Guidance document 52.04.253-90. "Methods of predicting the extent of the contamination of highly toxic substances in case of accidents (destruction) on chemically hazardous objects and transport".

4. Stillman, C. Learn C#, 2nd edition / E. Stillman, J. Green // Peter, 2012. - 315 p.

5. Koshelev, V. E. Access 2007. The effective use of / by V. E. Koshelev // Binom-Press, 2008. - 287 p.

УДК 625.098

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Ст. преподаватель кафедры теории и практики архитектурного проектирования,
Россия, г. Воронеж, тел. +7-919-239-97-26
e-mail: i-sukhorukova@yandex. ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Senior teacher of architectural design and urban development department I. A. Sukhorukova
Russia, Voronezh, tel. +7-919-239-97-26
e-mail: i-sukhorukova@yandex. ru

И.А. Сухорукова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ АЭРОДРОМА ПО НЕБЛАГОПРИЯТНОМУ ФАКТОРУ «АВИАЦИОННЫЙ ШУМ»

В работе дается анализ существующей нормативной, справочной и технической документации определяющей степень пригодности территории к застройке в районах аэродромов. Рассматриваются вопросы оценки уровней авиационного шума на местности в окрестностях аэродромов и защиты населения от неблагоприятного воздействия авиационного шума.

Ключевые слова: авиационный шум, аэродром, уровень звука, санитарно-защитная зона.

I.A. Sukhorukova

DETERMINATION OF SANITARY PROTECTION ZONE AIRFIELDS ADVERSE FACTORS «AIRCRAFT NOISE»

The paper provides an analysis of the existing normative, reference and technical documentation defining the extent of the territory suitability to the construction in airfield areas. The questions assess the levels of aviation noise in the vicinity of aerodromes and protection of people from aircraft noise.

Keywords: aircraft noise, the airport, the sound level of sanitary protection zone.

Одним из факторов, негативно влияющих на окружающую среду и человека от воздушных судов (ВС) шум. Большая часть шумового воздействия связана с воздушными судами, которые на общем фоне дают до 80% шума. В крупных городах, в зонах повышенного уровня шума, создаваемого ВС, проживает 30% населения.

Основная причина воздействия шума в городах на население – это противоречие между необходимостью развития транспортных коммуникаций, промышленных объектов, объектов коммунального хозяйства и сложившейся планировочной структурой застройки городов.

Главными источниками авиационного шума являются возмущения воздушных и газовых потоков, создаваемые работой турбореактивных, турбовинтовых и винтовых двигателей. Дополнительным источником шума являются вспомогательные силовые установки. Шумовые характеристики самолета отражают процессы, связанные с турбулентностью пограничного с летательным аппаратом слоя воздуха. Современные летательные аппараты генерируют повышенные акустические нагрузки, в том числе в зоне величин, экстремальных как по интенсивности, так и по продолжительности воздействия [3].

Нормирование шума, создаваемого воздушными судами, проводится с целью его ограничения в двух основных случаях:

- на местности (техническое нормирование);
- на территории жилой и служебной застройки (гигиеническое нормирование).

Аэропорт (аэродром) является комплексным источником интенсивного непостоянного шума**,** создаваемого воздушными судами на его территории и в районе вблизи аэродрома, чем оказывает неблагоприятное воздействие на проживающее население. В соответствии с требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов» [4] его необходимо отделить от жилой застройки санитарно-защитной зоной (СЗЗ), размеры которой должны быть обоснованы расчетным путем с учетом шумовых характеристик источников, места их расположения и режима эксплуатации.

В настоящее время границы санитарно-защитных зон вокруг многих аэропортов (аэродромов) не определены, а имеющиеся санитарно-защитные зоны нуждаются в пересмотре с учетом изменения интенсивности полетов и парка воздушных судов, а также проводимой реконструкции аэропортов.

Действующие отечественные нормативы шума ВС включают в себя не только максимально допустимые уровни шума, но и четко регламентированные, одинаковые для всех стран- членов ИКАО, требования к методике акустических измерений, режимам полета при сертификационных испытаниях, правилам обработки результатов измерений, правилам приведения результатов к стандартизованным условиям.

Оценка степени пригодности к застройке территорий в окрестности проектируемых и действующих аэродромов (аэропортов) заключается в расчете контуров равного нормируемого шума, создаваемого ВС при их летной и наземной эксплуатации. Этот расчет рекомендуется выполнять, исходя из наиболее неблагоприятных условий эксплуатации. На территории внутри этих контуров не должна планироваться новая жилая застройка.

Построение контуров шума используется как для оценки существующей, так и прогнозируемой на несколько лет вперед акустической ситуации вблизи аэродрома (аэропорта) при изменении парка ВС, интенсивности эксплуатации ВПП, достижения конкретного уровня перевозок в дневном, ночном и часовых периодах эксплуатации аэродрома по направлениям движения ВС. Среди всех государств ИКАО существует единое мнение о том, что структура шумовых зон должна в своей основе соответствовать конкретной окружающей среде, где эти зоны будут применяться. При согласовании размеров шумовых зон обязательно учитывается сложившаяся ситуация и возможность проведения в настоящем и будущем времени конкретных мероприятий, направленных на ее улучшение.

Нормируемыми параметрами шума являются максимальные уровни звука L_{Amax} (в дБА) при единичном воздействии и эквивалентные уровни звука $L_{Аэкв}$ (в дБА), учитывающие на энергетической основе воздействия изменяющегося по времени пролетного шума. Каждый из двух параметров нормируется отдельно для регламентированных интервалов дневного и ночного времени суток.

Максимально допустимые значения уровней звука по ГОСТ 22283-38 «Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения» приведены в таблице 1.

Таблица 1

Максимально допустимые уровни звука на территории жилой застройки по ГОСТ 22283-88

Время суток, часы	Максимальный уровень звука, L_{Amax}, дБА	Эквивалентный уровень звука, $L_{Аэкв}$, дБА
День (с 7.00 до 23.00)	85	65
Ночь (с 23.00 до 7.00)	75	55

Областью применения ГОСТ 22283-88 являются вновь проектируемые территории жилой застройки вблизи существующих аэропортов и аэродромов, а также территории городского типа вокруг вновь проектируемых или реконструируемых аэропортов. Для аэропортов с интенсивностью полетов подавляющим большинством авиационно-развитых стран при построении «аэропортовых шумовых зон» в нормировании и построении контуров авиационного шума используются критерии $L_{Аэкв}$ или ему подобный, учитывающий воздействие изменяющегося по времени пролетного шума [3]. Интересы застройщиков в нашей стране также учтены.

Были выполнены измерения уровней звука при пролете воздушных судов в районе аэродрома «Воронеж - Б». Целью проведения измерений и наблюдений являлось уточнение расчетных контуров равного максимального и эквивалентного уровня звука. Измерения максимальных и эквивалентных уровней ВС в районе аэродрома «Воронеж - Б» проводились в 2007-2012 гг [6]. Измерения максимального уровня звука характеризуют акустическое состояние территории при пролете конкретного типа ВС, а измерения эквивалентных уровней звука характеризуют акустическое состояние за все время измерений ВС различного типа. Учитывая трудоемкость проведения натурных измерений, при их планировании предпочтение отдавалось проведению разовых измерений в нескольких точках по маршрутам движения ВС, а также многократных длительных измерений в наиболее неблагоприятных точках (населенные пункты). По результатам измерений можно констатировать, что практически во всех точках измерений авиационного шума, зафиксировано превышение допустимого по СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96 [1] максимального уровня звука (L_{Amax}= 95дБА) в дневное время на 10-15 дБА, тогда как в ряде случаев измеренные уровни удовлетворяют требованиям ГОСТ 22283-88 [3] и не превышают нормируемый уровень в дневное время суток (L_{Amax}= 85дБА).

Согласно полученным данным, предлагается выполнять регламентацию ограничения застройки в районе аэродромов (аэропортов) по четырем зонам. Границы территории зоны непригодной к застройке можно считать границами санитарно-защитной зоны аэродрома (аэропорта) [5]. Проведенные натурные акустические измерения, показали, что акустически дискомфортные условия характерны более чем для 30- 40 % населения, проживающих в близлежащих к аэродромам территориям, а также нормируемых городских объектах (территориях отдыха, помещениях жилых и общественных зданий).

Статистический опрос показал, что именно авиационный шум является причиной многочисленных жалоб на чрезмерные уровни шума со стороны приаэродромных территорий. Для исследования воздействия авиационного шума на жителей территорий поселений, находящихся вблизи аэродромов была разработана компьютерная программа «Моделирование на местности максимальных уровней звука реактивных и винтовых самолетов». В ней исследованы уровни шума при взлете и посадке реактивных самолетов – день (ночь), взлет и посадка самолетов день (ночь).

В соответствии с НИР «Инфраструктура» были проведены расчеты по санитарно-защитным зонам аэродрома «Балтимор». Границы зон ограничения жилой застройки вблизи аэродрома устанавливаются в основном по максимальным уровням звука, реже – по эквивалентным уровням звука или одновременно по двум критериям [4].

Для целей выполнения противошумных. мероприятий в зоне регулируемой застройки необходимо использовать допустимые значения максимальных- L_{Amax} и эквивалентных - $L_{Аэкв}$ уровней звука.

Для аэродромов с низкой интенсивностью полетов (менее 40) регламентация ограничения застройки в районе аэропорта (аэродрома) и обоснование размеров санитарно-защитной зоны аэропорта (СЗЗ) по неблагоприятному внешнему воздействию авиационного шума построение контуров равного уровня звука выполняется по критериям $L_{Аэкв}$ или L_{Amax}, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Регламентация ограничения застройки в районе аэродромов (аэропортов)

Вид ограничения	L_{den}, дБА	День,дБА		Ночь, дБА	
		$L_{Аэкв}$	L_{Amax}	$L_{Аэкв}$	L_{Amax}
Зона непригодная к застройке	$L \geq 75$	$L \geq 75$	$L \geq 90$	$L \geq 65$	$L \geq 80$
Зона запрещения жилой застройки	$75 > L \geq 65$	$75 > L \geq 65$	$90 > L \geq 80$	$65 > L \geq 55$	$80 > L \geq 60$
Зона регулируемой застройки	$65 > L \geq 55$	$65 > L \geq 55$	$80 > L \geq 70$	$55 > L \geq 45$	$70 > L \geq 60$
Зона без ограничений	$L < 55$	$L < 55$	$L < 70$	$L < 45$	$L < 60$

Выводы

Рассмотренная проблема установления границ СЗЗ аэродромов (аэропортов) по неблагоприятному внешнему фактору «авиационный шум» является одной из ключевых задач порядка землепользования в районах аэродромов, которая в будущем может служить серьезным предлогом к частичному запрещению ночной эксплуатации и эксплуатации самолетов шумных типов, как в ночное, так и в вечернее время суток.

Проблема организации и утверждения санитарно-защитной зон аэропортов, установление которых является важнейшей мерой профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье населения, является чрезвычайно актуальной задачей, требующей решения.

Библиографический список

1. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»., М., Изд-во стандартов , 14 с.
2. Защита от шума СНиП 23-03-2003. СПб, Издательство ДЕАН, 2004, 76с.
3. ГОСТ 22283-88 «Шум авиационный. Допустимые уровни на территории жилой застройки и методы его измерения», М. 1984, 16 с.
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», М, 46с.
5. Рекомендации по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов гражданской авиации из условий шума. – М., Стройиздат, 1987, 24 с.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы №2009610673 «Моделирование на местности максимальных уровней звука реактивных и винтовых самолетов» И.А. Сухорукова, С.Г. Данелия, О.М. Иванова.

References

1. SN 2.2.4 / 2.1.8.562-96 "Noise in the workplace, in residential and public buildings and housing estate.", Moscow, Publishing House of Standards, 14 sec.
2. Protection against noise SNIP 23-03-2003. St. Petersburg, Publisher DEAN, 2004, 76 sec.
3. Standart 22283-88 " Aviation Noise. Permissible levels in the housing estate for and methods of measurement ", M. 1984, 16 sec.
4. SanPiN 2.2.1 / 2.1.1.1200-03 "Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, structures and other facilities", M, 46 sec.
5. Recommendations for the establishment of restricted areas of residential development in the area of civil airports depending of noise conditions. M., Stroyizdat, 1987, 24 sec.
6. Certificate of state registration of №2009610673 «Modelling on the ground the jet and propeller-driven airplanes maximum sound level " I.A. Sukhorukov, S.G. Danelia, O.M. Ivanova.

УДК 624.131

Воронежский государственны архитектурно-строительный университет Канд. геол.-мин. наук, доцент кафедр Строительных конструкций ,оснований и фундаментов. А.Я.Шевцов; Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)271-53-84

Voronezh state architectural-construction University Kand. GEOL.-min. Sciences, assistant Professor, Department of Building structures, bases and foundations. A.YA.Shevtsov; Russia, Voronezh, tel. 8(4732)271-53-84

А.Я. Шевцов

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАТЕГОРИИ СЛОЖНОСТИ НЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОРОНЕЖ

Рассматриваются факторы природных условий: геологические, гидрогеологические, техногенные, которые определяют категории сложности инженерно-геологических условий города Воронеж

Ключевые слова: геологическое строение, подземные воды, структурно-неустойчивые грунты, крип.

A.YA. Shevtsov

FACTORS DETERMINING COMPLEXITY ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE TERRITORY OF THE CITY OF VORONEZH

The factors of natural environment: geological, hydrogeological, man-made, which determine the complexity of engineering-geological conditions of the city of Voronezh

Keywords: Geology, groundwater, structurally unstable soils, creep

В соответствии с СП 47. 13330.2012 основными факторами, определяющими категории сложности инженерно-геологических условий, являются: геоморфологические, геологические, гидрогеологические в сфере взаимодействия здания и сооружения с геологической средой, а также геодинамические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства, эксплуатацию зданий и сооружений, грунты с особыми свойствами, техногенные воздействия и изменения освоенных территорий.

На основании результатов многочисленных инженерно-геологических изысканий, проведенных как для нового строительства, так и для целей реконструкции зданий и сооружений, в условиях Воронежа можно выделить следующие факторы, которые в первую очередь влияют на определение категории сложности инженерно-геологических условий.

Геологические факторы. Геологическое строение территории характеризуется различной степенью однородности связанной, как правило, с приуроченностью к определенному геоморфологическому элементу.

Так, к 1V-ой надпойменной левобережной террасе реки Дон, простирающейся от северного микрорайона до юго-запада (Подгорное, Придонской, юго-запад) приурочены в основном аллювиальные пески средней крупности с закономерным увеличением к юго-западу количества крупной фракции до 10-15%.

Фациальная изменчивость грунтов как по простиранию, так и по глубине одного или 2, 3 генетических типов: делювиального, аллювиального и аллювиально-флювиогляциального

в количестве до 4 слоев характерна для 1 геоморфологического элемента, это: междуречье рек Дон – Воронеж (водораэдел северного микрорайона), III-я правобережная терраса реки Воронеж, часть IV-ой правобережной террасы реки Воронеж, II-я левобережная терраса реки Воронеж или 2-м геоморфологическим элементам в их переходных участках, это: водораздел - IV-я левобережная терраса реки Дон, IV-я правобережная терраса реки Воронеж – IV-я левобережная терраса реки Дон, III-я правобережная терраса реки Воронеж – IV-я левобережная терраса реки Дон, I-я левобережная терраса реки Воронеж – II-я левобережная терраса реки Воронеж.

Гидрогеологические факторы. Подземные воды представлены «верховодкой» и одним выдержанным водоносным горизонтом грунтовых вод, что четко наблюдается на левобережной территории городской и пригородной застройки, расположенной на первой и второй надпойменных террасах реки Воронеж и междуречье рек Воронеж – Усманка [1].

«Верховодка» залегает на выклинивающихся к югу и востоку водоупорах, представленных суглинками с гнездами супесей и илов. Толщина водоупоров изменяется от 0,15 м в местах их выклинивания до 1,5 – 2,0 м в центральных частях. Протяженность составляет несколько десятков метров. Рельеф водоупоров характеризуется как слабо холмистый с подъемами и понижениями.

Подземные воды залегают в виде небольших бассейнов блюдцеобразной и вытянутой формы. Накопление их осуществляется как за счет инфильтрации осадков и стока в понижения рельефа водоупоров, так и за счет общего бокового притока из заболоченных мест.

Подъем уровня подземных вод в понижениях водоупоров ведет к подтоплению застраиваемых участков и площадок. При подъеме уровня воды до определенной отметки водоупора происходит соединение разобщенных бассейнов и ракстекание их по всей территории строительства. Местами слияния подземных вод служат седловидные формы рельефа водоупоров.

Выдержанный водоносный горизонт подземных вод приурочен к пескам средней крупности и залегает на глубине от 14,5 м.

Геодинамические процессы. К геодинамическим процессам влияющих на определение категории сложности инженерно-геологических условий относится крип (поверхностная ползучесть), развитый практически на всех склонах городской застройки [2].

Основными причинами проявления активизации поверхностной ползучести являются: подрезка склонов на глубину 2-5 м ввиду застройки присклоновой части, крутизна склонов 50-72^{o}, сброс бытовых отходов, приводящий к увеличению толщины неслежавшихся техногенных грунтов, воздействие осадков на эти и песчаные грунты, преобладающие в геологическом строении склонов.

Грунты с особыми свойствами. Такие грунты представлены структурно неустойчивыми грунтами. К структурно-неустойчивым грунтам следует отнести глинистые карбонатные просадочные и техногенные грунты.

Глинистые карбонатные просадочные грунты представлены толщей лессовидных суглинков мощностью от 1,0 до 8,0-10,0 м, которые простираются по всей правобережной террасе р. Воронеж до юго-западного микрорайона.

В генетическом отношении грунты имеют четвертичный возраст, делювиальное, аллювиальное и флювиогляциальное происхождение.

Указанные генетические типы чаще всего слагают генетические комплексы, два из которых имеют место на данной территории. Это – инженерно-геологический комплекс склонов водоразделов и инженерно-геологический комплекс высоких террас.

Первый комплекс сложен темно-коричневыми, бурыми карбонатными суглинками, перемежающимися песками и супесями, генетически определяется как делювиально-флювиогляциальный. Толщина горизонта суглинков невыдержанна по простиранию и изменяется от 3,0 до 10,0 м.

Второй комплекс сложен желтовато-бурыми карбонатными суглинками, разделенными песчаным слоем или погребенной почвой. Толщина горизонта также не выдержана по простиранию и составляет 2.0 - 10.0м, достигая максимума в центре. По генетическим признакам суглинки аллювиальные или аллювиально-флювиогляциальные.

Техногенные грунты представлены грунтами с нарушенной структурой: песками, суглинками, супесями, органическими грунтами в различной степени разложившимися, их смесью, отходами строительной деятельности. Распространены грунты повсеместно, неравномерно. Наибольшие их мощности от 2,3 м до 8,5 м и более наблюдаются на склонах и в понижениях рельефа коренных пород.

Техногенные воздействия. Техногенные воздействия вызваны созданием водохранилища на реке Воронеж. Со строительством водохранилища произошли коренные изменения в балансе и режиме не только подземных, но и поверхностных вод, трасформировались инженерно-геологические условия.

В результате подтопления оснований и фундаментов пострадали многочисленные жилые и промышленные здания разной этажности, выстроенные на I-ой левобережной террасе р.Воронеж. Отдельные здания пришли в аварийное состояние, о чем говорилось ранее.

Таким образом, на территории города Воронеж имеют место все факторы по совокупности которых можно выделить 3 категории сложности инженерно-геологических условий.

Некоторые факторы, такие как глинистые карбонатные просадочные грунты, подтопление и геодинамические процессы (крип) имеют широкое распространение на отдельных участках, относятся к более высокой категории сложности инженерно-геологических условий и являются определяющими при принятии проектных решений.

Библиографический список

1. Шевцов А.Я. Влияние отдельных компонентов геологической среды на устойчивость оснований зданий и сооружений, возводимых в условиях территории г. Воронежа./ Труды 9-ой научно-практической конференции “Высокие технологии в экологии”, – Воронеж:Изд.-во ВГАУ, 2006.- 112 – 117 с.

2. Шевцов А.Я. Инженерно-геологические особенности склона центральной части правобережья р. Воронеж./ Труды 10-ой научно-практической конференции “Высокие технологии в экологии”, – Воронеж: Изд.-во ВГАУ, 2007.

References

1. Shevtsov A. I. Influence of individual components of the geological environment on the stability of the bases of buildings and structures erected at the territory of Voronezh./ Proceedings of the 9th scientific and practical conference “High technologies in ecology”, - Woro-Neiges:Ed.-in the VSAU, 2006.- 112 - 117.

2. Shevtsov A. I. Engineering-geological features of the slope of the Central part of the right Bank of the Voronezh river./ Proceedings of 10-th scientific-practical conference “High technologies in ecology”, Voronezh: Izd.-in the VSAU, 2007.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

УДК 693.55

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Заочное отделение
Кандидат технических наук А.Е.Грошев
Тел. 8-(952)-951-27-84
Студент группы М-231 М.И. Беляков
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (930) 404-20-67
e-mail: netyt@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Department of Distance Education
Candidate of technical sciences A.E.Groshev
Tel. 8-(952)-951-27-84
Student of M-231 M.I.Belyakov
Russia, Voronezh, tel. +7 (930) 404-20-67
e-mail: netyt@mail.ru

А.Е. Грошев, М.И. Беляков

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Области рационального применения монолитного домостроения. Используемые решения армирования и опалубки. Преимущества и недостатки монолитного домостроения по сравнению со сборным и кирпичным строительством.

Ключевые слова: монолитный железобетон, монолитное строительство, конструктивное решение, железобетонные конструкции, монолитные конструкции, арматура, опалубка.

A.E. Groshev, M.I. Belyakov

THE ANALYSIS OF RESIDENTAL BUILDINGS CONSTRUCTIVE SOLUTION OF REINFORCED CONCRETE

The rational applying of monolithic construction. Solutions used for reinforcement and formwork. Advantages and disadvantages of monolithic house-building in compare with collecting and brick construction.

Keywords: monolithic concrete, solid building, constructive solution, reinforced concrete structures, reinforcement, formwork.

В настоящее время монолитное домостроение является одним из ведущих направлений в сфере жилищного строительства в России. Возведение зданий этим способом происходит в следующем порядке. Для главных конструкций (фундаменты, стены и перекрытия) устанавливается каркас из арматуры (вязаный или сварной), вокруг которого монтируется опалубка, и заливается бетоном. В результате получается жесткая монолитная конструкция.

В нашей стране десятилетиями среди возможных технологий жилищного строительного проектирования предпочтение отдавалось либо сборной, либо кирпичной технологии. Идея монолитного строительства зданий пришла к нам из-за рубежа. Конструкции сборного типа в домостроении там применяются редко из-за больших затрат на доставку и

монтаж типовых элементов. Проектно-строительные фирмы чаще всего делают выбор в пользу монолитных зданий.

Местами рационального применения монолитного домостроения могут быть:

- объекты подземного пространства для нужд городского хозяйства;
- устройство цельномонолитных гражданских и производственных зданий, которые по своему назначению не могут быть выполнены из стандартных сборных железобетонных конструкций;
- устройство «столов» для панельных зданий, располагаемых на магистралях города, которые позволяют получать современные решения магазинов и других крупных предприятий обслуживания населения;
- возведение сборно-монолитных конструкций многоэтажных зданий каркасных или панельных с монолитными ядрами жесткости;
- устройство монолитных плоских безбалочных перекрытий под тяжелые нагрузки, необходимые для овоще- и фруктохранилищ, холодильников, мясокомбинатов и т.д.;
- устройство фундаментных плит и опор для больших нагрузок от наземной части здания;
- изготовление отдельных нестандартных элементов общественных и производственных зданий - опорных конструкций, порталов, перекрытий, амфитеатров, балконов и др;
- устройство большепролетных пространственных конструкций типа сводов и оболочек
- устройство малых архитектурных форм, элементов внешнего благоустройства;
- реконструкция существующих зданий - жилых, общественных, производственных.

Годовой объем производства монолитного бетона и железобетона в России составляет 25-30 млн м3 и по отдельным видам строительства распределяется следующим образом (35-40% - промышленное и специальное; 26-30% - жилищно-гражданское; 20-30% - подземное и транспортное; 5-10% - сельскохозяйственное и др.)

Монолитная технология выделяется сразу несколькими преимуществами в сравнении с другими технологиями, относящимися к жилищному домостроению. Во-первых, шаг основных конструкций при монолитном варианте не имеет значения, а в сборном – почти все элементы имеют определенные стандартные шаг и размер. Сборные конструкции требуют соблюдения привязки к типовым размерам, из-за чего выбор архитектурно-планировочных решений в проектах зданий ограничен в сравнении с монолитным вариантом. Во-вторых, здания из монолита выходят относительно легкими по массе материалов. Из-за уменьшенной толщины стен и перекрытий они легче, чем кирпичные, примерно на 14-20%. Меньшая нагрузка, в свою очередь, снижает в целом объем фундаментов и трудозатраты на их устройство. В-третьих, при монолитном варианте здания все основные виды работ осуществляются непосредственно на стройплощадке, что редко контролируется при сборной технологии, требуется сначала на заводе произвести конструктивные элементы и затем доставить их на площадку готовыми. В сборных изделиях в связи с этим закладываются некоторые допуски по размерам, предполагающие проведение дополнительных работ по заделке стыков и швов. В монолитных же зданиях таких швов нет. Это положительно влияет на звуко- и теплоизоляцию помещений, а также, в общем, на долговечность зданий. В-четвертых, монолитному строительству требуется меньше, чем сборному, затрат по времени – если структура производства работ грамотно отлажена. В-пятых - экономятся основные строительные материалы (металл-арматура, цемент, кирпич, лесоматериалы) за счёт рациональных конструктивных решений.

Сам технологический процесс монолитного домостроения содержит несколько стадий: изготовление и доставка бетона (В15-В40), монтаж арматурного каркаса, возведение опалубки и укладка бетона. Процесс весьма упрощается при удобомонтируемой конструк-

ции опалубки (например, разборно-переставная полипропиленовая опалубка) и при наличии функционирующего прямо на строительной площадке бетонного пункта.

Технология бетона на современном этапе претерпевает кардинальные изменения. Главным вопросом в этом случае является обеспечение высоких технологических качеств бетонной смеси начиная с момента ее приготовления, затем в период транспортирования и укладки. При этом высокие технологические качества должны обеспечивать не только эффективную укладку бетонной смеси в конструкцию, но и сочетаться с возможностью получения высоких эксплуатационных качеств бетона и железобетона, надежностью и долговечностью конструкций.[1]

Широкое распространение монолитного строительства привело к использованию подвижных и литых бетонных смесей. Одним из главных требований к бетонам из таких смесей является высокий класс по прочности на сжатие, так как этажность зданий постоянно увеличивается. Высокоподвижные смеси отличаются высокими значениями водоцементного отношения, что приводит к снижению прочности или увеличению расхода цемента. В связи с этим задача повышения прочности бетонов является очень важной.[2]

В монолитном домостроении модификация бетонов развивается в основном по следующим направлениям:

- обеспечение высоких технологических свойств и повышение пластичности бетонных смесей;
- регулирование процессов твердения бетонов
- Получение бетонов с заданными параметрами долговечности
- Обеспечение возможности производства работ в зимнее время

Домостроение производится различными методами:

- в скользящей опалубке;
- в переставной крупнощитовой опалубке;
- в переставной блочной опалубке;
- в объемно-переставной опалубке

Материалом опалубки служат сталь, алюминиевые сплавы, влагостойкие фанера и древесные плиты, стеклопластик, полипропилен с наполнителями повышенной плотности. Поддерживающие элементы опалубки обычно выполняют из стали и алюминиевых сплавов, что позволяет достичь их высокой оборачиваемости.

Комбинированные конструкции опалубки являются наиболее эффективными. Они позволяют в наибольшей степени использовать специфические характеристики материалов. При использовании фанеры и пластика оборачиваемость опалубки достигает 50 раз и более, при этом существенно возрастает качество покрытия за счет низкой адгезии материала с бетоном. В стальной опалубке используют листы толщиной 2...6 мм, что делает такую опалубку достаточно тяжелой. Опалубку из древесных пластиков защищают синтетическими покрытиями. Пленки на палубу наносят методом горячего прессования с использованием для пропитки древесины бакелитовых жидких смол, эпоксидно-феноловых лаков, используют стеклоткань, пропитанную фенолформальдегидом. В настоящее время наиболее широкое распространение получила влагостойкая фанера, выпускаемая толщиной 18...22 мм. Для покровного слоя используют стеклопластики, слоистые пластики, винипласты.

Находят применение пластмассовые опалубки, особенно армированные стекловолокном. Они обладают высокой прочностью при статической нагрузке, химически совместимы с бетоном. Опалубки из полимерных материалов отличаются небольшой массой, стабильностью формы и устойчивостью против коррозии. Возможные повреждения легко устраняются нанесением нового покрытия. Недостаток пластмассовых опалубок — их несущая способность резко снижается при термообработке с повышением температуры до 60°С.

Появились комбинированные опалубки, когда на металлическую палубу наносится листовой полипропилен. Использование композитов с токопроводящим наполнителем позволяет получать греющие покрытия с регулируемыми режимами теплового воздействия на бетон.[3]

В сравнении с кирпичным и полносборным строительством преимущества монолитных железобетонных конструкций очевидны. Единовременные затраты на создание производственной базы снижаются на 20-30%, расход стали - на 10-15%, энергоёмкость - до 30%, суммарные трудовые затраты - также до 30%. Расход арматуры ниже, чем в сборном варианте за счет использования конструктивных неразрезных элементов, исключения закладных деталей и монтажных петель, отсутствия расчетной арматуры на транспортные и монтажные нагрузки. Расход металла, как правило, ниже для ленточных фундаментов жилых домов на 20%, фундаментов промышленных зданий - на 10%, безбалочных перекрытий многоэтажных промышленных зданий - на 25%.

Монолитный бетон и железобетон характеризуются несколько меньшими средними расходами цемента на 1 м3 бетонной смеси по сравнению со сборным железобетоном. Однако в целом средняя прочность бетона для монолитных железобетонных конструкций ниже средней прочности бетона на тяжелых плотных заполнителях для сборных конструкций. При строительстве 9-16-этажных зданий из монолитного железобетона в сейсмических условиях экономия арматурной стали может достигать 18-20%. В массовом жилищном строительстве при возведении 5-9-этажных домов из монолитного железобетона экономия арматуры составляет менее 5%. Если же при этом учесть, что фактическая оборачиваемость опалубки в монолитном домостроении ниже, чем в сборном, то суммарный расход стали выравнивается.[4]

Трудоемкость арматурных работ является одним из наиболее существенных недостатков монолитного строительства. Она в 1,5-2 раза выше, чем при производстве сборного железобетона. Поэтому требуется тщательное выполнение технологических регламентов производства работ и контроля их качества, сложные технологические процессы диктуют повышенные требования к квалификации работников.

Также к недостаткам стоит отнести более высокую стоимость по сравнению с изделиями заводского изготовления при существующей системе ценообразования.

Большую часть объема монолитного бетона и железобетона применяют для возведения конструкций нулевого цикла и только 20-25% расходуют на надземные части зданий и сооружений. Наибольшая эффективность монолитных конструкций проявляется при реконструкции промышленных зданий и сооружений, а также при возведении объектов жилищно-коммунального строительства. Применение монолитного бетона позволяет уменьшить расход стали на 7-20%, бетона до 12%. Но при этом возрастают энергозатраты, особенно в зимнее время, и повышаются трудозатраты на строительной площадке. Так, затраты труда на строительной площадке при возведении зданий из монолитного железобетона в 1,65 раза выше, чем при строительстве крупнопанельных зданий. Ясно, что основной объем работ при строительстве зданий из монолитного бетона приходится на строительную площадку. Но увеличение расхода бетона на 17-19% по сравнению с крупнопанельным домостроением объясняется недостаточным использованием легких бетонов, современных плитных утеплителей, и применением более низких марок цемента.[3]

Применение монолитного железобетона может быть наиболее рационально и экономически выгоднее использования сборного железобетона в первую очередь в районах со сложными геологическими условиями, при повышенной сейсмичности, в местах, где отсутствуют или недостаточны мощности полносборного домостроения без развитой сети автодорог, в сельских районах при наличии местных заполнителей и др.

Строительство из монолитного бетона также целесообразно по индивидуальным проектам для зданий и комплексов, выполняющих роль градостроительных акцентов, истори-

ческих центров городов, для зданий при комплексной застройке монолитными домами микрорайонов в городах и поселках на основе типизированных архитектурно-планировочных элементов; для зданий комбинированных систем, предусматривающих сочетание монолитных конструкций со сборными, кирпичными и др.

Дальнейшее развитие монолитного строительства базируется на совершенствовании технологий опалубочных, арматурных и бетонных работ: использование инвентарной, быстроразъёмной опалубки модульных опалубочных систем; полимерных, антиадгезионных покрытий, снижающих затраты труда по очистке и смазке щитов опалубки; более широкое применение эффективных несъёмных опалубок, применение самоподъёмных опалубок; использование армокаркасов полной готовности, переход от сварных соединений к механическим стыкам; совершенствование бетоноукладочных комплексов (транспортирование и укладка бетонных смесей) за счёт применения высокопроизводительной механизации; переход на высокоподвижные и литые смеси, исключающие (или снижающие объём) работы по их уплотнению, совершенствование средств укладки и уплотнения бетонных смесей.

Библиографический список

1. Тараканов О.В, Пронина Т.В., Логинов Р.С, Применение модифицированных бетонов в монолитном строительстве // Монолитное домостроение, 2008, №6 – С.66-68

2. Морозов Н.М., Мугинов Х.Г., Хозин В.Г., Антаков А.Б, Высокопрочные песчаные бетоны для монолитного строительства // Известия КГАСУ, 2012, №2 – С.183-188

3. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лапидус А.А, Технология возведения зданий и сооружений. М., «Высшая школа», 2004, 446с.

4. Анпилов С.М., Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона, М. Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010, 592с.

References

1. O.V.Tarakanov, T.V.Pronina, R.S.Loginov, Applying of modified concrete in monolithic construction // Building construction, 2008, №6 – p.66-68

2. Morozov N.M., Muginov H.G., Khozin V.G., Antakov A.B. , High-sand concrete for monolithic construction // News of the KSUAE, 2012, № 2 – p.183-188

3. Telichenko V.I., Terentiev O.M., Lapidus A.A. The technology of construction of buildings and structures, Moscow, «Vysshaya shkola», 2004, 446 sec

4. Anpilov S.M.,The technology of construction of buildings and structures of reinforced concrete, Moscow, Publishing of Association of building high-schools, 2010, 592 sec.

УДК 624.012.4

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, профессор кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого А.Е.Грошев
Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого А.В. Гриднев
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-54-21;
e-mail: alexgxx@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineering), associate professor of Dept. of designing buildings and constructions the name of N.V. Troitsk A.E.Groshev
Magistrate of Dept. of designing buildings and constructions the name of N.V. Troitsk A.V. Gridnev
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-53-21
e-mail: alexgxx@mail.ru

А.Е. Грошев, А.В. Гриднев

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ АРМИРОВАННОГО ПОРИЗОВАННОГО БЕТОНА

Представлена методика экспериментального исследования нормальных сечений изгибаемых элементов из армированного поризованного бетона различной средней плотности.

Ключевые слова: армированный поризованный бетон, методика исследований, средняя плотность, прочность, модуль упругости, трещинообразование, свойства.

A.E. Groshev, A.V. Gridnev

RESEARCH METHODOLOGY NORMAL SECTION FLEXURAL ELEMENTS REINFORCED AERATED COCNRETE.

Presents a methodology experimental study of normal sections bent elements of reinforced aerated concrete with different medium density.

Keywords: reinforced aerated concrete, research methodology, the average density, strength, elastic modulus, crack growth properties.

Развитие строительства в нашей стране связано с задачами повышения эффективности производства строительных конструкций, снижения их стоимости и материалоемкости, применения материалов нового поколения. Одним из таких материалов является поризованный бетон, получаемый воздухововлечением при перемешивании с добавлением высокоэффективных поверхностно-активных добавок [1, 2].

Улучшение технико-экономических показателей конструкций из поризованного бетона определяется возможностью его получения в широком диапазоне средней плотности на одном и том же сырье и оборудовании. Другими словами, при возведении определенного объема конструкций есть возможность эффективно понизить их материалоемкость.

Целью данной работы является методическое обоснование исследований нормальных сечений изгибаемых элементов из армированного поризованного бетона, реализация которых позволит получить данные, необходимые для накопления и создания предпосылок по внедрению поризованного бетона в монолитном строительстве.

В результате обзора существующих работ и использования методов планирования эксперимента для решения поставленной задачи были изготовлены 4 серии образцов балок

размером 60х120х1400 мм из армированного поризованного бетона. Основными варьируемыми факторами являлись: средняя плотность поризованного бетона (1 серия – 1200 кг/м^3, 2 серия – 1400 кг/м^3, 3 серия – 1600 кг/м^3, 4 серия – плотный бетон) и процент продольного армирования (μ=0,43, μ=0,76). Все балки испытывали на поперечный изгиб двумя симметрично приложенными в 1/3 пролета силами. В работе было исследовано нормальное сечение изгибаемых элементов.

Для изготовления опытных элементов из поризованного бетона применялись следующие сырьевые материалы: портландцемент ПЦ-500; ПАВ воздухововлекающего действия «Пеностром» (ТУ № 2481-001-22299560-99); кварцевый песок Мк=1,4.

Армирование балок проводили сварными каркасами. Продольные стержни каркасов выполнены из арматуры класса А400, поперечные – из В500 (рис. 1), шаг поперечных стержней составлял 50 мм и выбран таким образом, чтобы образцы не разрушались по наклонному сечению при испытании. Для соединения стержней использовали полуавтоматическую сварку.

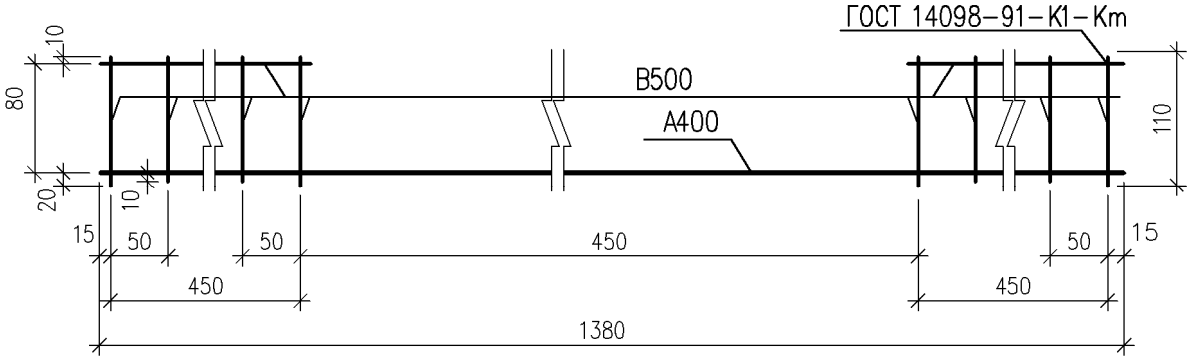


Рис. 1. Сварной каркас для опытных балок

Загружение балок было произведено двумя равными сосредоточенными силами, последовательно возрастающими вплоть до разрушения. При таком разрушении между точками приложения нагрузок образуется зона чистого изгиба (рис 2).[1]

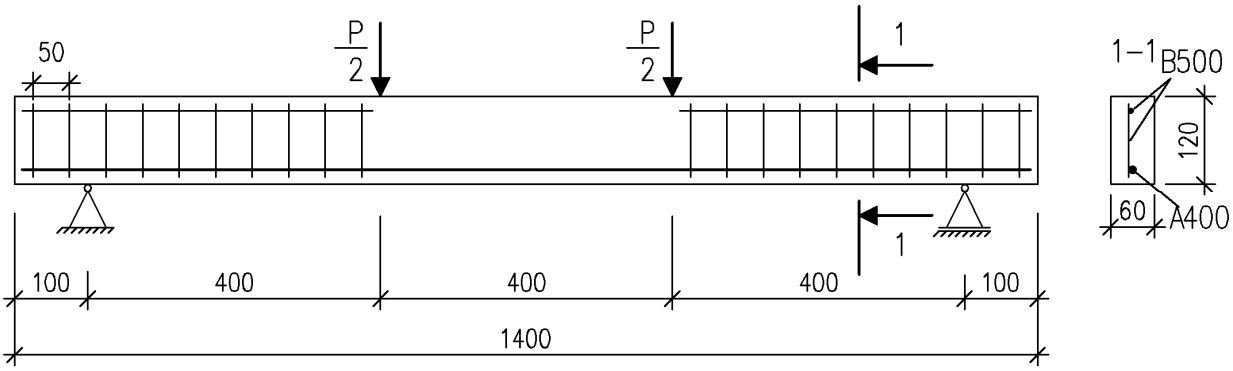


Рис. 2. Схема загружения балок и их армирование

Максимальное значение усилия пресса в момент разрушения образца, отмеченное силоизмерителем, принимали за величину разрушающей нагрузки на образец. Для измерения прогибов балок использовали прогибомер WA-Electronic HBM, который устанавливали в середине пролета балки. Для измерения углов поворота торцов балки при ее нагружении использовали рамки с индикаторами часового типа с ценой деления 0,001мм, установленными по торцам балки. Для измерения продольных деформаций на поверхность балок наклеивали дорожки тензорезисторов. Для измерения продольных деформаций арматуры на нее в середине пролеты наклеивался тензорезистор. Показания тензорезисторов

снимали прибором «Тензометрический интерфейс PCD-300A». Схема наклейки тензорезисторов и установки приборов отображены на рисунке 3.

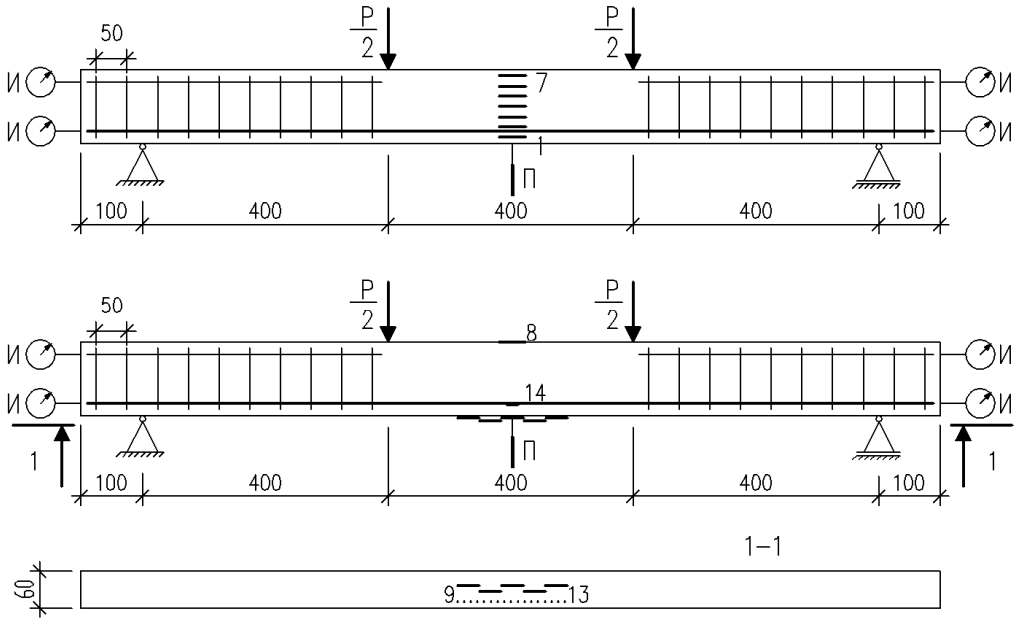


Рис. 2. Установка приборов и расклейка тензорезисторов для измерения продольных деформаций нормального сечения балок при испытании на изгиб:
а – схема расклейки тензорезисторов для определения напряженно деформированного состояния,
б – схема расклейки тензорезисторов для определения момента образования трещин;

Тензорезисторы 1..7 предназначены для измерения продольных деформаций по высоте сечения в середине пролета, тензорезистор 8 - для измерения продольных деформаций сжатой зоны, тензорезисторы 9…13 – для определения деформаций растянутых волокон, тензорезистор 14 – для определения деформаций арматуры, «П» прогибомер WA-Electronic HBM – для измерения прогиба балок, «И» индикатор часового типа – для измерения углов поворота торцов балки.

Одновременно с балками были изготовлены и испытаны кубы 100х100х100 мм, призмы 100х100х400 мм и образцы-восьмерки 40х40х400мм с уменьшением толщины в середине образца до 30мм для определения фактических механических характеристик поризованного бетона при осевом сжатии, растяжении и поперечном изгибе. Для получения фактических механических характеристик рабочей арматуры балок были испытана отдельные стержни на растяжение по ГОСТ 12004 «Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение».

Проведение испытаний по данной работе запланировано в лаборатории Центра коллективного пользования имени проф. Ю.М. Борисова, созданного на базе Воронежского ГАСУ.

Выводы

Представленная методика исследования армированного поризованного бетона дает возможность определить НДС и момент трещинообразования в зависимости от процента армирования и средней плотности поризованного бетона, что, в свою очередь, позволит получить данные, необходимые для накопления и создания предпосылок по внедрению поризованного бетона в монолитном строительстве.

Авторы признательны к.т.н. доценту кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого Воронежского ГАСУ М.В. Новикову за помощь в организации экспериментов.

Библиографический список

1. Славчева, Г.С. Поризованный бетон: структура и строительно-технические свойства. - Воронеж, 2009. – 137с.

2. Новиков, М.В. Закономерности ползучести сжатых элементов монолитных конструкций из поризованного бетона: автореф. дис. … канд. техн. наук. Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2010. – 23с.

3. ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» взамен ГОСТ 10180-90. Стандартинформ, 2013г, 31с.

4. ГОСТ 12004-81 «Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение» Госстандарт СССР, 1981г, 12с.

References

1. Slavcheva, G.S. Foamed concrete: the structure, construction and technical properties. - Voronezh, 2009. - 137 p.

2. Novikov, M.V. Laws of compressed elements creep of monolithic structures of porous concrete: Author. Dis. ... Cand. tehn. Sciences. Voronezh. state. arh.-building. Univ. - Voronezh, 2010. - 23 p.

3. GOST 10180-2012 "Concrete. Methods for determining the strength of control samples "instead GOST 10180-90. Standartinform, 2013, 31c.

4. GOST 12004-81 "Steel reinforcement. Methods for tensile testing "State Standard of the USSR, 1981, 12c.

УДК 699.86:728.1

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий и сооружений Л.И. Гулак
Магистрант С.Н. Бубнович
Россия, г. Воронеж
e-mail: bubnovitch161@yandex.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Associate professor of design of buildings and constructions L. I. Gulak
Undergraduate S. N. Bubnovich
Russia, Voronezh
e-mail: bubnovitch161@yandex.ru

Л.И. Гулак, С.Н. Бубнович

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАССИВНЫХ ДОМОВ

Определение и архитектурная концепция пассивного дома; энергоэффективность пассивных домов.

Ключевые слова: энергоэффективность, пассивный дом, энергосбережение.

L.I. Gulak, S.N. Bubnovich

THE RATIONALE FOR USE OF PASSIVE HOUSES

The definition and the architectural concept of the passive house**;** energy efficiency of passive houses**.**

Keywords: energy efficiency, passive house, energy saving.

В связи с неуклонным ростом цен на энергоносители и дороговизну подключения газа, всё большее количество застройщиков задумывается о строительстве энергоэффективного дома.

Пассивный дом – это здание, у которого общий показатель потребления первичной энергии при нормальной эксплуатации не превышает примерно 150 Вт*ч/(м²*год). Этот общий показатель потребления первичной энергии означает, что в пассивном доме все бытовые коммунальные энергетические нагрузки (отопление, горячая вода, освещение, приготовление еды, телевизор и т.д.) приведены к минимальному расходу энергии. Достигается снижение потребления энергии в первую очередь за счет уменьшения теплопотерь здания.

Главную идею пассивного дома можно вкратце объяснить так: теплопотери здания снижаются до такой степени, что отдельное отопление совсем не требуется.

Расход энергии на отопление в пассивном доме не должен превышать 15 кВт•ч/г на квадратный метр здания (в энергосберегающих – 75 кВт•ч/г). Это требование установлено изобретателями технологии — Институтом пассивного дома в г. Дармштат, и оно распространяется на все пассивные дома в мире. Именно поэтому **пассивный дом** – это самая четко регулируемая и строго контролируемая на данный момент строительная форма в мире. Такое здание потребляет примерно на 80% меньше энергии для отопления, чем обычный дом. И в 4, 7 раза меньше, чем энергосберегающий. Но для того, чтобы пассивный дом правильно работал, необходимо выполнение определенных условий (рисунок 1, 2). В разных странах существуют свои стандарты пассивного дома, но цифры и требования примерно одинаковы.

- Ориентирование фасада на юг, это разрешает максимально полно использовать солнечную энергию. Именно пассивное использование солнечной энергии и полное отсутствие затененности позволяет максимально воспользоваться возможностями сооружения.
- Герметичность на уровне n50<0,6/ч.
- Рекуперация тепла при вентиляции, экономия тепла ≥75%
- Конструкция окон герметично примыкает к стенам, главное, их предназначение, сохранение тепла и получение достаточного количества солнечного света, а не проветривание. Размеры теплоизолирующих оконных профилей сведены к минимуму. Коэффициент теплоотдачи всего окна (UW) <0.8 Вт/(м^{2}К); значением энергопроницаемости около 50%.
- При отключении электроэнергии пассивный дом может остыть на 1°С в течение суток при наружной температуре -15°С. Во многом это происходит благодаря аккумуляторам тепла, в роли которых выступают массивные стены (несущие), плиты пола Ж/Б первого этажа и перекрытия между этажами.
- Подогрев воды с помощью солнечных коллекторов или теплового насоса.
- Пассивный подогрев воздуха с помощью грунтового теплообменника.
- Отсутствие мостиков холода.
- Компактность строения, соответствует низким затратам на отопление.
- Цена постройки пассивного дома в сравнении с обычным домом на 15% выше.
- Снижение вредных выбросов на 65%.

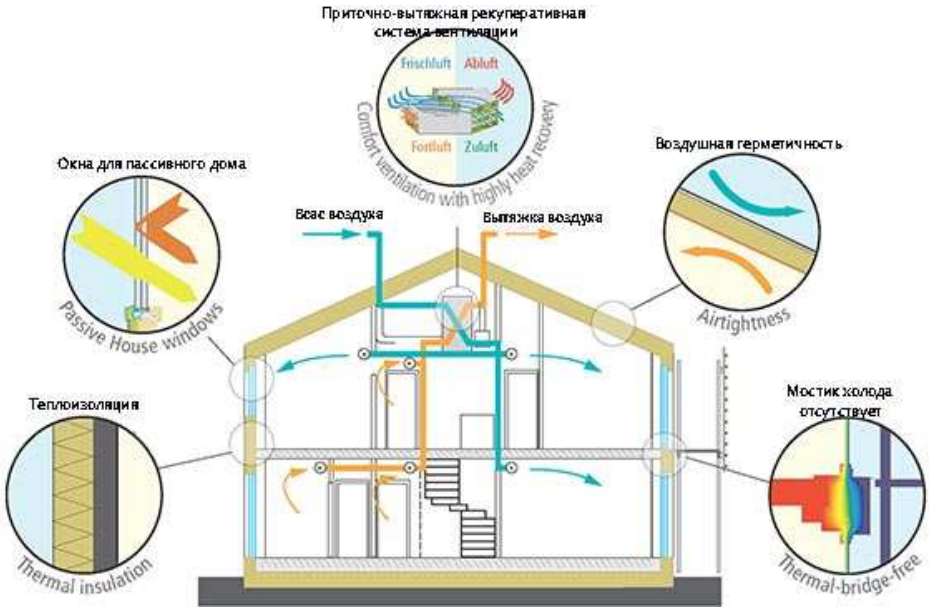


Рис. 1. Высокоэффективный теплообменник и система вентиляции

Максимальные теплопотери происходят через окна. Поэтому при строительстве энергоэффективного дома важно его правильно «привязать» к участку (большие окна смотрят на юг), для максимальной степени солнечной инсоляции. Это позволит уменьшить теплопотери при большой площади остекления.

Принимается направление на географический полюс, а не на магнитный.

Важно: Получение наибольшее количество тепла в различное время года, возможно, только при ориентации фасада на географический юг. Возможно, небольшое отклонение на восток или запад примерно на 30^o снижение эффективности составляет около 15%.

Важно: Буферная зона, состоящая из хозяйственных помещений должна располагаться с противоположной северной стороны здания. Там же должна находится кухня, таким образом, достигается снижение отопительной нагрузки в зимнее время года.

При проектировании производится расчет значений коэффициентов теплоизоляции и инфильтрации. Высчитываются коэффициенты теплового сопротивления стен, пола, потолка, твердой теплоизоляции по периметру фундамента, теплового сопротивления твердой теплоизоляции, размещенной снаружи стены отапливаемого подвала или обвалованного землей, стены. Производится расчет коэффициентов воздухообмена, подсчитывается количество слоев остекления окон, расположенных со всех сторон света. Находится коэффициент отопительной нагрузки и коэффициент нагрузки коллектора, подсчитывается площадь пассивного солнечного коллектора.

При детальном проектировании зданий (ориентация, инсоляция и т. д.) должны также учитываться по возможности энергетические требования. Солнечные дома необходимо проектировать очень тщательно, и этот принцип должен соблюдаться в мельчайших деталях.

Рекомендуется устанавливать термическую массу для рационального нагрева, то есть как под воздействием прямых солнечных лучей и за пределами помещения (нагрев конвекцией воздуха). Такая технология подразумевает соотношение между площадями поверхностей теплоаккумулирующей массы и остекления южной ориентации 6:1.

Увеличение теплоаккумулирующей массы не имеет пределов и способно увеличить эффективность солнечного отопления.

Применение солнечного обогрева косвенным способом, применяется для накопления солнечной энергии в какой-либо части дома для обогрева других его зон.

Рис. 2. Основные элементы энергоэффективного дома

В каждом доме тепло исходит не только от батарей, но и производится работой электроприборов (холодильник, стиральная машина, плита и т.п.), а также продуцируется самими жильцами. Эта бесплатная тепловая энергия сохраняется внутри пассивного дома благодаря строительным элементам, обладающим высочайшей теплоизоляцией и герметичностью. Снаружи в дом, в свою очередь, поступает бесплатная солнечная энергия, которая проводится внутрь при помощи целесообразно распределенных оконных проемов. И, наконец, в доме устанавливается так называемая *«комфортная» вентиляция* (каждое помещение автоматическим способом снабжается свежим воздухом). Таким образом, сокращаются те потери тепла, которые обычно возникают при проветривании помещения. Иначе говоря, дом не будет нуждаться в дорогом отоплении и, несмотря на это, в нем будет тепло и уютно.

Заключение: Целесообразность использования пассивных домов есть свершившийся факт, перед которым большое будущее.

Библиографический список

1. В. Файст Основные положения по проектированию пассивных домов перевод с немецкого с дополнениями под редакцией А. Е. Елохова М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. - 144 стр., ил.

2. Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. — С.: БХВ-Петербург, 2011. — С. 478.

3. Энергоэффективный пассивный дом URL: http://enargys.ru/

4. Статьи по энергосбережению URL: http://www.ppu21.ru/

References

1. V. Feist Basic provisions for the design of passive houses Translated from the German with additions, edited by A. E. Yelokhova Moscow: Publishing house of the Association building universities, 2008. - 144 p., ill.

2. Gabriel I., Ladiner H. Reconstruction of buildings for energy efficiency standards at home. - S.: BHV-Petersburg, 2011. - S. 478.

3. Energy-efficient passive house URL: http://enargys.ru/

4. Articles on energy saving URL: http://www.ppu21.ru/

УДК 624.075.001.5

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий и сооружений Л.И. Гулак
Магистрант
А.В. Рябых
Россия, г. Воронеж
e-mail: ryabykh@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Associate professor of design of buildings and constructions L.I. Gulak
The undergraduate
A.V. Ryabykh
Russia, Voronezh
e-mail: ryabykh@mail.ru

Л.И. Гулак, А.В. Рябых

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ ЗДАНИЙ СО СВЯЗЕВЫМ КАРКАСОМ

Влияние сквозных этажей в конструктивной схеме здания на общую жесткость и устойчивость сооружения; особенности обеспечения энергоэффективности зданий со сквозными этажами.

Ключевые слова: пространственная жесткость, здания со сквозными этажами, энергоэффективность зданий со сквозными этажами.

L.I. Gulak, A.V. Ryabykh

RESEARCH OF CONSTRUCTIVE DECISIONS AND SPATIAL RIGIDITY OF BUILDINGS WITH THE SVYAZEVY FRAMEWORK

Influence of through floors in the constructive scheme of the building on the general rigidity and stability of a construction; features of ensuring energy efficiency of buildings with through floors.

Keywords: spatial rigidity, buildings with through floors, energy efficiency of buildings with through floors.

Связевый каркасный остов, в котором поперечные стенки жесткости располагаются через 12-36 м, получил при строительстве многоэтажных общественных зданий наибольшее распространение, так как обеспечивает свободу планировки этажей и устройство больших зальных помещений [1].

Пространственная жесткость здания обеспечивается стенками жесткости, которые выполняют из железобетонных панелей, вставляемых в просветы, ограниченные с двух сторон колоннами, а сверху и снизу ригелями перекрытий. Стенки жесткости устанавливают одна над другой на всю высоту здания, что в сочетании с жесткими дисками перекрытий образуют устойчивый каркасный остов. В железобетонных стенках жесткости можно устраивать проемы для дверей или окон при условии соответствующего усиления отверстия обрамляющим бортом с дополнительным армированием по расчету.

Вертикальность поперечных поэтажных рам каркаса обеспечивают продольными стенками жесткости (по линиям продольных осей стоек каркаса), которые в конструктивном отношении решают так же, как поперечные. В зданиях большой этажности целесообразно применять продольные стенки жесткости длиной на несколько конструктивных шагов, так

как это повышает продольную устойчивость здания. Жесткие диски междуэтажных перекрытий и покрытий, монтируемых из крупных панелей, фиксируют прямолинейность ригелей по всей их длине и их параллельность друг другу. Жесткость перекрытий обеспечивается соединением связевых и рядовых панелей между собой и ригелями путем сварки закладных деталей и заполнением раствором швов в цельный жесткий диск так же, как в крупнопанельных зданиях.

В несущем оставе каркасного многоэтажного здания, в котором поперечные стены жесткости размещаются по каждому поперечному ряду колонн, все поперечные рамы не имеют ригелей, а панели перекрытий опираются непосредственно на стены жесткости так же, как в крупнопанельных домах, что частично разгружает колонны от вертикальных нагрузок. Такая конструкция весьма индустриальная и обладает высокой жесткостью, однако частое расположение несущих поперечных стен ограничивает свободу планировки этажей.

Особого рассмотрения требует устройство в каркасном здании сквозного первого этажа или сквозного промежуточного этажа (см. рис.).

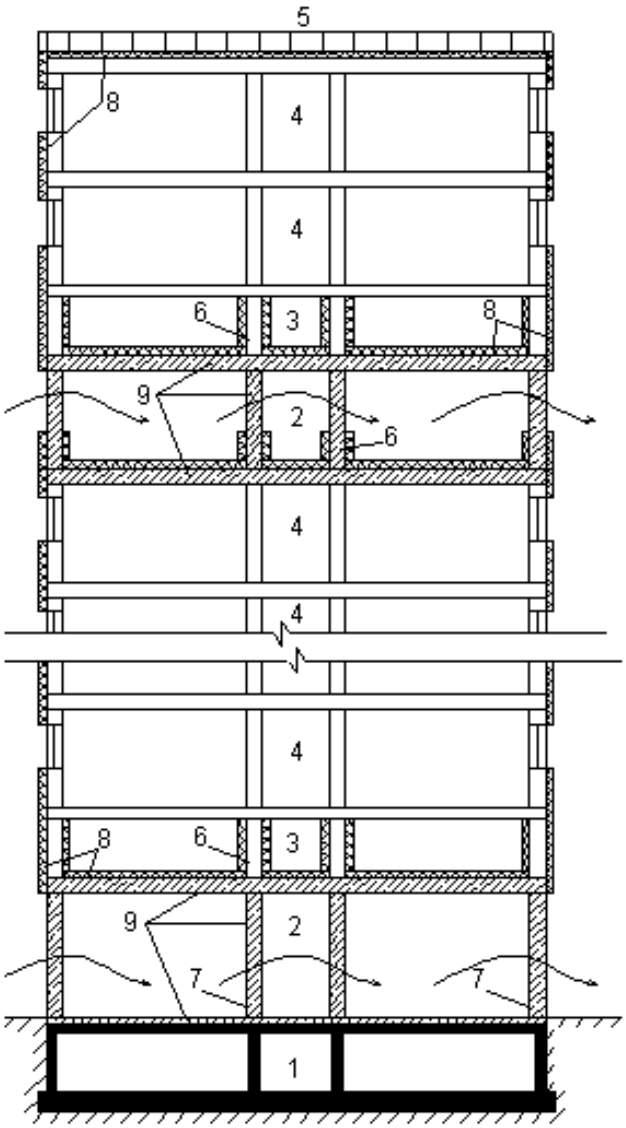


Рис. Схема обеспечения жесткости и утепления каркасного здания со сквозными этажами
1 – зона фундамента; 2 – сквозные этажи; 3 – технические этажи; 4 – типовые этажи; 5 - крыша; 6 – утепленные колонны; 7 – неутепленные колонны; 8 – утеплитель; 9 – монолитные рамы жесткости в пределах сквозных этажей

В этом случае должны быть обеспечены: устойчивость каркаса в пределах сквозного этажа, передача сосредоточенных горизонтальных усилий от редко расположенных диафрагм жесткости на рамы сквозного этажа, утепление железобетонных конструктивных элементов, проходящих из отапливаемых помещений в сквозной этаж. Для обеспечения жесткости и устойчивости здания проще всего оставить нужный этаж без наружных вертикальных ограждений, не внося каких-либо изменений в типовую для данного здания поэтажную систему каркасного несущего остова. Задачи решаются просто в том случае, если несущий остов представляет собой жесткую, например монолитную, пространственную каркасную раму. Если жесткость несущего остова обеспечена применением вертикальных стенок жесткости, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях, то из сохранение в пределах сквозного этажа нецелесообразно[2]. В таких случаях в пределах сквозного этажа устраивают жесткую раму (обычно монолитную) и применяют систему продольных и поперечных вертикальных диафрагм жесткости лишь выше сквозного этажа. Перекрытия, расположенные над сквозным этажом, с системой перекрестных ригелей и элементы колонн в габаритах сквозного этажа образуют жесткую пространственную раму, работающую в горизонтальной плоскости. При устройстве сквозных этажей размещение в их пределах инженерных сетей и систем вертикального транспорта вызывает появление в сквозном этаже ряда встроенных объемов шахт и лестничных клеток. Для удобства группировки инженерных сетей над сквозным этажом, а иногда и под ним устраивают технический этаж.

Теплопроводные железобетонные элементы, проходящие из отапливаемых помещений в сквозной этаж, открытый наружу, образуют мостики холода, приводящие к отложению конденсата на поверхности этих элементов, ориентированных во внутреннее помещение[3]. Для устранения мостиков холода перекрытие, расположенное над сквозным этажом или под ним, должно быть утеплено. Колонны, выходящие в сквозной этаж, должны быть утеплены на длину, определяемую теплотехническим расчетом. Практически обычно оказывается достаточным утепление колонны в пределах технического этажа. При отсутствии технического этажа в здании, возводимом в районах с низкой расчетной температурой, колонны утепляют на всю высоту сквозного этажа с устройством защитного облицовочного слоя.

Библиографический список

1. Кутухтин Е.Г., Коробков В.А. Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений: Учебное пособие для техникумов. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2005. – 272 с., ил.

2. Руденькая Наталья. Башня жизни/ Н. Руденькая //Наука и техника.- 2011 г. - №4(59) апрель – с.3,4.

3. Маклакова Т.Г. Конструирование крупнопанельных зданий, М.-1975г., 159 с.

References

1. Kutukhtin E.G. Korobkov V.A. Designs of industrial and agricultural buildings and constructions: Manual for technical schools. – 2nd edition, reslave and additional – M.: Stroyizdat, 2005. – 272 pages, silt.

2. Rudenkaya Natalya. Life tower / N. Rudenkaya//Science and equipment.-2011-No. 4 (59) April – page 3,4.

3. Maklakova T.G. Designing of large-panel buildings, M. - 1975, 159 s.

УДК 622.24

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий и сооружений Р.Н. Зорин;
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений С.Н. Бирюкова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(952)-552-57-26

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Associate prof. of the designing of buildings and constructions faculty R.N.Zorin;
Master of the designing of buildings and constructions faculty S.N. Biryukova
Russia, Voronezh, tel. 8(952)552 5726

Р.Н. Зорин, С. Н. Бирюкова

ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В КАРКАСНО-МОНОЛИТНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

В статье рассмотрены наружные ограждающие конструкции, применяемые в современном строительстве в каркасно-монолитном домостроении.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, сборные бетонные панели, штукатурный фасад, вентилируемый фасад, слоистая кладка, термопрофиль.

R.N. Zorin, S.N. Biryukova

THE REVIEW OF EXISTING CONSTRUCTIVE SOLUTIONS OF EXTERNAL PROTECTING DESIGNS IN FRAME-MONOLITHIC HOUSING CONSTRUCTION

The article discusses some walling used in modern construction, the general characteristic of external walling.

Keywords: walling, precast concrete panels, plaster facade, ventilated facade, layered masonry, thermo.

Ограждающие конструкции разделяют на внешние (или наружные) и внутренние. Внутренние служат в основном для разделения внутреннего пространства здания и шумоизоляции. Основное назначение наружных ограждающих конструкций - защита помещений от атмосферных воздействий, ветра, влаги, шума, радиации и т. д. Материалы для возведения ограждающих конструкций выбираются в зависимости от климатических условий района строительства, назначения и капитальности здания, его этажности, от технической и экономической целесообразности.

Наружные стены монолитных зданий могут иметь многовариантные решения:
- стены, выполненные из небетонных материалов (кирпич, ячеистобетонные или керамзитобетонные блоки);
-сборные бетонные 3-х слойные панели;
-вентилируемый фасад;
-ограждающие стены из термопрофиля.

Кирпичная конструкция стены может быть решена в двух вариантах:
-Слоистая стена с наружным слоем из лицевого кирпича;

Наружные плоскости стены выполняют из кирпича толщиной 120 мм, между которыми установлен эффективный утеплитель. (Рис. 1)

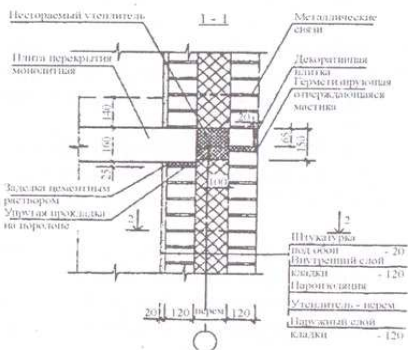


Рис. 1. Слоистая стена с наружным слоем из лицевого кирпича

Соединение кирпичных стенок между собой обеспечивают стальные анкера через пять рядов кладки по высоте. Толщина внутреннего слоя стены может быть выполнена в 1 или 1,5 кирпича.

-Слоистая стена с наружным штукатурным слоем;

Конструкция стены состоит из кирпича, толщиной в 1 или 1,5 кирпича и прикрепленного при помощи дюбелей к ней слоя утеплителя. С наружной стороны утеплитель защищен штукатуркой по стекловолокнистой или металлической сетке. (Рис. 2)

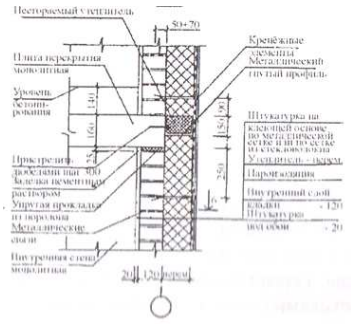


Рис. 2. Слоистая стена с наружным штукатурным слоем

Конструкция наружной стены из легкобетонных камней может быть:

- ячеистобетонные блоки плотностью 400-450 кг/м и толщиной в 500 мм;
- ячеистобетонные блоки, слой утеплителя, толщина которого продиктована климатическими требованиями, наружный защитный и декоративный кирпичный в 120 мм слой;

Соединения наружных слоев стены осуществляют при помощи стальных нержавеющих, оцинкованные или стеклопластиковых стержней через два ряда кладки блоков по высоте. (Рис. 3)

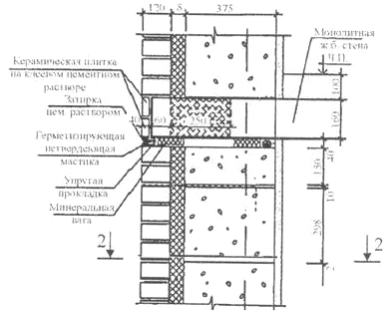
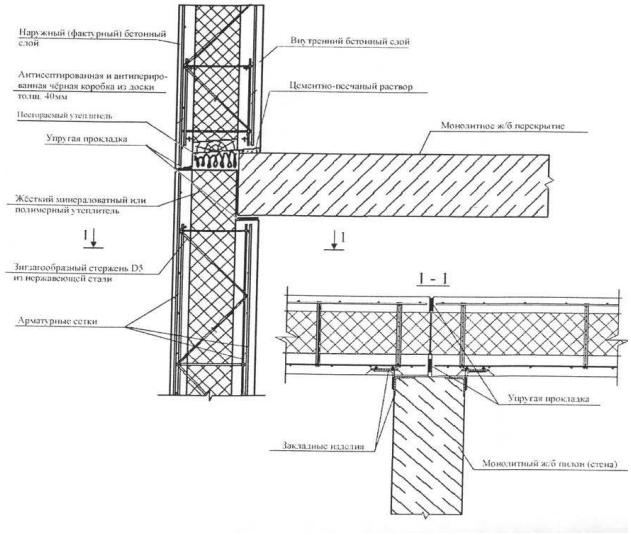


Рис. 3. Ячеисто-бетонная стена с наружным утеплением и облицовкой кирпичом

-кладка из ячеистобетонных блоков толщиной в 500 мм с облицовкой кирпичом с наружной стороны.

Наружные панельные стены имеют трехслойную структуру (рис. 6) с соединением на гибких связях наружных скорлуп. Панели представляют собой два бетонных слоя между котрыми слой эффективного утеплителя, толщиной, диктуемой климатическими условиями. В настоящее время существуют панели любых габаритов и с разнообразной фасадной поверхностью.



Панели крепят к плоскости перекрытия и перпендикулярно стоящим к ним вертикальным конструкциям (колонам, стенам, пилонам) при помощи сварки закладных деталей, с последующей зачеканкой швов цементным раствором. (Рис. 4)

Рис. 4. Конструкция панельных наружных стен

Вентилируемый фасад представляет собой двухступенчатую систему: массив конструкции стены с утеплителем и внешняя облицовочная оболочка, выполняющая декоративную роль и защищающая от осадков и механических воздействий конструкцию стены. (Рис. 5)

Достаточно популярное в настоящее время решение, так как работы по отделке фасада можно производить в любое время года - при его устройстве отсутствуют мокрые процессы.

Типичная конструкция вентилируемого фасада, представленная на рис. 5, состоит из крепежных элементов - кронштейнов, которые крепятся непосредственно на стену при помощи анкеровочных элементов, и несущих профилей, устанавливаемых на кронштейны. На несущие профили, образующие каркасную систему, с помощью специальных элементов крепежа монтируются плиты (листы) облицовки. Утеплитель фиксируется на наружной поверхности стены с помощью дюбелей, специальных профилей. Также может устанавливаться защитная пленка (ветрозащитная мембрана).

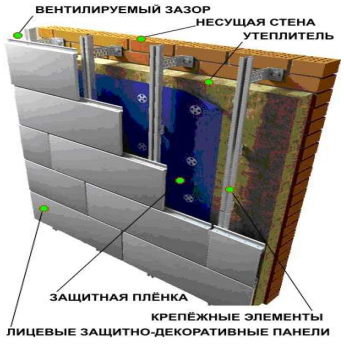


Рис. 5. Устройство вентилируемого фасада

Ограждающие стены из термопрофиля представляют собой каркасно-обшивную систему послойной сборки, показанную на рис. 6. Каркас состоит из оцинкованного термопрофиля, который представляет собой конструкцию, толщиной до двух миллиметров. От других видов металлического каркасного профиля, термопрофиль отличается тем, что имеет сквозные поперечные сечения (перфорацию). Эти сечения предназначены для ликвидации "мостиков холода". Далее каркас заполняется утеплителем. С наружной стороны под обрешеткой устраивается гидроветрозащитный слой, а между листами внутренней облицовки – пароизоляционный. Между гидроветрозащитным слоем и наружной облицовкой создается воздушный зазор. С внутренней стороны производится обшивка или гипсокартонными листами. В качестве наружной декоративной отделки возможно применение всех наиболее часто используемых облицовочных материалов.

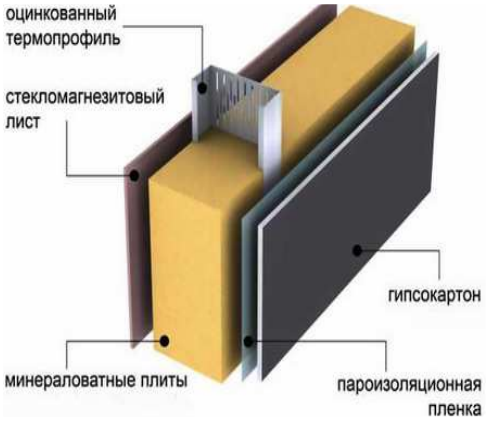


Рис. 6. Устройство ограждающей конструкции из термопрофиля

На основании рассмотренных вариантов конструкций стен можно сделать вывод, что основными тенденциями развития современных ограждающих конструкций являются: совершенствование конструкций сборных элементов и их соединительных узлов с целью снижения трудоёмкости изготовления и монтажа ограждающих конструкций и здания в целом; снижение веса и толщины ограждающих конструкций; переход к использованию конструктивных систем с высоким сопротивлением теплопередаче, совершенствование их и разработка новых конструктивных решений стен.

Библиографический список

1. С.М. Нанасова, В.М. Михайлин. Монолитные жилые здания. Москва 2006. Издательство АСВ;

2. А.И. Бедов, Т.А. Щепетьева. Проектирование каменных и армокаменных конструкций. Москва 2003. Издательство АСВ;

3. Материалы сайтов: www.ssk-inform.ru; ru.wikipedia.org.

References

1. S.M. Nanasova, V.M. Mihaylin. Monolithic residential buildings. Moscow, 2006. Publisher ASV;

2. A.I. Bedov, T.A. Shchepetyev. Design of stone and armokamenny designs. Moscow 2003. ASV publishing house;

3. Materials of sites: www.ssk-inform.ru; ru.wikipedia.org.

УДК 699.86:721.011.27:725.24

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого Р.Н. Зорин
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого М.М. Стурова
Россия, г. Воронеж, тел. 8(950)768 52 82

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Associate professor of structural engineering named after N.V. Troitskogo R.N.Zorin
Master of structural engineering named after N.V. Troitskogo M.M. Sturova
Russia, Voronezg, ph. 8(950)768 52 82

Р.Н. Зорин, М.М. Стурова

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ «КОММЕРЦБАНК»

Одним из путей снижения эксплуатационных затрат является строительство энергоэффективных зданий. Энергоэффективными называются такие здания, при проектировании которых предусмотрен комплекс архитектурных и инженерных мероприятий, обеспечивающих существенное снижение затрат энергии на теплоснабжение этих зданий по сравнению с типовыми зданиями при одновременном повышении комфортности микроклимата в помещениях. Один из вариантов энергоэффективного здания с большой площадью светопрозрачных ограждающих конструкций был реализован в Германии.

Ключевые слова: светопрозрачные конструкции, остекление, теплопотери, энергоэффективность, микроклимат, высотное здание.

R.N. Zorin, M.M. Sturova

THE ENERGY EFFICIENCY OF A HIGH-RISE BUILDING ON THE EXAMPLE OF THE BUILDING "COMMERZBANK"

One way to reduce operating costs is the construction of energy efficient buildings. Energy efficiency called such buildings, the design of which includes a set of architectural and engineering activities, providing a significant reduction in energy consumption for heating of the buildings compared to standard buildings while improving the comfort of indoor climate. One of the variants of energy-efficient building with a large area of translucent walling has been implemented in Germany.

Keywords: translucent constructions, glazing, heat loss, energyciency, microclimate, high-rise building.

Уникальным примером решения проблем, возникающих при строительстве высотных зданий, является здание «Commerzbank», построенное в Германии. Высота здания «Commerzbank» во Франкфурте-на-Майне составляет 259 метров, высота с антенной – 300 метров, строительство было завершено в мае 1997 года. Здание, разработанное британским архитектором сэром Норманом Фостером и его студией «Foster and Partners», представляет собой радикальный пересмотр всей концепции строительства высотных зданий.

Большинство из них построено по традиционной модели: полностью кондиционируемые помещения, практически полное отсутствие естественного освещения, центральная организация построения здания и идентичные этажи Commerzbank существенно отличается от этой схемы: в нем используются главным образом естественные освещение и вентиляция, имеется атриум проходящий от уровня земли до самого верхнего этажа из каждого офиса открывается вид на город. Спирально по всему зданию расположены зимние сады - они улучшают микроклимат и создают благоприятную рабочую обстановку.

Архитектурно-планировочная концепция

Горизонтальная проекция башни представляет собой треугольник со скругленными вершинами и немного выпуклыми сторонами. Центральная часть здания, в которой обычно располагаются лифтовые шахты, занята огромным треугольным центральным атриумом, проходящим по всей высоте здания. Атриум является каналом естественной вентиляции для смежных офисных помещений здания (рис. 1).

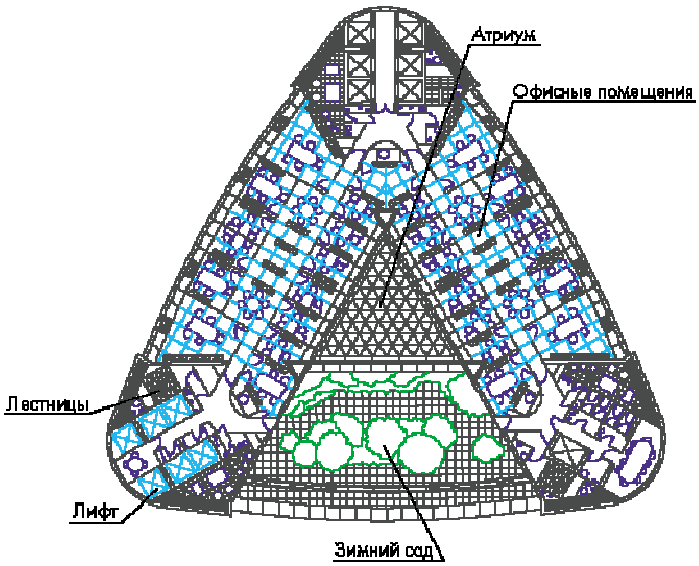


Рис. 1. Треугольный замысел здания заключает в себе центральный атриум, который является частью системы естественной вентиляции

Каждый этаж имеет три крыла, два из которых выделены под офисные помещения, а третье является частью одного из четырехэтажных зимних садов (рис. 2).

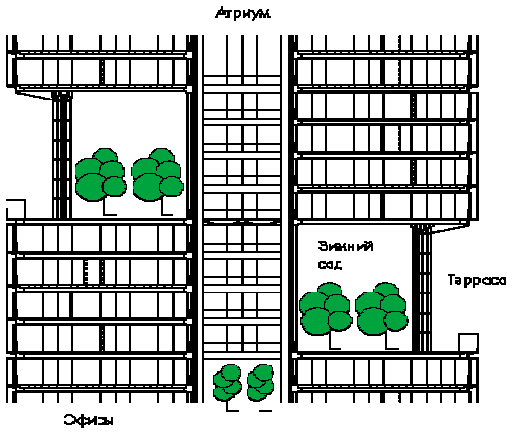
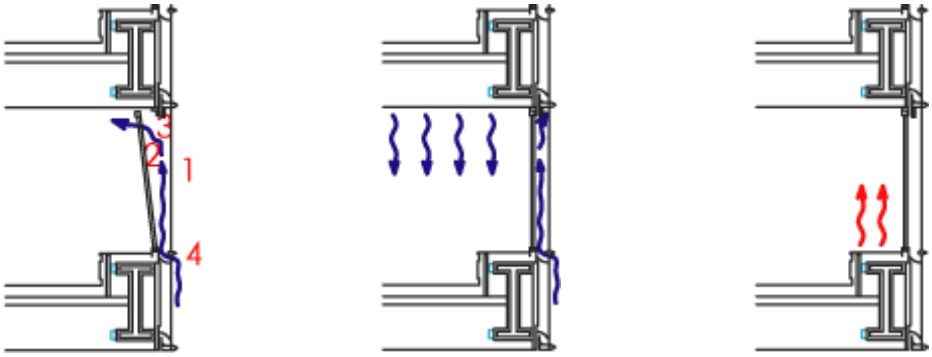


Рис. 2. Поперечное сечение здания с зимними садами



Летний период, хорошая погода (окна открыты) | Летний период, плохая погода (окна закрыты) | Зимний период (наружный слой герметизирован)

Рис. 3. Схема конструкции наружных светопрозрачных ограждений

Для снижения затрат энергии на климатизацию здания, а также для организации естественной вентиляции светопрозрачные ограждения офисов здания сделаны двухслойными – практически уникальный прием в современном высотном строительстве. Внешняя оболочка (первый слой) имеет щелевые отверстия (рис. 3), через которые наружный воздух проникает в полости между слоями.

Снижение затрат энергии на отопление здания достигается использованием теплозащитного остекления с коэффициентом теплопередачи приблизительно 1,4–1,6 Вт/(м2.°С). Кроме этого, первый слой играет роль защитной оболочки, уменьшающей конвективный тепловой поток, направленный наружу. Зимой в ночное время пространство между внешней и внутренней оболочками фасада герметизируется, образуя статичную воздушную прослойку, обладающую хорошими теплоизоляционными свойствами. Снижению затрат энергии на отопление способствуют и зимние сады, обеспечивающие дополнительные теплопоступления за счет аккумулирования тепла солнечной радиации.

Снижение затрат энергии на охлаждение здания достигается путем использования герметичных двойных стеклопакетов, заполненных инертным газом и отражающих инфракрасное излучение. Такие стеклопакеты используются в зимних садах, а также в ненесущих стенах по периметру офисных помещений. При этом солнцезащитные устройства устанавливаются между стеклопакетом и внешней светопрозрачной оболочкой здания.

Аэродинамика и система естественной вентиляции здания

Высотное здание разделяется по вертикали на четыре 12-этажных модуля, называемыми «деревнями». Каждый модуль имеет три 4-этажных зимних сада, соединенных вертикально посредством центрального атриума. Сады и атриум связаны для повышения эффективности естественной вентиляции. Каждый модуль контролируется собственной независимой установкой климатизации. Через каждые 12 этажей на границах модулей атриум разделен горизонтально для выравнивания давления и защиты от распространения дыма. Сады, атриум и офисные помещения по периметру имеют открываемые окна. Вентиляция офисов в первую очередь осуществляется естественным образом, но в здании также имеются установки механической вентиляции и охлаждаемые перекрытия с замоноличенными трубопроводами.

Примерно в течение 2/3 всего года сотрудники банка могут регулировать уровень естественной вентиляции самостоятельно путем индивидуального открытия окон. Только при сложных погодных условиях система автоматического управления оборудованием климатизации задействует систему механической вентиляции. Благодаря такой схеме

организации вентиляции энергопотребление в высотном здании «Commerzbank» на 30% ниже, чем в традиционных высотных зданиях таких же размеров.

В зимний период естественная вентиляция всех офисных помещений, расположенных по периметру здания, обеспечивает комфортные параметры микроклимата в помещениях, однако, здесь необходимо обратить внимание на то, что механическая вентиляция позволяет обеспечивать комфортные параметры микроклимата при одновременной экономии энергии за счет утилизации тепла удаляемого воздуха. Естественная вентиляция внутренних (смежных с зимним садом) офисных помещений эффективнее, чем вентиляция офисов, расположенных по периметру здания, поскольку внутренние офисные помещения расположены рядом с зимними садами. Зимние сады действуют как термальные буферные зоны, в которых прямая или рассеянная солнечная радиация помогает обогревать все помещение. В переходный период, когда наружная температура колеблется в пределах от 5 до 15°С, механическая вентиляция не является необходимой из-за приемлемой температуры наружного воздуха.

В ночное время в преддверии жаркого летнего дня теплоемкие части здания охлаждаются посредством прохладного наружного воздуха, в то время как охлаждаемые перекрытия с замоноличенными трубопроводами поглощают и высвобождают тепловую энергию. Оборудование приблизительно 50% площадей помещений охлаждаемыми перекрытиями обеспечивает достаточную теплоемкость для создания прохладных температур в помещениях на следующий день в диапазоне от 21°С (8:00 утра) до 28,5°С (18:00 вечера) без использования воздушного кондиционирования.

Исследования различных способов ночного охлаждения здания дали следующее процентное распределение, построенное по совокупному объему часов эксплуатации (рис. 4):

- использование механической вентиляции и дополнительно охлажденного воздуха – около 15%;
- использование механической вентиляции и наружного воздуха – 12%;
- охлаждение путем естественной вентиляции – около 73%.

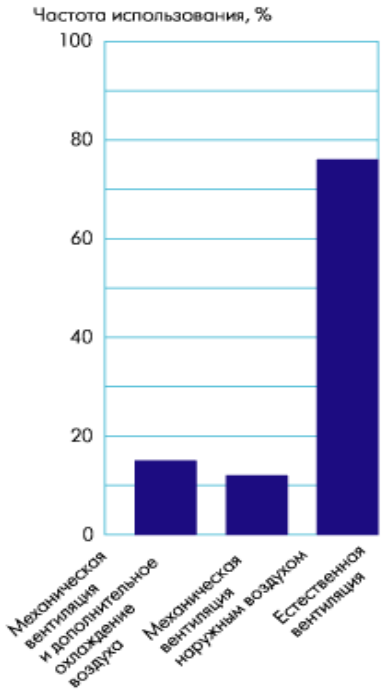


Рис. 4. Частота использования вентиляции и охлаждения

На рис. 5 представлено сравнение энергопотребления для зданий с естественной системой вентиляции и для аналогичного по объему здания с традиционной системой кондиционирования воздуха.

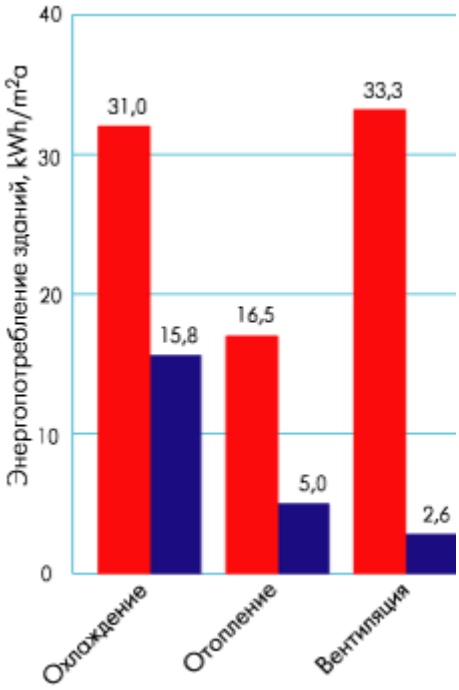


Рис. 5. Энергопотребление зданий с традиционной системой кондиционирования и с естественной вентиляцией

Проектирование энергоэффективных высотных офисных зданий - это достаточно сложная многофакторная задача, для решения которой необходим комплексный подход. Авторы проекта добились максимальной гармонизации функций строения – с одной стороны они удовлетворяют потребность пребывающих в нем людей, а с другой – обеспечивают высокую эффективность использования энергии. «Секрет» кроется в интеллектуализации управления инженерным оборудованием. «Мозг» здания обеспечивает оптимальный режим работы систем охлаждения отопления и вентиляции, а также поддерживает необходимые параметры микроклимата в зоне работы людей.

Библиографический список

1. Журнал АВОК № 3 2002 г.
2. Журнал «Энергосбережение» № 1 2010 г.
3. Журнал «Стекло и Бизнес» № 1 (1) 2003г.
4. http://www.ecoteco.ru/id565/

References

1. Magazine AVOK № 3 2002.
2. Magazine «Energy» №. 1 2010.
3. Magazine «Glass and Business» №. 1 (1) 2003.
4. http://www.ecoteco.ru/id565/

УДК 624.072.3

Воронежский государственный архитектурно – строительный университет
Н.Г.Назаренко, доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М.Борисова
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732)71-53-84
e-mail: gbkk@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineerin
N.G.Nazarenko, assistant professor of building structures and foundation named after Professor Y.M. Borisov
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-53-84
e-mail: gbkk@vgasu.vrn.ru

Н.Г. Назаренко

ВЛИЯНИЕ УПРУГОСТИ ОПОР НА УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТЫХ БАЛОК В ВИСЯЧИХ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

В статье рассматривается устойчивость в вертикальной плоскости балки жесткости, воспринимающей распор в висячей комбинированной системе. Приводится уравнение устойчивости балки с учетом упругости опор и отпорности подвесок. Получены зависимости для определения критических параметров.

Ключевые слова: устойчивость, балка жесткости, висячие системы.

N.G. Nazarenko

THE EFFECT OF ELASTIC SUPPORTS ON THE STABILITY OF COMPRESSION BEAMS HANGING IN THE COMBINED SYSTEM

The article deals with the stability of the vertical beam stiffness, perceiving thrust hanging in the combined system. Given equation stability of the beam with the elastic supports and hangers bioactivity. The dependencies to determine the critical parameters.

Keywords: stability, beam stiffness, suspension system.

В статье рассматривается устойчивость в вертикальной плоскости сжатых балок, входящих в состав висячих комбинированных систем, например, в поперечники рамного типа.

В качестве основных расчётных предпосылок принимается, что устойчивость балок жесткости из плоскости обеспечивается системой горизонтальных связей [1]. В случае их отсутствия для определения критических параметров может быть использована методика расчёта, предложенная в [2]. Поддерживающее действие подвесок на балку жесткости принимаем равномерно распределённым.

Дифференциальное уравнение изогнутой оси упруго защемленной на опорах балки жесткости при ее выпучивании в вертикальной плоскости имеет вид:

$$\frac{EJ}{l^2}\eta^{II}(x)+(\nu-1)(H_p+H_g)\eta(x)-H_p y(x)-M_1(1-x)-M_2 x=0\,, \qquad (1)$$

где EJ, l – изгибная жесткость и пролет балки; $\eta(x)$ – прогиб балки в момент потери устойчивости; x – относительная абсцисса сечения; H_p – приращение распора в кабеле, возникающего в момент потери устойчивости; ν – коэффициент передачи распора, показывающий

во сколько раз сжатие балки больше распора; H_g – распор в кабеле от постоянной нагрузки; *y (x)* – ордината оси кабеля; M_1, M_2 - моменты, возникающие на опорах балки вследствие их упругой заделки в момент потери устойчивости [5]. Расчетная схема сжатой балки жесткости показана на рис. 1.

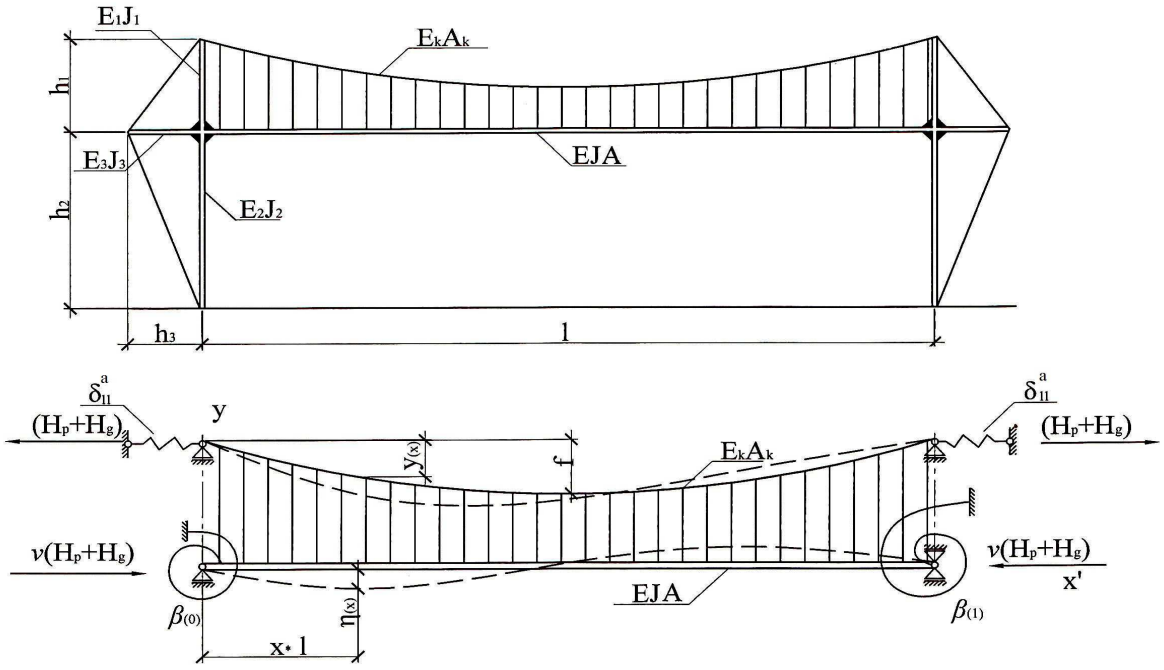


Рис. 1. Расчетная схема

Учитывая, что:

$y(x) = 4fx(1-x),$

где f – стрела провиса кабеля,

$$H_p y_x = \frac{P_0 l^2}{8f} 4fx(1-x) = \frac{P_0 l^2 x(1-x)}{2},$$

где P_0 - отпор подвесок, после преобразования получим:

$$\eta^{II}(x) + \frac{l^2}{EJ}(\nu - 1)(H_g + H_p)\eta(x) = \frac{l^2}{EJ}\frac{P_0 l^2}{2}x(1-x) + \frac{l^2}{EJ}M_1(1-x) + \frac{l^2}{EJ}M_2 x. \quad (2)$$

Общее решение уравнения (2)

$$\eta(x) = c_1 \cos ux + c_2 \sin ux + \frac{l^2}{u^2 EJ}\left[-\frac{P_0 l^2}{2}x^2 + \left(\frac{P_0 l^2}{2} + M_2 - M_1\right)x + \frac{P_0 l^2}{u^2} + M_1\right], \quad (3)$$

где

$$u = l\sqrt{\frac{(H_p + H_g)(\nu - 1)}{EJ}}.$$

Постоянные c_1 и c_2 определяем, исходя из условий закрепления балки на опорах:

при $x = 0 \qquad \eta(0) = 0,$

$x = 1 \qquad \eta(1) = 0,$

$$c_1 = \frac{l^2}{u^2 EJ}\left(\frac{P_0 l^2}{u^2} + M_1\right),$$

$$c_2 = \frac{l^2}{u^2 EJ}\left(\frac{P_0 l^2}{u^2} + M_1\right)\frac{\cos u}{\sin u} - \frac{l^2}{u^2 EJ}\left(\frac{P_0 l^2}{u^2} + M_2\right)\frac{1}{\sin u}. \quad (4)$$

Тогда:

$$\eta(x) = \frac{l^2}{u^2 EJ}\left[\left(\frac{P_0 l^2}{u^2} + M_1\right)\left(\frac{\sin ux}{tgu} - \cos ux + 1\right) - \left(\frac{P_0 l^2}{u^2} + M_2\right)\frac{\sin ux}{\sin u} + \frac{P_0 l^2}{2}x(1-x) + (M_2 - M_1)x\right]. \quad (5)$$

Получили выражение для $\eta(x)$, содержащее три неизвестных параметра M_1 , M_2 и P_0. Для их определения необходимо составить три уравнения, два из которых можно получить, принимая во внимание условия закрепления балки на опорах:

$$\eta_{(0)}' = \frac{M_1}{\beta_{(0)}} \quad \text{и} \quad \eta_{(1)}' = \frac{M_2}{\beta_{(1)}}, \quad (6)$$

где $\beta_{(0)}$ и $\beta_{(1)}$ - коэффициенты жесткости упругой заделки балки на опорах.

Недостающее третье уравнение получим из интегрального условия, устанавливающего зависимость распора в кабеле или усилий в подвесках от деформаций системы [1]

$$\frac{P_0 l^2}{8f}\left(\frac{L_k}{E_k A_k} + \frac{\nu^2 l}{EA} + 2\delta_{11}^a\right) = \frac{8f}{l^2} l \int_0^1 \eta(x)dx, \quad (7)$$

где $L_к$ – приведенная длина кабеля

$$L_к = l\left(1 + \frac{8f^2}{l^2}\right),$$

E_kA_k, EA – продольные жесткости кабеля и балки; δ_{11}^a - горизонтальная податливость анкерных закреплений верхних точек подвеса кабеля.

В (7) правая часть записана без нелинейного слагаемого $\frac{l}{2}\int (\eta_x')^2 dx$, влияние которого на усилия в кабеле незначительно и не превышает 1 % [3].

В (7) введем обозначение [1]

$$n = \frac{EJ}{l^3}\frac{l^2}{64f^2}\left(\frac{L_k}{E_k A_k} + \frac{\nu^2 l}{EA} + 2\delta_{11}^a\right),$$

которое характеризует упругие свойства кабеля, балки жесткости и анкерных элементов. Получим:

$$\frac{P_0 l^4}{EJ} n = \int_0^1 \eta(x)dx. \quad (8)$$

Подставив в (5) (6) и (8), придем к трём уравнениям с тремя неизвестными:

$$M_1\left(\frac{u^2 EJ}{\beta_{(0)} l} + \frac{u}{tgu} - 1\right) + M_2\left(1 - \frac{u}{\sin u}\right) + P_0 l^2\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{u} tg\frac{u}{2}\right) = 0,$$

$$M_1\left(\frac{u}{\sin u} - 1\right) + M_2\left(1 - \frac{u}{tgu} - \frac{u^2 EJ}{\beta_{(1)} l}\right) + P_0 l^2\left(\frac{1}{u} tg\frac{u}{2} - \frac{1}{2}\right) = 0,$$

$$M_1\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{u} tg\frac{u}{2}\right) + M_2\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{u} tg\frac{u}{2}\right) + P_0 l^2\left(\frac{1}{12} + \frac{1}{u^2} - \frac{2}{u^3} tg\frac{u}{2} - nu^2\right) = 0. \quad (9)$$

Приравняв к нулю детерминант этой системы, получим уравнение устойчивости балки жесткости относительно параметра u

$$\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{u} tg\frac{u}{2}\right)^2\left[2\left(\frac{u}{\sin u} - 2 + \frac{u}{tgu}\right) + \frac{u^2 EJ}{l}\cdot\left(\frac{1}{\beta_{(0)}} + \frac{1}{\beta_{(1)}}\right)\right] + \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{u^2} - \frac{2}{u^3} tg\frac{u}{2} - nu^2\right)\cdot$$

$$\cdot[(\frac{u^2 EJ}{\beta_{(0)} l}+\frac{u}{tgu}-1)(1-\frac{u}{tgu}-\frac{u^2 EJ}{\beta_{(1)} l})+(\frac{u}{\sin u}-1)]=0. \quad (10)$$

Определив отсюда *u*, для балки жесткости можно найти критическую силу:

$$N_{cr}=\frac{u^2 EJ}{l^2},$$

и коэффициент расчетной длины:

$$\mu=\frac{\pi}{u}.$$

Рассмотрим частные случаи опирания балок:

1. Шарнирное опирание.

Коэффициенты жесткости упругой заделки $\beta_{(0)}=\beta_{(1)}=0.$

Уравнение устойчивости для симметричной формы будет иметь вид:

$$n+\frac{1}{u^3}(\frac{2tg\frac{u}{2}}{u^2}-\frac{1}{u}-\frac{u}{12})=0, \quad (11)$$

для несимметричной *sin u=0.*

Отсюда: $u_{\min}=2\pi,\ \mu=0{,}5.$

2. Жесткое опирание.

Коэффициенты жесткости упругой заделки $\beta_{(0)}=\beta_{(1)}=\infty.$

Уравнение устойчивости для симметричной формы:

$$n-\frac{1}{u^3}(\frac{1}{2tg\frac{u}{2}}-\frac{1}{u}+\frac{u}{12})=0, \quad (13)$$

для несимметричной:

$$tg\frac{u}{2}-\frac{u}{2}=0. \quad (14)$$

.

Отсюда $u_{\min}=8{,}9868;\ \mu\approx 0{,}35.$

На основании уравнений (10) - (14) был построен график критических значений коэффициента деформативности u_{cr} в зависимости от безразмерного параметра *n* (рис. 2).

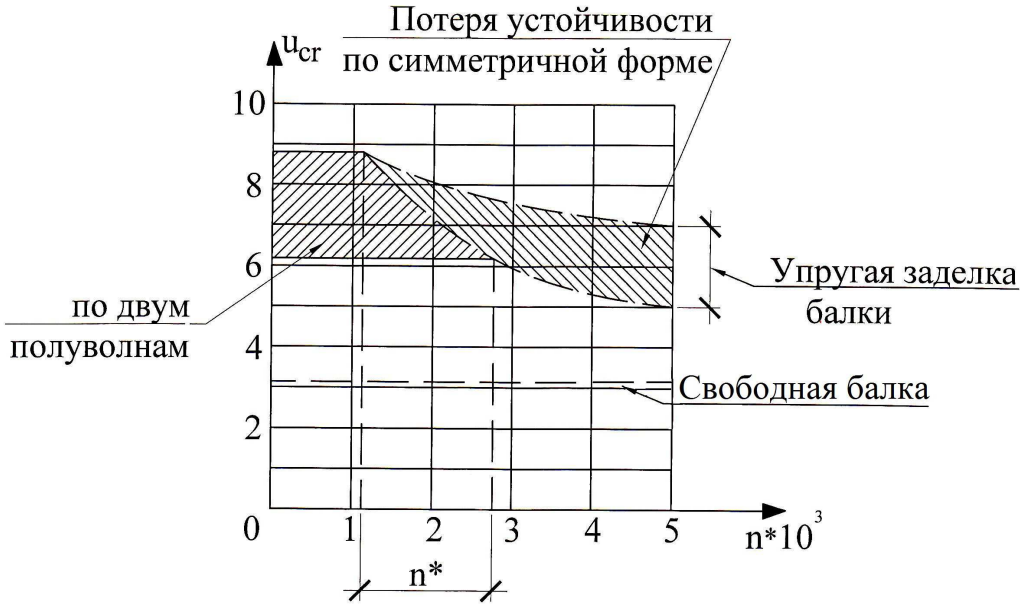


Рис. 2. Зависимость критического параметра u_{cr} от коэффициента продольных деформаций n

Из рис. 2 можно найти переходные значения для параметра n^*, при которых возможно существование одной из двух форм потери устойчивости, симметричной или антисимметричной [4]. Например, для случая шарнирного опирания балки – $n^*=2{,}8*10^{-3}$, при жесткой заделке $n^*=1{,}1*10^{-3}$. При промежуточных значениях коэффициентов жесткости упругой заделки $\beta_{(0)}$ и $\beta_{(1)}$ параметр n^* находится в пределах $1{,}1*10^{-3}<n^*<2{,}8*10^{-3}$.

Если $n<n^*$, то потеря устойчивости балки возможна по двум полуволнам, если $n>n^*$, то – по симметричной форме.

Анализ результатов опытного проектирования показал, что безразмерный параметр n обычно имеет величину меньшую значения переходного коэффициента n^*. Поэтому коэффициент расчетной длины балки жесткости следует определять, исходя из её деформирования в критическом состоянии по двум полуволнам.

В практических приложениях, например, в комбинированной системе, изображенной на рис. 1, коэффициент жесткости упругой заделки балки в первом приближении может быть определен без учета продольных деформаций элементов пилона шпренгельного типа и без влияния сжатия на перемещения:

$$\beta_{(0)} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = \frac{3E_1J_1}{h_1} + \frac{4E_2J_2}{h_2} + \frac{3E_3J_3}{h_3}, \tag{15}$$

где β_1, β_2 и β_3 - коэффициенты жесткости нижней и верхней части пилона и распорки в шпренгеле, сходящихся к узлу опирания балки жесткости. Остальные обозначения в (15) понятны из рис. 1.

В уравнении устойчивости (10) соотношение $\beta_{(0)}l/EJ$ с учетом (15) записывается в виде суммы слагаемых:

$$\frac{\beta_{(0)}l}{EJ} = \frac{3E_1J_1l}{EJh_1} + \frac{4E_2J_2l}{EJh_2} + \frac{3E_3J_3l}{EJh_3}.$$

В случае шарнирного прикрепления какого-либо из элементов пилона принимается равным нулю соответствующее слагаемое.

Библиографический список

1. Кирсанов Н.М. Висячие покрытия производственных зданий [Текст]. – М.: 1990. – 128 с.: ил.

2. Скрицкий А.Н. Устойчивость безраспорных висячих мостов при изгибе их в горизонтальной плоскости // Прочность, устойчивость и колебания висячих систем. – Саратов, 1974. с. 92-100.

3.Кирсанов Н.М. Исследование уточненного уравнения висячих комбинированных конструкций и жестких нитей // Исследование висячих комбинированных конструкций. – Воронеж, 1990. с. 39-47.

4. Ржаницын А.Р. Устойчивость равновесия упругих систем [Текст]. М.: Гос.. изд-во технико-теоретической литературы. 1955 . – 476 с.: ил.

5. Тимошенко С.П. Устойчивость стержней, пластин и оболочек [Текст]. М.: Изд-во наука. 1971.- 808 с.: ил.

6. Назаренко Н.Г. Учет упругости опор при расчете на устойчивость сжатых балок в висячих комбинированных системах //Исследование висячих конструкций. – Воронеж, 1989, с. 99 – 105.

References

1. Kirsanov N.M. Hanging cover industrial buildings [Text]. - M .: 1990. - 128 p .: ill.

2. Skrinskii A.N. Stability bezraspornyh suspension bridges in bending them in a horizontal plane // strength, stability and vibration suspension systems. - Saratov, 1974. p. 92-100.

3. Kirsanov N.M. The study adjusted equation suspension combined structures and rigid threads // The study combined suspension designs. - Voronezh, 1990. p. 39-47.

4. Rzhanitsyn A.R. Stability of equilibrium of elastic systems [Text]. M .: State .. ed of technical and theoretical literature. 1955. - 476 p .: ill.

5. Timoshenko S.P. Stability of rods, plates and shells [Text]. M .: Publishing House of Science. 1971.- 808 p .: ill.

6. Nazarenko N.G. Account in the calculation of the elastic support on the stability of compressed beams hanging in combined systems // Research suspension designs. - Voronezh, 1989, p. 99 - 105.

УДК 624.154

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
проф. Калугин П.И.
доцент Пятигор О.П.
студент Пятигор Д.А.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)71-83-20
e-mail: kalugin@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Professor Kalugin P.I.
Reader Pyatigor O.P.
Student Pyatigor D.A.
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)71-83-20
e-mail: kalugin@vgasu.vrn.ru

П.И. Калугин, О.П. Пятигор, Д.А. Пятигор

К РАСЧЕТУ ЛЕНТОЧНЫХ ПРЕРЫВИСТЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Рассматривается расчет прерывистых фундаментов без повышения расчетного сопротивления грунтов основания. Приводится формула для определения расстояния между плитами при равенстве площадей прерывистого и ленточного фундаментов. Дается расчет прерывистого фундамента меньшей площади, чем ленточный, при равенстве их осадок.

Ключевые слова: прерывистый фундамент, ленточный фундамент, расстояние между плитами, равенство площадей и осадок.

P.I. Kalugin, O.P. Pyatigor, D.A. Pyatigor

CALCULATION OF STRIP INTERMITTENT FOUNDATION

The paper deals with the calculation of intermittent foundations without increasing the design resistance of soil base. The formula for determining the distance between slabs with equal areas of intermittent and strip foundation is presented. The calculation of discontinuous foundation of smaller area than strip at equality of their areas and the sediment is given.

Keywords: intermittent foundation, strip foundation, the distance between slabs, equality of the areas and the sediment.

В последние годы фундаментостроение развивается в направлении разработки новых высокоэффективных фундаментов мелкого заложения рациональных форм и конструкций на естественном основании.

К таким фундаментам относятся ленточные прерывистые фундаменты, которые рекомендуется применять при устройстве сборных ленточных фундаментов из железобетонных плит.

Укладка плит с разрывами между их торцами позволяет более полно использовать несущую способность фундаментных плит и грунтового основания. Так же появляется возможность значительно сократить необходимое по проекту количество типоразмеров фундаментных плит.

Расстояния между плитами допускается принимать равными 0,1-0,2 их длины. Промежутки между блоками заполняют местным грунтом с трамбованием. Прерывистые фундаменты проектируются с повышением или без повышения расчетного сопротивления грунтов основания R, определенного как для ленточных фундаментов [1].

Ленточные прерывистые фундаменты с превышением расчетного сопротивления до 1,15-1,3 раза применяют обычно в плотных песчаных и глинистых грунтах с показателем текучести $J_L < 0,25$.

Прерывистые фундаменты с повышением расчетного сопротивления грунтов основания R, коэффициентом K_d или K'_d не рекомендуется применять:

- в грунтовых условиях I типа по просадочности при отсутствии поверхностного уплотнения грунта в пределах деформируемой зоны;
- при сейсмичности района 7 баллов и более.

Для прерывистых фундаментов применяются железобетонные плиты прямоугольной формы и с угловыми вырезами.

Прерывистые фундаменты с угловыми вырезами не рекомендуется применять:

- при залегании под подошвой фундаментов рыхлых песков;
- при залегании ниже подошвы фундаментов глинистых грунтов с показателем текучести $J_L > 0,5$;
- при неравномерном напластовании грунтов в пределах сооружения;
- при сейсмичности района 7 баллов и более.

Коэффициенты K_d и K'_d не должны превышать значений, приведенных в таблицах [1].

Для прерывистых фундаментов, проектируемых с повышением расчетного сопротивления основания, коэффициент повышения K_dне должен быть больше значения, приведенных в таблице 5.4 [1], а для плит прямоугольной формы, кроме того, не должен быть больше коэффициента K'_d, приведенного в таблице 5.5 [1].

При проектировании прерывистых фундаментов без повышения расчетного сопротивления грунтов основания R, давление по их подошве будет равно расчетному сопротивлению R[2]. В этом случае площадь прерывистого фундамента A_bбудет равна площади ленточного фундамента A_p, т.е.

$$A_b = A_p \qquad (1)$$

Из условия (1) можно определить количество, ширину и расстояние между плитами.

Площадь прерывистого фундамента:

$$A_b = A_s \cdot n, \qquad (2)$$

где A_s– площадь одной типовой плиты; n – количество плит.

$$A_s = b_t \cdot \ell_t, \qquad (3)$$

гдеb_tиℓ_t - соответственно ширина и длина типовой плиты.

Площадь ленточного фундамента:

$$A_p = L \cdot b_p, \qquad (4)$$

где L – длина ленточного фундамента;b_p – расчетная ширина фундамента, равная

$$b_p = N/R, \qquad (5)$$

где N – расчетная нагрузка на 1м длины фундамента; R– расчетное сопротивление грунта основания.

Тогда количество плит в прерывистом фундаменте будет равно:

$$n = (L + C)/(\ell_t + C) \qquad (6)$$

где C – расстояние между плитами.

Подставляя значения A_bи A_pв равенство (1), получим формулу для определения расстояния между плитами прерывистого фундамента, без превышения R:

$$C = (b_t/b_p - 1)\ell_t. \qquad (7)$$

В случаях расчета прерывистого фундамента с повышением расчетного сопротивления грунта основания R, когда расчетная ширина ленточного фундамента не совпадает с шириной фундаментных плит, ленточные фундаменты разной ширины можно заменить эквивалентными им по величине осадки прерывистыми фундаментами большей ширины с разными расстояниями между плитами. Это позволяет значительно сократить число типоразмеров плит.

Можно также подобрать такой прерывистый фундамент, площадь которого будет меньше площади ленточного.

Установлено, что по мере увеличения расстояния между плитами, площадь прерывистого фундамента уменьшается. Это имеет большое практическое значение, так как ведет к экономии материалов, идущих для изготовления фундаментов.

Для того, чтобы запроектировать прерывистый фундамент меньшей площади, необходимо, чтобы осадки фундаментов при одинаковых грунтовых условиях и нагрузках были равны [3]. В данном случае нужно принять плиты большей ширины, но меньшей площади ленточного фундамента. Это возможно при определенном расстоянии между плитами.

Для замены ленточного фундамента прерывистымменьшей площади нужно выполнить условие:

$$S_p = S_b, \tag{8}$$

где S_pиS_b– соответственно осадка ленточного и прерывистого фундаментов.

Осадку центра ленточного фундамента определим по формуле Шлейхора:

$$S_p = wpb(1-\nu^2)/E, \tag{9}$$

где w – коэффициент, зависящий от формы и жесткости фундамента; p – давление по подошве ленточного фундамента; b – ширина ленточного фундамента; ν и E – коэффициент Пуассона и модуль деформации грунта.

Осадку прерывистого фундамента можно определить по осадке средней плиты. В связи с тем, что на осадку этой плиты оказывают влияние плиты, лежащие от нее с обеих сторон, то ее осадка увеличится в n раз.

Тогда осадку прерывистого фундамента можно выразить так:

$$S_b = n \cdot S, \tag{10}$$

где S – осадка плиты без учета влияния смежных плит.

Осадку средней плиты, а, следовательно, осадку прерывистого фундамента можно найти по формуле, аналогичной (9):

$$S_b = w' P_b \ell_t (1-\nu^2)n/E, \tag{11}$$

где w' - коэффициент, зависящий от формы и жесткости плиты; P_b– давление по подошве прерывистого фундамента; ℓ_t– длина плиты; n – коэффициент, учитывающий влияние на величину осадки смежных плит.

Подставляя значения формул (9) и (10) в выражение (8), получим:

$$wPb\ell_t n = wpb, \tag{12}$$

Так как в прерывистом фундаменте одна плита передает нагрузку на грунт N на длину ℓ_t+ C (C – расстояние между плитами), получим:

$$N = pb\,(\ell_t + C), \tag{13}$$

В то же время, нагрузку, передаваемую на грунтовое основание одной плитой прерывистого фундамента можно найти из выражения:

$$N = P_b \cdot b_t \cdot \ell_t, \tag{14}$$

Найдем из выражений (13) и (14) значение P_bи подставляя его в равенство (12) получим формулу для определения расстояния между плитами, при котором площадь прерывистого фундамента будет меньше площади ленточного фундамента:

$$C = wb_t/w' n - \ell_t, \tag{15}$$

При этом давление по подошве прерывистого фундамента будет больше давления по подошве ленточного фундамента.

Так как согласно [1], осадка прерывистых фундаментов рассчитывается как осадка непрерывного ленточного фундамента шириной, равной ширине прерывистого фундамента на среднее давление P_b, отнесенное к общей площади фундамента, включая промежутки между фундаментными плитами и угловые вырезы, то это давление всегда меньше среднего давления по подошве сплошного ленточного фундамента и, следовательно, осадка

прерывистого фундамента будет меньше. Следовательно, несмотря на некоторое увеличение давления по подошве плит прерывистых фундаментов, нормы допускают использовать для их расчета формулы, полученные в теории линейно-деформационного полупространства.

Библиографический список

1. СП 50. – 101 – 2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. М., 2006, 130с.

2. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика. М., Стройиздат, 1985, 480с.

3. Крутов В.И., Сорочан Е.А., Ковалов В.А. Фундаменты мелкого заложения. М.,ИздательствоАСВ, 2009, 232с.

References

1. SP 50. – 101 – 2004. Designingand the device of the bases and the bases of buildings and constructions.M., 2006, 130 sec.

2. Osnovaniya, fundamentyipodzemnyesooruzheniya. Spravochnikproektirovshhika. M., Стройиздат, 1985, 480 sec.

3. Krutov V.I., Sorochan E.A., Kovalov V.A. Fundamentymelkogozalozheniya.M., Издательство АСВ, 2009, 232 sec.

УДК 697.1:536.2

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий и сооружений М.Ф.Макеев
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений К.О.Орехова
Россия, г. Воронеж, тел. +79515631683
e-mail: orekhova.kristina@yandex.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
As.Pr. of the department of building design and structures M.F.Makeev
Master of the department of building design and structures K.O.Orekhova
Russia, Voronezh, tel. +7 9515631683
e-mail: orekhova.kristina@yandex.ru

К.О. Орехова, М.Ф.Макеев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

Представлены результаты использования современных строительных материалов для возведения зданий с изучением состава, технических и физических свойств веществ. Рассмотрены теплоизоляционные свойства продуктов современных разработок, и по результатам исследования сделаны выводы о превосходстве новых строительных материалов над традиционными.

Ключевые слова: теплотехнический расчет, теплоизоляционные материалы, новые современные строительные материалы.

K.O.Orekhova, M.F.Makeev

USE OF NEW MATERIALS IN CONSTRUCTION FROM THE POINT OF VIEW OF HEATTECHNICAL CALCULATION

Results of use of modern construction materials for construction of buildings with studying of structure, technical and physical properties of substances are presented. Heat-insulating properties of products of modern development are considered, and by results of research conclusions are drawn on superiority of new construction materials over the traditional.

Keywords: heattechnical calculation, heat-insulating materials, new modern construction materials.

По мере становления человеческого общества материалы, которые использовали люди, претерпевали существенные изменения. Первоначально человек смог получить керамику из глины путем нагрева и обжига, далее человечество познало металлы (самородные и рудные), научилось изготавливать сплавы (например бронзу, как сплав меди и олова), но все больше было необходимо открытие и использование новых материалов с другими качественными характеристиками: боле прочных, надежных, удобных в эксплуатации.

В настоящее время актуальность данной исследовательской работы обусловлена не только прогрессом в строительном процессе, но и глобальным изменении климата, которое подразумевает под собой резкие скачки погодных условий (нехарактерное ранее повышение/понижение температуры), повышение испаряемости воздуха как следствие увеличения относительной влажности. Теплотехнические расчеты также предусматривают

обеспечение соответствующего микроклимата внутри помещения. Если не провести расчеты, вполне возможно, что в помещении будет сыро, появится грибок, может произойти выступление конденсата — все это также может привести к дополнительным расходам на косметический ремонт.

Именно поэтому так важна разработка новых строительных материалов, которые мы рассмотрим с точки зрения теплотехнических расчетов и сравним показатели новых материалов с показателями керамического кирпича.

1. Стекломагниевый лист (СМЛ) (рис. 1).

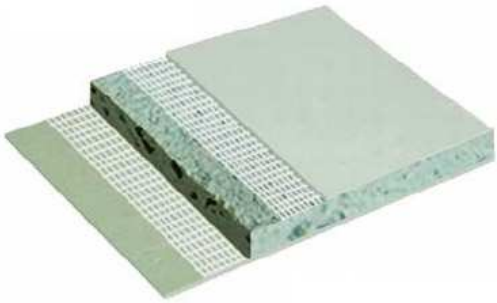


Рис. 1. Стекломагниевый лист

Данную разработку можно отнести к экологически чистому материалу, который обладает высокими противопожарными свойствами (высокая огнестойкость- выдерживает нагрев до 1200^{o}), теплостойкостью (это позволяет сохранять тепло внутри здания), морозостойкостью (способность оставаться прочным и не разрушаться в насыщенном водой состоянии при замораживании/оттаивании), влагостойкостью (это позволяет использовать данный материал в помещениях с высокой влажностью), прочностью и долговечностью (способность сопротивляться внешним воздействиям). В его состав входят: каустический магнезит, хлорид магния, вспученный перлит и стеклоткань в качестве армирующего материала.

2. Пенобетон (рис. 2).

Рис. 2. Пенобетонный блок

Такой бетон ячеистого типа получается поризацией особых растворов на основе вяжущих элементов- известкового, цементного, шлакового и представляет собой смесь искусственных камней. Пенобетон состоит из песка (используется как кварцевый, так и речной песок)), вяжущего раствора, пенообразователя, воды, продуктов обогащения руды, пластифицирующих добавок, регуляторов нарастания пластической прочности и ускорителей твердения.

3. Газобетон (рис. 3).

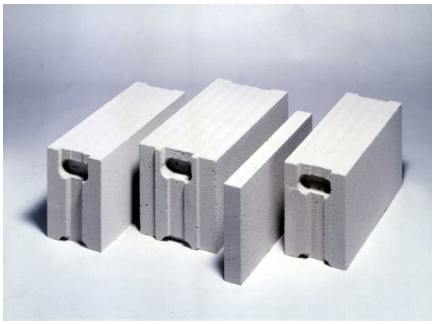


Рис. 3. Газобетонный блок

Это разновидность ячеистого бетона- искусственный камень с равномерно распределенными по всему объему приблизительно сферическими, не сообщающимися друг с другом порами диаметром 1-3 мм, вид каменной пены. Газобетон состоит из цемента, кварцевого песка, специального газообразователя, также иногда используются и такие добавки как гипс, известь, шлаки, зола.

4. SIP панели (рис. 4).

Рис. 4. SIP панель

SIP панели- строительные изолированные панели представляют собой основу для «канадской технологии», а именно панельно- каркасной технологии. Такая сэндвич- панель состоит из прочной, теплой, монолитной трехслойной конструкции, включающая в себя две деревянные плиты и плотный утеплитель.

Расчеты будут производиться в соответствии с требованиями следующих нормативных документов: СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий.

Исходные данные: Район строительства: г. Воронеж, относительная влажность воздуха: $\varphi_в$=55%, тип здания или помещения: Жилые, вид ограждающей конструкции: Наружные стены ,расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_в$=20°С.

Итак, проводим теплотехнические расчеты наружной стены кладки из керамического пустотного кирпича ГОСТ 530(р=1400кг/м.куб), SIP панели (в три слоя-сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463), пенополистирол ГОСТ 15588 (р=100кг/м.куб), сосны и ели поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463), пенобетона (р=600кг/м.куб), газобетона (р=300кг/м.куб) по общеизвестным формулам. Для удобства запишем полученные данные в таблицу и подведем итоги.

Таблица

Выявление соответствия/несоответствия требованиям по теплопередаче материалов

Материал	$R_0^{усл}$	$R_0^{пр}$	$R_0^{норм}$	Соответствие/несоответствие требованиям по теплопередаче
1	2	3	4	5
Керамический пустотный кирпич	0.53м^2°С/Вт	0.49м^2°С/Вт	2.99 м^2·℃/Вт	$R_0^{пр} < R_0^{норм}$ - несоответствие требованиям по теплопередаче
SIP панель	5.74м^2°С/Вт	5.28м^2·℃/Вт	2.09м^2·℃/Вт	$R_0^{пр} \geq R_0^{норм}$ - соответствие требованиям по теплопередаче
Пенобетон	2.89м^2°С/Вт	2.66м^2·℃/Вт	2.09м^2·℃/Вт	$R_0^{пр} \geq R_0^{норм}$ - соответствие требованиям по теплопередаче
Газобетон	3.85м^2°С/Вт	3.54м^2·℃/Вт	2.99м^2·℃/Вт	$R_0^{пр} \geq R_0^{норм}$ - соответствие требованиям по теплопередаче

Посчитаем экономическую составляющую данных материалов для стены длиной 5м и высотой 2.65м. Для строительства такой стены нам потребуется 500 кирпичей размером 250*120*65мм (500шт*7.20 руб=3600 руб) или 4 сэндвич- панели размером 1250*2800*124мм (4шт*3470 руб=13880 руб) или 90 блоков пенобетона размером 500*300*250мм (90 шт*116.24 руб=10461,6 руб) или 81 блок газобетона размером 600*300*250мм (81 шт*2850руб=23085 руб).

Выводы

В результате проводимого исследования мы выяснили, что использование открытых новейших материалов более целесообразно с точки зрения теплотехнического расчета, чем традиционного керамического кирпича, а с экономической точки зрения более выгодным по цене является кирпич. Хотя многие из новых строительных материалов, в настоящее время еще очень дороги, в перспективе, новейшие технологии позволят снизить затраты и усилия, так как новейшие материалы обладают такими положительными свойствами, как

- конструкционная устойчивость, что позволяет снижать затраты на монтаж;
- износоустойчивость, обеспечивающая срок службы более 50 лет и, как следствие, отсутствие необходимости замены теплоизоляции в течение срока эксплуатации здания;
- способность выдерживать широкий спектр температур (от -250°С до +650°С);
- негорючесть;

- инертность, допускающая использование материалов в агрессивных средах;
- экологическая безопасность

Библиографический список

1. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: Стройиздат, 1973. 287 с.

2. Руководство по теплотехническому расчету и проектированию ограждающих конструкций зданий/ НИИСФ. М.: Стройиздат, 1985. 141 с.

3. СНиП 2.01.01 - 82. Строительная климатология и геофизика / ГосстройСССР. М.: Стройиздат, 1983. 136 с.

4. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника. Госстрой России. – М.: ГУПЦПП, 2001. – 29 с.

5. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0

References

1. KF Fokin Thermal Engineering envelope of the building. M .: Stroyizdat, 1973, 287 sec.

2. Guidelines for thermal calculations and design of building envelopes / NIISF. M .: Stroyizdat, 1985, 141 sec.

3. SNIP 2.01.01 - 82. Building climatology and geophysics / USSR State Building. M .: Stroyizdat, 1983, 136 sec.

4. SNIP II-3-79 *. Thermal Engineering. Russian State Building. - M .: GUPTSPP, 2001, 29 sec.

5. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0

УДК 691.32:624.072

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доктор техн. наук, проф. кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов им. профессора Ю.М. Борисова Ю.Б. Потапов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-53-84
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов им. профессора Ю.М. Борисова А.Э. Поликутин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-53-84
e-mail: a.pl@mail.ru
Аспирант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов им. профессора Ю.М. Борисова М.М. Окунев
Россия, г. Воронеж,
e-mail: mih.okunev@yandex.ru
Магистрант А.В. Левченко
Россия, г. Воронеж
Магистрант А.В. Коваленко
Россия, г. Воронеж
Магистрант А.Г. Крутских
Россия, г. Воронеж

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr. Sci. Tech., prof. of chair of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova
Yu. B. Potapov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 271-53-84
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph. D., assoc. of chair of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova A.E. Polikutin
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 271-53-84
e-mail: a.pl@mail.ru
Postgraduate student of chair of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova M.M. Okunev
Russia, Voronezh,
e-mail: mih.okunev@yandex.ru
Graduate student A.V. Levchenko
Russia, Voronezh
Graduate student A.V. Kovalenko
Russia, Voronezh
Graduate student A.G. Krutskih
Russia, Voronezh

Ю.Б. Потапов, А.Э. Поликутин, М.М. Окунев, А.В. Левченко, А.В. Коваленко, А.Г. Крутских

К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ КАУТОНО-БЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТАВРОВОГО ПРОФИЛЯ

Одним из направлений развития несущих строительных конструкций является создание слоистых конструкций. В настоящее время в строительстве слоистые (комплексные) конструкции получили достаточное распространение, в которых рационально объединяются и совместно работают материалы, обладающие разными физико-механическими и химическими свойствами. Эффективность таких конструкций зависит от выбора материалов и взаимного размещения их в соответствии с функциональным назначением и технологией формования.

Ключевые слова: композит, каучуковый бетон (каутон), изгибаемый элемент, прочность, трещиностойкость, тавровое сечение.

Yu.B Potapov, A.E. Polikutin, M.M. Okunev, A.V. Levchenko, A.V. Kovalenko, A.G. Krutskih

TO RESEARCH STRENGTH AND CRACK RESISTANCE OF THE NORMAL SECTION RUBBER – CONCRETE BENT ELEMENTS OF T-SECTIONS

One of the areas of supporting structures is to provide a layered structure. Currently, the construction of layered (complex) structure has become fairly widespread in which rationally combine and work together materials with different mechanical and chemical properties. The efficiency of such structures depend on the choice of materials and their relative arrangement in accordance with the functionality and molding technology.

Keywords: composite, rubber concrete (kauton), bent element, strength, crack resistance, T-section.

Из практики эксплуатации железобетонных конструкций известно, что они тяжелы, проницаемы для жидкостей и газов, не стойки к воздействию многих химически агрессивных сред. Поэтому комплекс воздействий: нагрузка, температура и химические агрессивные среды – в течение короткого срока выведет железобетонные конструкции из строя. Это снижает возможность применения железобетонных конструкций в ряде случаев, особенно там, где воздействуют агрессивные среды. Наиболее известными высокопрочными химически стойкими бетонами в настоящее время являются полимербетоны, в которых в качестве вяжущих используются синтетические смолы. Полученный в Воронежском государственном архитектурно-строительном университете под руководством Ю.Б. Потапова на основе жидких каучуков – каучуковый бетон (или сокращенно каутон) обладает благоприятными физико-механическими характеристиками (таблица 1), высокой, практически универсальной, химической стойкостью (таблица 2) [1, 2].

Таблица 1

Физико-механические характеристики каутонов

Свойства	Показатели
Прочность при сжатии, МПа	76,9…100,3
Прочность при растяжении, МПа	13…18
Модуль упругости, $\times 10^4$ МПа	1,5…1,8
Коэффициент длительности при сжатии	0,72…0,76
Коэффициент Пуассона	0,2…0,3
Теплостойкость, ^{o}C	100…110
Морозостойкость, число циклов замораживания – оттаивания, не менее	500
Истираемость, г/см^2	0,25…0,79
Водопоглощение, мас. %	0,05
Усадка, мм/м	–

Таблица 2

Коэффициенты химической стойкости каутона

Вид агрессивной среды	Коэффициент химической стойкости	
	через 1 год экспонирования	через 10 лет
20 %-ный раствор серной кислоты	0,95	0,95
3 %-ный раствор азотной кислоты	0,8	0,7
10 %-ный раствор лимонной кислоты	0,9	0,8

Окончание таблицы 2

Вид агрессивной среды	Коэффициент химической стойкости	
	через 1 год экспонирования	через 10 лет
20 %-ный раствор едкого натрия	0,95	0,95
10 %-ный раствор едкого калия	0,8	0,65
Насыщенный раствор хлористого натрия	0,9	0,8
Дизельное топливо	0,95	0,95
Вода	1	0,99

Также следует отметить, что при производстве каутона происходит утилизация крупнотоннажных техногенных отходов "зола-унос" ТЭЦ, которая входит в состав каутона (таблица 3) [3], что способствует повышению экологической безопасности региона.

Таблица 3

Компонентный состав каутона

Наименование	Содержание компонентов, мас. %
Низкомолекулярный каучук СКДН-Н	8,0
Сера техническая	4,0
Тиурам-Д	0,4
Оксид цинка	1,6
Окись кальция	0,5
Зола-унос ТЭЦ	7,0
Кварцевый песок	24,0
Гранитный щебень	Остальное (54,5)

Однако, конструкции, полностью выполненные из полимербетона, имеют высокую стоимость, поэтому целесообразнее использовать слоистые конструкции из различных материалов с эффективным расположением слоев.

В двухслойных конструкциях бетон хорошо работает на сжатие, каутон же имеет высокую прочность и на сжатие, и на растяжение. Поэтому рациональнее использовать каутон в растянутой зоне слоистых железобетонных конструкций с целью повышения несущей способности, трещиностойкости, снижения деформативности и защиты арматуры от агрессивных сред. В результате получаем изгибаемый элемент с одинаковыми или близкими по значению прочностями сжатой и растянутой зон. К тому же применение таврового поперечного сечения позволяет наиболее полно использовать свойства материалов, а удаление части материала из растянутой зоны приводит к снижению расхода каутона и удешевлению конструкции в целом.

Целью работы является экспериментальное выявление зависимости прочности, трещиностойкости нормальных сечений и прогибов каутоно-бетонных изгибаемых элементов таврового поперечного сечения, определение их напряженно-деформированное состояния при поперечном изгибе, определение оптимальных значений толщины слоя бетона в полке, вылета полки и процента продольного армирования для более эффективного включения в работу таврового поперечного сечения, разработка рекомендаций по расчету каутоно-бетонных изгибаемых элементов таврового поперечного профиля.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– исследовать сцепление каутона с бетоном;

– получить экспериментальные данные о напряженно-деформированном состоянии, прочности, трещиностойкости нормальных сечений и деформативности армированных каутоно-бетонных изгибаемых элементов таврового поперечного сечения при поперечном изгибе под воздействием кратковременных нагрузок;

– выполнить сравнительный анализ работы двухслойных каутоно-бетонных, железобетонных и армокаутоновых изгибаемых элементов;

– адаптировать, применительно к двухслойным каутоно-бетонным изгибаемым элементам таврового поперечного сечения, способы расчета прочности и трещиностойкости;

– разработать метод расчета прогибов двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов;

– дать рекомендации по применению двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов.

Для решения поставленных задач нами предлагается изготовить 3 серии образцов каутонно-бетонных изгибаемых элементов таврового поперечного сечения (рис. 1). Основными варьируемыми параметрами предложены следующие: высота бетонной полки $h_f^{/}$, ширина полки $b_f^{/}$ и процент продольного армирования μ. Для сравнения работы каутоно-бетонных изгибаемых элементов таврового поперечного сечения с работой однослойных железобетонных и армокаутоновых изгибаемых элементов таврового поперечного профиля необходимо будет изготовить также по три серии балок из железобетона и армокаутона с размерами, аналогичными размерам на рис. 1, и с такими же процентами продольного армирования. Все образцы балок будем испытывать на поперечный изгиб двумя симметрично расположенными сосредоточенными силами (рис. 1).

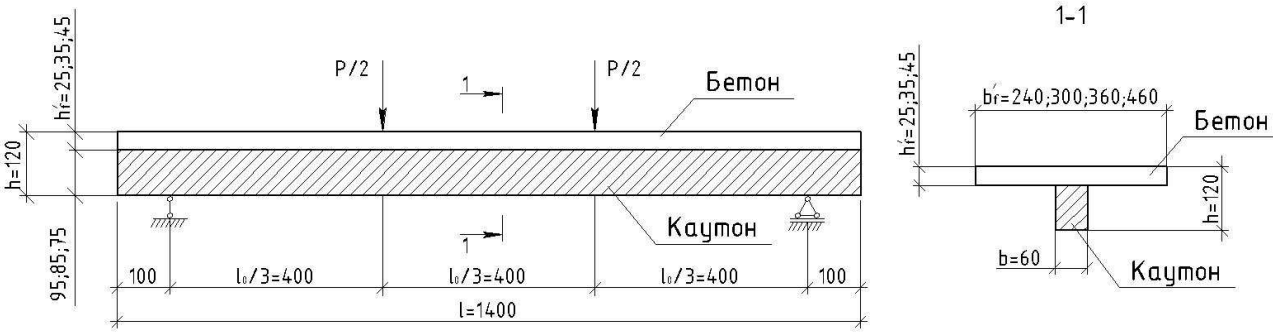


Рис. 1. Общий вид и схема загружения экспериментальных балок

Для контроля прочностных и деформационных характеристик каутона с каждой балкой будут изготовлены контрольные образцы-призмы с размерами 40х40х160 мм (рис. 2) и образцы-восьмерки с сечением в рабочей части 30х40 мм и длиной 400 мм (рис. 3).

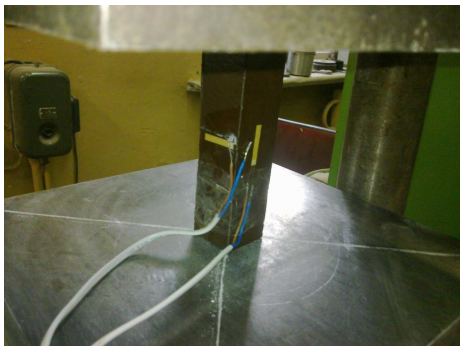


Рис. 2. Схема установки тензорезисторов для испытания образцов-призм на сжатие

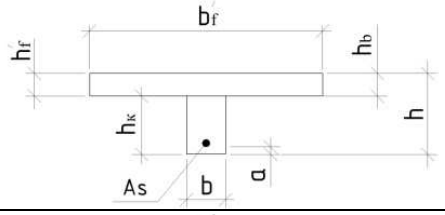
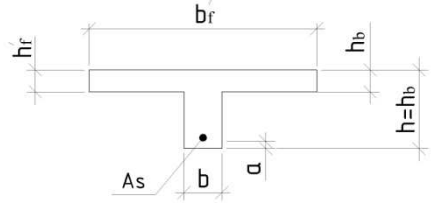
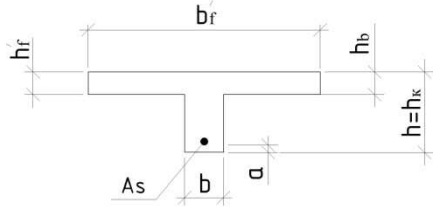
Рис. 3. Схема установки тензорезисторов для испытания образцов-восьмерок на растяжение

Для контроля деформационно-прочностных характеристик бетона будут изготовлены контрольные образцы (кубы) размером 100×100×100 мм и призмы размером 70×70×280 мм. Контрольные образцы необходимо будет изготавливать по 3 шт. на каждую балку (для каждого материала). Образцы-призмы и кубы будут испытаны на центральное сжатие, а образцы-восьмерки – на растяжение. Для определения фактических физико-механических характеристик стальной арматуры будут выполнены испытания образцов (от каждого класса по 6 шт.) на растяжение до разрыва.

Характеристики экспериментальных балок представлены в таблице 4.

Таблица 4

Характеристики экспериментальных балок

№ п/п	Эскиз сечения	$h_к$, мм	h_b, мм	b, мм	b_f', мм	h_f', мм	a, мм	A_s, $см^2$
1		95-75	25-45	60	240-460	25-45	20	0,503 0,785 1,131 1,54 2,01
2		-	120	60	240-460	25-45	20	0,503 0,785 1,131 1,54 2,01
3		120	-	60	240-460	25-45	20	0,503 0,785 1,131 1,54 2,01

Для измерения продольных деформаций каутона, бетона и арматуры на поверхность балок и арматуры в середине пролета балок будут расклеиваться тензорезисторы. Схема наклейки тензорезисторов и установки приборов при испытании на поперечный изгиб представлены на рис. 4. При испытании также будут измеряться максимальная ширина раскрытия и высота трещин. На рисунке 4 тензорезисторы 1-12, 17 предназначены для измерения продольных деформаций по высоте сечения в середине пролета (для определения напряженно-деформированного состояния). Тензорезисторы 13, 14, 15, 16 предназначены для измерения продольных деформаций сжатой полки в крайнем верхнем и крайнем нижнем волокнах (для определения характера распределения напряжений в сжатой полке). Тензорезистор 17 – для измерения продольных деформаций сжатой зоны. Тензорезистор 18 – для определения продольных деформаций арматуры, 1-7 – для определения деформаций крайнего растянутого волокна (для определения момента трещинообразования в каутоне). И-1 – индикатор часового типа для измерения прогиба балок.

Все натурные испытания контрольных образцов и экспериментальных балок будут проведены в центре коллективного пользования имени профессора Ю.М. Борисова на базе Воронежского ГАСУ в рамках государственного задания по теме «Научное обоснование, разработка и реализация технологии эффективных композиционных материалов из минерального и полимерного сырья и разработка на их основе конструкций специального назначения».

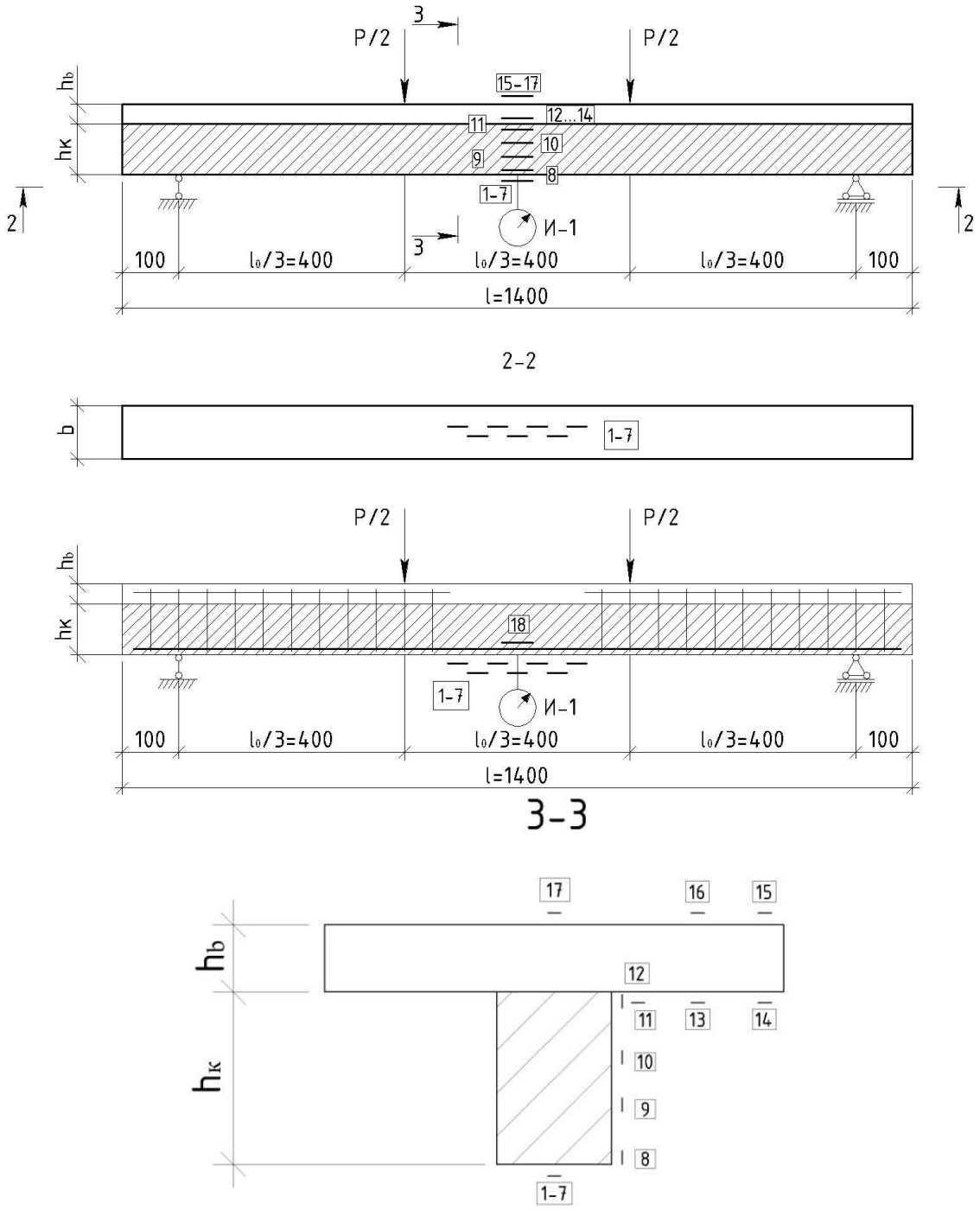


Рис. 4. Установка индикатора часового типа и схема расклейки тензорезисторов для измерения продольных деформаций нормального сечения в середине пролета балок при испытании на поперечный изгиб

Вывод

Проведение экспериментальных исследований позволит выявить достоверную картину напряженно-деформированного состояния нормальных сечений каутоно-бетонных изгибаемых элементов таврового поперечного сечения, получить данные о прочности, трещиностойкости и деформативности каутоно-бетонных изгибаемых элементов в сравнение с данными аналогичных бетонных и армокаутоновых элементов и разработать (адаптировать) способы расчета таких элементов для их внедрения в реальное строительное производство, что является в настоящий момент актуальной проблемой в современной строительной индустрии.

Библиографический список

1. Поликутин А.Э. Прочность и трещиностойкость наклонных сечений изгибаемых элементов строительных конструкций из армокаутона [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Поликутин Алексей Эдуардович. – Воронеж, 2002. – 235с.

2. Чмыхов В. А. Сопротивление каучукового бетона действию агрессивных сред [Текст]: дисс. … канд. техн. наук: 05.23.05 / Чмыхов Виталий Александрович. – Воронеж, 2002. – 224 с.

3. Нгуен Фан Зуй. Двухслойные каутоно-бетонные изгибаемые элементы строительных конструкций [Текст]: дисс. … канд. техн. наук: 05.23.01 / Нгуен Фан Зуй. – Воронеж, 2010. – 185 с.

References

1. Polikutin A.E. Strength and crack resistance of the inclined sections of benting elements of constructions of armokauton: diss. ... Ph.D. of Tech. Sc.: 05.23.01 / Polikutin Alexey Eduardovich. – Voronezh, 2002. – 235 pages.

2. Chmykhov V.A. The resistance of rubber concrete to aggressive environment [Text]: diss. ... Ph.D. of Tech. Sc.: 05.23.05 / Chmykhov Vitaly Alexandrovich. - Voronezh, 2002. - 224 pages.

3. Duy Phan Nguyen. Double-layer rubber-concrete bent elements of building constructions [Text]: diss. ... Ph.D. of Tech. Sc.: 05.23.01 / Duy Phan Nguyen. - Voronezh, 2010. - 185 pages.

УДК 721.012.18:69.033:712.14

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Проф. канд. техн. наук., Л.П. Салогуб;
Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений, И.Ю. Черкасова;
Россия, г. Воронеж,
e-mail HUMMEL2471199@yandex.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand. Sci. Tech., senior lecturer, L.P. Salogub
Master's designing of buildings and constructions faculty, I.Y. Cherkasova;
Russia, Voronezh,
e-mail HUMMEL2471199@yandex.ru

Л.П. Салогуб, И.Ю. Черкасова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ИНВЕНТАРНЫХ МОБИЛЬНЫХ ЗДАНИЙ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ РАЙОНАХ (ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ)

В данной статье рассмотрен зарубежный опыт использования сборных конструкций для возведения инвентарных мобильных зданий в труднодоступных районах. Технологии производства и возведения инвентарных мобильных зданий из сборных элементов с применением конструкций из пластмасс и композитных материалов.

Ключевые слова: инвентарное, мобильное, труднодоступный, район, возведение, конструкции, сборные.

L.P. Salogub, I.Y. Cherkasova

USE PREFABRICATED BUILDINGS FOR THE CONSTRUCTION OF THE INVENTORY OF MOBILE BUILDINGS IN REMOTE AREAS (FOREIGN EXPERIENCE)

This article discusses the use of foreign experience for the erection of prefabricated buildings mobile inventory in remote areas. Production technology and the construction of the inventory of mobile buildings prefabricated structures with the use of plastics and composite materials.

Keywords: inventory, mobile, remote, area, construction, prefabricated.

В результате расширения строительства в труднодоступных районах страны и для размещения персонала работающего вахтовым методом наиболее экономически выгодным является использование инвентарных мобильных зданий. От традиционных типов стационарных объектов мобильные здания отличаются ограниченными сроками эксплуатации на одном месте и возможностью их периодического перемещения.

Термин «мобильное» по отношению к зданию применяется и рассматривается в двух аспектах. С одной стороны, он означает соответствие здания изменяющимся потребностям и образу жизни людей, с другой – понимается как физическая подвижность, проявляющаяся в трансформации и передвижении.

В свою очередь трансформация включает:

- качественное изменение здания путем преобразования внутренних элементов при сохранении его постоянных размеров, что обеспечивает многофункциональное использование внутреннего пространства зданий;

- количественное изменение размеров здания, связанное с его конструктивной трансформацией.

Основная проблема использования инвентарных мобильных зданий заключается в перемещении значительных объемов небольшого веса на дальние расстояния. Одним из способов решения этой проблемы является возможность быстрой сборки инвентарных зданий на месте эксплуатации из отдельных легких компактных элементов.

В странах Европы и Австралии разработаны соответствующие технологии производства и возведения инвентарных мобильных зданий из сборных элементов с применением конструкций из пластмасс и композитных материалов не только в качестве инвентарных для строительных организаций, но и как постоянные или временные здания.

Элементы из легких материалов Г-образной или П-образной формы позволяют укрупнять размеры сборных элементов, лучше решать стыкование горизонтальных и вертикальных плоскостей, значительно сократить трудоемкость монтажных работ

Итальянская фирма «Ancolab» изготовляет сборно-разборные объемные блоки «Ancocel», предназначенные для возведения жилых и временных зданий в едином модуле. Блоки выпускаются в нескольких сериях и различных размеров со встроенной мебелью и сантехническим оборудованием.

Компактность ячеек позволяет создавать планировочные варианты с экономией полезной площади до 20-30- %. Слоистый пластик и утеплитель из пенопласта обеспечивают прочность, легкость и высокую степень оборачиваемости блоков.

Прогрессивный принцип универсального использования Г-образных элементов применен английским архитектором Дартфордом в разработанной им системе Клэмп, позволяющей осуществлять строительство различных сборно-разборных многопролетных зданий, согласно рис. 1.

Основным конструктивным элементом является складчатая трехслойная оболочка рамного типа шириной 1 м, пролетом 9 м со стеклопластиковыми обшивками и средним слоем из пенофенопласта. Система обладает простотой изготовления, пакетирования для перевозки, монтажа и демонтажа элементов, многообразием вариантов сборки различных зданий.

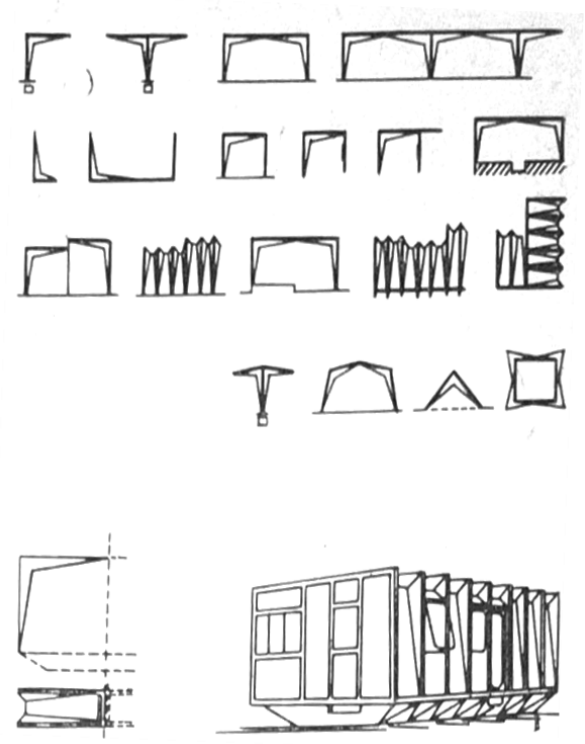


Рис. 1. Универсальное использование в мобильных зданиях Г-образных пластмассовых элементов

Австралийский сборно-разборный жилой модуль«Instant-House», представленный на рисунке 2, образован двенадцатью Г-образными элементами, горизонтальная часть которых представляет собой усеченный конус. Смонтированные на плите элементы образуют стены и верхнее покрытие с центральным круглым отверстием, перекрываемым световым фонарем.

Устойчивость всей конструкции обеспечивается центральной металлической стойкой. Модуль приподнят над поверхностью земли на столбчатых фундаментах, располагаемых по кольцевой линии. Сборные элементы ограждения имеют трехслойную конструкцию толщиной 120 мм и состоят из стеклопластиковых обшивок и пенопластового утеплителя. По краям панели имеют фланцы для болтового соединения. Фланцы несколько увеличены в размерах и выполняют, кроме своей прямой функции, также роль ребер жесткости.

В комплект входит три типа сборных ограждающих конструкций: глухая панель, панель с окном и панель с дверью. Планировка модуля имеет четкое функциональное зонирование и компактна.

Бесспорны положительные черты конструктивного и объемно-пространственного решения: компактность объема и обтекаемость форм, универсальность и простота формы сборных элементов ограждения, небольшая масса и хорошая складируемость сборных элементов, удобство и быстрота монтажа.

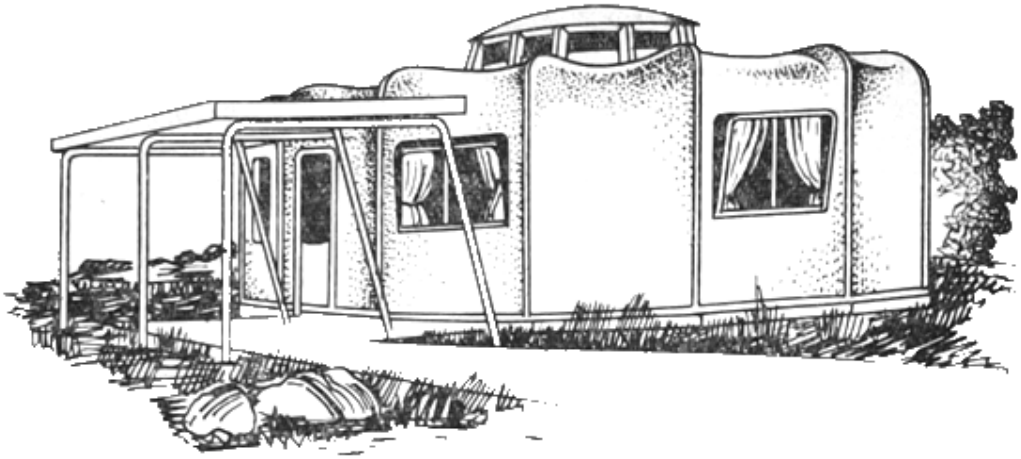


Рис. 2. Модуль из Г-образных пластмассовых элементов с центральной металлической стойкой

Стремление преодолеть некоторую однозначность прямоугольных форм привело к появлению сборно-разборных зданий из элементов пластичных форм.

Проблему устойчивости, которая весьма актуальна для легких сборно-разборных домов, пытался решить в своем проекте французский архитектор Ж. Пупонк оторый применил согнутые в плане стеновые панели, согласно рис. 3. Свободное расположение трапецеидальных в плане помещений позволяет рационально организовать внутренние пространство.

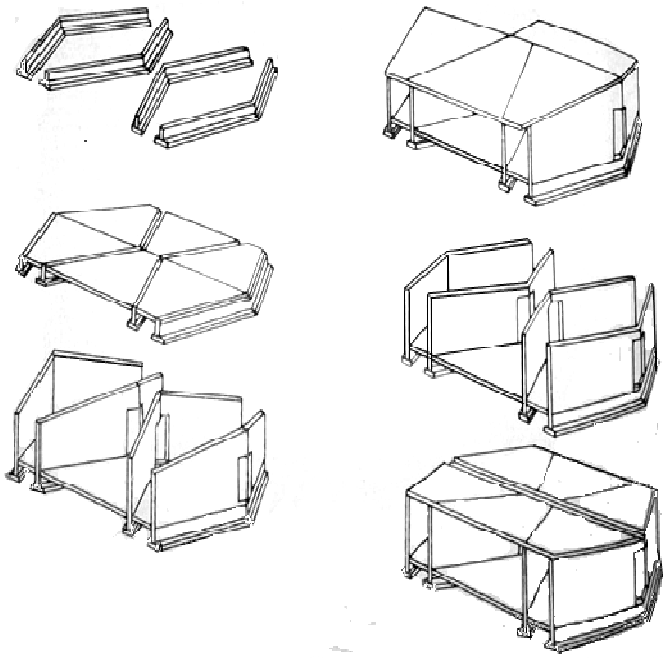


Рис. 3. Система домов с повышенной устойчивостью на опрокидывание двугранных стеновых панелей

Шестигранный жилой дом из пластмассовых элементов, согласно рис. 4, собирается из плоских однотипных панелей многослойной конструкции – шесть панелей крыши, шесть панелей стен и шесть панелей пола. Центральный элемент включает в себя ванную комнату, а также системы отопления и кондиционирования. Разработан данный метод в Италии.

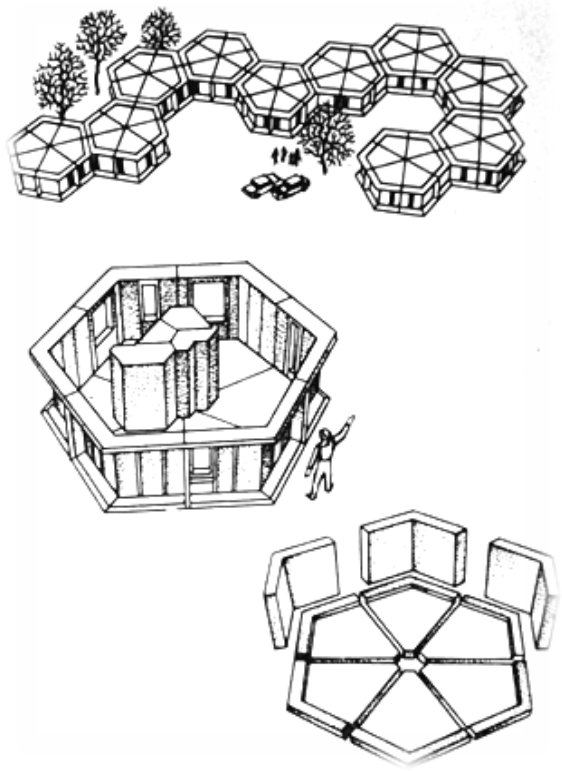


Рис. 4. Шестигранный дом с повышенной устойчивостью из пластмассовых элементов, собираемых из плоских однотипных многослойных панелей

Имеют место решения сборно-разборных домов с восьмиугольным планом. В этом случае на центральную несущую колонну опираются балки, которые вместе с треугольными плитами образуют пол и крышу. Фундаментом служат сваи того же диаметра.

Точечное опирание облегчает установку зданий в условиях сложного рельефа, который присущ особенно районам Севера.

Также широкое распространение в зарубежной практике получили сборно-разборные здания сводчатого типа. Прочность и жесткость таких зданий обеспечивается за счет общей формы, достигается однотипность сборных деталей, возможность получать разнообразные формы в плане. В зданиях сводчатого типа можно выделить три основных вида сборных элементов: элементы, образующие сводчатую оболочку, элементы торцевых ограждений, элементы, образующие плиту основания. Формообразующими являются, в основном, элементы, создающие сводчатую оболочку. Характер этих элементов (гладкие, ребристые, складчатые, волнистые) определяет характер всего здания.

Простейшим видом зданий сводчатого типа является гладкий цилиндрический свод. Примером может служить проект жилого модуля, созданный итальянским архитектором Р. Пьяно, представленный на рис. 5.

Пролет свода 4,8 м, длина 6 м, высота 2,8 м. Жесткость и устойчивость обеспечиваются двухслойной структурой свода и ребрами-складками в его нижней части. Наружные слои состоят из листов стеклопластика переменной толщины (от 4 до 6 мм).

Изогнутая форма придается листам в процессе монтажа, что создает в конструкции эффект предварительного напряжения. На место строительства доставляют плоские листы, из которых затем легко получается пространственная форма. Такая конструкция может быть применена для любых видов строительства на Севере.

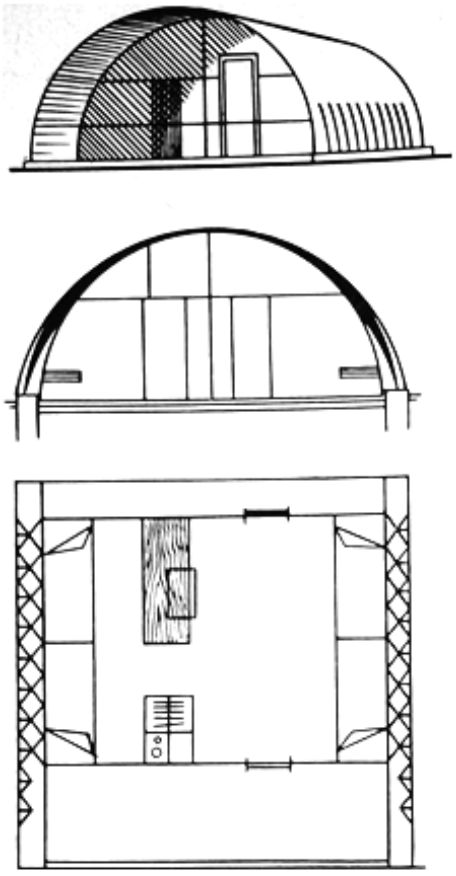


Рис. 5. Пластмассовый жилой модуль в форме гладкого цилиндрического свода

Широко распространены в практике сборно-разборного инвентарного модульного строительства сводчатые здания из пластинчатых или складчатых элементов. Использование подобных элементов является экономически целесообразным, так они позволяют создавать большепролетные жесткие сооружения из легких материалов, а также пластинчатые и складчатые формы технологичны в изготовлении. Однако область применения пластинчатых или ребристых сводов ограничена главным образом производственными сооружениями, холодными складами и т. п. Это объясняется большой трудоемкостью утепления конструкции складчатой формы. К тому же, острые углы очень неблагоприятны в теплотехническом отношении.

Особое значение в проектировании и изготовлении мобильных зданий имеет экономическая эффективность использования данного вида конструктивных решений на Севере. Она непосредственно связана с обоснованным выбором материалов, конструктивных схем, узлов и элементов и элементов зданий, транспортных условий, технологии производства конструкций, их монтажа и демонтажа. Особый экономический ряд составляют вопросы рациональности архитектурно-планировочных решений, совершенство систем бытового и инженерного оборудования зданий и поселков.

Библиографический список

1. Полуй Б.М. Архитектура и градостроительство в суровом климате / Б.М. Полуй.-Ленинград: Север, 2003.-300 с.

2. Мобильные жилища для Севера. Под ред. С.М. Верижникова., Изд-во ДЕАН, 2004. 160 с.

References

1. Polui B.M. Architecture and urban planning in the harsh climate / B.M. Poluy.-Leningrad: North, 2003.-300 with.

2. Mobile home for the North. Ed. C.M. Verizhnikova., Publ DEAN, 2004. 160 with.

УДК 69.003.13

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц., Л. В. Болотских;
Магистрант кафедры организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, Я.В. Хромей
Россия, г. Воронеж
e-mail: leonb.l@yandex.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Kand. Sci. Tech., Assoc. Prof.. L.V. Bolotskikh;
Master's designing of Examination and Management of Real Estate, Y.V. Khromey
Russia, Voronezh
e-mail: leonb.l@yandex.ru

Я.В. Хромей, Л.В. Болотских

ПЕРСПЕКТИВЫ ДОЛЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Рассмотрены инновационные технологии для снижения срока и стоимости строительства гражданских зданий.

Ключевые слова: Долевое строительство, инновационные технологии, снижение затрат, решение.

Y.V. Khromey, L.V. Bolotskikh

PROSPECTS OF SHARED CONSTRUCTION, INNOVATIVE CONSTRUCTION TECHNOLOGY OF CIVIL BUILDINGS

Considered innovative technologies to reduce construction time and costs of civil buildings.

Keywords: Shared construction, innovative technologies, cost cutting, solutions.

Современное развитие рыночной экономики позволило открыть перед гражданами большое количество возможностей и альтернатив. Долевое участие в строительстве жилья – одна из них. Изначально данный вид участия использовался промышленными предприятиями особо крупных размеров. Его главная задача была предоставить жилье всем своим работникам. На сегодняшний день эти отношения немного преобразились. Все дело в том, что участники долевого строительства не связаны трудовыми отношениями с компанией, которая занимается строительством жилья. Организации-застройщики являются вполне самостоятельными субъектами, впрочем, как и сами участники. [1].

Очевидно, что такой важный вопрос требует очень надежного законодательного обеспечения. Только налаженная система регулирования позволит избежать обмана и построения мошеннических схем. Тем более, что привлекаются далеко не маленькие денежные суммы граждан и юридических лиц. В основе этих отношений – договор участия.

Застройщик как юридическое лицо, которое имеет земельный участок (на праве собственности или в аренде) и готово привлекать денежные средства граждан для строительства многоквартирного дома. Это могут быть и другие помещения, кроме тех, которые имеют производственное назначение. Главное, чтобы компания-застройщик имела специальное разрешение на строительство, которое выдается соответственным органом.

Кроме разрешения на строительство, компания-застройщик обязана предоставить для ознакомления проектную декларацию, подтверждение права на земельный участок и другие локальные акты.

Самым важным документом можно считать проектную документацию, которая содержит информацию о застройщике и проекте строительства. Как правило, застройщик должен опубликовать ее в газете или на официальном сайте в интернете. Стоит обратить внимание на то, что от момента публикации к моменту заключения договора с первым долевым участником должно пройти не менее 14 дней. Проектная документация также подается в соответствующий государственный орган, который регистрирует подобные сделки и в дальнейшем будет исполнять контролирующую функцию.

Договор о долевом участии в строительстве жилья заключается в двустороннем порядке между застройщиком и непосредственно каждым из участников. Застройщик берет на себя обязанность построить многоквартирный дом и после окончания процесса передать его в эксплуатацию участнику долевого строительства. При этом, правительство Российской Федерации оставило за собой право издавать правила, которые автоматически становятся обязательными для обеих сторон, подписывающих договор. Это позволяет обеспечить постоянный государственный контроль за процессом и его регулирование в случае необходимости.

Для сокращения сроков и стоимости строительства, целесообразным является применение инновационных технологий которые, постепенно распространяются и находят свое воплощение в России. Одними из таких технологий применяют легкие стальные тонкостенные конструкции – металлические профили разных форм, они используются для возведения каркасов. Они замечательно заменяют бревенчатые или каменные стены. [2].

Среди явных достоинств можно выделить простоту возведения (не нужно тяжелое подъёмное оборудование), высокую скорость монтажа, гибкую планировку здания (что очень удобно для дизайнерских замыслов), а также низкий вес конструкции, не требуется громоздкий фундамент. Лёгкие стальные тонкостенные конструкции делают морозо- и жароустойчивыми.

Несмотря на то, что история возведения многоквартирного жилья на металлическом каркасе в России началась сравнительно недавно, такие факторы, как снижение производственных издержек, сроков проектирования и строительства, повышение оборачиваемости средств, могут в значительной степени изменить ситуацию в жилищном строительстве и помочь в реализации национального проекта «Доступное жилье».

Технологии каркасного строительства позволяют в кратчайшие сроки возводить современные здания любого назначения, которые по долговечности не уступают зданиям, построенным по традиционным технологиям, а по ряду показателей имеют неоспоримое превосходство. [3].

Так же распространенной системой является крупнопанельное строительство, основная идея которого заключается в переносе изготовления всех конструкций в заводские условия и монтаже из ограниченного перечня панелей различных видов зданий (стандартизация, унификация и типизация конструкций).

Характерная особенность данной системы – применение плоских панелей перекрытий, наружных и внутренних стен размером не менее, чем на комнату. В этом случае конструкция имеет высокую степень заводской готовности (70-80 %) и малую продолжительность строительства.

В нашей стране широко применяется иностранный опыт в строительстве, снижая стоимость и сокращая сроки строительства. Одним из них является несъёмная опалубка, своеобразный теплоизоляционный материал и материал, заполняющий полости. Появилась эта технология в США, и вскоре попала в Европу и СНГ. Достоинством является устойчивость в разных климатических условиях. Для её создания используют натуральные и искусственные материалы, дерево в виде хвойной щепы и пенополистерол соответственно. Но может ли такое возведение быть лучше новых технологий в строительстве домов, которые многовеко-

вой практикой подтвердили свою целесообразность в нашей местности и прошли длительный этап совершенствования и становления.

3D-панели – они помогают создавать устойчивые арматурные конструкции, идеальное основание для заливки бетона. [4].

Гранулированное пеностекло - это просто усовершенствованное знакомое всем пеностекло. С точки зрения положительных качеств оно обладает высокой прочностью, влагостойкостью, морозостойкостью, удобная гранулированная форма и низкая теплопроводность.

Сейчас всё чаще наблюдается технологии направленные на сбережение энергии, воды, защиты природы. Новые технологии в строительстве домов позволяют снизить энергопотребление или возобновлять затрачиваемые ресурсы. Пассивная солнечная энергия, в виде солнечных батарей. Система ЭКО изолированные древесные волокна – переработка материалов ЭКО дома не разрушает окружающую среду. Среди минусов можно отметить только высокую стоимость, но есть и эконом варианты ЭКО домов. Такие дома очень теплые зимой и прохладные летом.

В Европе и Америке технология «Top-Down» нашла широкое применение. Это объясняется тем, что этот способ позволяет практически одновременно вести работы по устройству подземной и наземной частей здания, что соответственно ускоряет сроки окупаемости инвестиций. Также важно отметить, что данный способ позволяет минимизировать деформации ограждающих конструкций и, соответственно, осадки соседних зданий. Достигается это за счет монтажа распорных перекрытий, инвентарных конструкций ферм или иных технических решений, индивидуальных для каждого объекта строительства. Метод строительства «Top-Down» предполагает устройство с поверхности земли или с промежуточных отметок в котловане временных или постоянных опор внутри контура сооружения, поддерживающих перекрытия подземной части здания, бетонируемых по грунту и воспринимающих действие распора от ограждения котлована. Ведение земляных работ в котловане производится из-под перекрытий через устраиваемые технологические проемы. Бетонирование нижележащих перекрытий ведется последовательно по мере удаления грунта. В случае применения временных опор, поддерживающих перекрытия, они демонтируются после возведения фундаментной плиты и постоянных колонн или несущих стен, бетонируемых снизу-вверх. При строительстве по технологии «Top-Down» для ограждения котлована в современных условиях зачастую используют «стену в грунте», как наиболее универсальную конструкцию, способную воспринять вертикальные нагрузки от веса подземных перекрытий, а также защиты от подземных вод.

Относительно недавно монополии дерева в возведении каркасных сооружений пришел конец, на смену привычным доскам все более активно приходит сталь. Для металла практических ограничений по назначению не существует, например, в Европе с успехом строятся многоквартирные жилые дома с использованием одной из наиболее наукоемких современных технологий - быстровозводимых зданий из легких металлоконструкций (ЛМК). Методы, применяемые в производственном процессе, позволяют изготавливать одно- и многопролетные здания различной этажности. Здания могут быть сконструированы с учетом особенностей их использования и возможных дополнительных требований.

Главное отличие ЛМК от традиционных способов возведения - индустриальный подход, при котором конструкции здания изготавливаются конвейерным способом, а на строительной площадке происходит только монтаж. Это позволяет кардинально (более чем вполовину) ускорить процесс строительства. Кроме того, в результате унификации всех узлов и деталей металлоемкость таких зданий относительно невысока, а сборка не требует подъемной техники большой грузоподъемности и специальной подготовки (сертификации) монтажников, поскольку для соединения деталей сварка не применяется, используются только резьбовые соединения. А благодаря заводскому подбору элементов по геометрическим характеристикам нет и дополнительных работ по стыковке. Применение во всех элементах каркаса, включая крепеж, тонкостенных профилей из оцинкованной стали позволяет при минималь-

ном весе конструкции добиться уникальных прочностных характеристик несущего каркаса с коррозионной стойкостью на срок не менее 50 лет.

Подобные решения в строительстве оптимизируют финансовые затраты и сроки при возведении гражданских зданий.

Библиографический список

1. Актуальность долевого участия в строительстве жилья http://kpmp.ru/novoe-v-stroitelstve/dolevoe-uchastie-v-stroitelstve-zhilya.html - kpmp.ru - строительный портал © 2015.

2. Новые технологии в строительстве за рубежом http://kpmp.ru/novoe-v-stroitelstve/novye-tehnologii-v-stroitelstve-za-rubezhom.html - kpmp.ru - строительный портал © 2015.

3. Рекомендации и этапы возведения строений по каркасной технологии http://strojkarkas.com/postrojki/dom/karkasnaya-texnologiya-stroitelstva.html - © StrojKarkas.com 2014 - 2015.

4. Новейшие технологии строительства http://www.karkasniedoma.com/blog/?id=p8v94l9h - Компания «ЭкоДом». 2010-2013

5. Нормативные акты и официальные документы. Конституция РФ.

6. Аполлонов О.А., Еремичев И.А., Страунинг Э.Л. Договори долевого финансирования строительства жилья, заключаемый гражданами. М.: «Щит-М». 2003.

7. Белых В.С. Формы и способы защиты прав хозяйственных организаций: Учебное пособие. Свердловск. 1985.

8. Брагинский М.И. Договор подряда и подобные ему договоры. М.: Статут. 1999. - 254с.

9. Левин А.А. Страхование ответственности застройщиков и участников долевого строительства: вопросы теории и судебной практики//Российский судья. 2008. №3

References

1. The relevance of the equity in housing construction http://kpmp.ru/novoe-v-stroitelstve/novye-tehnologii-v-stroitelstve-za-rubezhom.html - kpmp.ru - building portal © 2015.

2. New technologies in construction abroad http://kpmp.ru/novoe-v-stroitelstve/novye-tehnologii-v-stroitelstve-za-rubezhom.html - kpmp.ru - building portal © 2015.

3. Recommendations and stages of erection of structures on frame technology http://strojkarkas.com/postrojki/dom/karkasnaya-texnologiya-stroitelstva.html - © StrojKarkas.com 2014 - 2015.

4. The newest construction technology http://www.karkasniedoma.com/blog/?id=p8v94l9h – «EcoDom» Company. 2010-2013

5. Regulations and official documents. The Constitution of the Russian Federation.

6. Apollonov O.A., Jeremic I.A., Strauning E.L. Contract equity financing housing, concluded citizens. M.: «Shield -M». 2003.

7. Belykh V.S. Forms and methods of protection of the rights of business organizations: Textbook. Sverdlovsk. 1985.

8. Braginsky M.I. Contracts and similar contracts. M.: Statute. 1999.-254 p.

9. Levin A.A. Liability insurance builders and participatory construction: theory and jurisprudence// Russian judge. 2008. №3

УДК 725.8

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой проектирования зданий и сооружений Э.Е.Семенова
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений О.О. Цапко
Россия, г.Воронеж, тел. 8(951)8718756
e-mail:olgacapko@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D.,docent, head of the department of building design and structures E.E.Semenova
Master of the department of building design and structures O.O. Tsapko
Russia, Voronezh,tel. 8(951)8718756
e-mail: olgacapko@mail.ru

О.О. Цапко

КРЫТЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГОРНОЛЫЖНЫЕ КОМПЛЕКСЫ: ОСОБЕННОСТИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ. ПОНЯТИЯ КЛИМАТИЗАЦИИ И МИКРОКЛИМАТА

Рассмотрены основные современные тенденции в проектировании спортивных комплексов для всесезонных занятий зимними видами спорта. Изучены особенности проектирования и эксплуатации КМГК (Крытых многофункциональных горнолыжных комплексов). Получены выводы о методах и технологии строительства современного типа закрытого горнолыжного комплекса.

Ключевые слова: Спортивная инфраструктура, крытый многофункциональный горнолыжный комплекс (КМГК), горнолыжный комплекс (ГК), климатизация, микроклимат, технология «жидкого льда».

O.O. Tsapko

INDOOR MULTI-FUNCTIONAL SKI RESORTS: FEATURES AND MODERN DESIGN TENDENCIES.THE CONCEPTS OF CLIMATE AND MICROCLIMATE.

Describes the main current trends in the design of sports facilities for all-season practice winter sports. The peculiarities of the design and operation of CMGC (multifunctional Indoor ski resorts). The findings about the methods and technology of building of the modern type of a closed ski resort.

Keywords: Sports infrastructure, multifunctional indoor ski complex (CMGC), ski resort (GK), air-conditioning, climate, technology "liquid ice".

Особенности современного развития спортивной инфраструктуры

Развитие спортивной инфраструктуры - одно из приоритетных направлений развития многих стран мира, как следствие этого приводит к массовому строительству спортивных комплексов. Одной из актуальнейших тем на сегодняшний день является проектирование *крытых многофункциональных горнолыжных комплексов*. На данный момент в мире существует около 50 крытых круглогодичных горнолыжных комплексов: в Европе, в Арабских Эмиратах, в Новой Зеландии, в Южной Корее, Японии, Германии, Голландии, Испании, Китае, России. Строительство горнолыжных круглогодичных крытых комплексов началось в Европе недавно около 15 лет назад.

Крытый многофункциональный горнолыжный комплекс ***(КМГК)*** – тип горнолыжного комплекса, представляющий собой крытое спортивное сооружение, позволяющее круглогодично заниматься различными видами спорта, основным из которых является горнолыжный спорт, при этом может включать в себя объекты различного функционального назначения.

В настоящее время крытые горнолыжные комплексы успешно эксплуатируются и являются востребованным желаемым спортивно-развлекательным центром в каждой развивающейся стране. Это уникальная возможность любителям зимних видов спорта создать атмосферу зимнего отдыха летом.

Основные функционально-композиционные схемы крытых горнолыжных комплексов

По типу расположения центрального ядра выявлены следующие *компоновочные схемы* ***горнолыжных комплексов****:*

- линейная
- параллельная
- сложная;

Горнолыжные комплексы линейного типа имеют форму вытянутой в плане трубы, большую часть внутреннего пространства, которой занимает зона оснежения, расположенная в одном уровне. Примерами линейной схемы являются: проект надстройка над путями между Савеловским и Белорусским вокзалами архитекторов А. Кузьмина, М. Посохина, А.Р. Асадова и А.А. Асадова; Многофункциональный горнолыжный комплекс «Снеж.ком» в Красногорске, разработанный ПТМ архитектора М. Хазанова ;

Параллельное размещение предполагает расположение нескольких горнолыжных спусков параллельно друг другу. Примером такой компоновочной схемы является крупнейший многофункциональный горнолыжный комплекс«Chill Factor E», построенный в Манчестере (Великобритания);

Сложная компоновочная схема предполагает формирование центрального ядра в виде горнолыжных спусков различных конфигураций: L-образного, V-образного, S-образного и т.д. Примерами сложной компоновочной схемы являются: проект «МосковскиеАльпы» (ООО «Спортклуб «Кант»), главный архитектор проекта –И.А.Василевский, главный конструктор проекта -Н.В.Канчели; круглогодичный горнолыжный многофункциональный комплекс на Ближнем Востоке «Ski Dubai»;крытый горнолыжный комплекс «Skidome Denmark» в Дании .

По типу *направления архитектурного решения* ***ГК*** *выделяются два направления*:

- бионическое
- функционалистическое.

Бионическое направление направлено сформировать архитектуру горнолыжного комплекса путем заимствования природных форм и их непрямого копирования, используя нелинейную архитектуру. В результате этого появляются необычные концептуальные проекты, позволяющие по-новому взглянуть на архитектуру спортивных комплексов.

Функционалистическое направление формируется по принципу «форму определяет функция» с рациональными объемно-планировочными и конструктивными решениями.

По *ландшафтному признаку* здания и комплексы для всесезонного катания бывают:

- на активном рельефе-с полным использованием естественного рельефа в качестве опорной конструкции для трассы или с частичным его совмещением со строительными конструкциями;
- на плоском рельефе-уклон трассы полностью формируется из строительных конструкций.

Особенности климатизации и микроклимата крытых спортивных сооружений

Проектирование инженерных систем спортивных сооружений - сложная задача, требующая учета многих факторов. При этом подходы к климатизации спортивных сооружений для различных видов соревнований существенно различны. Основной функцией климатизизации служит корректно подобранный комплекс мероприятий и устройств, обеспечивающих создание искусственного климата в помещениях различного функционального назначения. Спортивные сооружения закрытого типа имеют две характерные особенности:

- во-первых, требуется выполнить два различных требования по температурно-влажностным параметрам — комфортные условия для зрителей и условия нормального функционирования ледового, снежного покрытия;
- во-вторых, требуется обеспечить достаточно существенную холодильную мощность для намораживания снежного покрытия.

На любом подобном спортивном сооружении можно выделить минимум два объема, или две зоны. Первая зона — это «основа» горнолыжного спуска с поверхностью снега, вторая зона — подтрибунные помещения с различием функционального назначения. Каждая из зон имеет необходимую расчетную температуру воздуха. В случае отсутствия мест для зрителей расчетная температура воздуха составляет для крытых горнолыжных спусков от -2 до -5°С. При наличии мест для зрителей нормы дифференцируются по сезонам года и количеству зрителей. Так, для спортивных залов с количеством мест менее 800 нормируется +18°С для холодного периода года и не более чем на +3°С выше расчетной температуры наружного воздуха в теплый период года. Для спортивных залов с местами для более чем 800 зрителей в холодный период года расчетной температурой воздуха также является +18°С, а в теплый период – не выше +25°С. Расчетная температура для раздевален и душевых, а также санитарных узлов при раздевальнях равна +25°С.

Не маловажным аспектом формирования микроклимата ***КМГК*** является технология создания снежного покрытия спуска. В настоящие время существует несколько основных способов оснежения крытых лыжных трасс:

- первый способ - использование льдогенератора производящего чешуйчатый или гранулированный лед, который в последствие методом дробления доводится до состояния похожего на настоящий снег.
- второй способ - использование снежных пушек, которые распыляют жидкость под давлением при отрицательной температуре окружающего воздуха, которая в свою очередь замерзает превращаясь в снег.

Оба способа достаточно дороги как с точки зрения капитальных затрат (требуется монтаж нескольких холодильных установок, поддерживающих низкую температуру воздуха и самого склона), так и с точки зрения энергопотребления (холодильные установки потребляют большую электрическую мощность). В настоящие время существует новый способ создания стабильного искусственного снежного покрытия на крытых горнолыжных склонах, заключающийся в использовании установок по производству ***«жидкого льда»***. Его применение не требует больших капитальных и эксплуатационных затрат и более приемлемо с точки зрения соблюдения санитарных норм и требований.

Особенности крытых горнолыжных склонов с технологией "жидкого льда"

Основной задачей крытого горнолыжного спуска является возможность приблизить характеристики искусственного снега к характеристикам натурального. Снег, получаемый из дробленого льда, далек от идеала. Полученный по технологии ***"жидкого льда"*** снег практически идентичен натуральному. Стандартные способы включают в себя заморозку

фундамента, охлаждение внешнего воздуха до низких температур и изоляцию здания. По сравнении с технологией ***«жидкого льда»,*** подобные способы значительно более энергоемки (примерно на 65%) и требуют больших инвестиционных затрат (примерно на 50%).

Суть метода использования оборудования по производству снега из ***«жидкого льда»***, состоит в том, что искусственный снег производится из смеси мельчайших ледяных кристаллов с переохлажденной соленой водой. Эта субстанция, ***«жидкий лед»***, производится в специальном оборудовании - льдогенераторе, и оттуда подается в промежуточный накопительный резервуар, и затем при помощи воздуходувки распределяется равномерно по поверхности склона (рис.1).

Система производства ***"жидкого льда"*** имеет единственный источник холода. При этом нет необходимости в заморозке фундамента и его изоляции, нижний слой снега периодически удаляется, а верхний ежедневно обновляется, гарантируя полное соответствие санитарным нормам и отличный внешний вид.

Технология с использованием ***"жидкого льда"*** позволяет наладить производство больших объемов снега и при правильном проектировании и эксплуатации использовать оборудование для охлаждения воздуха на склоне. Снег производится и распределяется по склону ночью. В эти периоды динамический концентратор производит снег, а в рабочее время льдогенераторы производят ***"жидкий лед"***, необходимый для охлаждения и кондиционирования воздуха. После прохождения воздуха через охладитель, он подается на склон при помощи воздуходувки. Холодный воздух равномерно распределяется над поверхностью снежного покрова, обеспечивая необходимые условия для охлаждения поверхности снега. При этом температура основного объема воздуха выше, чем обычно, что способствует созданию большего комфорта для посетителей.

Преимущества метода производства искусственного снега по технологии ***«жидкий лед»****:*

- свойства искусственного снежного покрытия максимально приближены к натуральным;
- отсутствие необходимости в создании сложной системы охлаждения склона;
- отсутствие необходимости создания системы шумоизоляции и оттайки;
- отсутствие системы установки труб с хладоносителем для охлаждения фундамента исключает риск возможной утечки;
- экономия на проектные, строительные и эксплуатационные работы.

Рис.1. Схема устройсвтва крытого горнолыжного спуска

На примере горнолыжных комплексов была проанализирована трансформация открытого монофункционального спортивного сооружения без архитектурной составляющей в **крытое многофункциональное спортивное сооружение** со специфической архитектурой. Появление новых видов спорта, расширение функциональности спортивных комплексов, стремительное увеличение числа занимающихся зимними видами спорта, а также совершенствование технических и конструктивных решений привели к появлению выразительной, невозможной ранее архитектуры горнолыжных комплексов. Передовые, с точки зрения архитектуры и конструктивного решения, горнолыжные комплексы в настоящее время приобретают роль крупных спортивных центров.

Библиографический список

1. СП 31-112-2007 (3) Физкультурно-спортивные залы. Часть 3. Крытые ледовые арены, с.156.

2. Липилина, Н. Крытые горнолыжные комплексы: особенности проектирования и современные тенденции[Электронный ресурс]:/Н.Липилина //Архитектура, Строительство, Дизайн: электронный журн. /Междунар.Ассоц.Союзов Архит. -2010. -No03(60)/ -Режим доступа: http://archvuz.ru/2011_1/2

3. Панкратов, В. В. Особенности климатизации ледовых арен/ В.В. Панкратов, Н.В. Шилкин //АВОК. - 2009. – No8, с. 24-36.

4. Справочное пособие к СНиП 2.08.02-89. - ЦНИИЭПим. Мезенцева, 1989. Проектирование спортивных залов, помещений для физкультурно-оздоровительных занятий и крытых катков с искусственным льдом, с.198.

5. Снеж.ком[Текст] // SKI-ГИД: Горнолыжные курорты мира 2009. Горнолыжные курорты России и ближнего зарубежья. – М.: Техника молод□жи , 2008. –Т. 2, с. 30 –31.

References

1. SP 31-112-2007 (3) sports halls. Part 3. Indoor ice arena, p. 156.

2. Lepilin, N. Indoor ski resorts: special design features and modern trends[Electronic resource]:/N.Lepilin //Architecture, Construction, Design: electronic journal. /Intern.Assn.Unions Archit. -2010. -No03(60)/ -Mode of access: http://archvuz.ru/2011_1/2

3. Pankratov, V. V. Features air-conditioning, ice arenas/ Vladimir Pankratov, N. In. Shilkin //AVOK. - 2009. - No8, pp. 24-36.

4. Handbook to SNiP 2.08.02-89. - Niiem. Mezentseva, 1989. Designing sports halls, rooms for fitness classes and indoor artificial ice skating rinks, p. 198.

5. Snezh.com[Text] // SKI-GUIDE: Ski resorts in the world 2009. Ski resorts in Russia and abroad. - M.: Technique to the youth , 2008. -Vol. 2, pp. 30 -31.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 692.415

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой проектирования зданий и сооружений Э.Е. Семенова,
магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений
А.В. Бескоровайная,
Россия, г.Воронеж, тел. 8(951)5561938
e-mail:anna.vladimirovna@rambler.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D.,docent, head of the department of building design and structures E.E. Semenova
Undergraduate of the department of building design and structures
A.V. Beskorovaynaya,
Russia, Voronezh, tel. 8 (951) 5561938
e-mail:anna.vladimirovna@rambler.ru

А.В. Бескоровайная, Э.Е. Семёнова

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КРОВЕЛЬ

В статье описывается энергосберегающая технология «зеленая» кровля и рассматриваются преимущества ее применения при строительстве зданий.

Ключевые слова: энергосбережение, «зеленая» кровля, экстенсивная и интенсивная зеленая кровля.

A.V.Beskorovaynaya, E.E.Semenova

EFFECTIVENESS OF EXPLOITED ROOFS

The article describes the energy-saving technology "green" roof and discusses the benefits of its application in the construction of buildings

Keywords: energy saving, green roof, extensive and intensive green roof.

«Зеленая» кровля – инновационная технология, повышающая энергоэффективность инженерных решений, позволяющая получить экономические приоритеты при эксплуатации, а также улучшающая внешний вид здания. Зеленые крыши, известные также как растительное покрытие крыши или эко-крыши – это тонкие слои живой растительности, установленные поверх обычной плоской или наклонной крыши.

Современная технология устройства зеленых кровель была разработана в Германии в 1960-х гг., и с тех пор стала применяться во многих странах мира. В последнее время «зеленые» крыши, выполненные из современных полимерных гидроизоляционных материалов, за счет своих преимуществ перед традиционной кровлей становятся все более востребованными как за рубежом, так и в России. Сегодня все необходимые предпосылки для создания зеленых кровель появились и в нашей стране:

- тяжелая экологическая обстановка в современных мегаполисах требует заботы о чистоте окружающей среды, напрямую влияющей на здоровье горожан;

- однообразная архитектурная среда, сокращение площадей, отведенных под зеленые насаждения, создают необходимость в преобразовании окружающего нас пространства, напрямую влияющего на психологическое состояние людей;

- накопленный мировой опыт строительства, подтвержденный многолетней практикой, который переняли отечественные строители, и появление современных материалов позволяют решить самые сложные технические вопросы. Это дает практическую возможность для устройства «зеленых» кровель.

«Зеленая» кровля представляет собой сложную инженерную систему и предполагает создание многослойного кровельного «пирога», состоящего из компонентов различного назначения, в комплексе компенсирующих растениям утрату природной почвы и гарантирующих стабильное существование растительного покрова на крыше.

В кровельный «пирог», как правило, входят:

- Корневой барьер — пленка, которая защищает гидроизоляцию крыши от разрушения корнями растений.

- Влагонакопительный защитный мат, который защищает корневой барьер от механических повреждений, а также удерживает воду и питательные вещества.

- Дренажный слой, обеспечивающий отток лишней воды в сливные воронки и в то же время сохраняющий в желобах необходимое растениям количество дождевой воды.

- Фильтрующий слой, или системный фильтр, предотвращающий забивание отверстий дренажных элементов мелкими частицами почвенного субстрата и защищающий субстрат для кровельного озеленения от вымывания ценных для растений питательных веществ.

- Питательный слой, который состоит из специального субстрата для кровельного озеленения. Этот субстрат содержит необходимые растениям питательные вещества, не слеживается, не уплотняется в течение длительного срока, хорошо пропускает воду и воздух и обеспечивает растениям благоприятную среду не менее 10 лет.

- Растительный покров «зеленой» кровли, включающий самые разнообразные растения.

Различают два основных типа зеленых кровельных систем: экстенсивную и интенсивную. Они отличаются, главным образом, стоимостью, толщиной растительной среды и выбором используемых растений.

Экстенсивные «зеленые кровли» (часто неэксплуатируемые) характеризуются: малым весом, низкими капитальными вложениями, небольшим разнообразием применяемых растений и минимальными требованиями по обслуживанию. Растительный субстрат, как правило, изготавливается из смеси песка, гравия, битого кирпича, керамзита, торфа, органических веществ и некоторого количества грунта. Толщина субстрата варьирует от 5 до 15 см, его вес в насыщенном влагой состоянии — от 70 до 170 кг/м2. Ввиду небольшой глубины субстрата и экстремального микроклимата на крышах, который напоминает пустыню, растения для зеленых кровель должны быть невысокими и выносливыми

Интенсивные «зеленые кровли» чаще являются эксплуатируемыми. Они характеризуются большей толщиной субстрата, большим весом, более высокими капитальными затратами, широким разнообразием растений, большими требованиями к обслуживанию. Субстрат интенсивных кровель организуется на базе грунта глубиной 20–60 см, с весом в насыщенном состоянии от 250 до 950 кг/м2. Благодаря большей толщине субстрата список растений более разнообразен и может включать кустарники и деревья, с помощью которых можно организовать более сложную экосистему. Однако и требования к обслуживанию интенсивных кровель, особенно к их поливу, более высокие: необходимо предусматривать особые системы для полива.

«Зеленые» крыши, выполненные из современных полимерных гидроизоляционных материалов, имеют множество преимуществ перед традиционной кровлей.

Экономические и инженерные преимущества

-Существенное продление жизненного цикла кровли без ремонта: естественная защита гидроизоляции от экстремальных температур. Ощутимый эффект экономии средств в перспективе 25 лет (средний жизненный цикл обычной кровли).

-Пассивное энергосбережение, выраженное в существенных теплоизоляционных свойствах зеленой кровли для здания (препятствие нагреванию кровли и сохранение тепла в здании).

-Водосбережение за счет абсорбции дождевых стоков. Снижение выплат владельцем за нагрузки на ливневую городскую канализацию дождевыми стоками.

-Акустический комфорт. Уменьшает отражение звука на поверхности кровли и улучшает звукоизоляцию до 8 дБ.

-Инвестиционная возможность использования в качестве дополнительной рекреационной зоны.

-Отсутствие серьезных инвестиций и особых условий эксплуатации.

-Технология проверена временем. У некоторых народов, как севера, так и юга используется уже более 1000 лет.

Экологические преимущества

-Выработка дополнительного кислорода.

-Регулирование влажности воздуха.

-Нейтрализация пыли и вредных газов в окружающем пространстве (абсорбция).

-Накопление дождевой воды.

-Создание естественных зон отдыха для людей с растительным покровом или садами.

-Новые жизненные пространства для флоры и фауны. На зеленых кровлях могут выживать десятки видов растений, в том числе и редких, десятки видов насекомых, птиц и других мелких животных.

-Универсальность. Зеленые кровли могут внедряться абсолютно во всех регионах планеты, где существует вегетативный почвенный покров.

Имиджевые и социальные преимущества

-Привлекательность объекта.

-Высокий рейтинг при сертификации по зеленым стандартам.

-Способствует продвижению объекта в России и за рубежом.

-Общественно дружественная оценка объекта. Экологическая привлекательность.

Существует масса потенциальных достоинств, связанных с применением зеленой кровли, поэтому, данная технология может быть привлекательным дополнением для многих типов зданий, включая коммерческие, индустриальные, образовательные и частные. Озеленение кровель позволяет создать комфортный микроклимат в торговых, жилых и офисных помещениях, а также защитить здания от жары, холода и резких перепадов температуры. Кроме того, крышное озеленение позволяет повысить влажность воздуха, уменьшить количество пыли и вредных веществ в воздухе, защитить покрытие крыш и снизить расходы на отопление и кондиционирование помещений. «Зеленые кровли» отфильтровывают твердые частицы из воздуха, задерживают и очищают ливневые воды и предоставляют новые возможности для сохранения биологического разнообразия и создания новой среды обитания. Они создают эстетические преимущества и помогают снизить эффект перегрева городов летом.

Библиографический список

1. Журнал «Энергосбережение» №12/2013

2. www.airweek.ru/Энергосберегающие технологии

3. http://gisee.ru/Экспертный портал по вопросам энергосбережения

4. www.arhinovosti.ru/Технологии

5. Семенова Э.Е. Современные вопросы энергосбережения в архитектуре. Материалы научно-технической конференции «Международные дни архитектуры». Москва. 2010., с.5-7.

6. Дмитриев А.Н. «Управление энергосберегающими инновациями в строительстве зданий» Изд.: АСВ Год: 2000

References

1. Journal "Energy» № 12/2013
2. www.airweek.ru / Energy-saving technologies
3. http://gisee.ru/ Expert portal on energy efficiency
4. www.arhinovosti.ru / Technology
5. Semenova E.E. Modern energy-saving issues in architecture. Materials of the scientific-technical conference «International days of architecture». Moscow.2010, p.5-7.
6. AN Dmitriev "Managing energy-efficient innovations in buildings" Ed.: DIA Year: 2000

УДК 622.24

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры СКОиФ им. проф. Борисова Ю.М.
С.Н. Золотухин
Канд .геол.-мин.н., доцент каф. СКОиФ им. Борисова Ю.М.
Чигарев А.Г.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-384
e-mail: a.tchigarev@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Professor of the Department SOIF them. Prof. Borisov Y. M.
Zolotukhin S.N.
D.Sc.(Geology), associate professor of the Department SOIF them. Prof. Borisov Y. M.
Tchigarev A.G.
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-384
e-mail: a.tchigarev@vgasu.vrn.ru

С.Н. Золотухин, А.Г. Чигарев

К ВОПРОСУ О ЦЕМЕНТАЦИИ ГРУНТОВ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КРУПНОТОННАЖНЫХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье приведены перспективы использования цементации грунтов в качестве основания автомобильных дорог. Для данной технологии возможно применение покровных суглинков и супесей, имеющих широкое распространение в Воронежской области. В качестве добавок используются отходы химической и металлургической промышленности. Цементирование грунтового основания позволяет ощутимо снизить стоимость строительства автомобильных дорог.

Ключевые слова: суглинки, супеси, цементация грунтов, шлаки металлургические, зола-унос, карбонатные отходы, фосфогипса дигидрат, технология.

TO THE QUESTION OF GROUTING OF SOILS IN THE VORONEZH REGION WITH THE USE OF LARGE-CAPACITY WASTE INDUSTRY

The paper discusses the prospects of the use of grouting of soils as a base for roads. This technology allows the application of a coating of loam and sandy loam, with a wide distribution in the Voronezh region. As additives used waste chemical and metallurgical industries. Cementation of the soil Foundation allows to reduce significantly the cost of construction of roads.

Keywords: loam, sandy loam, cementation of soils, metallurgical slags, fly ash, carbonate waste phosphogypsum dehydrate, technology.

В послании президента РФ федеральному собранию на 2015 год отмечена необходимость в увеличении объемов строительства автомобильных дорог с одновременным снижением их стоимости. Исследованиями с 30-х годов прошлого века доказано, что цементация супесей и суглинков с содержанием глинистых частиц не более 30%, число пластичности в интервале 0,02-0,17, содержание карбонатной части до 15% от общего объема, содержание солей до 2% дает ощутимый экономический эффект[1].

При расходе цемента 80-180 кг/м^3 грунтобетона в деле, прочность грунтобетонов из суглинков и супесей 10-20 МПа при морозостойкости 25-100 циклов. Поэтому цементацию грунтов целесообразно использовать при устройстве оснований автомобильных дорог.

Учитывая, что в южных районах Воронежской области нет жёстких требований по морозостойкости материалов, и исходя из данных требований к цементогрунтам и карты четвертичных отложений, можно сделать вывод, что на территории области достаточно мест для устройства оснований автомобильных дорог.

Наличие суглинков, которые занимают не менее 50% поверхности Воронежской области, находясь на небольших глубинах под почвенно-растительным слоем. Используя карту четвертичных отложений ЦЧР, можем выделить глинистые образования нескольких типов:

1)Среди нижнечетвертичных отложений наиболее развиты коричневые суглинки разных оттенков, почти сплошным одеялом одевающие водораздельные пространства, приводораздельные склоны и поверхности террас;

2)Среднечетвертичные отложения развиты шире, отличаются большим разнообразием. Представлены песками, серыми глинами с фауной, супесями и суглинками тёмно-бурых тонов, мощность отложений достигает 10-ти метров;

3)Верхнечетвертичные отложения распространены повсеместно, представлены бурыми суглинками. Отложения слагают склоны речных долин и надпойменные террасы. Мощность в отдельных местах достигает 20-ти метров.

4)Современные отложения представлены песками с галечником, глинами и суглинками. Данные отложения слагают пойменный аллювий речных долин, а также образования овражно-балочной сети.

В зависимости от минералогического состава глин и суглинков вместе с цементом вводятся следующие добавки: известь, металлургические шлаки, золы-унос, карбонатных отходов Россошанского хим.комбината, фосфогипса дигидрата Уваровского хим.комбината, Na_2SO_4, $CaCl_2$, NaOH, $MgSO_4$, K_2CO_3,известково-битумные пасты, битумные эмульсии, стабилизаторы глинистых грунтов LBS, жидкий битум, высокосмолистая нефть - в различных количествах, которые приведут к улучшению физических и химических характеристик грунтобетона. Например, введение в состав грунтобетона карбонатных отходов повышает его морозостойкость, а введение золы-уноса, золошлаков ТЭЦ и шлаков металлургических производств в размере 30-40 % по массе смеси, повышает предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии[2].

Технологии получения цементогрунтов малозатратны и отличаются простотой, и позволяет резко снизить стоимость строительства. Благодаря этим качествам широко применяют при строительстве автомобильных дорог в Омской области, Подмосковье, Украине, Казахстане для:

1.Устройства нижних и верхних слоев оснований на дорогах с интенсивным движением, где сооружаются покрытия капитального типа.

2.Устройства несущих слоев на местах с относительно малой интенсивностью движения.

3.Повышения прочности верхней части земляного полотна.

Ориентировочная стоимость укрепления автомобильных дорог от 1,2 млн. руб. до 1,8 млн. руб. за 1 км дороги шириной 6 м.

В лабораториях Воронежского ГАСУ сотрудниками, студентами и аспирантами кафедры строительных конструкций оснований и фундаментов им. Борисова Ю.М. совместно с кафедрой строительства автомобильных дорог в настоящее время ведутся масштабные исследования рецептуры и технологии устройства цементогрунтов[3].

Необходимо помнить, что получение составов цементогрунта с высокими показателями прочности и морозостойкости, необходимо учитывать возможное влияние состава и свойств добавляемых веществ, влияние, минералогического, химического гранулометрического составов грунтов, поэтому нет ни единого состава, ни единой технологии устройства грунтобетонов. Технология устройства земляного полотна из грунтобетонов требует более учащённой сетки инженерно-геологических изысканий, времени на подбор оптимальных составов, ре-

жимов укладки и уплотнения грунтобетонов, контроль за качеством устройства грунтобетонных дорог и корректировки технологии при изменении геологических условий по длине дороги должен осуществляться постоянно.

Выводы

В воронежской области имеется четыре отряда высокопроизводительной дорожно-строительной техники, включающих грейдеры, автоцистерны, ресайклеры, катки и передвижные грунтосмесительные установки. Использование одного такого отряда позволяет за одну смену проложить 1 км земельного полотна.

Однако лабораторно-инжиниринговое сопровождение имеющихся дорожно-строительных комплексов не является достаточным, что сказывается на качестве выполняемых работ. Поэтому необходимо объединение усилий строительных организаций с Воронежским ГАСУ. Такое объединение позволит не только снизить стоимость работ, но и улучшить качество цементации грунта.

Библиографический список

1. А.Н. Токин. Фундаменты из цементогрунта. М.: Стройиздат, 1984. – 184 с.

2. Золотухин С.Н. К вопросу о структурообразовании и технологии некоторых эффективных композиционных строительных материалов// Строительные материалы. - 1993. - №5 – С. 26-28.

3. Золотухин С.Н. Технический отчет об оценке качества уплотнения песчаного грунта и испытание сцементированных образцов грунта на объекте строительства актового зала по адресу Воронежская обл. с. Репьевка ул. Спортивная 11. – 43 с

References

1. Token A. N. Foundations of cementownia. M.: Stroiizdat, 1984. - 184 C.

2. Zolotukhin, S. N. To the question of the formation and the technology of some effective composite building materials/ Construction materials. - 1993. No. 5 - S. 26-28.

3. Zolotukhin, S. N. Technical report on the assessment of the quality of compaction of sandy soil and testing of cemented soil samples at the construction site of the Assembly hall at the address of the Voronezh region C. Replica street Sports 11. - 43 S.

УДК 691

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
Младший научный сотрудник В.О. Кузьмина
Россия, г. Воронеж, тел. +7(920) 446-22-66
e-mail: vk15011991@mail.ru

Military Educational Research Centre of Air Force « Air Force Academy after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»
Junior researcher V.O. Kuzmina
Russia, Voronezh, tel. +7(920) 446-22-66
e-mail: vk15011991@mail.ru

В.О. Кузьмина

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ГРАЖДАНСКОМ И ВОЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Статья содержит краткий обзор новейших достижений в области нанотехнологий строительных материалов, а также преимуществ внедрения наноматериалов. На основе работ авторов и анализа опубликованных материалов рассматриваются наноструктурированные и модифицированные наночастицами бетоны и строительные материалы, обладающие высокими эксплуатационными качествами.

Ключевые слова: нанотехнология, наночастица, размер зерен, нанопорошок, наноцемент, бетонополимер.

V.O. Kuzmina

CURRENT ISSUES OF IMPROVING THE MATERIALS USED IN THE CIVIL AND MILITARY CONSTRUCTION

This article contains an overview of the latest advances in nanotechnology building materials, as well as to the benefits of nanomaterials. Based on the work of the authors and analysis of published materials are considered nanostructured and nanoparticles modified concrete and building materials with high performance.

Keywords: nanotechnology, nanoparticles, grain size, nanopowder, nanotsement, betonopolimer.

В настоящее время в строительстве под нанотехнологиями понимают использование нанодобавок, то есть нанообъектов в виде специально синтезированных наночастиц, частиц наномасштаба с линейным размером менее 100 нм.

При производстве наномасштабных гетероструктур основные успехи достигнуты в изготовлении нульмерных (квантовые точки), одномерных (квантовые проволоки) и двухмерных (тонкие пленки) наноструктур. По прогнозам специалистов, нанотехнологии в области материаловедения должны привести к подлинной революции в XXI веке. Строительные материалы, имеющие наномасштабные трехмерные структурные элементы, обладают уникальными физико-механическими свойствами. Речь идет о совершенно новых качественных результатах для достижения долговечности и износостойкости материалов в гражданском и военном строительстве.

Физико-механические свойства нанокристаллических материалов существенно зависят от размера зерен. Рост прочности и твердости с уменьшением размера зерен обусловлен введением дополнительных границ зерен, которые являются препятствиями для движения дислокаций, а при наноразмерных зернах рост прочности обусловлен низкой плотностью существующих дислокаций и трудностью образования новых дислокаций. Микротвердость нанокристаллических материалов в 2—7 раз выше, чем твердость крупнозернистых аналогов, причем это не зависит от метода получения материала. В ряде работ наблюдали падение твердости с уменьшением размера зерна ниже некоторого критического размера, что связывают с увеличением доли тройных стыков границ зерен (рис.1).

Рис. Зависимость механических свойств от среднего размера зерна

Размер зерен, морфология и текстура могут меняться в зависимости от соответствующих параметров процесса получения наноматериалов. С уменьшением размера зерен объемная доля границ раздела значительно возрастает, они оказывают значительное влияние на свойства наноматериалов. Объемная доля тройных стыков значительно возрастает при размерах зерен менее 10 нм. С уменьшением размера зерна повышается прочность, в том числе с сохранением пластичности, проявляется эффект низкотемпературной и высокоскоростной сверхпластичности.

Одно из перспективных направлений нанотехнологий, которое приводит к уменьшению размера зерна материалов - создание нанопорошков, способных придавать материалам уникальные свойства. Например, широко используемый в электронике и оптике, диоксид кремния также широко применяется в обрабатывающей промышленности как абразив, краска и пластический наполнитель, покрытие и грунтовка для строительных материалов, а также как водоотталкивающее средство.

Нанотехнологии - это не просто новомодная тенденция, а вполне прагматичная, экономически и организационно реализуемая на практике возможность значительного улучшения свойств широкого спектра строительных материалов, в частности различных видов бетонов. Работы в области создания наноструктурированного бетона являются одними из самых перспективных направлений нанотехнологии строительных материалов.

В работе [1] приводятся данные по свойствам, особенностям строения и морфологии наноцементов и бетонов на их основе. При измельчении, совмещенном с механохимической активацией портландцемента в присутствии полимерного модификатора до оптимального уровня дисперсий 400-600 $м^2$/кг, портландцемент превращается в качественно новый продукт – наноцемент, характеризующийся наличием сплошной нанокапсулы на зернах цемента толщиной в несколько десятков нанометров из модифицированного полимерного вещества. По основным показателям – темпам твердения и прочности на сжатие и изгиб – все исследованные составы наноцементов превосходят базовый портландцемент по основным строительно-техническим свойствам, позволяя повысить класс цемента с 42,5-52,5 до 72,5-82,5. Особенно важным является

интенсивный набор прочности цементного камня на основе наноцементов в начальные сроки твердения в нормальных условиях. Так, наноцемент-55, имеющий в своем составе только 55% по массе модифицированного в наноцемент портландцемента в 2 сут. нормального твердения, показал в камне прочность на сжатие 49,3 МПа, а на изгиб 6,3 МПа. Полученные характеристики марочности наноцементов – наиболее высокие за всю историю мировой цементной промышленности.

Работа [2] посвящена модифицированию цементных бетонов нанодобавками синтетического цеолита, получению улучшенных эксплуатационных свойств цементных композитов за счет структурообразования цементного камня на наноуровне. Выявлены оптимальные дозировки нанодобавки в зависимости от водоцементного отношения: для бетонов невысоких марок по прочности дозировка находится в пределах от 0,05 до 0,1 % от массы цемента, а для бетонов более высоких марок по прочности до 0,05 %. Наблюдается прирост прочности цементных бетонов при введении нанодобавки синтетического цеолита в оптимальных дозировках на 20...40 % в марочном возрасте. Нанодобавки способствуют аморфизации гидросиликатов кальция и омоноличиванию структуры цементного камня. В результате в пределах сверхмалых дозировок (до 0,1 %) достигается прирост водонепроницаемости в 2...3 раза, улучшаются технологические свойства цементных смесей.

В работе [3] рассмотрена технология получения бетонополимеров. В ней реализуется идея улучшения свойств бетона на основе модифицирования пористости. Наибольшее распространение получила технология пропитки бетона мономером с последующей его полимеризацией в порах бетона. Резкое снижение общей пористости цементного камня, уплотнение структуры бетона в целом обусловливают повышение прочности, морозостойкости, стойкости в агрессивных средах и других характеристик бетона. Прочность бетонополимеров возрастает по сравнению с исходным бетоном в несколько раз

Выводы

На основании выполненного анализа направлений развития строительных технологий, просматривается прорывное направление работ по получению нового цементного материала. Несмотря на то, что нанотехнологии имеют огромный потенциал и, как говорят эксперты, кардинально изменят общество XXI века, ученые должны дать исчерпывающую оценку всем достижениям в этой области и определить, какое влияние они окажут на экосистему и, прежде всего, на здоровье человека.

Библиографический список

1. Бикбау, М.Я. Морфологические особенности, структура, свойства наноцементов и бетонов на их основе / М.Я. Бикбау // Технологии бетонов. - 2013. - № 12. - С. 26-32.

2. Хакимова, Э.Ш. Цементные бетоны с нанодобавками синтетического цеолита / Э.Ш Хакимова // Вестник ЮУрГУ. Сер. Строительство и архитектура. - 2008. - № 25. - С. 16-21.

3. Кузьмина, В.П. Разработка рационального состава и исследование свойств бетонополимера: дисс. канд.техн.наук: 05.23.05.- М., 1980.- 196 с.

References

1. Bikbaev, M.J. Morphological features, structure, properties nanotsementov and concrete on their basis / M.J. Bikbaev // Tehnologii concrete - 2013. - №12. - 26-32 sec.

2. Khakimova. E.S. Cement concrete with nanoadmixtures of synthetic zeolite / E.S. Khakimova // Bulletin of SUSU. Ser. Construction and architecture – 2008. – № 25. - 16-21 sec.

3. Kuzmina, V.P. Development of rational composition and study of the properties betonopolimera: diss. Candidate of Science: 05.23.05. - M., 1980. - 196 sec.

УДК 622.24

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Студентка магистратуры
О.С.Куликова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(909) 214 27 26
e-mail: alina_kollibri@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Master student
O.S. Kulikova
Russia, Voronezh, tel. +7(909) 214 27 26
e-mail: alina_kollibri@mail.ru

О.С. Куликова

ОБЛИЦОВОЧНЫЕ СТЕНОВЫЕ МАТИРЕАЛЫ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ИНФРАКРАСНОГО ОБОГРЕВА

Особенности применения инфракрасной системы обогрева заключаются в том что основную температуру помещения обеспечивают нагретые поверхности комнаты, такие как пол и стены (точнее поверхность которая соприкасается своей площадью с воздухом комнаты, и отдает свое тепло). В свою очередь нагреваются эти поверхности за счет лучевой энергии инфракрасного излучателя.

Ключевые слова: Инфракрасный спектр излучения, длинна волны, мощность излучения, поглощение энергии телом, теплообмен.

O.S. Kulikova

FACING WALL MATIREALY AS AN ELEMENT OF INFRA-RED HEATING

Features of the application of infrared heating system lies in the fact that the main room temperature provide hot surfaces of the room, such as floor and wall (or rather its surface which is in contact with the air space of the room, and its heat) . In turn, these surfaces are heated by infrared radiant energy emitter.

Keywords: infrared emission spectrum of wavelengths, the radiation power, energy absorption body heat.

Чем больше человечество расходует энергоресурсы планеты, тем больше начинает их ценить. И сегодня вопрос экономного использования топлива довольно популярен среди ученных, всего Мира. Огромная доля энергоресурсов планеты уходит на обогрев зданий. Поэтому, сейчас все больше набирают популярность экономные виды отопления зданий.

Одной из таких систем является инфракрасная система отопления. Принцип ее работы заключается в следующем:

Инфракрасный обогреватель излучает лучи, которые проникают в поверхность стен и пола, нагревая их. В свою очередь стены и пол отдают тепло в помещение, нагревая площадью соприкосновения воздух в комнате. Термостат контролирует температуру в помещении, в случае нагревания на воздуха до заданной температуры (20 градусов) Инфракрасный обогреватель выключается, а затем включится снова когда помещение остынет на пол градуса (задается термостатом).

Инфракрасные (ИК) лучи - это электромагнитное излучение, его сектор располагается в области между красным (видимым для людей) светом (длина волны 0,74 мкм) и коротковолновым радиоизлучение (1-2 мм). [1]

ИК обогревателем может стать любое нагретое тело. От температуры поверхности будет зависеть длинна инфракрасных волн, излучаемая поверхностью элемента.

Ик обогреватели различают

По типу длинные волны: [1]

-длинноволновые(50-1000 мкм)

-средневолновые (2,5-50 мкм)

-коротковолновые (0,74- 2,5 мкм)

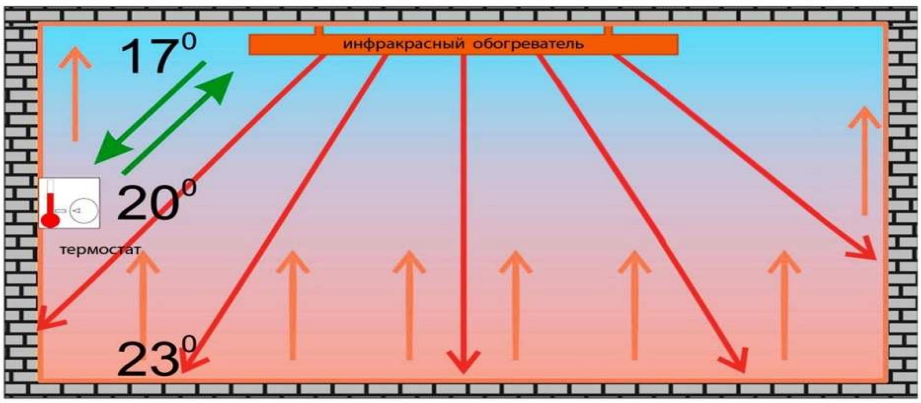


Рис. 1. Схема отопления инфракрасными лучами

Длина волны излучаемой телом зависит от его температуры - чем выше температура, тем короче волны и выше интенсивность излучения, а при невысокой температуре излучение нагретого твердого тела почти полностью расположено в инфракрасной области, поэтому данное тело кажется темным. Чем ниже температура, тем длиннее волны, которые излучаются предметом, смещаются в видимую часть спектра, поэтому цвет предмета от темно-красного может постепенно дойти до белого. [2]

Бывают:

а)Световые инфракрасные обогреватели(ламповые ИК обогреватели)

б)кварцевые обогреватели и/или карбоновые обогреватели,

с высокотемпературным ТЭНом (с открытым ТЭНом) с температурой 700С

в)Пленочный инфракрасный обогреватель (с длинной волны 8,8-9,5 мкм, что соответствует среднегодовой длинные волны Солнца) с удельной пиковой потребляемой мощностью 150, 200 или 400 Вт/м2.

а) б) в)

Рис. 2. Виды инфракрасных обогревателей.

Однако, важно понимать, что в инфракрасной системе отопления климат помещения создает не столько само излучение, сколько нагретые ним поверхности. Следовательно, стены и пол становятся обогревателями и обладая той или иной теплоемкостью разные материалы будут по-разному принимать и отдавать тепло обеспечивая нужный климат.

Во-первых, следует добиться полного устранения не запланированных потерь тепла.

Рассмотрим 2 варианта обогрева стены:

В обоих случаях стены имеют одинаковые условия: толщину, материал и прогрев, а так же удовлетворяют требования СНиПа по теплоизоляции.

В случае А стена выполнена без облицовывающего материала.

В случае Б стена имеет облицовку из отражающего изолона и гипсокартонного листа, причем гипсокартонный лист прилегает к стене не в плотную, а с некоторым расстоянием, воздушным зазором.

В первом случае инфракрасные лучи будут полностью проникать в стену на максимальную глубину, пока вся энергия не поглотится материалом стены. При этом наружные поверхности стены будут прогреваться до положительных температур.

Во втором случае ИК лучи будут проникать только на толщину облицовочного материала, а лучи прошедшие сквозь него будут отражаться от изолона и возвращаться в помещение. В данном варианте тепло аккумулятором будет выступать облицовочный материал, теплоотдача которого будет направлена большей частью в помещение (за счет воздушного зазора) и само тело гипсокартона, становясь ИК излучателем, (как любое нагретое тело [2]) будет направлять лучистую энергию в помещение, направление лучей только в объем помещения будет корректироваться отражением от изолона с одной стороны.

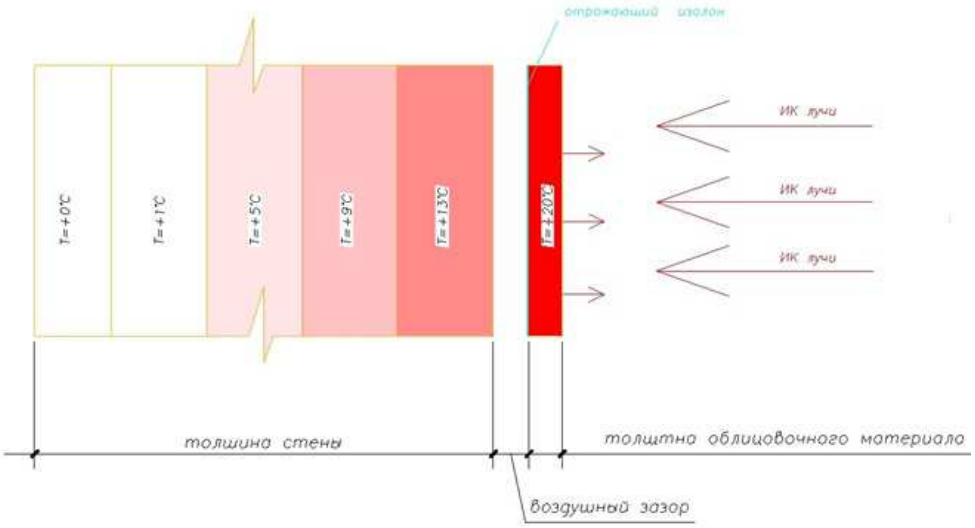


Рис. 3. Схема работы облицовочного материала стены, как элемента инфракрасной системы. (случай Б)

Следующим немало важным фактором в экономичной работе системы, является материал поглощающий ИК лучи. В данной ситуации важную роль будут играть теплоемкость материала, а также его коэффициенты поглощения и отражения.

Каждое тело не только излучает, но и поглощает лучистую энергию. Падающая энергия на тело делится на : поглощенную телом $E_{пог}$, отраженную $E_{отр}$ и энергию прошедшую сквозь тело $E_{пр}$.[3]

$$E_{пад} = E_{пог}+E_{от}+E_{пр} \quad (1)$$

Тело которое поглощает всю падающую на него энергию называют «Абсолютно черным», для остальных «серых» тел можно найти «степень черноты», которая характеризуется коэффициентами поглощения и отражения материала. [3]

$$E_{паг} = E_{пад} \cdot \alpha \qquad (2)$$

α - Коэффициент поглощения

Таблица 1.

Коэффициенты поглощения/излучения для различных строй. материалов

Материал	Коэффициент поглощения, α	Коэффициент излучения, ε	α/ε
Белая краска 0,43 мм на алюминии	0,20	0,91	0,22
Мрамор полированный	0,5…0,6	0,90	0,61
Бетон	0,60	0,88	0,68
Черный бархат	0,99	0,97	1,02

Производим расчет плотности потока по формуле, и определяем энергию которую материалы смогут поглощать.

Бела краска : $E_{паг} = 60 \cdot 0{,}2 = 12$ $(Вт/м^2)$

Мрамор полированный : $E_{паг} = 60 \cdot 0{,}55 = 33$ $(Вт/м^2)$

Бетон: $E_{паг} = 60 \cdot 0{,}6 = 38$ $(Вт/м^2)$

Черный бархат: $E_{паг} = 60 \cdot 0{,}99 = 59{,}4$ $(Вт/м^2)$

В качестве источника используем ИК пленки ПЛЭН. Температура прогрева 45°с.

Мощность излучения на 1м^2 пленки 60 Вт для жилых помещений (Челябенская обл) (площадь потолка закрыта на 100 %) [4]

Так нагретый тепло аккумулятор, становясь источником инфракрасного излучения, будет работать тем эффективней, чем больше сможет поглотить инфракрасной энергии, что в свою очередь зависит от коэффициента поглощения материала. Можно так же наблюдать зависимость поглощения от цвета материала, чем темнее материал, тем легче материал поглощает тепло.

Цвет - это качественная субъективная характеристика электромагнитного излучения оптического диапазона. Чёрный цвет — ахроматический цвет, отсутствие светового потока от объекта [5]. Световой поток - это электромагнитное излучение, находящееся в отличном от инфракрасного, диапазоне. Таким образом, можно прийти к выводу, что коэффициент поглощения ик лучей материалом тем выше, чем меньше присутствует в нем других электромагнитных излучений "перебивающих" его.

И последний фактор, играющий немало важную роль в энергоэффективности помещения, это площадь поверхности облицовочных материалов. Так как прогрев, этой поверхности происходит лучевым способом, то прогревается он равномерно, в не зависимости от формы и площади поверхности (важен только объем прогреваемого материала), в то время как теплоотдача материала, и как следствие нагревание внутреннего объема помещения, зависят от площади соприкосновения нагретого тела с воздушным пространством помещения.

Для примера возьмем 2 варианта формы облицовочной поверхности

1) В первом случае - поверхность облицовочного материала гладкая.

Перемножив высоту стены на 1метр погонный ширины стены получим площадь поверхности расчетного участка стены $S= h \times b = 3 \times 1 = 3$ м^2

2) Во втором случае - поверхность облицовочных поверхностей рифленая.

Перемножив высоту стены на 1метр погонный ширины стены получим площадь поверхности расчетного участка стены $S= h \times b_1 = 3 \times 2 = 6$ м^2

И так как площадь нагретой поверхности увеличилась в 2 раза, то отдавать тепло в помещение за счет теплоотдачи облицовка будет быстрей и эффективней.

Выводы

Система инфракрасного отопления один из наиболее популярных вариантов экономной альтернативы водяным теплоносителям, но что б добиться экономной работы системы важно учесть ряд ее особенностей, а именно:

1. Правильный выбор облицовочных материалов стен и пола по составу и цвету материала, обеспечивающий хорошее поглощение излучаемой инфракрасной энергии.
2. Необходимость предотвращение потерь тепла облицовочного материала через основные слои стены.
3. Обеспечение максимальной теплоотдачи нагретой поверхности облицовки в помещение.

Библиографический список

1. «Инфракрасный спектр» МГУ И.В. Колесник, Н.А. Саполетова М.2011 г.
2. «Инфракрасное излучение нагретых тел» М.А. Брамсон 1964 г.
3. Медицинская и биологическая физика: учебник А.Н. Ремизов.-4е изд. испр. 2012.
4. Руководство к созданию «Системы лучистого отопления «Домашнее солнце»» ООО Спецогнезащита.
5. «Излучение атомов вблизи материальных тел» Быкоа В.П., Шепелев, М 1986 г.

References

1. " IR " MSU IV Kolesnik, NA Sapoletova M.2011g .
2. " Infrared radiation from hot bodies " MA Bramson 1964.
3. Medical and Biological Physics : textbook AN Remizov. - 4th ed. Corr. 2012.
4. Guide to the creation of a " radiant heating systems " Home sun »»
5. " Emission of atoms near the material bodies " Bykoa VP, Shepelev TV, M 1986.

УДК 624.012.4

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого М.В. Новиков
Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого В.Н. Осипов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-54-21;
e-mail: skybright@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), associate professor of Dept. of designing buildings and constructions the name of N.V. Troitsk M.V. Novikov
Magistrate of Dept. of designing buildings and constructions the name of N.V. Troitsk V.N. Osipov
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-53-21
e-mail: skybright@mail.ru

М.В. Новиков, В.Н. Осипов

ПРИМЕНЕНИЕ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ

Представлено технико-экономическое обоснование эффективности использования легких пенобетонов в качестве теплоизоляционного слоя для ограждающих конструкций зданий и дан их сравнительный анализ с современными наиболее распространенными теплоэффективными материалами.

Ключевые слова: ячеистый бетон, газобетон, теплоизоляция, ограждающие конструкции, себестоимость.

M.V. Novikov, V.N. Osipov

USE OF CELLULAR CONCRETE OF LOW DENSITY IN THE PROTECTING DESIGNS

The feasibility study on efficiency of use of light foam concretes as a heat-insulation layer for the protecting designs of buildings is submitted and their comparative analysis with modern most widespread heateffective materials is given.

Keywords: cellular concrete, aerated concrete, insulation, external walls, cost.

Актуальной задачей современного строительства является повышение энергоэффективности зданий. Одним из способов решения данной задачи является применение эффективных утеплителей и пористых строительных материалов для ограждающих конструкций: минеральная вата, экструдированный пенополистирол, пенопласт, пеностекло, газосиликат, поризованный бетон [1,2], пенобетон и т.п. Наиболее перспективными на сегодняшний день, по нашему мнению, является ячеистые бетоны, в частности, низкоплотный монолитный теплоизоляционный пенобетон средней плотностью 100-250 кг/м^3. Этот строительный материал, помимо высоких теплозащитных и теплоаккумулирующих свойств, позволяет сократить расходы на транспорт и снизить время работы строительных подъемно-транспортных устройств, что в итоге приводит к существенному снижению себестоимости монолитного пенобетона.

В свете изложенного уместно сказать что, если технология производства автоклавных газосиликатов достаточно отработана, то с производством качественного пенобетона на протяжении долгого времени возникали сложности [3]. Прежде всего, это связано с тем, что для производства пенобетонов плотностью менее 600 кг/м^3 необходимы высокомарочные бездобавочные портландцементы ПЦ500-Д0 и ПЦ550-Д0. Причем важнейшей характеристикой является тонкость помола цементов [4]. Теоретические расчеты, проведенные Коломацким А.С. показали, что для производства пенобетонов марки D300 и ниже необходимы цементы с частицами вяжущего не более 30-50 мкм, что составляет от ¼ до ½ толщины межпоровых перегородок [5].

Традиционно пенобетон получают двумя способами: раздельным (двустадийный) и одностадийным. Так как одностадийный способ не обеспечивает должного качества пенобетона, преимущественно используется раздельный способ производства пенобетона. Без «ухищрений» данными способами удается получить пенобетоны плотностью 600 кг/м^3 и выше, для более легких пенобетонов эти способы не подходят.

В МИСИ им. В.В.Куйбышева (ныне МГСУ) в конце 80-х годов прошлого века был разработан новый метод, так называемый «обжатие-релаксация» [6]. Особенность этого метода состоит в том, что приготовление пенобетонной смеси производится под давлением – обжатие. Затем происходит расширение пенобетонной смеси до равновесного состояния с выравниванием давления до атмосферного – релаксация. Обжатие пенобетонной массы приводит к объединению соседних пор, равномерному распределению массы в объеме, снижению жесткости пеноструктуры, что позволяет в построечных условиях транспортировать пенобетонную смесь по трубопроводу к месту укладки.

В настоящее время на основе данного метода отработана технология монолитной укладки теплоизоляционного основания под кровли и полы из пенобетона средней плотностью 200-600 кг/м^3 прямо на стройплощадке. К примеру, данная технология реализована с помощью мобильного комплекса «Пенобетон МК2» производства ООО «Сотим» (г. Старый Оскол). Для ограждающих конструкций производятся пенобетонные блоки плотностью 150-250 кг/м^3, армированные микрофиброй с коэффициентом теплопроводности 0,05-0,06 Вт/(м·К) и прочностью на сжатие 4-20 кгс/см^2 (таблица 1).

Перспективным решением является применение крупноразмерных двухслойных ограждений, представляющих собой железобетонную или керамзитобетонную панель с приклеенным слоем легкого пенобетона, разработанных ООО «Сотим», г. Старый Оскол (см. рис.). Такие панели имеют ширину 600 мм, высоту этажа и крепятся к монолитным перекрытиям с наружной стороны здания, т.е. не ставятся на перекрытия. В результате чего освобождается площадь, занимаемая ограждающими конструкциями при обычном монолитном строительстве, а также полностью перекрываются монолитные перекрытия, исключая их промерзание.

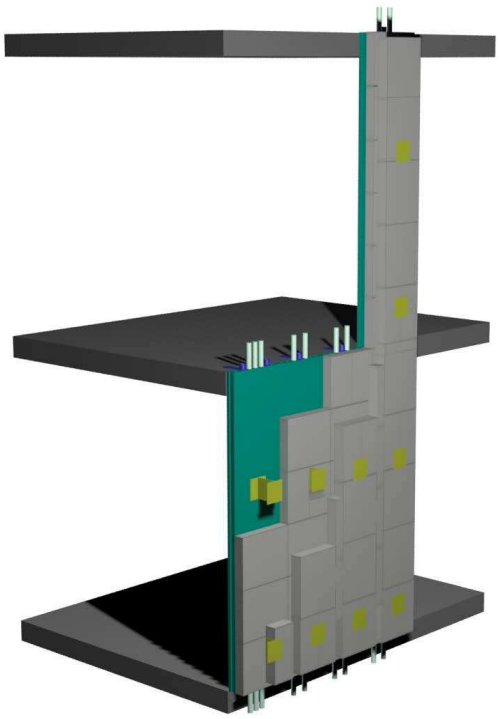


Рис. Схема двухслойных навесных панелей с теплоизоляционным слоем из легкого пенобетона

Таблица 1

Сравнительные характеристики современных теплоизоляционных материалов

Характеристика	Газосиликаты плотностью 500 кг/м^3	Эктрудированный пенополистирол	Минераловатные плиты плотностью 75-200кг/м^3	Пенобетоны плотностью 100-250 кг/м^3
Природа материала	Неорганический материал	Органический материал	Неорганический материал на органической связке	Неорганический материал
Плотность, кг/м^3	500	30-45	50-200	100-250
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·^{0}С	0,14	0,04-0,05	0,04-0,09	0,05-0,06
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,2	0,05	0,38-0,60	0,33-0,28
Прочность на сжатие, кгс/см^2	28-40	2-10	-	4-20
Огнестойкость конструкции с применением материала	Да	Нет	Нет	Да
Стабильность при эксплуатации (разрушение от времени)	В сухом состоянии время эксплуатации не ограничено	Через 5-10 лет наблюдается охрупчивание и разрушение материала	В сухом состоянии время эксплуатации ограничено (выдувается, осыпается, слеживается)	В сухом состоянии время эксплуатации не ограниченно

Технико-экономическое обоснование эффективности использования легких пенобетонов в качестве теплоизоляционного слоя для ограждающих конструкций зданий рассмотрим на следующем примере.

Согласно СП 50.12220.2012 «Тепловая защита зданий» нормируемое значение сопротивление теплопередаче наружных стен жилых зданий в г. Воронеже $Ro^{тр}$=2,9 (м^{2o}С)/Вт. Тогда, к примеру, для участка стены шириной 3,6 м и высотой 3,0 м с однокамерным стеклопакетом в одинарном переплете размером 1,8х1,5 м нормируемое значение сопротивления теплопередаче составит:

$$R_{ст}^{тр} = (R_0^{тр} \cdot (A_{ст} + A_{ок}) - R_0^{ок} \cdot A_{ок}) / A_{ст} = (2,9 \cdot (8,1 + 2,7) - 0,38 \cdot 2,7) / 8,1 = 3,74 \ м^2 \cdot {}^0C / Вт$$

Для ограждающих конструкций из автоклавных газобетонов марки D500 и выше допускается однослойная конструкция стен, для остальных представленных в таблице 1 материалов необходим конструкционный слой, например, газосиликатные блоки толщиной 200-300 мм, керамзитобетонные или шлакобетонные блоки толщиной 200 мм

Если учесть конструкционный слой, например, из керамзитобетона плотностью 1000 кг/м^3, толщиной 190 мм, внутреннюю штукатурку цементно-песчаным раствором 20 мм и коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружных поверхностей ограждения, то необходимое термическое сопротивление теплоизоляционного слоя получается Ro^t=2,97 м^{2o}С/Вт (для однослойного автоклавного газосиликата Ro^t =3,55 м^{2o}С/Вт).

Дальнейший расчет необходимой толщины теплоизоляции и себестоимости по вариантам конструктивных решений стен сведен в таблицу 2. Фасады в данном случае не рассматривались, так как в целом имеются равные возможности использования с представленными материалами навесных фасадных систем, лицевой кирпичной кладки и т.п.

Таблица 2

Технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов

Характеристика	Газосиликаты плотностью 500 кг/м^3	Эктрудированный пенополистирол	Минераловатные плиты плотностью 75-200 кг/м^3	Пенобетоны плотностью 100-250 кг/м^3
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·^{0}С	0,14	0,04	0,05	0,06
Необходимый Ro^t	3,55	2,97	2,97	2,97
Расчетная толщина материала, мм	497	119	149	178
Конструктивная толщина материала, мм	500	120	150	180
Кладка из керамзитобетонных блоков (цена 2100 руб./м^3), мм	-	190	190	190
Толщина стен, мм	500	310	340	370
Стоимость теплоизоляционного слоя без НДС, руб./м^3	3000	3400	2250	3000
Стоимость материалов стены, руб./м^2	1500	807	737	939
Стоимость работ по монтажу, руб./м^2	400	338	338	338
Итого себестоимость стены, руб./м^2	1900	1145	1075	1277

Как видно из таблицы 2, варианты с использованием пенополистирола и минеральной ваты, остаются экономически наиболее выгодными решениями при строительстве. Но при длительной эксплуатации здания (более 10 лет) данные материалы имеют склонность к разрушению, что может потребовать капитальный ремонт здания с разборкой фасада и заменой утеплителя. Кроме того, существуют проблемы с пожароопасностью и экологичностью данных материалов.

Однослойная стена из автоклавного газобетона дороже на 750 руб./м^2, а конструкция ограждения с использованием легких пенобетонов - на 130-200 руб./м^2 по сравнению с минватами и пенополистиролами. При этом долговечность ячеистых бетонов сопоставима со сроком службы зданий, а их огнестойкость и экологичность не вызывает сомнения.

Конструктивное решение стены с использованием легких пенобетонов выгоднее более чем на 550 руб./м^2 по отношению к стене из автоклавного газобетона. И эта разница в себестоимости будет увеличиваться при увеличении требований к значению сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

Основываясь на выше изложенном, можно сделать вывод о том, что применение низкоплотного пенобетона в ограждающих конструкциях зданий является не только практически оправданным, но также и экономически целесообразным.

Библиографический список

1. Чернышов, Е.М. Поризованные бетоны для конструкций малоэтажных теплоэффективных жилых домов / Е.М. Чернышов, Г.С. Славчева, М.В. Новиков // Вестник ЦРО РААСН. Вып. 11. – Тамбов–Воронеж, 2012. - С. 243-251.

2. Новиков, М.В. Оценка конструкционного потенциала поризованного бетона естественного твердения / М.В. Новиков, Г.С. Славчева, Е.М. Чернышов // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: матер. Всерос. науч.-техн. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 122-129.

3. Ружинский С. и др. Все о пенобетоне. – 2-е изд., улучшенное и дополн. – Спб, ООО «Строй Бетон», 2006, 630 с.: ил.

4. Шахова Л.Д., Рахимбаев Ш.М. и др. Роль цемента в технологии пенобетонов // Строительные материалы. – 2005. - №1. – С.42-44.

5. Коломацкий А.С. Процессы твердения цемента в пенобетоне // Вестник БГТУ им.Шухова «Пенобетон-2003». – 2003. - №4. – С.138-145.

6. Кобидзе Т.Е., Коровяков В.Ф. и др. Получение низкоплотного пенобетона для производства изделий и монолитного бетонирования // Строительные материалы. – 2004. - №10. С.56-58.

References

1. Chernyshov, E.M. Porizovannye concrete for designs of low heateffective houses / E.M. Chernyshov, G. S. Slavcheva, M. V. Novikov//TsRO RAASN Bulletin. Vyp. 11. – Tambov-Voronezh, 2012. - Page 243-251.

2. Novikov, M. V. Otsenka of the constructional potential of porizovanny concrete of natural curing / M. V. Novikov, G. S. Slavcheva, E.M. Chernyshov//Durability of construction materials, products and designs: mater. Всерос. науч. - техн. конф. – Saransk: Publishing house Mordov. un-that, 2014. – Page 122-129.

3. Ruzhinsky S., et al. All of the aerated concrete. - 2nd ed., Improved and expanded. - St. Petersburg, LLC "Concrete Structure", 2006, 630 p .: ill.

4. Shakhova LD, Rakhimbaev Sh.M. et al. The role of a cement foam concrete technology // Building Materials. - 2005. - №1. - S.42-44.

5. Kolomatsky AS Cement hardening processes in aerated concrete // Bulletin BGTU im.Shuhova "Foam-2003." - 2003. - №4. - S.138-145.

6. Kobidze TE, Korovyakov VF et al. Preparation of low-density foam for production of concrete and reinforced // Building materials. - 2004. - №10. S.56-58.

УДК 624.012.4

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого М.В. Новиков
Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого Н.И. Самородский
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-54-21; e-mail: novikov-2005@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), associate professor of Dept. of designing buildings and constructions the name of N.V. Troitsk M.V. Novikov
Magistrate of Dept. of designing buildings and constructions the name of N.V. Troitsk N.I. Samorodsky
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-53-21
e-mail: novikov-2005@mail.ru

М.В. Новиков, Н.И. Самородский

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕГО ДЛИТЕЛЬНОГО НАГРУЖЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРИЗОВАННОГО БЕТОНА

Представлены экспериментальные данные о влиянии длительного загружения на прочностные и деформативные свойства поризованных бетонов различных структурных модификаций в диапазоне средней плотности 1200-1600 кг/м^3.

Ключевые слова: поризованный бетон, длительное нагружение, средняя плотность, прочность, модуль упругости, трещинообразование, свойства.

M.V. Novikov, N.I. Samorodsky

INFLUENCE PRECEDED BY A LONG LOADING ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF FOAMED CONCRETE

Experimental data on the effect of long-term logging in on the strength and deformability properties of porous concrete of various structural modifications in the range of the average density of 1200-1600 kg/m^3.

Keywords: aerated concrete, prolonged loading, the average density, strength, elastic modulus, crack growth properties.

В области тяжелых и легких бетонов существует, и неоднократно подтверждалось явление повышения прочности бетона при сжатии в результате предварительного его испытания длительной нагрузкой. В частности, в исследованиях О.Я. Берга и Ю.Н. Хромца [1] наибольшее увеличение прочности под действием длительно приложенной нагрузки составляло 15 % и наблюдалось при относительном уровне σ/R_b = 0,40 близком к нижней границе образования микротрещин R^0_{crc}; в опытах А.И. Рожкова [2] – 20 % и соответствовало уровню напряжений R^v_{crc}, близкому к пределу длительного сопротивления бетона.

Эффект упрочнения бетона при его длительном сжатии наблюдался также в опытах А.И. Семенова [3], Израелита [4], С.В. Полякова и А.В. Черкашина [5], С.И. Корзуна [6], Г.С. Сахарова [7], О.П. Винокурова [8] и ряда других ученых. Увеличение модуля упругости было отмечено в исследованиях А.В. Яшина [9] на 13 %, Е.М. Бабича и А.Н. Макаренко [10] на 15 %, А.И. Семенова и С.И. Аржановского [3] на 15-18 %.

Отмеченное обстоятельство имеет особое значение для монолитного строительства зданий, поскольку по мере бетонирования происходит увеличение нагрузки на нижние слои бетона и одновременно идет процесс набора прочности. Управляя данным процессом можно добиться того, чтобы нагрузка от собственного веса в любой момент времени не создавала напряжений, влекущих развитие микроразрушений уже уложенного бетона.

В связи с указанным, определенный интерес представляло изучение влияния предшествующего длительного нагружения на механические свойства поризованного бетона, получаемого воздухововлечением при перемешивании в присутствии высокоэффективных поверхностно-активных добавок. Поризованный бетон конструкционного назначения может рассматриваться в строительстве как альтернатива легким бетонам на пористых заполнителях. Эффективность его применения, особенно в малоэтажном строительстве, определяется возможностью получения поризованного бетона в широком диапазоне средней плотности на одном и том же сырье и оборудовании, возведением с его использованием конструкций различного функционального назначения [11].

Объектом исследования в данной работе являлись центрально сжатые элементы из цементного поризованного бетона средней плотностью 1200-1600 кг/м^3 двух структурных модификаций: мелкозернистого, изготовленного с применением кварцевого песка естественной гранулометрии, и микрозернистого бетона, при получении которого применялась зола-унос ТЭЦ. Вяжущим материалом для изготовления опытных элементов служил портландцемент марки 500 ДО Белгородского цементного завода, ПАВ воздухововлекающего действия - «Пеностром». Одновременно проводились опыты на сжатых элементах из плотного бетона, рассматриваемого в качестве матричного материала для соответствующих видов поризованного бетона.

Влияние длительного нагружения изучалось на образцах-призмах размером 100×100×400 мм, загруженных в возрасте 28 суток длительной нагрузкой различной интенсивности: $0{,}15R_{bm}$, $0{,}3R_{bm}$, $0{,}45R_{bm}$, $0{,}6R_{bm}$, $0{,}75R_{bm}$. Испытания образцов длительной нагрузкой производились на рычажных установках. Через 270 суток образцы были полностью разгружены с разных уровней напряжений сжатия и доведены до разрушения в обычном прессе.

Одновременно с основными призмами, находившимися под нагрузкой различной интенсивности, испытывались на сжатие до разрушения ненагруженные призмы, которые хранились без нагрузки в идентичных температурно-влажностных условиях до момента испытания кратковременной нагрузкой. Кратковременные испытания образцов проводились на испытательных машинах ГМС-20 и УИМ-50.

Прочностные и деформативные характеристики сжатых элементов из поризованного и плотного бетона определялись по методике ГОСТ 24452-80. Измерение продольных и поперечных деформаций производилось электротензометрическим методом. Датчики сопротивления с базой измерения 50 мм наклеивались группами по 4 штуки на каждой из боковых граней призмы. Деформации датчиков измерялись и фиксировались цифровым тензометрическим мостом ЦТМ-5. Контроль за показаниями датчиков, а также центровка призм, осуществлялись по показаниям индикаторов часового типа с ценой деления 0,001 мм. Индикаторы крепились по центру каждой грани призмы с помощью специальных металлических рамок, обеспечивающих базу измерения 200 мм.

Для изучения структурных изменений поризованного бетона, обусловленных возникновением и развитием микротрещин сжатия, помимо электротензометрического метода, применялся ультразвуковой метод, основанный на использовании зависимости времени распространения ультразвуковых волн от плотности среды прозвучивания.

Средние по группам результаты кратковременных испытаний предварительно загруженных и выдержанных без нагрузки призм приведены в таблице и на рисунке.

Таблица

Результаты кратковременных испытаний бетона в возрасте 300 суток с учетом его предыстории

Вид бетона	Характеристика	Без нагрузки	При уровне длительной нагрузки				
			$0,15R_b$	$0,30R_b$	$0,45R_b$	$0,60R_b$	$0,75R_b$
Мелкозернистый поризованный марки D1200	R_b,МПа	6,8	6,8 1	7,75 1,14	7,5 1,1	7,95 1,17	7,0 1,03
	$E_b \cdot 10^3$, МПа	7,05	6,85 0,97	7,54 1,07	7,06 1	7,7 1,09	6,8 0,96
То же, D1400	R_b,МПа	12,8	12,4 0,97	14,1 1,1	14,0 1,09	13,2 1,03	11,8 0,92
	$E_b \cdot 10^3$, МПа	11,7	11,8 1,01	11,7 1	11,9 1,02	11,3 0,97	11,2 0,96
То же, D1600	R_b,МПа	18,3	18,8 1,03	20,5 1,12	18,5 1,01	20,1 1,1	17,9 0,98
	$E_b \cdot 10^3$, МПа	15,8	14,9 0,94	17,4 1,1	16,4 1,04	16,7 1,06	15,8 1
То же, плотный	R_b,МПа	40,2	-	41,8 1,04	-	-	-
	$E_b \cdot 10^3$, МПа	28,3	-	30,6 1,08	-	-	-
Микрозернистый поризованный марки D1200	R_b,МПа	9,5	9,9 1,04	10,4 1,09	11,4 1,2	10,3 1,08	9,3 0,98
	$E_b \cdot 10^3$, МПа	5,4	5,5 1,01	5,9 1,09	6,05 1,12	5,65 1,05	5,38 1
То же, D1400	R_b,МПа	16,4	15,8 0,96	17,4 1,06	18,0 1,1	15,9 0,97	15,9 0,97
	$E_b \cdot 10^3$, МПа	8,2	8,0 0,97	8,6 1,05	8,0 0,98	8,2 1	7,5 0,91
То же, D1600	R_b,МПа	23,8	23,8 1	26,2 1,1	25,9 1,09	23,1 0,97	21,7 0,91
	$E_b \cdot 10^3$, МПа	11,0	10,9 0,99	11,6 1,05	12,1 1,1	11,7 1,06	10,5 0,95
То же, плотный	R_b,МПа	26,3	-	28,9 1,1	-	-	-
	$E_b \cdot 10^3$, МПа	12,5	-	13,10 1,05	-	-	-

Под чертой отношение значений характеристик образцов предварительно загруженных длительной нагрузкой к выдержанным без нагрузки

Сопоставление данных о прочности и модуле упругости бетонных призм, находившихся под длительной нагрузкой различной интенсивности и ранее ненагружавшихся, позволяет утверждать, что при самом низком уровне напряжения ($0,15R_{bm}$) изменения величин указанных характеристик практически нет. При напряжениях (0,30-0,60) R_{bm} происходит наибольший прирост прочности и модуля упругости поризованного бетона, который для мелкозернистого бетона составил до 17 и 10 % соответственно, для микрозернистого – до 20 и 12 % и для плотных бетонов – до 10 и 8 %. Видимо, напряжения этой категории вызывают улучшение прочностных и деформативных

свойств поризованного бетона во времени, так как не провоцируют микроразрушений в его структуре, а пики вторичного поля внутренних напряжений релаксируют за счет ползучести. При напряжениях 0,75 R_{bm} для мелкозернистого и при 0,60 R_{bm} для микрозернистого бетона происходит снижение R_b и E_b, очевидно, из-за интенсивного накопления дефектов в структуре бетона, что подтверждает и нелинейный характер деформаций ползучести [12].

Таким образом, в экспериментах было выявлено увеличение прочности и модуля упругости поризованного бетона под действием длительно приложенной нагрузки, хотя и зависело от ее относительного уровня. Эта зависимость определяется взаимосвязью между происходящими во времени изменениями свойств поризованного бетона и развитием микроразрушений в его структуре.

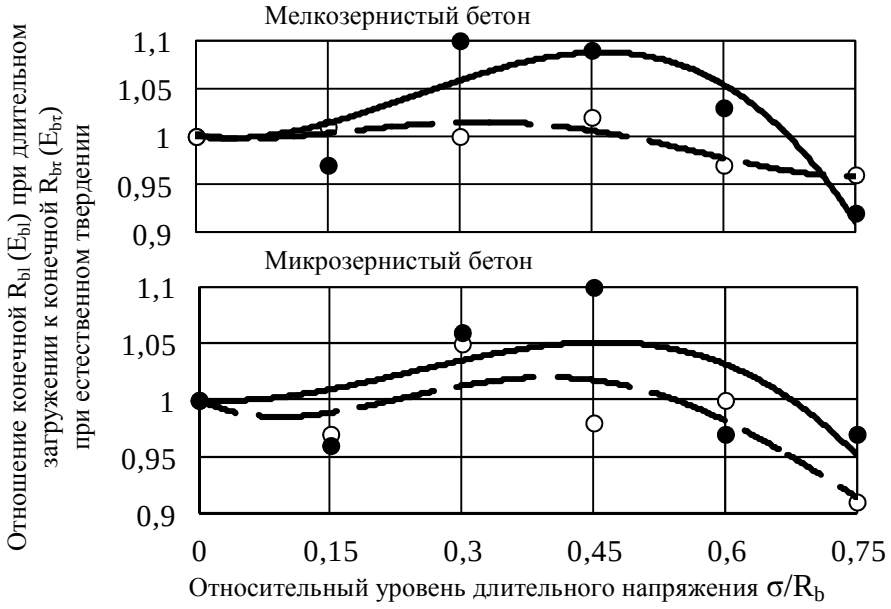


Рис. Изменение прочности и модуля упругости поризованного бетона в зависимости от интенсивности длительного загружения (на примере марки D1400):
- - -o- - - Модуль упругости; -----•----- Прочность

Выводы

Проведенными экспериментальными исследованиями выявлен эффект упрочнения поризованного бетона под действием длительно действующей нагрузки, не превышающей границу R^{v}_{crc} (или область линейной ползучести). Учет данного эффекта при разработке проекта производства работ гарантирует отсутствие развития микроразрушений в бетоне и более интенсивный набор прочности во времени по сравнению с естественным тведением без нагрузки. Это позволит надежно и экономично проектировать конструкции из поризованного бетона, и как следствие, приведет к повышению технического уровня монолитного строительства.

Библиографический список

1. Берг, О.Я. Влияние длительного загружения на прочностные и деформативные свойства бетона / О.Я. Берг, Ю.Н. Хромец // Исследования прочности и долговечности бетона транспортных сооружений: сб. трудов ЦНИИС. – М.: Стройиздат, 1966. – Вып. 6.

2. Рожков, А.И. Экспериментальное изучение ползучести высокопрочного бетона / А.И. Рожков // Длительные деформативные процессы в бетонных и железобетонных конструкциях: мат-лы конф. мол. спец. под ред. С.В. Александровского. - М.: Стройиздат, 1970. – С.45-53.

3. Семенов, А.И. Влияние длительного обжатия бетона на его прочностные и деформативные свойства / А.И. Семенов, С.И. Аржановский // Бетон и железобетон. – 1972. - № 12. – С. 34-37.

4. Израелит, М.М. Исследование физического процесса разрушения высокопрочного легкого бетона / М.М. Израелит, Г.С. Галузо // Бетон и железобетон. – 1967. - № 3.

5. Поляков, С.В. Ползучесть силикатного бетона при центральном и внецентренном приложении сжимающих нагрузок / С.В. Поляков, А.В. Черкашин // Бетон и железобетон. – 1965. - № 3. – С. 36-40.

6. Корзун, С.И. Экспериментальное исследование усадки и ползучести аглопоритобетона / С.И. Корзун // Бетон и железобетон. – 1966. - № 2. –С. 29-32.

7. Сахаров, Г.С. Сравнительная оценка надежности газобетона разных видов и структуры / Г.С. Сахаров, Б.Н. Виноградов, С.В. Кропивницкий // Бетон и железобетон. – 1987. - № 3. – С. 6-8.

8. Винокуров, О.П. Физико-механические свойства неавтоклавных ячеистых бетонов / О.П. Винокуров, Б.П. Филиппов, Р.Л. Серых, А.Д. Перфильев, А.М. Крохин // Бетон и железобетон. – 1989. - № 1. – С. 14-16.

9. Яшин, А.В. Деформации бетона под длительным воздействием высоких напряжений и его длительное сопротивление при сжатии // Особенности деформаций бетона и железобетона и использование ЭВМ для оценки их влияния на поведение конструкций. – М.: Стройиздат, 1969. – С. 38-76.

10. Бабич, Е.М. Экспериментальное исследование изменения модуля упругости бетонных образцов при различной интенсивности сжимающих нагрузок / Е.М. Бабич, Л.П. Макаренко // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1967. - №3.

11. Чернышов, Е.М. Поризованные бетоны для конструкций малоэтажных теплоэффективных жилых домов / Е.М. Чернышов, Г.С. Славчева, М.В. Новиков // Вестник ЦРО РААСН. Вып. 11. – Тамбов–Воронеж, 2012. - С. 243-251.

12. Новиков, М.В. Закономерности ползучести сжатых элементов монолитных конструкций из поризованного бетона: автореф. дис. … канд. техн. наук. Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2010. – 23 с.

References

1. Berg, OJ Influence of long downloaded in strength and deformation properties of concrete / OJ Berg, JN Hromets // Studies strength and durability of concrete structures of transport: Sat. CNIIS works. - M .: Stroyizdat, 1966. - Vol. 6.

2. Rozhkov, AI Experimental study of high-strength concrete creep / AI Rozhkov // Long deformability processes in concrete and reinforced concrete structures: Materials of Conf. they say. spec. Ed. SV The Alexander. - M .: Stroyizdat, 1970. - S.45-53.

3. Semenov, AI Influence of prolonged compression of concrete on its strength and deformation properties / AI Semenov, SI Arzhanovsky // Concrete and reinforced concrete. - 1972. - № 12. - S. 34-37.

4. Israel, MM The study of the physical destruction process high-strength lightweight concrete / MM Israel, GS Galuzo // Concrete and reinforced concrete. - 1967. - № 3.

5. Polyakov, SV Creep silicate concrete in the central and eccentric compressive loads application / SV Polyakov, AV Tcherkashin // Concrete and reinforced concrete. - 1965. - № 3. - S. 36-40.

6. Korzun, SI Experimental study of shrinkage and creep agloporitobetona / SI Korzun // Concrete and reinforced concrete. - 1966. - № 2. C. 29-32.

7. Sakharov, GS Comparative evaluation of the reliability of different types of aerated concrete and structure / GS Sugars, BN Vinogradov, SV Kropyvnytskyi // Concrete and reinforced concrete. - 1987. - № 3. - S. 6-8.

8. Vinokourov, OP Physical and mechanical properties of porous concrete neavtoklavnyh / OP Vinokurov, BP Filippov, RL Gray, AD Perfil'ev AM Krokhin // Concrete and reinforced concrete. - 1989. - № 1. - S. 14-16.

9. Yashin, AV Deformation of concrete under prolonged exposure to high stress and its long-term resistance to compressive deformation // Features of concrete and reinforced concrete and the use of computers to assess their impact on the behavior of structures. - M .: Stroyizdat, 1969. - P. 38-76.

10. Babich, EM Experimental study of changes in the modulus of elasticity of concrete samples with varying intensity compressive loads / EM Babich, LP Makarenko // Proceedings of the universities. Construction and architecture. - 1967. - №3.

11. Chernyshev, EM Porous concrete for construction of low-rise residential buildings teploehffektivnyh / EM Chernyshev, GS Slavcheva, MV Novikov // Bulletin EDC RAASN. Vol. 11. - Tambov, Voronezh, 2012. - S. 243-251.

12. Novikov, MV Laws of compressed elements creep of monolithic structures of porous concrete: author. dis. ... cand. tehn. ыciences. Voronezh. state. arh.-building. Univ. - Voronezh, 2010. – 23 p.

УДК 691.618.8:69.059

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений М.В. Телкова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-23-77-03

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Undergraduate of designing of buildings and constructions faculty M. V. Telkova
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-23-77-03

М.В. Телкова

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

В статье рассмотрены главные особенности экологичных утеплителей с учетом, приведены основные факторы исследования их особенностей. Выбор типа утеплителя.

Ключевые слова: исследование видов утеплителей, утеплитель из эковаты, утеплитель из стекловолокна, утеплитель из хлопка, утеплитель из напыляемого пенополиуретана.

M.V. Telkova

ANALYSIS OF ECOLOGICAL INSULATION USED IN THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS

The article describes the main features of eco-friendly insulation in view, are the main factors study their characteristics. Select the type of insulation.

Keywords: research types of heaters, insulation of ecowool, insulation fiberglass, insulation cotton, Insulation of sprayed polyurethane foam.

Анализ экологичности используемых утеплителей при реконструкции зданий.

Теплоизоляция с помощью утеплителей помогает снизить энергопотребление дома, но профессионалы рынка утеплителей смотрят не только на значения теплоизоляции утеплителей, но и оценивают негативное влияние на здоровье человека и на микроклимат в доме после установки утеплителей. В настоящее время четыре типа утеплителей признаются наиболее безопасными для здоровья человека:

- утеплители из стекловолокна;
- утеплители из напыляемого пенополиуретана;
- эковата из макулатуры;
- утеплители из хлопка.

Популярные утеплители из пенополистирола и базальтового волокна не являются экологически безопасными. Пенополистерол выделяет стирол, а плиты из базальтового волокна выделяют формальдегид. Оба эти вещества являются признанными канцерогенами.

Итак, рассмотрим подробнее плюсы и минусы экологически чистых утеплителей.

Утеплитель из стекловолокна (стекловата)

На отечественном рынке утеплители из стекловолокна представлены в основном двумя торговыми марками: Изовер и Урса. Все стекловолоконные утеплители, как правило, сделаны из кварцевого песка и содержат от 20% ДО 40% переработанного вторичного стекла. В качестве связующего волокон в утеплителе из стекловаты используется незначительное (безопасное по утверждннию производителей) количество формальдегида и акриловых или органических связующих. Количество формальдегида в таком утеплителе безусловно меньше, чем в плитах утеплителя из базальтового волокна.

Однако, утеплитель из стекловолокна имеет ряд существенных недостатков. Если утеплитель не покрыт фабрично мембраной или фольгой и его приходится резать, то при установке такого утеплителя уровень загрязненности атмосферы в помещении стекловолокнами привышает все нормы. Также при плохой изоляции стекловолокна утеплителя могут попадать в атмосферу помещения после установки. Однако доказано, что попадание свекловолокон в дыхательные пути не имеет концерогенного эффекта и способно лишь вызвать раздражение верхних дыхательных путей. К техническим недостаткам утеплителей из стекловолокна относятся их гигроскопичность, способность оседать со временем, неспособность сдерживать огонь.

Утеплитель из напыляемого пенополиуретана

Застывая пена из полеуретана является экологически чистым материалом, в котором в роли пенообразователя выступает обыкновенная вода. Продукт имеет ряд существенных приимуществ по сравнению со стекловолокном. За счет отсутствия щелей в слое покрытия теплоизоляция улучшаеьтся в 1.5 раза по сравнению со стекловолоконным утеплителем. Также применение пенополиуретанового утеплителя позволяет снизить появление конденсата и существенно снижает конвективные потоки. Слой пенополиуретанового утеплителя является отличной паро- и водо- изоляцией.

Однако в процессе нанесения утеплителя гидрофтороуглеводы, полиуретан – что может оказывать воздействие и на человека и на окружающую среду. К недостаткам утеплителя при неправильном применении на деревянных конструкциях можно отнести его изолирующие свойства: дерево, «запечатанное» утеплителем из пены быстро сгнивает. Также следует помнить. Что пенополеуретан горит почти так же как и бензин, а продукты его горения чрезвычайно токсичны.

Утеплитель из эковаты

Утеплитель из эковаты состоит из древесной целлюлозы. Кроме бумаги, некоторые виды целлюлозных утеплителей производятся из гранулированной пробки или соломы, хотя наиболее распростаненным является содержание в утеплителе переработыных газет. Отходы. Оставшиеся в процессе установки утеплителя можно использовать повторно. Сам процесс монтажа является менее трудоемким и вызывает меньше загрязнения окружающей среды. Так как органическое основание эковаты легко воспламеняется, целлюлозе добавляют антипирены, такие как борат сульфат аммония. Эти вещества могут вызвать вред только при поподании внутрь организма, поэтому в целях безопасности при монтаже следует носить респиратор.

К недостаткам эковаты относится ее высокое влагопоглащение: со временем эковата набирает влагу и ее теплопроводимость повышается. Также целлюлоза эковаты может гнить и плесневеть при постоянном увлажнении утеплителя. Эковата является горючим утеплителем.

Утеплитель из хлопка

Утеплитель из хлопка является одним из самых экологически чистых, так как производится из переработанных хлопковых изделий. Этот утеплитель можно использовать без применения защитных средств. Данный утеплитель обладает лучшими шумогасящими свойствами – поэтому его используют при шумоизоляции домашних кинотеатров. Хлопок также является горючим утеплителе, поэтому к нему добавляют те же присадки, что и в эковату однако хлопковый утеплитель трудно резать и установка его занимает больше времени, чем другие виды утеплителей.

Библиографический список

1. Лазарев А. Г. Архитектура, строительство, дизайн. Ростов-на-дону, «Феникс». 2007.

References

1. Lazarev A. G. Architecture, construction, design. Rostov-na-Dony, "Phoenix". 2007.

УДК 691.316

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, профессор кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций А.В. Уколова
Канд. техн. наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций А.Е. Турченко
Россия, г Воронеж, тел 8(373)2-71-52-35
e-mail: allaevgen@mail.ru
Студент группы 241 б специальности производство строительных материалов изделий и конструкций С. С. Лисунов

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
A.V.Ukolova cand. of techn. science, professor of the chair of materials and technology of building materials and construction
A.E. Turchenko cand. of techn. science, associate professor of the chair of materials and technology of building materials and construction
Russia, г Voronezh, ph.+ 7 (473)2- 71-53-35
S.S. Lisunov student group 241 b specialty manufacture of building materials, products and designs

А.В. Уколова, А.Е. Турченко, С.С. Лисунов

ЭФФЕКТИВНЫЙ МОДИФИЦИРУЮЩИЙ КОМПОНЕНТ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО ВЯЖУЩЕГО

Статья посвящена теоретическим и практическим исследованиям условий улучшения свойств шлакощелочного вяжущего, с целью его применения для высокопрочных, долговечных бетонов. Определены рациональные составы шлакощелочного вяжущего и мелкозернистого бетона на его основе с эффективным модификатором, обеспечивающим увеличение прочностных свойств композиционного материала и стабилизацию их во времени.

Ключевые слова: модификатор, шлакощелочное вяжущее, микрокремнезём, структура, прочностные свойства, бетон.

A.V.Ukolova, A.E. Turchenko, S.S. Lisunov

THE EFFECTIVE MODIFYING COMPONENT OF SHLAKOSHCHELOCHNY KNITTING

Article is devoted to theoretical and practical researches of possibility of conditions of improvement of properties of shlakoshchelochny knitting that allows to use it when receiving high-strength, durable concrete. Rational compositions of the shlakoshchelochny knitting and fine-grained concrete on its basis with the effective modifier providing increase in strength properties of composite material and their stabilization in time are defined.

Keywords: the modifier, shlakoshchelochny knitting, microsilicon dioxide, structure, strength properties, concrete.

Расширение потребности строительной индустрии не удовлетворяются существующим объемом производства портландцемента и требуют изыскания новых источников

восполнения его дефицита. Мощным резервом расширения объемов производства вяжущих веществ, как показала мировая практика, могут стать шлакощелочные вяжущие. Они зарекомендовали себя экологически эффективными материалами, по многим свойствам, превосходящим традиционные вяжущие вещества.

Анализ работ в области химической технологии получения шлакощелочных материалов показывает, что основные параметры, предопределяющие синтез прочности искусственного камня, в значительной степени зависят от характеристик применяемого сырья, вида и количества щелочного компонента, добавок, условий гидратации и твердения. Влияние указанных факторов на долговечность шлакощелочных материалов неоднозначно и требует детального исследования.

На основании анализа литературных данных о структуре ионообменных характеристик природных цеолитов можно сделать вывод, о возможности формирования в шлакощелочных системах водостойких и атмосферостойких высоко кремнезёмистых цеолитов Na_2O x Al_2O_3 x $nSiO_2$ x mH_2O [1]. Они обладают высокой ионообменной способностью, что обуславливает процессы вытеснения межплоскостной воды в их полостях ионами Na^+, K^+, SO_4^{2-} [1]. Это приводит к формированию в составе продуктов твердения, дополнительных структурообразующих новообразований, обеспечивающих повышение атмосферостойкости и долговечности бетона. В структуре этих новообразований формируется каркасная структура, в которой атомы алюминия находятся в октаэдрической устойчивой координации, по сравнению с тетраэдрической, что повышает жесткость цементного шлакощелочного камня со стабильными прочностными свойствами.

В работе была поставлена задача увеличения предела прочности при изгибе шлакощелочного цементного камня. Практическое решение поставленной задачи может быть достигнуто за счет применения структурообразующих активных добавок.

В качестве сырьевых материалов использовались гранулированный шлак Липецкого металлургического комбината с коэффициентом основности 1,1 – 1,2. В качестве щелочного компонента применено жидкое натриевое стекло (р=1229 кг/м^3). В качестве модифицирующей добавки применен микрокремнезем – побочный продукт Липецкого металлургического комбината. Это ультрадисперсный материал, состоящий из частиц сферической формы, полученный в процессе газоочистки печей при производстве кпемнийсодержащих сплавов. Основным компонентом материала является диоксид кремния аморфной модификации. Средний размер частиц составляет 0,1 – 0,2 микрон, что в 50 – 100 раз меньше частиц цемента и золы. Их удельная площадь поверхности составляет от 13000 до 25000 м^2/кг. Как и все пуццолановые материалы микрокремнезем вступает в реакцию с $Ca(OH)_2$, образующимся при гидратации активных шлаковых минералов, с образованием вяжущих соединений. Реакционноспособные сферические частицы микрокремнезема окружают активные центры гидратирующего материала, уплотняя раствор вяжущего, заполняя поры прочными продуктами гидратации и улучшая сцепление с заполнителями при изготовлении бетонов [2].

Осуществлялось пассивное планирование эксперимента. Оно позволило установить рациональные границы варьирования изучаемого фактора. Изготавливались бетонные образцы размером 4 х 4 х 16 см в лабораторных условиях. Шлакощелочная смесь приготавливалась в турбинном смесителе, что обеспечивало получение однородной массы. Подвижность раствора по Суттарду составляла 28 – 30 см. Тепло влажностная обработка (ТВО) проводилась при температуре изотермической выдержки 90 ºС по режиму (3+6+3) часа. После ТВО образцы выдерживались сутки в естественных условиях и испытывались на изгиб и сжатие. Результаты экспериментов обрабатывались методами математической статистики. Доверительные интервалы оценок полученных показателей определялись на основании результатов испытания малых выборок с использованием распределения Стьюдента с надежностью 0,95. Результаты испытаний представлены в таблице.

Результаты исследования свидетельствуют, что наибольшая прочность у образцов, в состав которых введено 3 % микрокремнезем. Прочность при сжатии увеличилась на 17 %, а при изгибе в 5 раз. Разрушение образцов при сжатии у первого состава (без микрокремнезема) было взрывное, а у образцов с микрокремнеземом (3 %) – плавное разрушение с пластической деформацией. Образцы рационального состава при длительном хранении в естественных условиях (один год) не имели видимых трещин, а в образцах первого состава они наблюдались.

Таблица

Результаты физико-механических испытаний образцов, из полученного вяжущего

№ серии	Расход материалов, %			Средняя плотность, кг/м^3	Предел прочности при изгибе, $R_{изг}$, МПа	Предел прочно-сти при сжатии, $R_{сж}$, МПа	Коэффициент $R_{изг}/R_{сж}$	Коэффициент конструктивного качества
	Шлак	Микро-кремнезем	Р/Ш					
1	100	-	0,42	1978	3,3	43,2	0,08	108
2	100	2	0,29	1998	11,0	49,6	0,22	125
3	100	3	0,29	2112	16,5	50,4	0,33	126
4	100	5	0,47	1882	3,3	21,2	0,16	59
5	100	7	0,53	1931	2,3	12,8	0,18	34

Выводы

1. Получен в лабораторных условиях шлакощелочной мелкозернистый бетон на жидком стекле состава: шлак - 20 %, песок – 75 % и микрокремнезем – 3 % сверх 100 % марки 600, с плотностью 2200 кг/м^3. При этом, модификатор микрокремнезем (3 %) может обеспечивать эффект стабилизации прочностных характеристик, получаемого искусственного камня.

2. В работе показана эффективность применения модификатора – микрокремнезема в составе шлакощелочного вяжущего для мелкозернистого бетона. Это вяжущее способствует стабилизации свойств во времени, что обеспечивает получение долговечных шлакощелочных бетонов высоких марок. Их применение в технологии бетона, значительно расширяет диапазон характеристик строительных изделий, при этом увеличивается разнообразие сырьевой базы.

Библиографический список

1. Уколова А.В., Дедова Ю.С. Комплексный модификатор в шлакощелочном вяжущем. Научн. вестник Воронеж. гос. арх.–строит. ун-т. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. Выпуск №2 (7) Воронеж, 2013, - С.46 - 48.

2. Гончарова М.А. Системы твердения и строительные композиты на основе конверторных шлаков: монография. Воронеж. гос. арх.–строит. ун-т.– Воронеж, 2012, - 135 с.

References

1. Ukolova A.V., Grandfather Y.S. Complex modifier shlakoshchelochnyh knitting. Scientific gazette Voronezh. state. arh.- builds. Univ. Series: Physical and chemical problems and high technology of building materials. Issue №2 (7) Voronezh, 2013 - P.46 - 48.

2. Goncharova M.A. System hardening and building composites based on the converter slag: monograph. Voronezh. state. arh. - building. Univ. - Voronezh, 2012 - 135 p.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 727.1:69.059.38

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий и сооружений Л.И. Гулак
Студенты факультета среднего профессионального образования К.В. Турбина, Н.С. Степанова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(900) 302-50-24
e-mail: cris.turbina@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Professor in the Department of design of buildings and structures L.I. Gulak
Students of the faculty of secondary vocational education K.V. Turbina, N.S. Stepanova
Russia, Voronezh, tel. +7 (900) 302-50-24
e-mail: cris.turbina@mail.ru

Л.И. Гулак, К.В. Турбина, Н.С. Степанова

АРХИТЕКТУРНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ В РАЗЛИЧНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ПЕРИОДЫ И ЗАДАЧИ ПО ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

Рассмотрены объемно-планировочные и конструктивные решения школ различных период застройки и выявлены задачи по реконструкции существующих и проектирование новых школ.

Ключевые слова: реконструкция, период застройки, объемно-планировочные, конструктивные решения.

L.I. Gulak, K.V. Turbina, N.S. Stepanova

ARCHITECTURAL AND STRUCTURAL FEATURES OF SCHOOL BUILDINGS IN DIFFERENT TIME PERIODS AND TASKS ON RECONSTRUCTION

Considered space planning and design solutions of various schools construction period and identified tasks for the renovation of existing and design of new schools.

Keywords: reconstruction, the period of building, space planning, design decisions.

В нашей стране проблемы школьного строительства всегда рассматривались как вопросы государственной, общенародной знаменитости, но особенно остро задачи, связанные с необходимостью модернизации общеобразовательной школы, встали именно сейчас – во время коренных преобразований и реформ в сфере образования.

Сейчас можно сказать о том, что в период развала Советского Союза и в первые два десятилетия перестройки общества государством не выделялись средства на строительство новых школ. До сих пор под образовательные учреждения используются здания, построенные в 50-ые, 60-ые, 70-ые, 80-ые годы прошлого столетия и даже довоенные постройки (рис.1).

Рис. 1. Здания школ советской застройки

Понятно, что учебный процесс, проходящий в зданиях советской застройки, не может отвечать требованиям, предъявляемым в наше время современными архитектурно-планировочными, пожарными и санитарно-техническими нормами к данному виду объекта строительства и эксплуатации.

В настоящее время в связи с демографическим ростом населения и детей школьного возраста приводит к необходимости увеличения заказов на проектирование и строительство, а также реконструкцию существующих школ различных периодов застройки.

На данный момент огромное количество школ в нашей стране находятся в состоянии непригодном к проведению учебного процесса. Неудовлетворительное санитарное, а подчас аварийное состояние школьных зданий требует проведения неотложного капитального ремонта. В школах неисправны или отсутствуют системы пожарной сигнализации, нет первичных средств пожаротушения, на окна поставлены «глухие» металлические решетки.

Необходимость реконструкции школ возникает в связи с их моральным или физическим износом. Моральный износ школ обусловлен функциональным старением зданий и связан, прежде всего, с изменением социально-педагогических требований к школам и демографических условий их комплектования. Физический износ проявляется в снижении конструктивными элементами зданий в процессе их эксплуатации первоначальных технических свойств (прочности, долговечности, изоляционной способности и пр.).

Проведены исследование объемно-планировочного и конструктивного решения школ различных периодов застройки показало, что при условном разделении можно выделить периоды строительства: 1935 – 1939, 1952 – 1957, 1957 – 1960 года.

И было рассмотрено, как изменялись и прогрессировали архитектурные и планировочные особенности в разные периоды.

Здания 1935 – 1939 года

Здания строились 4-х этажные с подвалом под частью здания со скатной кровлей. Планировочное решение – коридорного типа, с двумя лестничными клетками на всю высоту здания. Коридор с естественным освещением выходит на дворовый фасад. Актовый зал располагается на четвертом (последнем) этаже (Н=5,5м). Для размещения спортивного зала устроена одноэтажная цокольная часть здания со вторым светом и высотой потолков 5 (5,5) м.

Конструктивные особенности:

1) Конструктивная схема здания – стеновая, бескаркасная, двухпролетная с продольными несущими и поперечными несущими стенами.
2) Фундаменты – ленточные кирпичные с нижней частью из бута или полностью бутовые (рис.2).

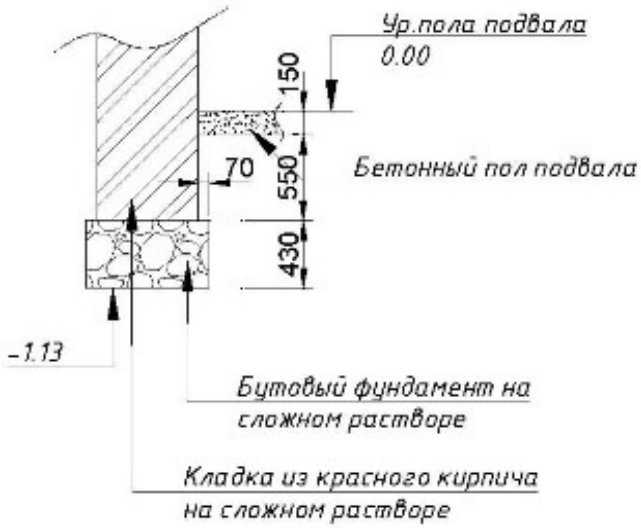


Рис. 2. Устройство фундамента под подвальной частью здания

3) Основание – песчаная подсыпка (мощностью слоя 40 см).
4) Стены зданий выполнены из красного и силикатного полнотелого кирпича на сложном известково-песчаном и цементном растворе.
5) Перекрытия над подвалом выполняются из монолитного железобетона по металлическим балкам. При этом часто используется «кирпичный бой» (в качестве крупного заполнителя) и гладкая арматура AI.

6) Междуэтажные перекрытия выполнены деревянными, по металлическим балкам прокатного профиля.

В рассматриваемых зданиях, в особенности ранних годов постройки, для перекрытия актового зала были применены деревянные стропильные фермы с подвешенными на металлических тяжах деревянными балками перекрытия, и совмещенные с конструкциями скатной кровли (рис.3).

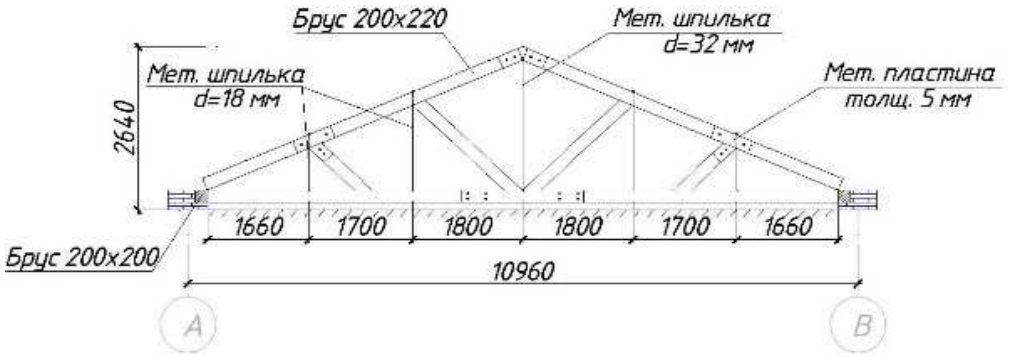


Рис. 3. Несущая стропильная ферма

7) Лестницы выполнялись из железобетонных ступеней по металлическим оштукатуренным косоурам.

Здания школ постройки 1952 – 1957 года

Здания строились в 4 – 5 этажей с подвалом и скатной кровлей. Планировочное решение – коридорного типа, с двумя лестничными клетками на всю высоту здания. Так же как и в предыдущие периоды строительства, коридор с естественным освещением выходит на дворовый фасад, спортивный зал располагается в одноэтажной цокольной части, а актовый зал на последнем этаже.

Данный период строительства обуславливается переходом к большему применению железобетонных конструкций и устройством в подвалах зданий защитных сооружений гражданской обороны (класса ВУ-V), с двумя входами и одним аварийным выходом, где предусматривались системы вентиляции, санитарные узлы, запасы питьевой воды, герметичные тамбуры входов.

Для прокладки коммуникаций основного здания, вдоль наружных стен предусмотрены технические коридоры.

Конструктивные особенности:

1) Конструктивная схема здания – стеновая, бескаркасная, двухпролетная с продольными и поперечными несущими стенами.
2) Фундаменты ленточные кирпичные с нижней частью кладки из бута.
3) Стены зданий выполнены из красного и силикатного полнотелого кирпича на сложном известково-песчаном и цементном растворе.
4) В соответствии с требованиями к защитным сооружениям гражданской обороны (ЗС ГО), перекрытия над подвалом выполнено двойным: нижнее из сборных железобетонных плит ПРТм или плит настилов, по металлическим обетонированным балкам и прогонам, верхнее из монолитного железобетона.
5) Междуэтажные перекрытия выполнялись двух типов: из железобетонных сборных настилов шириной 1200-1300 мм, уложенных по железобетонным балкам и плит по металлическим балкам из двутавров. При этом плиты, уложенные ребрами вверх по

нижним полкам металлических балок, воспринимали нагрузку только от засыпки шлака и в большей степени являлись несгораемым элементом перекрытия.

6) Перекрытие над актовым залом выполнялось из поставленных вертикально друг на друга, металлических двутавров, с опиранием на нижний двутавр перекрытия, а на верхний – стоек стропильной системы.

Здания школ 1957 – 1960 года

Как и в предыдущие годы здания 5-ти этажные с подвалом и скатной кровлей. Планировочное решение остается прежним – коридорного типа, с двумя лестничными клетками на всю высоту здания, но коридор располагается по центру здания, а спортивный зал переносится в отдельно стоящую пристройку и соединен с основным зданием переходом. К концу 50-х годов в строительстве начинают использовать шлакокерамзитобетонные блоки стен и фундаментные блоки типа ФБС.

Конструктивные особенности:

1) Конструктивная схема здания – полукаркасная, трехпролетная с продольными и поперечными несущими стенами, выполненными из блоков, и одним рядом колонн и железобетонных ригелей по ним, в центральной части.
2) Фундаменты ленточные комбинированные, выполнены из блоков ФБС и подушек ФЛ, а так же из красного кирпича на цементно-песчаном растворе.
3) Перекрытия выполнялись из сборных железобетонных многопустотных плит с опиранием на несущие стены и ригели. Перекрытие над актовым и спортивным залом из железобетонных плит по ригелям с пролетом 9 м.
4) Скатная кровля из оцинкованной стали по деревянной обрешетке и наслонной стропильной системе.
5) Карнизы, выполненные из блоков, для предотвращения опрокидывания наружу закреплены металлическими скрутками с плитами чердачного перекрытия.

На основании проведенных технических обследований школ, можно сделать выводы, что конструкции зданий построенных в период 1935-1939 года находятся работоспособном состоянии, за исключением отдельных элементов (участки деревянных перекрытий пораженных гнилью), но они не отвечают современным противопожарным и эксплуатационным требованиям, а также возможны появления трещин в стенах зданий. Конструкции зданий возведенных в 1952-1957 годах с применением несгораемых перекрытий, можно соотнести с современными строительными решениями.

Здания 1957-1960 года постройки отличаются началом применения крупноблочных элементов и типового проектирования, но, так же как и здания в предыдущий период строительства, требуют проведения модернизации существующих инженерных систем.

В результате обследования общего технического состояния зданий и его конструктивных элементов выбирается тип архитектурно-технических мероприятий: внутренняя или комплексная реконструкция.

Внутренняя реконструкция – помимо комплекса работ, проводимых при капитальном ремонте, включает работы по внутренней перепланировке здания, иногда радикальной, вплоть до смены функций, осуществляемой, однако, без изменения его объема и внешнего облика. Однако недостатком этих мероприятий является уменьшение вместимости школ.

Комплексная реконструкция – наиболее сложная форма преобразования школьных зданий, совмещающая восстановление конструкций, замену инженерного оборудования, перепланировку, иногда и перепрофилирование, изменение объема зданий (за счет надстроек, пристроек, уменьшения этажности и пр.). По характеру взаимосвязи пристраиваемых объемов можно выделить четыре основные приемы реконструкции:

- пристройка, строительство нового объема или отдельно стоящего корпуса;
- надстройка новых этажей;
- строительство (встройка) новых объемов в структуру существующего здания;
- использования зданий другого назначения для расширения школ.

Библиографический список

1. МГСН 4.06-03 «Общеобразовательные учреждения» (ТСН 31-306-2004).
2. СанПиН 2.4.2.1178-02 "Гигиенические требования к условиям обучения школьников в различных общеобразовательных учреждениях".
3. Рекомендации по реконструкции и модернизации существующего фонда школьных зданий в соответствии с современными педагогическими требованиями. – М.: Изд-во «Москомархитектура», 1997.
4. Рекомендации по реконструкции зданий школ и дошкольных учреждений в районах комплексной реконструкции пятиэтажных жилых домов первого периода индустриального домостроения. – М.: Изд-во «Москомархитектура», 2001.
5. Типовое положение об образовательном учреждении, 2001 г. № 196.

References

1. MGSN 4.06-03 "Educational institution" (TSN 31-306-2004).
2. SanPiN 2.4.2.1178-02 "Hygienic requirements to the learning conditions of students in different educational institutions".
3. Recommendations for reconstruction and modernization of the existing stock of school buildings in accordance with modern educational requirements. - M.: Publishing house "Moskomarkhitektura", 1997.
4. Recommendations for the reconstruction of schools and preschools in areas of complex reconstruction of a five-storey residential buildings the first period of industrial housing. - M.: Publishing house "Moskomarkhitektura", 2001.
5. The typical situation of an educational institution, 2001, № 196.

УДК 504.03

Воронежский государственный архитектурно- строительный университет.
Канд.физ.-мат.наук, проф. В.С. Муштенко;
Канд.техн.наук, професор Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732) 713000

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering.
Dr. es sience, Sci.fisic prof. V.S.Mushtenko;
Канд. Sci. Tech, lecturer E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, ph. 8 (4732) 713000

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА)

В статье рассматривается современная экологическая ситуация г. Воронежа. В качестве примера рассматривается производственный сектор экономики и военная деятельность, их негативное влияние на безопасность для жизни и здоровья населения. Предложены рекомендации по путям решения проблемы глобальной оптимизации с учётом экологического фактора.

Ключевые слова: экологические проблемы, загрязнение окружающей среды, вредные выбросы.

E.A. Zhidko, V.S. Mushtenko

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF MODERN CITIES (FOR EXAMPLE, VORONEZH)

The article discusses the current environmental situation, Voronezh. As an example we consider the productive sector of the economy and military activities, their negative impact on the safety for the life and health of the population. Recommendations on ways to solve global optimization taking into account the environmental factor.

Keywords: environmental issues, environmental pollution, harmful emissions.

Согласно требованиям ООН экологический аспект рассматривается как один из главных аргументов международного аспекта [1,2]. Современные масштабы экологических изменений создают реальную угрозу жизни и здоровью населения. Наиболее тревожным симптомом является даже не крайне неблагоприятное экологическое состояние, сложившееся в стране к настоящему времени, а тенденции, ясно свидетельствующие о том, что положение не только не улучшается (или хотя бы стабилизируется), но заметно ухудшается. Скорость увеличения интенсивного вредного воздействия внешних факторов вышла за пределы скорости биологического приспособления живых систем к среде обитания.

Отсутствие стратегического видения у лиц, принимающих решение (ЛПР), а именно прогнозирования и моделирования реально складывающейся обстановки в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периодах новых условий в XXI веке, приводит к печальным последствиям [3-5]. Примером служит аэродром «Балтимор» в г. Воронеже. Его постройка была начата еще в тридцатые годы прошлого века, а завершена окончательно в 1953-м. В тот момент Воронеж еще не успел обрасти обширной агломерацией, поэтому аэродром располагался на городских окраинах. Сегодня «Балтимор» территориально принадлежит Советскому району Воронежа. Самолетам, чтобы приземлиться на взлетно-посадочную полосу просто необходимо пролетать над жилыми массивами. Его эксплуатация доставляла массу не-

удобств жителям соседних домов, т.к. на настоящий момент аэродром расположен в плотном кольце жилой застройки города, на территории которой проживает многотысячное население. Удаленность авиабазы от домов в настоящее время составляет порядка 1,5 км. На головы живущих неподалеку горожан сбрасываются тонны отработанного топлива. Это топливо оседает и на деревьях, и на земле, и на одежде, что не способствует укреплению здоровья воронежцев. Уровень шума в близлежащих районах по данным Роспотребнадзора, превышает предельно допустимый. А ведь авиационная база – это:

- круглосуточные полеты реактивных самолетов;
- склады авиационных боеприпасов и топлива;
- серьезная экологическая опасность.

От Воронежа к аэродрому идёт железная дорога, по которой на регулярной основе завозится авиационное топливо, страшное токсиновое вещество – Несимметричный диметилгидразин (НДМГ, гептил, 1,1-диметилгидразин). Самолёты регулярно сбрасывают топливо. Всё это оказывается во вдыхаемом воздухе, почве воде и соответственно в нашем организме. Гептил – это ракетное топливо на основе несимметричного диметилгидразина (НДМГ) – высокотоксичного вещества 1-го класса опасности. Всемирной организацией здравоохранения НДМГ внесен в список особо опасных химических соединений. Гептил оказывает на организм человека общетоксическое и кожнораздражающее действие. Он может поступать в организм через органы дыхания, кожный покров, желудочно-кишечный тракт. В организме гептил распределяется равномерно, поражая печень, центральную нервную, сердечно-сосудистую и кроветворную системы. Его характерные свойства: летуч, растворяется в воде в любом соотношении, способен к накоплению в организме, легко окисляется, образуя при этом более опасные соединения и все это – в черте города!

В связи с чем деятельность аэродрома:

1. Оказывает негативное влияние на безопасность для жизни и здоровья населения вследствие превышения предельно допустимого уровня шума, предусмотренного [6,7], что подтверждено заключениями Управления Роспотребнадзора по Воронежской области.

2. Противоречит требованиям ст.72 Воздушного Кодекса РФ,ст.103 Федеральных Правил использования воздушного пространства РФ, утв. Постановлением Правительства РФ №1084, поскольку большое количество жилых домов города находится под линией взлета и посадки самолетов.

3. Противоречит требованиям п.4 Положения об установлении запретных зон и запретных районов при арсеналах, базах и складах ВС РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ №135, поскольку в запретном районе, который должен быть создан в силу закона и составляет не менее 3 км, уже находится развитая инфраструктура города: многоэтажная и малоэтажная жилая застройка города, крупнейшие улицы. На данной территории проживает, работает и проводит обучение и лечение многотысячное население города.

И только в 2014 году на эту серьезную проблему обратило внимание Министерство обороны РФ.

Угрозы и экологические последствия для ЦЧР от производственного сектора экономики и военной деятельности представлены на рис. 1.

Анализ причин противоречивости и несовершенства правового регулирования общественных отношений в информационной сфере в экологическом аспекте показал, что на момент формирования норм экологической безопасности объектов были совершены серьёзные промахи и ошибки в трактовке сущности антропогенных воздействий человека на природу, отношений между ними, их последствий в социально-эколого-экономическом аспекте [3,4].

Отсюда недоговорённости сторон в вопросах нормирования таких воздействий, противоречивость и неразвитость механизмов регулирования и санкций за нарушения норм экологической безопасности (ЭБ).

Анализ реально полученной информации [3] об уровнях загрязнения окружающей среды в зоне действия исследуемых объектов и сопоставление с принятыми нормами ЭБ показал следующее:

- противоречивость нормативов на санитарно-защитные зоны в реально складывающейся обстановке и тенденциями её развития в районе исследуемых объектов;

- как следствие, снижение возможностей природы поддерживать качество и безопасность жизни населения на нормальном уровне в названных районах;

- потери конкурентоспособности объектов, находящихся в экологически неблагоприятной зон, их продукции на внешних и внутренних рынках.

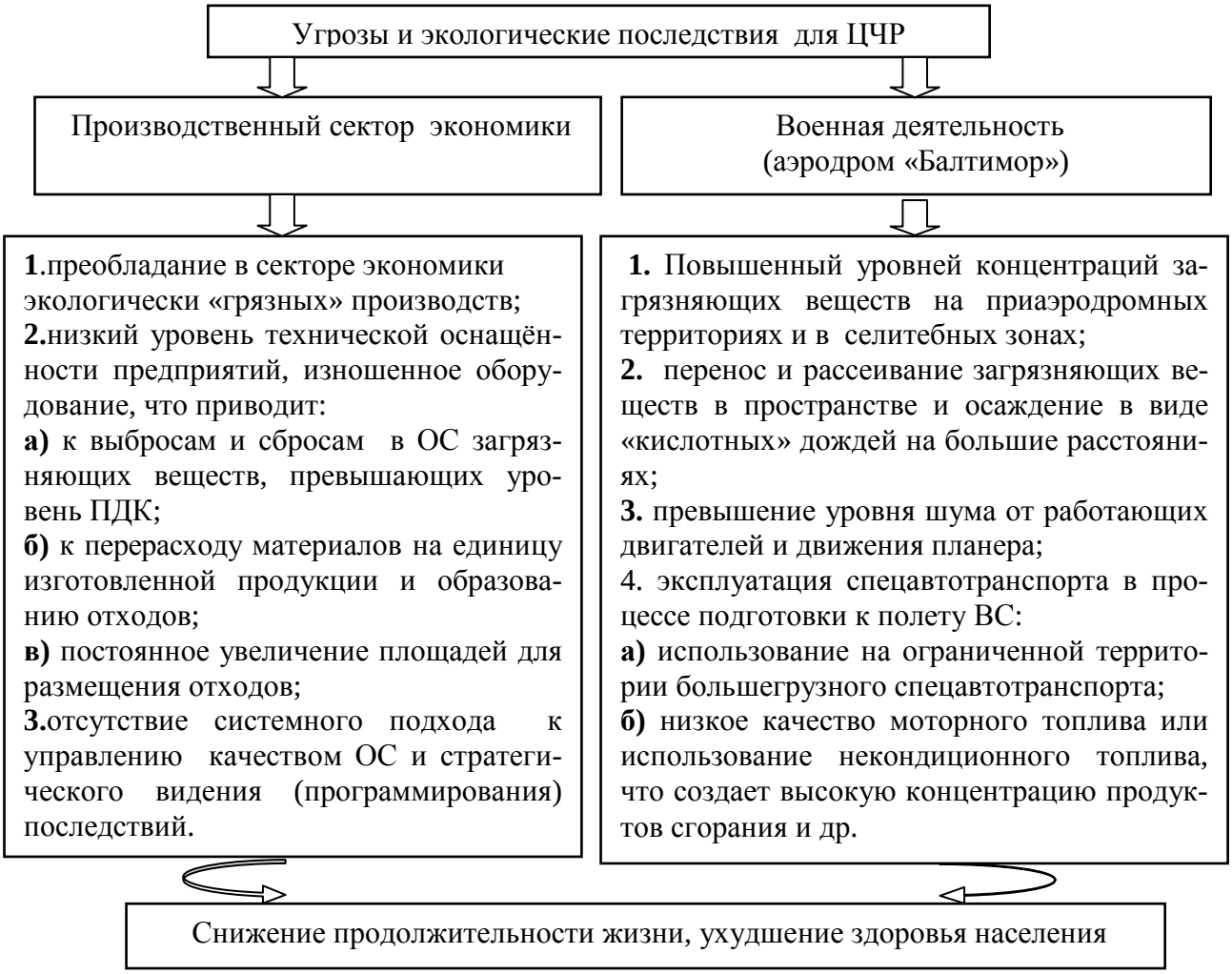


Рис. 1. Угрозы и экологические последствия для ЦЧР

В результате появляются угрозы устойчивости их развития как функции меры исходной информации, которой располагает ЛПР по адекватной реакции на них. Причины такого положения дел были выявлены с помощью теоретических и эмпирических методов исследования недостатков принятых ранее математических моделей антропогенного воздействия человека на ОС [8-12].

Проанализировав современной состояние ОС ЦЧР, можно отметить, что назрела необходимость введения мер, способствующих изменению экологического поведения организаций. При включении природоохранного аспекта в проекты модернизации и реконструкции многие экологические проблемы решались бы гораздо эффективнее. Новые технологии позволяют применять прогрессивные методы обработки сточных вод, включающие повторное использование воды и замкнутые циклы, предотвращать образование отходов, экономить энергию, встраивать систему мониторинга.

Таким образом, прогнозирование загрязнения, получение достоверной информации о состоянии ОС возможно только при условии наличия большого количества данных. В результате представляется возможным сформулировать рекомендации по путям решения

проблемы глобальной оптимизации с учётом результатов проведенных выше исследований и экологического фактора. Проведенный анализ позволяет предложить следующую стратегию перспективного развития ЦЧР (рис. 2.).

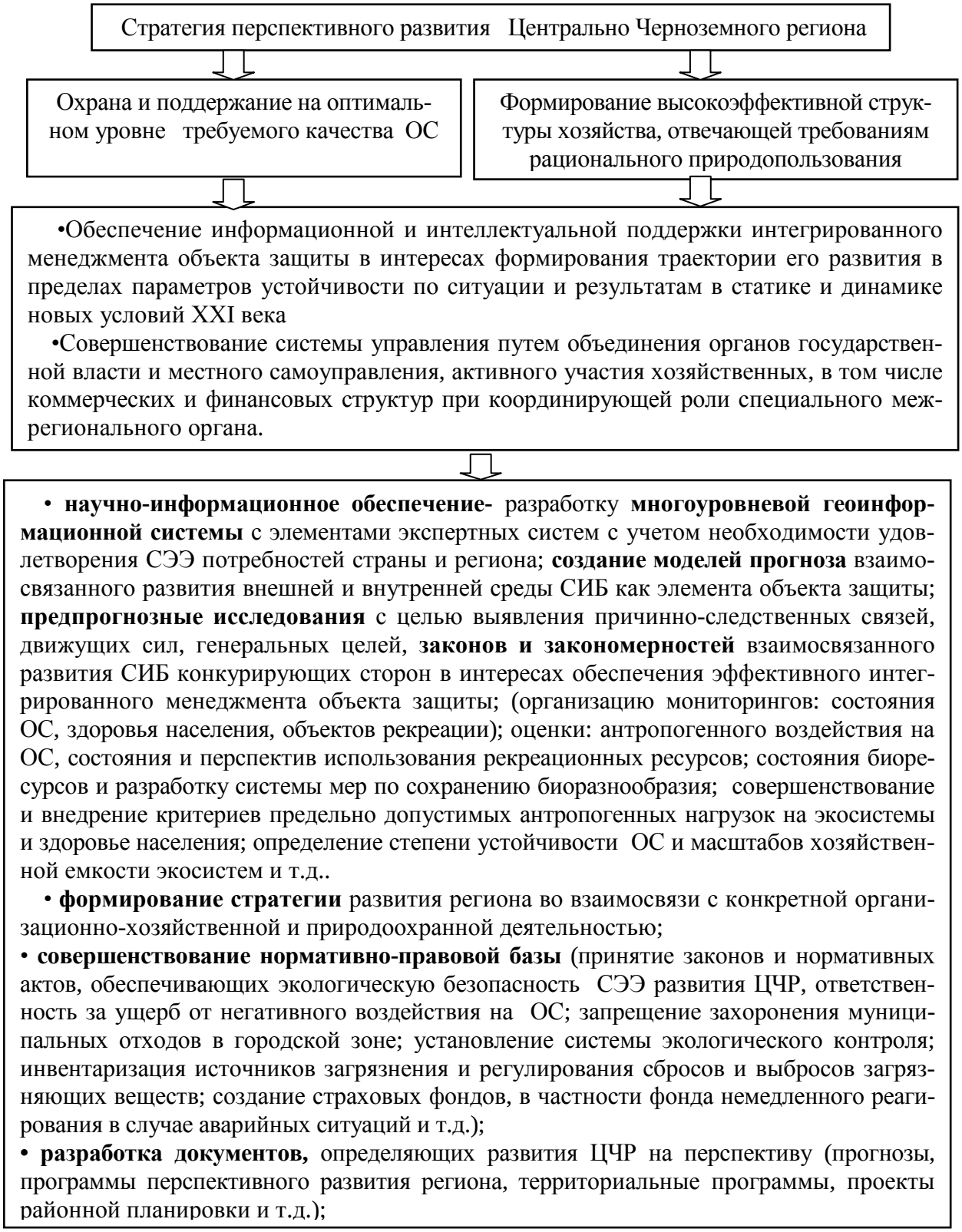


Рис. 2. Стратегия перспективного развития ЦЧР

Таким образом, будет создана постоянно действующая система управления на основе взаимосвязанных моделей, обеспечивающих решение широкого круга задач по улучшению экологической обстановки.

Библиографический список

1. Концепция безопасности и устойчивости развития планеты Земля (принята ООН в Рио-де-Жанейро в1992 году).

2. Повестка дня ООН на XXI век.

3. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Информационные риски в экологии XXI века: концепция управления// Информация и безопасность. 2010. Т. 13. № 2. С. 175-184

4. Жидко Е.А. Экологический менеджмент как фактор эколого-экономической устойчивости предприятия в условиях рынка: монография /Е.А. Жидко; Воронеж. гос.арх.-строит. ун-т.-Воронеж, 2009.-160 с.

5. Жидко Е.А. Менеджмент. Экологический аспект: курс лекций /Е.А. Жидко; Воронеж. гос.арх.-строит. ун-т.-Воронеж., 2010.-180 с.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

7. ГОСТ 22283-88 Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения

8. Жидко Е.А., Черных Е.М. Динамика частиц золы в выбросах дымовых труб//Экология и промышленность России. 2004. № 7. С. 38-39.

9. Жидко Е.А. Управление техносферной безопасностью/ Воронеж, 2013.

10. Жидко Е.А., Колотушкин В.В., Соловьева Э.В. Теоретические основы проектирования и конструкции жидкостных пылеулавливающих устройств// Безопасность труда в промышленности. 2004. № 2. С. 8-11.

11. Сазонова С.А. Разработка модели структурного резервирования для функционирующих систем теплоснабжения / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 082-086.

12. Сазонова С.А. Результаты вычислительного эксперимента по апробации метода решения задачи статического оценивания для систем теплоснабжения / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 93-99.

References

1. The concept of security and the sustainable development of the planet Earth (adopted by the UN in Rio de Janeiro 1992).

2. The UN agenda for the twenty-first century.

3. Zhidko E. A., Popova L., Information risks in the environment of the XXI century: the concept of management// Information and security. 2010. So 13. No. 2. S. 175-184

4. Zhidko E. A. Environmental management as a factor of ecological and economic sustainability of the enterprise in the market: monograph /E. A. Zhidko; Voronezh. state architect.-builds. UN-so-Voronezh, 2009.-160 C.

5. Zhidko E. A. Management. Environmental aspect: lectures /E. A. Zhidko; Voronezh. state architect.-builds. UN-so-Voronezh., 2010.-180 C.

6. SN 2.2.4/2.1.8.562-96 Noise in the workplace, in residential, public buildings and housing developments.

7. GOST 22283-88 aviation Noise. Permissible noise levels on-site residential development and methods of measurement

8. Zhidko E. A., Black, E. M., the Dynamics of ash particles in the emissions from smoke-stacks//Ecology and industry of Russia. 2004. No. 7. S. 38-39.

9. Zhidko E. A. Administration of technosphere safety/ Voronezh, 2013.

10. Zhidko E. A., Krotoschin Centuries, Solovieva, E. C. The theoretical foundations for the design and construction of liquid dust/ devices/ safety in the industry. 2004. No. 2. S. 8-11.

11. Sazonova, S. A. development of a model of structural redundancy for operating heating systems / Herald of the Voronezh Institute of high technologies. 2008. No. 3. C. 082-086.

12. Sazonova, S. A. the Results of a computational experiment on approbation of the method of solving the problem of static evaluation for heat / Herald of the Voronezh Institute of high technologies. 2010. No. 6. S. 93-99.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

УДК 697.329:662.997

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доц, Т.В. Богатова;
Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений
Федосова Ксения Николаевна
Россия, г. Воронеж, тел. +7(4732)774-339

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Senior lecturer, T.V. Bogatova;
Undergraduate of designing of buildings and constructions faculty
Fedosova Xenija Nikolaevna
Russia, Voronezh, tel. +7(4732)774-339

Т.В. Богатова, К.Н.Федосова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И УСЛОВИЯ ЗАЩИТЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ТРУБ

Определение площади солнечных коллекторов, указания к теплоносителю, условия для защиты теплоносителя, теплоизоляция труб.

Ключевые слова: солнечные коллекторы, энергосбережение, альтернативные источники энергии.

T.V. Bogatova, X.N. Fedosova

DETERMINATION OF THE AREA OF SOLAR COLLECTORS AND THE CONDITIONS FOR THE PROTECTION OF THE COOLANT. INSULATION PIPES

Determination of the area of the solar collectors, the instructions to the coolant, coolant protection, insulation of pipes.

Keywords: solar collectors, energy conservation, alternative energy sources.

Определение площади солнечных коллекторов.

Основная задача определение площади солнечного коллектора сводится к определению количества тепла необходимого для системы. Когда будет получена цифра определяющая необходимое тепло можно приступать к расчету количества трубок вакуумного солнечного коллектора. Данную задачу сначала решают на базе тепла, которое необходимо для системы горячего водоснабжения.

К проектированию солнечных коллекторов необходимо подходить также взвешено, как и к любому строительству – не продумаешь концепцию строительства не построишь функциональное здание, не сделаешь надежный фундамент не сможешь выстроить многоэтажный дом.

Применение солнечных коллекторов направлено, прежде всего на экономию денег, а во вторую на экономию природных ресурсов. Поэтому необходимо использовать то количество солнечных коллекторов, которое экономически целесообразно. Если ставится задача

обеспечить горячей водой семью из 4 человек, то правильным решением будет считаться подбор количества трубок коллектора в зависимости от месяца в котором известна максимальная солнечная эффективность.

Указания по теплоносителю.

После монтажа установки ее следует надлежащим образом промыть. После наполнения установки теплоносителем необходимо убедиться в том, что из установки надлежащим образом удален воздух и в ней происходит отбор тепла, т.е. будут предотвращены продолжительные застои. Теплоноситель запрещается в течение длительного времени подвергать температурам выше 170 °С. Более высокие температуры в сочетании с инородными веществами, например, кислородом, окалиной и стружкой, могут привести к медленному термическому распаду теплоносителя, на что указывает его потемнение. Следствием этого может явиться зашламление и засорение контура гелиоустановки.

Условия для защиты теплоносителя:

В случае режима простоя установки за счет соответствующего исполнения гидравлической системы должно быть обеспечено следующее:

– теплоноситель после достижения температуры кипения должен как можно более полно вытесняться из коллекторов образующимися при этом первыми пузырьками пара.
– теплоноситель должен быть собран в мембранный расширительный бак или в входной сосуд.

Ежегодно проверять теплоноситель в рамках технического обслуживания гелиоустановки.

Трубопровод (трубы и теплоизоляция):

- Трубы необходимо использовать металлические (медные, нержавеющие, стальные неоцинкованные), т.к. все известные нам пластиковые трубы не выдерживают возможные температуры (максимальная температура пара в контуре, даже неэффективныхсолнечных коллекторов, может достигать 150°С, а рабочая температура теплоносителя - 110°С). По этой же причине повышенные требования и к трубной теплоизоляции, которая должна выдерживать высокие температуры, а также не впитывать влагу и не давать усадку.
- Удовлетворяет всем необходимым требованиям теплоизоляция из вспененного каучука. Для обеспечения достаточного снижения тепловых потерь в трубопроводе, а также в целях безопасности необходимо применять теплоизоляцию толщиной не менее 19 мм.
- Запрещено использовать теплоизоляцию из вспененного полиэтилена, надетую непосредственно на трубу без температуроподавительного слоя.
- Теплоизоляция, находящаяся на открытом воздухе должна быть устойчивой к ультрафиолетовому излучению, а также к граду и другим механическим воздействиям. Не рекомендуем использовать в качестве защиты фольгу или другие материалы с блестящим покрытием. Диаметры труб подбираются индивидуально, исходя из необходимого гидравлического сопротивления системы и расхода теплоносителя. Выбираемые параметры системы и диаметры труб должны быть согласованы с параметрами насосных модулей. Трубы коллектора не устанавливают до тех пор, пока не подсоединят все остальные трубы, заполнят систему, и управление полностью работает. Обычно применяют тубы диаметром 1/2” и 3/4” т.к. поток относительно небольшой. После того как сантехнические работы выполнены рекомендуется проверить трубы инертным газом, например азотом. Достаточно поддерживать давление 350 кПа более 24 часов. Каждые 1,8м должны быть обеспечены поддержка трубопровода. Изоляция не должна ухудшаться, а трубы иметь наклон вверх по направлению к коллектору, чтобы оградить систему от поступления воздуха.

Библиографический список.

1. Андерсон Б. Солнечная энергия: Основы строительного проектирования / Пер. с англ. А.Р. Анисимова; Под ред. Ю.Н. Малевского. М.: Стройиздат, 1982. - 375 с.

2. Перминов Э.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: состояние и перспективы освоения //Энергетическое строительство. 2003. №12. С.9-15.

3. Аббасов, П.А. Оценка потенциала солнечной энергии для разработки энергоэффективных зданий / П.А. Аббасов, Н.В Гричковская // Academia. Архитектура и строительство. - 2006. - №4. - 36 - 44.

4. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табушщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.

The bibliographic list.

1. Anderson, B. Solar energy: Fundamentals of structural design/ Ed. from engl. A.R. Anisimova; Ed. Y.N. Malevsky. M.: Stroyizdat, 1982. – 375 p.

2. Perminov, E.M. Renewable energy sources: state and prospects of development / construction of energy. 2003. № 12. P.9-15.

3. Abbasov, P.A. Assessing the potential of solar energy for energy efficient buildings / P.A. Abbasov, N.V. Grichkovskaya / / Academia. Architecture and engineering. - 2006. - № 4. - 36 - 44.

4. Tabunshikov, U.A. The power effective buildings / U.A. Tabunshikov, M.M. Brodach, N.V. Shilkin. – M.: AVOK-PRESS, 2003. – 200 p.

УДК 631.67:628.36

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Док. тех. наук, проф. кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения
В.И. Щербаков
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-76-40-10
e-mail: scher@vgasu.vrn.ru

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Аспирант, кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения
Б. Кулмедов.
Россия, г. Воронеж,
e-mail: bttm.bega@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineering), Prof. of the Dept. of the hydraulics water supply and wastewater disposal V.I. Shcherbakov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-76-40-10
e-mail: scher@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D.-student, Dept. of the hydraulics water supply and wastewater disposal
B. Kulmedov
Russia, Voronezh,
e-mail: bttm.bega@mail.ru

Б.М. Кулмедов, В.И. Щербаков

К РАЦИОНАЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ АМУДАРЬИ

Крупномасштабное развитие орошения и других видов водопользования изменило гидрологический цикл в Центральной Азии и создало серьезные экологические проблемы. Наиболее драматическим результатом явилось сокращение объема Аральского моря и разрушение его экосистем.

Ключевые слова: Центральная Азия, современные методы орошения, орошаемые земли, Амударья.

B. Kulmedov, V.I. Shcherbakov

TO RATIONALITY OF AGRICULTURAL WATER USE IN THE AMU DARYA BASIN

Large-scale development of irrigation and other types of water use changed the hydrological cycle in Central Asia and created serious environmental problems. The most drama result was volume reduction of the Aral Sea and destruction of its ecosystems.

Keywords: Central Asia, modern methods of irrigation, the irrigated lands, Amu Darya.

Недостаток воды в мире особенно наблюдается в Центральной Азии. Причём, именно, в этой части мира очень серьёзно проявляется глобальное изменение климата и хронический перерасход имеющихся природных резервов. При этом водные ресурсы в Центральной Азии не только ограничены, но в тоже время неравномерно распределены по территории и по-разному используются.

Существующие региональные многосторонние либо двухсторонние соглашения стран расположенных в бассейне реки Амударья по водопользованию, не учитывают интересы

Афганистана. В настоящее время, отсутствие спроса на воду со стороны Афганистана исключают его из участия в центральноазиатских водохозяйственных процессах. Однако, это не значит что Афганистан не будет пользоваться водными ресурсами Амударьи в будующем, к тому же если в стране начнет развиваться сельское хозяйство и промышленность, то могут возникнуть новые водные проблемы в регионе. Кроме того, чаще всего в литературных источниках проблемы водопользования из Амударьи обсуждаются исключительно с точки зрения бывших советских республик Центральной Азии и не затрагивают интересов Афганистана.

Целью данной работы является краткое описание нынешнего водопользования в прибережных странах реки Амударья. Общей целью рационального водопользования является совместное управление водными ресурсами в интересах четырех прибрежных государств Таджикистана, Афганистана, Узбекистана и Туркменистана. Все эти страны сталкиваются с аналогичными проблемами в области управления водными ресурсами. К ним относятся: отсутствие водосберегающих технологий и способов орошения полей, нехватка дренажных сетей на орошаемых землях, а также дефицит в квалифицированных кадрах.

В верхнем течении Амударьи расположены Афганистан, Таджикистан и Кыргызстан, которые богаты водными ресурсами, а в нижнем течении реки Туркменистан, Казахстан и Узбекистан и они с гидрологической точки зрения беднее (рис. 1). Площадь бассейна Амударьи в разные сезоны года составляет от 465000 км^2 до 612000 км^2 [1].

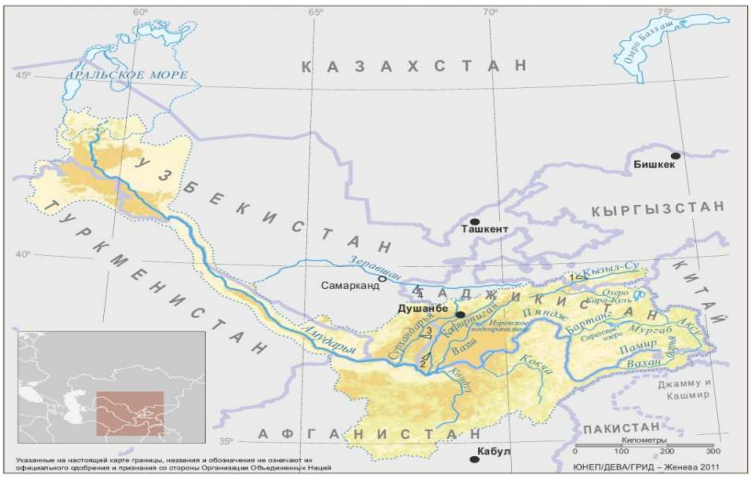


Рис. 1. Местоположение р. Амударьи

Средний годовой объем стока бассейна Амударьи составляет около 79 км^3. Эффективная ёмкость резервуаров в бассейне реки 20 км^3 [2]. Водный баланс притока и потребления воды странами бассейна приведен в таблице.

Таблица

Водный баланс реки Амударья

Страны	**Средний годовой сток (км^3)**	**Забор воды (км^3/год)**
Афганистан	17	5
Киргизстан	1.6	0.15
Таджикистан	49.6	7.9
Узбекистан	5.1	22
Туркменистан	1.5	22
Аральское море	-	9.3
Всего	79	66.35

Водные ресурсы в бассейне Амударьи могут колебаться от 58 до 108 км^3 в зависимости от климатических условий. Из рис. 2 видно, что климатические условия играют важную роль в образовании водных запасов реки. Величина выпавших снегов, весенних осадков и интенсивность таяния ледников в теплый период года являются главными факторами, определяющими объем речного стока. Иногда объем воды существенно увеличивается и в некоторых случаях вызывает наводнения [1].

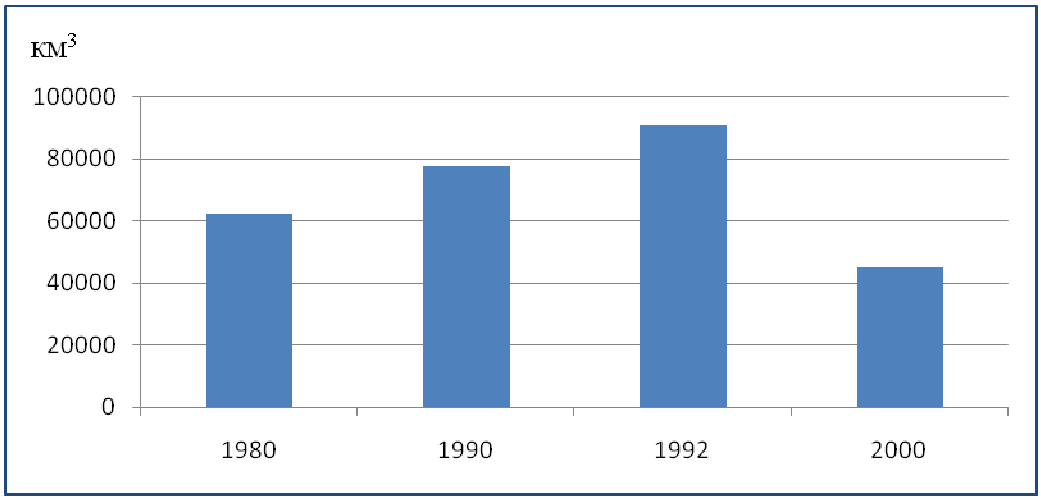


Рис. 2. Средний годовой объем стока бассейна Амударьи в разные годы (км^3)

По оценкам, около 63% стока реки Амударьи генерируется на территории Таджикистана и 21% на территории Афганистана, которые находятся на верховях бассейна [1]. Однако большая часть, примерно 65% водного стока Амударьи, используется в основном на сельскохозяйственные нужды странами нижнего течения реки [3]. Важно отметить что, исследования покозали, что ещё 40-50 % воды теряется за счет испарения и фильтрации, не достигая потребителя [4]. Из таблицы можно видеть, что потери воды за счет испарения и фильтрации в год только вдоль реки Амударьи составляют 12.65 км^3 и этот показатель равен почти годовому водопользованию Азербайджана [5].

Нарастание дефицита водных ресурсов в связи с ростом населения, развитием орошаемого земледелия и промышленности, а также изменение режима спуска воды из главных водохранилищ с ирригационного на энергетический, вызывают ряд кризисных явлений в регионе Центральной Азии. Основные причины кризиса мелиорации орошаемых земель в республиках Центральной Азии и Афганистане связанны со снижением плодородия почв, их засолением, дефицитом оросительной воды, а также с загрязнением источников дренажно-сбросными стоками. В этой связи, для повышения эффективности и рационального использования оросительной воды в сельхозяйственном производстве необходимо совершенствовать способы полива.

Площадь орошаемых земель в прибережных странах реки Амударьи (Таджикистан, Узбекистан и Туркменистан), к сегодняшнему периоду примерно превысила 6 млн. га и в Афганистане вдоль левого берега Амударьи 385 тыс. га, причем, как видно из рис.3, около 90% поливов осуществляется по бороздам [3].

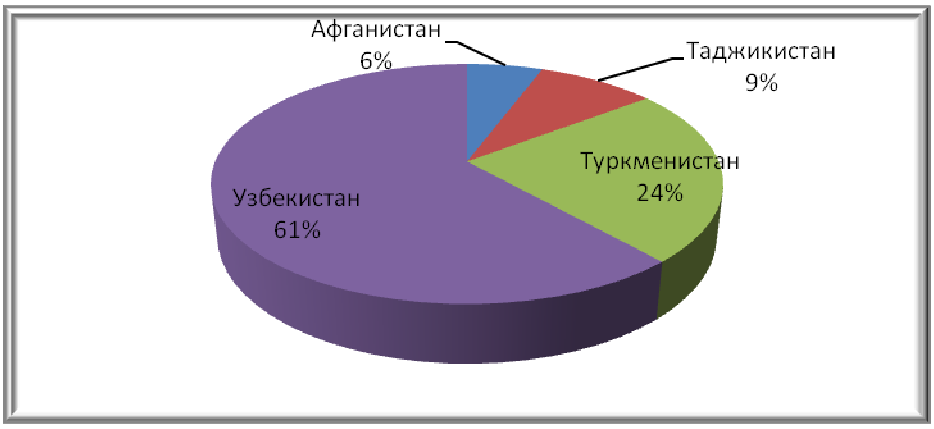


Рис. 3. Площадь орошаемых земель по прибережным странам реки Амударьи

Поскольку на долгосрочную перспективу ожидать увеличения водных ресурсов не приходится, следует углублённо проработать вопросы всемерной экономии и рационального использования имеющихся водных ресурсов. В настоящее время, наряду с вопросами реконструкции оросительных каналов, дренажа и водоотводящих трактов должна быть рассмотрена возможность совершенствования управления поливом для обеспечения сельхозяйственных культур необходимым количеством воды, основанная на применении современных методов орошения.

Существующая технология традиционного полива не может обеспечить высокую эффективность использования воды. Доказано неоднократно, что общий коэффициент полезного действия ирригационных систем от реки до коллекторно-дренажной системы составляет 0,25-0,35, вся остальная вода (65-75%) теряется не только безвозвратно, но и приводит к необратимым экологическим последствиям. Миллионы гектаров земли засолены и заболочены, пересыхает Аральское море, появляются десятки искусственных соленых озер [3].

Производство полива по бороздам в настоящее время вызывает большие сомнения в эффективности его повсеместного использования. В развитых странах, находящихся в схожих по климатическим условиям с Центральной Азией, успешно применяются современные методы орошения.

Выводы

1. В дальнейшем, чтобы избежать нового водного кризиса в бассейне реки Амударьи необходимо проводить природоохранные и высокотехнологические мероприятия по рациональному водопользованию, нужно немедленно принять ряд решений по водохозяйственным проблемам на региональных и местных уровнях.

2. Необходимо совершенствовать гидрометеорологическую базу данных Афганистана и участвовать во всех мероприятиях по улучшению управлением водными ресурсами в бассейне реки Амударья.

3. Если страны бассейна реки, особенно Узбекистан и Туркменистан, повысят качество и эффективность дренажных и ирригационных систем, тогда в будущем, увеличение забора воды Афганистаном не повлияет заметно на водопотребление другими прибережными странами бассейна реки Амударья.

4. Применение современных методов орошения благотворно повлияет на урожайность сельскохозяйственной продукции, окажет определенное влияние на почву, которое в основном зависит от применяемых режимов орошения, качества используемой поливной воды и почвенных условий.

Библиографический список

1. Кулмедов Б., Щербаков В.И. Историческое и гидрогеологическое значение реки Амударья для Аральского моря. Инженерные системы и сооружения. Научный журнал. Выпуск №3(16). Воронеж. 2014. – С. 28-33.

2. Granit J. Regional water intelligence report central asia / Granit J, Jägerskog A, Löfgren R, Bullock A, Gooijer G, Pettigrew S, Lindström A // Baseline report. Stockholm, march 2010. 31p.

3. Кулмедов Б., Щербаков В.И. Использование капельного орошения сельскохозяйственных земель в бассейне реки Амударья. Материалы VIII международной научно-практической конференции. Технологии очистки воды. «ТЕХНОВОД». Сочи, Красная Поляна. 2014.

4. Илларионова Ф. Ф. Устойчивое использование водных и почвенных ресурсов в Бассейне реки амударья: Сборник по наилучшей практике использования технологий по рациональному природопользованию в Таджикистане, Туркменистане и Афганистане/ Ф. Ф. Илларионова − Душанбе: ООО «Контраст», 2012 г. – 120 с.

5. Annual freshwater withdrawals. Food and Agriculture Organization, AQUASTAT data. World bank 2015.

References

1. Kulmedov B., Scherbakov V. I. Historical and hydrogeological importance of Amu Darya River for the Aral Sea. Engineering systems and constructions. Scientific magazine. Release No. 3(16). Voronezh. 2014. – Page 28-33.

2. Granit J. Regional water intelligence report central asia / Granit J, Jägerskog A, Löfgren R, Bullock A, Gooijer G, Pettigrew S, Lindström A // Baseline report. Stockholm, march 2010. 31p.

3. Kulmedov B., Scherbakov V. I. Use of drop irrigation at farmlands in the Amu Darya river basin. Materials of the VIII international scientific and practical conference. Technologies of water purification. "TEHNOVOD". Sochi, Krasnaya Polyana. 2014.

4. Illarionova F. F. Sustainable use of water and soil resources in Amu Darya river basin: The collection of best practice on use of technologies on rational environmental management in Tajikistan, Turkmenistan and Afghanistan / F. F. Illarionova − Dushanbe: JSC Kontrast, 2012 – 120 pages.

5. Annual freshwater withdrawals. Food and Agriculture Organization, AQUASTAT data. World bank 2015.

УДК 696.2

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности С.А. Сазонова, д.т.н. проф. кафедры пожарной и промышленной безопасности В.Я. Манохин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-30-00
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Department of Fire and Industrial Safety S.A. Sazonova, d.t.s. prof. of Department of Fire and Industrial Safety V.Ya. Manohin
Russia, Voronezh, ph. +7(473)271-30-00
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

С.А. Сазонова, В.Я. Манохин

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ОРДИНАРНЫМИ ОТКАЗАМИ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Рассматриваются результаты вычислительного эксперимента, целью которого является моделирование возможной аварийной ситуации систем газоснабжения. Задача оценки надежности связана с обоснованием резервирования исследуемого объекта. Рациональное резервирование способствует снижению аварийности и делает объект исследования экологически безопаснее. Вычислительный эксперимент показывает, что результаты имитационных расчетов могут быть обобщены критериальной зависимостью. Полученный результат приобретает интерес в том смысле, что появляется возможность прогноза потерь пропускной способности практически без дополнительных вычислений, опираясь только на данные анализа потокораспределения системы в невозмущенном состоянии.

Ключевые слова: вычислительный эксперимент, надежность, резервирование, системы газоснабжения.

S.A. Sazonova, V.Ya. Manohin

RELIABILITY ASSESSMENT OF GAS SUPPLY SYSTEMS COMPUTATIONAL EXPERIMENTS WITH ORDINARY REFUSAL OF LINEAR ELEMENTS

The results of computational experiment whose purpose is to simulate possible emergency supply systems. The task of evaluating the reliability associated with the backup of the object justification. Rational redundancy reduces accidents and makes the object of study of environmental safety. Computer experiment shows that the results of simulations can be generalized criterion dependence. The result becomes of interest in the sense that there is a possibility of loss prediction capacity practically without additional calculations based solely on the analysis of the flow distribution in the undisturbed state

Keywords: numerical simulation, reliability, redundancy, systems of gas supply.

Рост масштабов гидравлических систем (ГС) обостряет проблемы надежности при их эксплуатации. Снижение надежности, и как следствие снижение безопасности, сказывается на

хозяйственной деятельности в целом и на возрастании последствий отказов, поскольку многократно возрастает «цена» аварий, сопряженных с выбросом существенных объемов агрессивных и токсичных веществ в окружающую среду и с созданием экологических проблем.

Учитывая важность проблемы оценки надежности как средства сопоставления конкурирующих вариантов при принятии решений в задачах управления ГС и, кроме того, при обосновании различных мероприятий по резервированию, были проведены исследования, цель которых состояла в обобщении результатов прогноза потокораспределения в распределительных гидравлических системах при ординарных отказах линейных элементов [1]. Для этого был выполнен комплекс вычислительных экспериментов, в основу которых положены математические модели из [1, 2, 3].

Объектом исследования была выбрана система газоснабжения низкого давления жилого микрорайона с расчетной схемой, представленной на рисунке 1. Предварительно для рассматриваемой системы была выполнена проектная задача, то есть в соответствии с традиционной методикой, изложенной в [1, 2, 3], определены диаметры трубопроводов на участках и установлено потокораспределение. Проектный вариант получен при условиях фиксирования давления в источниках 300 даПа и общего перепада давления на сеть - 120 даПа без каких-либо ограничений на используемый трубный сортамент.

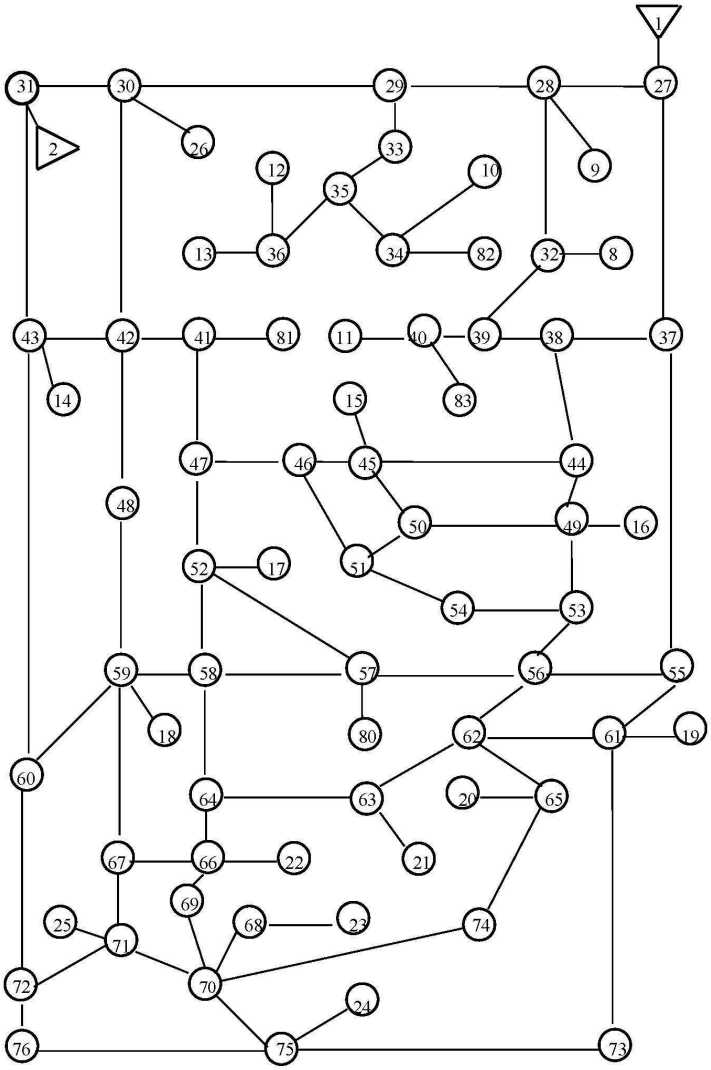


Рис. 1. Расчетная схема исследуемого объекта

Данные для проектного варианта представлены в таблицах 1 и 2, в которых использованы обозначения: N - номер участка; ну - начальный узел участка; ку - конечный узел участка; L - длина участка, (м); Qп - путевой расход на участке, (куб.м/час); ΔP - потери давления на участке, (Па),(кПа)^2; Qр - расчетный расход на участке, (куб.м/час); Dн - наружный диаметр трубопровода на участке, (мм); S - толщина трубопровода участка, (мм); M - материалоемкость трубопровода участка, (т); N - номер узла; P - избыточное давление в узле, кПа; Qс - узловой отбор или приток, (куб.м/ час); Qп - приток через питатель, (куб.м/ час).

Таблица 1

Данные по участкам для исследуемого объекта

ну	ку	L	Qп	ΔP	Qр	Dн	S	M
1	27	100.0	.0	10.974	4083.1	426.0	7.00	7.371
2	31	150.0	.0	34.737	2920.8	325.0	6.00	7.216
69	70	150.0	39.0	.557	22.4	127.0	3.50	1.630
70	68	100.0	15.0	.855	22.5	108.0	3.50	.919
70	75	70.0	31.5	1.998	26.1	89.0	3.00	.454
74	70	500.0	205.0	2.908	129.5	219.0	5.00	13.446
66	69	70.0	18.2	.371	51.0	159.0	4.00	1.091
64	66	150.0	55.5	5.614	82.2	127.0	3.50	1.630
62	65	150.0	61.5	6.553	399.2	219.0	5.00	4.034
65	74	150.0	61.5	1.017	262.7	273.0	5.00	5.052
73	75	600.0	156.0	13.013	60.6	127.0	3.50	6.518
61	73	450.0	117.0	26.631	197.1	159.0	4.00	7.012
76	75	400.0	76.0	22.068	64.1	108.0	3.50	3.677
72	71	200.0	74.0	26.913	105.1	108.0	3.50	1.838
72	76	150.0	28.5	10.482	116.4	127.0	3.50	1.630
67	71	150.0	43.5	6.071	53.9	108.0	3.50	1.379
59	67	400.0	160.0	9.556	285.9	219.0	5.00	10.757
60	72	570.0	102.6	17.020	324.0	219.0	5.00	15.328
67	66	150.0	49.5	8.781	105.4	127.0	3.50	1.630
32	8	100.0	25.0	8.009	12.5	57.0	3.00	.407
28	9	150.0	27.0	13.749	13.5	57.0	3.00	.611
34	10	100.0	18.0	4.469	9.0	57.0	3.00	.407
40	11	100.0	18.0	4.465	9.0	57.0	3.00	.407
36	12	100.0	18.0	4.469	9.0	57.0	3.00	.407
36	13	100.0	18.0	4.469	9.0	57.0	3.00	.407
43	14	100.0	17.0	4.008	8.5	57.0	3.00	.407
45	15	100.0	16.0	3.622	8.0	57.0	3.00	.407
49	16	70.0	11.9	1.500	5.9	57.0	3.00	.285
52	17	70.0	11.2	.297	5.6	76.0	3.00	.385
59	18	150.0	25.5	12.448	12.8	57.0	3.00	.611
61	19	100.0	26.0	8.575	13.0	57.0	3.00	.407
65	20	100.0	75.0	5.452	37.5	89.0	3.00	.648
63	21	100.0	75.0	5.458	37.5	89.0	3.00	.648
66	22	100.0	75.0	5.453	37.5	89.0	3.00	.648
68	23	100.0	15.0	.124	7.5	108.0	3.50	.919
75	24	100.0	19.0	.082	9.5	127.0	3.50	1.086
71	25	70.0	13.3	.179	6.7	89.0	3.00	.454

Продолжение таблицы 1

ну	ку	L	Qп	ΔP	Qр	Dн	S	M
30	26	100.0	18.0	4.464	9.0	57.0	3.00	.407
27	37	500.0	125.0	9.950	2953.4	530.0	7.00	46.005
27	28	200.0	50.0	50.644	1042.2	219.0	5.00	5.378
28	32	250.0	107.5	31.387	712.4	219.0	5.00	6.723
32	39	250.0	107.5	7.004	579.9	273.0	5.00	8.419
38	39	100.0	43.0	43.922	586.5	159.0	4.00	1.558
37	38	100.0	42.0	35.162	1241.9	219.0	5.00	2.689
44	45	350.0	112.0	31.885	249.9	159.0	4.00	5.454
40	83	200.0	68.0	3.555	34.0	108.0	3.50	1.838
39	40	150.0	54.0	5.412	1064.1	325.0	6.00	7.216
34	82	150.0	54.0	10.353	27.0	76.0	3.00	.826
38	44	200.0	70.0	17.075	577.9	219.0	5.00	5.378
37	55	500.0	85.0	37.220	1585.5	325.0	6.00	24.052
44	49	150.0	46.5	31.724	213.8	127.0	3.50	1.630
49	53	100.0	32.0	1.482	48.9	127.0	3.50	1.086
53	56	70.0	23.1	1.276	54.9	127.0	3.50	.760
55	56	100.0	40.0	49.500	80.1	76.0	3.00	.550
45	50	200.0	42.8	.387	69.5	219.0	5.00	5.378
49	50	200.0	58.0	.548	84.7	219.0	5.00	5.378
50	51	130.0	29.1	.392	89.3	219.0	5.00	3.496
54	53	150.0	46.5	.203	56.8	219.0	5.00	4.034
51	54	100.0	31.0	.340	95.6	219.0	5.00	2.689
46	51	300.0	70.2	.610	71.5	219.0	5.00	8.068
45	46	70.0	16.4	.169	78.8	219.0	5.00	1.882
41	81	200.0	68.0	20.853	34.0	76.0	3.00	1.101
47	46	100.0	32.0	1.652	52.0	127.0	3.50	1.086
41	47	200.0	54.0	8.733	166.4	159.0	4.00	3.116
42	41	100.0	29.0	10.915	275.9	159.0	4.00	1.558
42	48	150.0	42.0	2.854	748.3	325.0	6.00	7.216
48	59	300.0	84.0	4.873	685.3	325.0	6.00	14.431
43	42	300.0	120.0	40.775	1376.5	273.0	5.00	10.103
31	43	500.0	115.0	8.405	2688.6	530.0	7.00	46.005
31	30	300.0	69.0	68.223	140.2	108.0	3.50	2.758
30	29	270.0	48.6	6.100	115.3	159.0	4.00	4.207
28	29	250.0	45.0	47.441	201.5	127.0	3.50	2.716
29	33	150.0	54.0	2.681	243.0	219.0	5.00	4.034
33	35	150.0	54.0	1.711	189.0	219.0	5.00	4.034
35	34	100.0	36.0	1.454	90.0	159.0	4.00	1.558
35	36	100.0	18.0	2.931	45.0	108.0	3.50	.919
42	30	500.0	205.0	19.043	154.3	159.0	4.00	7.791
47	52	100.0	27.0	11.928	57.9	89.0	3.00	.648
52	57	300.0	75.0	3.497	42.7	127.0	3.50	3.259
56	57	350.0	105.0	11.344	75.8	127.0	3.50	3.802
45	15	100.0	16.0	3.622	8.0	57.0	3.00	.407
55	61	250.0	57.5	15.118	1414.2	325.0	6.00	12.026
61	62	100.0	49.0	27.168	1079.4	219.0	5.00	2.689

Окончание таблицы 1

ну	ку	L	Qп	ΔP	Qр	Dн	S	M
62	56	250.0	92.5	7.214	71.1	127.0	3.50	2.716
62	63	300.0	87.0	17.236	464.1	219.0	5.00	8.068
57	80	250.0	50.0	2.579	25.0	108.0	3.50	2.298
64	63	200.0	42.0	13.300	502.8	219.0	5.00	5.378
58	57	200.0	30.0	23.685	36.5	76.0	3.00	1.101
58	64	250.0	70.0	9.063	668.8	273.0	5.00	8.419
58	52	150.0	30.0	20.187	62.0	89.0	3.00	.973
59	58	150.0	49.5	3.661	857.0	325.0	6.00	7.216
43	60	500.0	85.0	20.195	1135.1	325.0	6.00	24.052
60	59	250.0	87.5	28.307	673.5	219.0	5.00	6.723
71	70	150.0	45.0	3.638	64.5	127.0	3.50	1.630

Таблица 2

Данные по узлам для исследуемого объекта

N	P	Qс	Qп	N	P	Qс	Qп
1	300.000	.00	4083.12	12	179.149	.00	.00
27	289.026	.00	.00	13	179.149	.00	.00
2	300.000	.00	2920.82	43	256.858	.00	.00
31	265.263	.00	.00	14	252.850	.00	.00
69	189.648	.00	.00	45	194.953	.00	.00
70	189.091	.00	.00	15	191.331	.00	.00
68	188.236	.00	.00	49	195.114	.00	.00
75	187.093	.00	.00	16	193.614	.00	.00
74	192.000	.00	.00	52	184.509	.00	.00
99	190.019	.00	.00	17	184.212	.00	.00
64	195.633	.00	.00	18	195.908	.00	.00
62	199.570	.00	.00	19	218.163	.00	.00
65	193.017	.00	.00	20	187.565	.00	.00
73	200.106	.00	.00	63	182.333	827.42	.00
61	226.737	.00	.00	21	176.875	.00	.00
76	209.161	.00	.00	22	184.566	.00	.00
72	219.643	.00	.00	23	188.113	.00	.00
71	192.730	.00	.00	24	187.011	.00	.00
67	198.801	.00	.00	25	192.551	.00	.00
59	208.356	.00	.00	30	197.041	.00	.00
60	236.663	.00	.00	26	192.577	.00	.00
32	206.995	.00	.00	37	279.076	.00	.00
8	198.986	.00	.00	39	199.992	.00	.00
28	238.382	.00	.00	38	243.913	.00	.00
9	224.633	.00	.00	44	226.838	.00	.00
34	185.095	.00	.00	83	191.024	.00	.00
10	180.627	.00	.00	82	174.742	.00	.00
40	194.579	951.12	.00	55	241.856	.00	.00
11	190.115	.00	.00	53	193.632	.00	.00
36	183.618	.00	.00	56	192.355	.00	.00

Окончание таблицы 2

N	P	Qc	Qп	N	P	Qc	Qп
50	194.566	.00	.00	48	213.229	.00	.00
51	194.174	.00	.00	29	190.941	.00	.00
54	193.835	.00	.00	33	188.260	.00	.00
46	194.785	.00	.00	35	186.549	.00	.00
41	205.169	.00	.00	57	181.011	.00	.00
81	184.315	.00	.00	80	178.432	.00	.00
47	196.436	.00	.00	58	204.696	.00	.00
42	216.084	.00	.00			.00	.00

Затем был выполнен цикл расчетов по прогнозу потокораспределения при отключении каждого участка системы (за исключением тупиковых). В математическом плане единичный расчет соответствовал решению задачи анализа возмущенного состояния системы [1, 4, 5].

Сохранение всех элементов расчетной схемы (кроме отключаемого) участка в каждом варианте расчета предусматривалось с целью моделирования возможной аварийной ситуации, когда все без исключения потребители остаются в работоспособном состоянии (то есть, подключены к системе). Таким образом, в общей сложности была выполнено порядка 70 вариантов расчетов (только для рассматриваемого объекта).

Естественно, что представлять результаты всех вариантов нет необходимости, поэтому для иллюстрации вычислительного эксперимента был выбран один из них с наиболее существенными последствиями. Так отказ участка 31-43 исследуемого объекта формально приводит к отказу системы в целом, поскольку при этом устанавливается режим с понижением давления более чем у 40 % потребителей ниже предельно допустимого уровня (в качестве которого принято значение избыточного давления в 100 даПа). На рисунке 2 заштрихованной областью на расчетной схеме объекта выделена зона, в пределах которой потребители оказываются в неработоспособном состоянии.

Идентификация отказа только по давлению в узлах присоединения абонентских подсистем (АП) вполне обоснована, по следующим соображениям. Исходное (расчетное) давление у наиболее удаленных потребителей (с учетом регламентированного общего (максимального) перепада на сеть в 120 даПа при проектировании) фиксировалось на уровне 180 даПа. Поэтому его падение до 100 даПа и более (то есть в 1,8 раза) приводит к адекватной глубине дефицита целевого продукта (ЦП), поскольку гидравлическая характеристика АП принималась фиксированной. Таким образом полученные результаты свидетельствуют о гораздо более существенной недоподаче в сравнении с нормативной, устанавливаемой через коэффициент лимитированного газоснабжения величина которого для коммунально-бытовых потребителей, напомним, находится в диапазоне 0,8 - 0,85.

Между тем следует отметить, что весь комплекс потребителей сохраняет связь с системой, то есть формально находится в подключенном состоянии. Этот факт как раз подтверждает, что механизм оценки потери пропускной способности системы через суммирование номинального потребления отключаемых абонентов [6] нельзя признать приемлемым для систем с распределенной нагрузкой.

Естественно, что далеко не все варианты расчетов (по отключению участков) приводят к формальному отказу системы в целом. Как раз наоборот, лишь отключение некоторых участков вызывают столь глубокие последствия, что видимо связано с достаточно обширным резервированием исследуемого объекта, судя хотя бы по конфигурации расчетной схемы.

Таким образом, в рамках декомпозиционного подхода к моделированию распределительных ГС нет принципиальных проблем с оценкой потери пропускной способности системы, если известна гидравлическая настройка абонентских подсистем, то есть потокорас-

пределение в базовом режиме (до введения возмущающего воздействия). И, следовательно, можно считать, что гидравлическая составляющая модели надежности становится в этом случае информационно обеспеченной.

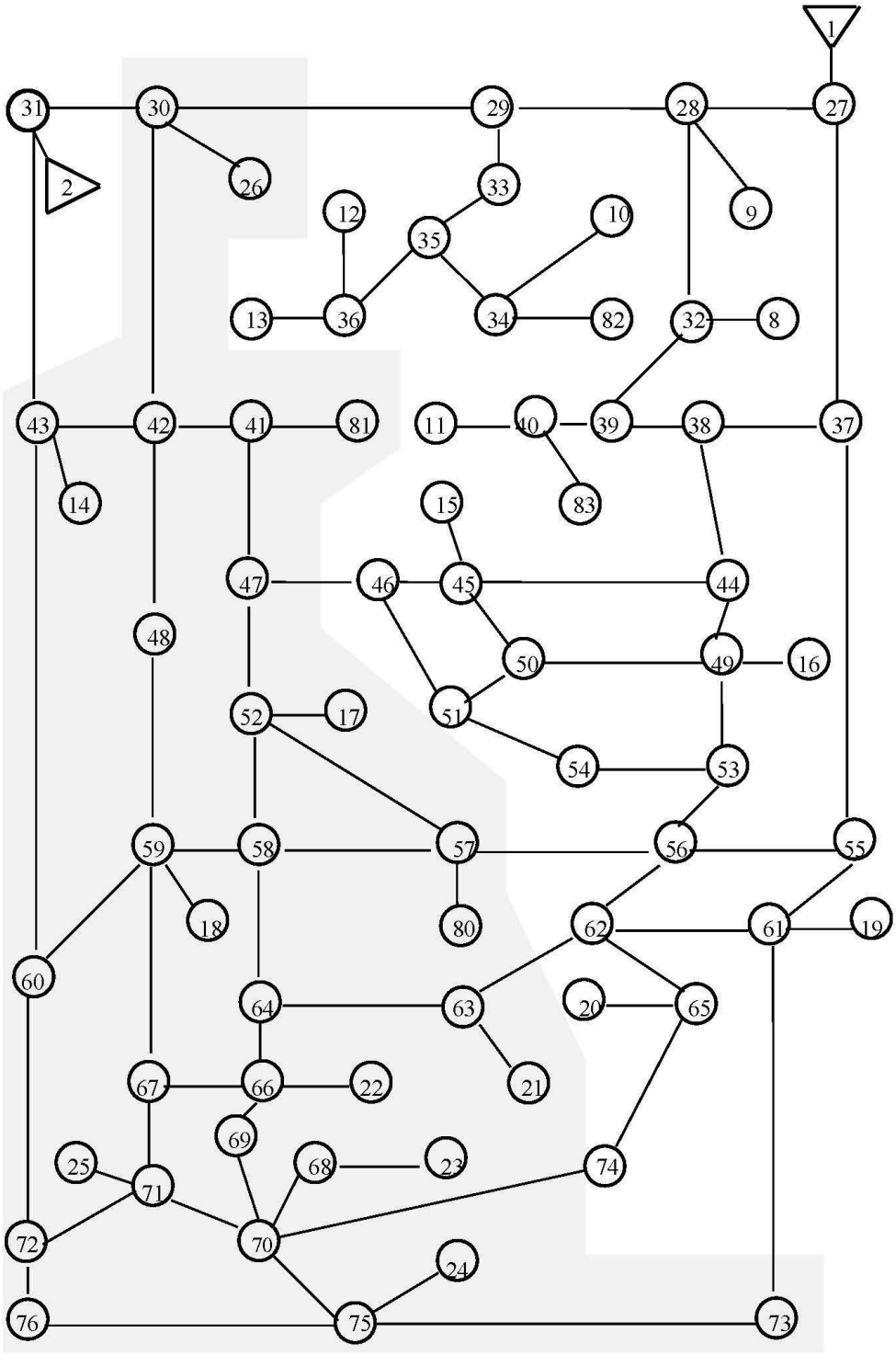


Рис. 2. Расчетная схема с выделением зоны, в пределах которой потребители оказываются в неработоспособном состоянии

Тем не менее, рассмотренную процедуру установления потери пропускной способности едва ли можно рекомендовать для практического использования. Действительно, чтобы

проверить всю систему требуется повторить решение задачи анализа возмущенного состояния системы [1] столько раз, сколько линейных элементов она содержит. А это значит, что необходимо соответствующее число раз решать систему нелинейных уравнений, размерность которой, определяется суммой числа участков и общего количества энергоузлов. Даже в условиях ординарности отказов такая технология оценки показателя надежности сравнительно крупных систем выливается в чрезвычайно большой объем вычислений.

Поэтому конечная цель расчетов по каждому варианту состояла в определении суммарного сокращения объема транспортируемого ЦП через сеть. Так в рассмотренном выше примере (отключение участка 31-43 исследуемого объекта) общее потребление в системе уменьшилось лишь на 25,3 %, тогда как более чем у 40 % потребителей кратность дефицита превысила 1,8. Иными словами абонентские подсистемы подвержены ощутимому взаимовлиянию, неучет которого может привести к существенным ошибкам. В то же время такой интегральный показатель [7, 8] , как суммарный расход ЦП через сеть уже сам по себе несет полезную информацию, поскольку транспортные ГС (особенно газоснабжающие) имеют крайне малую аккумулирующую способность [9, 10] и связь между потреблением и подачей является практически жесткой [6].

На основе обработки результатов вычислительного эксперимента оказалось, что их можно систематизировать в критериальной (безразмерной) форме [11, 12]. Так если в качестве аргумента принять относительный расчетный расход на участке, то есть отношение Q_i к общему расходу ЦП через сеть q_Σ (оба значения определяются для невозмущенной системы - до отключения этого участка) $\overline{Q}_i = Q_i / q_\Sigma$, а в качестве функции - относительную потерю пропускной способности при отказе, то есть отношение $\Delta\overline{q} = (q_\Sigma - q_\Sigma^{ав}) / q_\Sigma$, то вся совокупность расчетных данных из эксперимента группируется в окрестности достаточно монотонной кривой. Здесь подстрочный индекс (Σ) соответствует полному (суммарному) расходу ЦП в сети, проходящему через питатели, а надстрочные индекс «ав» - относится к аварийному режиму - после отключения элемента).

Полученный результат приобретает интерес в том смысле, что появляется возможность прогноза потерь пропускной способности практически без дополнительных вычислений, опираясь только на данные анализа потокораспределения системы в невозмущенном состоянии. Однако ценность его пока относительно невысокая, поскольку корреляция между определяющим $\overline{Q}_i$ и определяемым Δq критериями установлена на основе обработки сведений только по одному объекту.

Выводы

Вычислительный эксперимент показывает, что результаты имитационных расчетов могут быть обобщены критериальной зависимостью, в которой определяемый критерий представляет собой общую недоподачу продукта, а определяющий - расход среды через элемент системы. Для того чтобы обе величины стали безразмерными их удобно отнести к суммарной пропускной способности системы (то есть совокупному расходу ЦП через питатели) в номинальном режиме. Критериальный вид зависимости исключает влияние на результаты прогноза с ее помощью не только конфигурации системы, но и уровня давления (газораспределительные сети низкого, среднего и высокого давления). Поскольку данная зависимость является эмпирической (определяемой на основе обработки экспериментальных данных), то ее построение должно выполняться индивидуально для гидравлических систем различной ведомственной принадлежности и территориально-временного уровня управления.

Библиографический список

1. Квасов, И.С. Анализ и параметрический синтез трубопроводных гидравлических систем на основе функционального эквивалентирования: автореф. дис. доктора технических наук: 05.13.16 / И.С. Квасов. - Воронеж, 1998. - 30 с.

2. Сазонова, С.А. Разработка модели структурного резервирования для функционирующих систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. - С. 82 - 86.

3. Сазонова, С.А. Разработка методов и алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: защищена 18.05.2000: утв. 13.10.2000 / С.А. Сазонова. - Воронеж, 2000. - 15 с.

4. Квасов, И.С. Энергетическое эквивалентирование больших гидравлических систем жизнеобеспечения городов / И.С. Квасов, М.Я. Панов, В.И. Щербаков, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2001.- № 4. - С. 85-90.

5. Колодяжный, С.А. Применение энергетического эквивалентирования для формирования граничных условий к модели анализа потокораспределения системы теплоснабжения / С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко, С.А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2013. - № 3 (12). - С. 8-15.

6. Розкин, М.Я. Распределительные системы газоснабжения / М.Я. Розкин, В.Ф. Иродов, А.А. Ионин // В кн. Надежность систем энергетики и их оборудования: в 4т., Т.3. Надежность систем газо- и нефтеснабжения. Кн.2 под ред. М.Г. Сухарева. - М.: Недра, 1994. - С. 90-150.

7. Жидко, Е.А. Управление техносферной безопасностью / Е.А. Жидко. - Воронеж, 2013. – 178 с.

8. Жидко, Е.А. Теоретические основы проектирования и конструкции жидкостных пылеулавливающих устройств // Е.А. Жидко, В.В. Колотушкин, Э.В. Соловьева / Безопасность труда в промышленности. - 2004. - № 2. - С. 8-11.

9. Жидко, Е.А. Информационные риски в экологии XXI века: концепция управления / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. - 2010. - Т. 13. - № 2. - С. 175-184.

10. Жидко, Е.А. Эмпирические методы измерения погрешностей при взаимосвязанном развитии внешней и внутренней среды хозяйствующих субъектов / Е.А. Жидко, В.К. Кирьянов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2013. - № 4 (13). - С. 53-60.

11. Николенко, С.Д. Применение фибрового армирования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах / С.Д. Николенко // Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях: межвузовский сборник научных трудов. Воронежский государственный технический университет, Международная академия наук экологии безопасности человека и природы; В.И. Федянин - ответственный редактор. Воронеж, 2006. - С. 38-46.

12. Колотушкин, В.В. Безопасность жизнедеятельности при эксплуатации зданий и сооружений / В.В. Колотушкин, С.Д. Николенко. - Воронеж: ВГАСУ. - 2009.

References

1. Kvasov I.S. Analysis and parametric synthesis of pipeline hydraulic systems on the basis of functional equivalenting: the dissertation author's doctor of technical sciences: 05.13.16 , Voronezh, 1998. - 30 pp.

2. Sazonova S.A. Development of the model of structure reservetion for heat supply system functioning / The bulletin of the Voronezh institute of high technologies. - 2008. - N 3. - PP. 82-86.

3. Sazonova S.A. Development of the methods and algorithm of the technical diagnostics of the systems of gas supply. Author's abstract of the candidate of the technical sciences dissertation. - Voronezh, 2000. - 15 pp.

4. Kvasov I.S., Panov M.Ya., Sherbakov V.I., Sazonova S.A. Energy eqvivalenting greater hydraulic systems of the provision to lifes city. News of high schools. Construction. - 2001. - N 4. - PP. 85-90.

5. Kolodyazhny S.A., Sushko E.A., Sazonova S.A. Application for the formation of energy equivalenting boundary conditions for models of analysis of the heat supply system // Engineering systems and constructions. - Voronezh, 2013. - N 3. - PP. 8-15.

6. Rozkin M.Ya., Irodov V.F., Ionin A.A. Gas distribution systems / In the book: reliability of energy systems and equipment. Vol.3. Reliability of gas and oil supply. Book 2 ed. M.G. Sukharev. - M.: Nedra, 1994. - PP. 90-150.

7. Zhidko E.A. Technosphere safety management. Voronezh, 2013.

8. Zhidko E.A., Kolotushkin V.V., Solovyova E.V. Theoretical foundations of the design and construction of liquid dust collectors / Safety in the industry. - 2004. - N 2. - PP. 8-11.

9. Zhidko E.A., Popova L.G. Information Risk in the ecology of the XXI century: the concept of management / Information and Security. - 2010. - V. 13. - № 2. - PP. 175-184.

10. Zhidko E.A., Kir'yanov V.K. Empirical methods of measurement errors in the development of an interconnected external and internal environment of business entities / Scientific journal. Engineering systems and facilities. - 2013. - № 4 (13). - PP. 53-60.

11. Nikolenko S.D. The use of fiber reinforcement in buildings and structures located in earthquake-prone areas / Life-support systems and emergency management: Interuniversity collection of scientific papers. Voronezh State Technical University, International Academy of Ecology and Life Safety; V.I. Fedyanin - executive editor. Voronezh, 2006. - PP. 38-46.

12. Kolotushkin V.V., Nikolenko S.D. Life safety in buildings and structures. Voronezh, 2009.

УДК 697.95

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц, зав. кафедрой проектирования зданий и сооружений
Э.Е. Семенова;
Магистрант кафедры городского строительства и хозяйства
Смелов Николай Владимирович
Россия, г.Воронеж, тел. 8(951)550-83-22
e-mail: nikols93@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., head of designing of buildings and constructions faculty
E.E.Semenova;
Undergraduate of urban construction and management faculty
Smelov Nikolay Vladimirovich
Russia, Voronezh, tel.8(951)550-83-22
e-mail: nikols93@mail.ru

Э.Е. Семенова, Н.В. Смелов

МЕРОПРИЯТИЯ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ УЛУЧШЕНИЮ ВЕНТИЛИРОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ПОМЕЩЕНИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ, ВЫПОЛНЕННОЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Рассматриваются мероприятия, способствующие приведению воздухообмена в помещении в соответствие с санитарно-гигиеническими нормами вследствие его нарушения после установки стеклопакетов из ПВХ в качестве меры по повышению энергоэффективности.

Ключевые слова: энергоэффективность, вентиляция, реконструкция.

E.E. Semenova, N.V. Smelov

ACTIONS, SUSTAINING DEVELOPMENTS IN AERATION INTERNAL AREAS OF APARTMENT BUILDING AFTER ENERGY EFFICIENCY RECONSTRUCTION

Activities that enables bringing the air in the accommodation in accordance with the sanitary standards, disrupted because installing double-glazed windows PVC as energy efficiency measures are taken into consideration.

Keywords: energy efficiency, ventilation, reconstruction.

Вопрос энергосбережения в настоящее время является одним из наиболее актуальных для сферы гражданского строительства, причём это относится не только к новому жилью, но и к объектам, подлежащим реконструкции, что согласуется с требованиями [1]. В условиях роста цен на энергоресурсы снижение энергоёмкости способно привести к существенному сокращению расходов бюджета и общей модернизации экономики. В настоящий момент средняя энергоёмкость в многоквартирных жилых домах Российской Федерации составляет порядка 229 кВт*ч/кв.м/год. Применение мер по энергосбережению позволит снизить данное значение до 151 кВт*ч/кв.м/год [2].

В настоящий момент к наиболее распространенным конструктивным решениям по повышению энергоэффективности в новом строительстве и реконструкции можно отнести устройство навесного вентилируемого фасада, замену устаревших деревянных оконных блоков на стеклопакеты из ПВХ, модернизацию однотрубных систем отопления в двухтрубные.

Стоит отметить, что в случае использования стеклопакетов ПВХ необходимо учитывать потенциальное нарушение вентилирования воздуха в помещении, которое частично происходило за счёт естественных неплотностей в деревянных блоках, подлежащих замене и учитывалось при расчёте вентиляции в соответствии с требованиями [3]. Однако, возможны ситуации, когда при реконструкции помещений, переоборудуемых под офисные помещения, не уделяется достаточное внимание к вышеописанным особенностям вентилирования помещений, в результате чего при дальнейшей эксплуатации может отмечаться выделение конденсата на наружных стенах, жалобы на духоты и низкое качество воздуха в помещении, также высока вероятность возникновения плесени, которая может влиять на развитие болезней дыхательных путей и возникновение аллергических реакций. Особенно опасной является чёрная плесень, представленная на рис.2. Её поры могут вызывать не только возникновение аллергических реакций, но и различные заболевания кожи и болезни суставов.

В условиях современной сложной внутренней экономической ситуации, не всегда возникает финансовая возможность проведения повторного ремонта с целью исправления данных дефектов. В данном случае возможно применение комплекса мер по улучшению вентилирования воздуха в помещении без существенных финансовых затрат. Это достигается использованием так называемых вентиляционных (приточных) клапанов.

Рис. 1. Вариант исполнения приточного клапана в стеклопакете ПВХ

Рис. 2. Пример образования плесени в результате недостаточной вентиляции в помещении

В настоящий момент на российском рынке представлены модели приточных клапанов нескольких фирм. Пример применяемых конструкций приточных клапанов представлен в таблице.

Таблица

Пример сравнения представленных на российском рынке приточных клапанов

Тип клапана	«Аэровент»	SFD Titon	V50/C50 Titon	REGEL-air	«Арматор»
Количество воздуха при 10 Па, $м^3/ч$	26	40	22	4,5	32

Разница в характеристиках представленных моделей различается преимущественно в зависимости от наличия шумоизоляции и особенностей исполнения.

Установку данных устройств необходимо производить на высоте от 2,2 м с целью избежания возникновения сквозняков. В целях сохранения шумоизолирующих свойств стеклопакетов из ПВХ приточные клапаны должны быть оборудованы прокладками из шумоизолирующих материалов.

Дополнительно, необходимо обеспечить свободное перемещение потоков воздуха до вентиляционных каналов. Одним из способов выполнения данной задачи может служить подрезка дверного полотна на 1,5-2 см. Также возможна установка переточного клапана между комнатой и коридором [4].

Выводы

Необходимость учитывания соответствия проводимых мер по обеспечению энергоэффективности требованиям санитарно-гигиенических норм необходима в целях предупреждения различных болезней дыхательной и опорной системы, а также возникновения аллергических реакций.

Также, в перспективе она позволяет избежать возникновения дополнительных финансовых затрат, что актуально в сложившейся в настоящий момент сложной экономической ситуации.

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.

2. Халимова С.Х. Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов. Проблемы современной экономики, №1(37), 2011, 47с.

3. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

4. Т.А. Дацюк. Оценка эффективности естественной вентиляции жилых зданий. СОК, №1, 2014, 23с.

References

1. SP 50.13330.2012. Thermal protection of buildings.

2. Halimova S.H. Economic problems of the regions and industry complexes. Problems of modern, №1(37), 2011, 47 sec.

3. SP 60.13330.2012. Heating, ventilation and conditioning.

4. T.A. Datsyuk. Evaluating the effectiveness of natural ventilation of residential buildings. SOK, №1, 2014, 23 sec.

УДК 628.316

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Док. тех. наук, проф. кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения
В.И. Щербаков
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-76-40-10
e-mail: scher@vgasu.vrn.ru

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Аспирант, кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения З. Аль-Амри.
Россия, г. Воронеж, тел. 89515410158
e-mail: zaidalamry@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the Dept. of the hydraulics water supply and wastewater disposal V.I. Shcherbakov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-76-40-10
e-mail: scher@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D.-student, Dept. of the hydraulics water supply and wastewater disposal Z.S.A. Al-Amry.
Russia, Voronezh, tel. 89515410158
e-mail: zaidalamry@mail.ru

В.И. Щербаков, З. Аль-Амри

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОДЫ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БУТИЛИРОВАННОЙ ВОДЫ

Качество воды централизованных систем водоснабжения но не всегда удовлетворяет требованиям потребителей, вследствие чего увеличивается рынок бутилированной воды в качестве альтернативного источника питьевой воды.

Ключевые слова: Бутилированная вода, обеззараживание.

V.I. Shcherbakov, Z. Al-Amry

CONDITIONING WATER FROM UNDERGROUND SOURCES FOR THE PRODUCTION OF BOTTLED WATER

The quality of water in centralized water systems but does not always satisfy the requirements of consumers, thereby increasing the market for bottled water as an alternative source of drinking water.

Keywords: Bottled water, decontamination.

Согласно требованиям Международной ассоциации бутилированной воды (IBWA) считается, что вода соответствует государственным стандартам, гигиеническим требованиям к питьевой воде, помещена в гигиенический контейнер и продается для потребления человеком. Вода не должна содержать подсластителей или добавок искусственного происхождения. Ароматизаторы, экстракты и эссенции естественного происхождения могут быть добавлены к бутилированной воде в количестве, не превышающем одного весового процента. Для производства бутилированной воды применяют два типа природных вод: из экологически чистых районов в нативной форме и очищенную с помощью систем водоподготовки.

Бутилированная вода подразделяется на три категории: минеральную; искусственную и питьевую.

Минеральная вода- это вода соответствующим образом зарегистрированного подземного источника (скважины) с сохраненным первоначальным составом минеральных веществ.

Минеральные воды подразделяются на четыре группы:

1. Лечебные воды с общей минерализацией более 8 г/дм^3. Сюда же относят и менее минерализованную воду, содержащую повышенное количество бора, мышьяка и других элементов.

2. Лечебно-столовые воды с общей минерализацией 2-8 г/дм^3. Применяются с лечебными целями по назначению врача, но можно использовать их и в качестве столового напитка.

3. Столовые воды с минерализацией 1-2 г/дм^3.

4. Столовые воды с минерализацией менее 1 г/дм^3.

К искусственным водам относятся пресные питьевые воды, приготовленные с помощью технологических методов с целью имитации химического состава природных минеральных или других вод. Опресненная морская вода, широко используемся в Арабских Эмиратах, богатых нефтью, но бедных пресной водой, тоже можно считать искусственной, как и облегчённую по дейтерию воду, производство которой пока очень дорого.

Другой тип бутилированной воды – *питьевая вода*. По способу водоподготовки питьевую воду подразделяют:

- на очищенную или доочищенную забираемую из водопроводной сети. Недостатком этой технологии является то, что при повторной доочистке воды удаляются необходимые для человеческого организма компоненты, повышенное содержание которых более значимо для организма, чем их недостаток.

- на кондиционированную, дополнительно обогащенную макро- и микроэлементами.

Бутилированная вода выпускается газированной или негазированной. Газированная углекислым газом вода имеет значительно больший срок хранения, чем негазированная. При этом используется основное консервирующее свойство углекислого газа (ингибирующее выпадение в осадок солей, обеззараживающее, дезинфицирующее, антимикробное). Т.е. углекислый газ – это консервант – вещество, губительно действующее на живые микроорганизмы, присутствующие в питьевой бутилированной воде, которая никогда не является стерильной, так же как и водопроводная вода.

Степень насыщения воды углекислым газом бывает разной, например, в РФ в технологических документах по производству напитков она регламентируется не более 10 г/дм^3 (1%). В странах ЕС, население которых предпочитает негазированную бутилированную питьевую воду, действует законодательный документ “ Директива о качестве воды, предназначенной для употребления человеком ”. Эта Директива разрешает использование углекислого газа в питьевой воде только в качестве консерванта и в количествах, не превышающих 0,4%.

Основная проблема подготовки "бутилированной" воды, производимой из подземной, обычно связана с эксплуатацией фильтров с активированным углем, и избыточной или недостаточной жесткостью воды, содержанием в ней йода, фтора и т.д. Отметим, что высоко производительной технологии по стабилизации йода в воде еще не разработано (йод может быть только природным). Обязательное требование - вода должна иметь правильное соотношение солей.

Вода в процессе производства сначала проходит очистку на фильтрах – песчаных и угольных [1], на следующем этапе воду пропускают через специальные фильтры, снижающие минерализацию или, наоборот, насыщающие воду определенными минералами – серебром, фтором и т.д. Далее воду обеззараживают, подвергая воздействию

ультрафиолетовых лучей, или насыщают озоном. Озон, как сильный окислитель, (более хлора, которым обеззараживается водопроводная вода), обладает биологической активностью и разрушающе воздействует на микроорганизмы на молекулярном уровне. Но любое обеззараживание – это нарушение структуры воды. Самым безопасным способом обеззараживания является ионизация воды серебром.

В то же время при обеззараживании воды озоном в ходе производства бутилированной воды кроме её дезинфекции решаются следующие сопутствующие задачи:

– дезинфекция оборудования, находящееся в контакте с водой;

– дезинфекция используемой тары;

– дезинфекция крышки, внутренней поверхности бутылки, воздушного зазора под крышкой;

– бактериальное воздействие разливаемой воды на микроорганизмы, которые попадают в воду из воздуха при розливе воды [2,3].

На основе обобщения современного производственного опыта нами предложена универсальная технологическая схема подготовки подземной воды для бутилирования, показанная на рисунке.

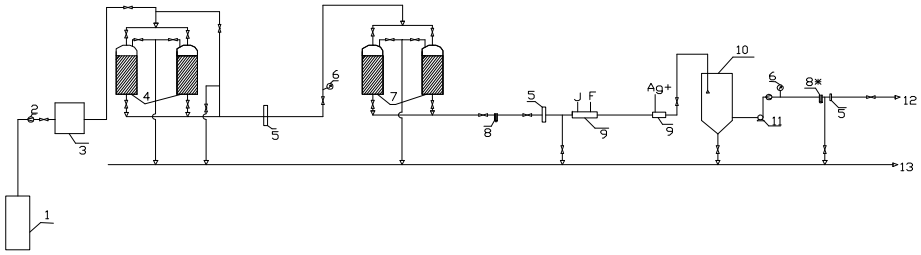


Рис. Схема подготовки очищенной подземной воды для её бутилирования:

1 - скважина; 2 - расходомер; 3 - камера аэрации; 4 - осветлительно-сорбционные фильтры (ФОС); 5 – бактерицидная лампа; 6 - манометр; 7 - фильтры с активированным углем (АУ); 8 - фильтр тонкой очистки (Big Blue 40/5мин); 8* - фильтр тонкой очистки (01.1-1 мкм); 9 - смеситель; 10 - резервуар питьевой воды; 11 - насос; 12 - на линию розлива: 13 – канализация;

Условные обозначения: J^- - иодирование: F^- - фторирование; Ag^+ - консервация: I – консервация

В Европе производство бутилированной воды осуществляется с использованием технологии обратного осмоса. Вода пропускается через систему специальных мембранно-осмотических фильтров, которые собирают на своей поверхности все посторонние примеси. Затем очищенную воду искусственным образом насыщают минералами и микроэлементами в соответствии с установленными санитарными нормами. Вода насыщается ионами Ca, Mg, HCO_3, F и т.д. из соответствующих растворов с помощью расходных баков, дозаторов, купажных баков [4].

Рецептуры ингибиторов для предотвращения поляризации мембран представляют собой, композиции фосфоновых и полиакриловых кислот и их производных. Они могут также содержать высокомолекулярные органические комплексоны-разрыхлители, ПАВ и др. ингредиенты. При дозировании этих реагентов в поток исходной воды, даже при условии их 100% задержания мембраной, вода утрачивает свое "естественное" качество, что не приемлемо для производства бутилированной воды.

Зачастую, применение ингибиторов, позволяет изготовителям мембранных установок, покрывать ошибки конструирования установок. Это позволяет снизить капитальные затраты, но при этом резко возрастают эксплуатационные издержки при постоянном наличии проблем с качеством воды [5].

Наличие в системе предподготовки блока умягчения обеспечивает оптимальную эксплуатацию мембранной установки с конверсией 75-80% и сохранением "естественного"

достоинства воды. Применение ингибиторов в данном случае теряет всякий смысл, т.к. с точки зрения технологических возможностей и эксплуатационной надежности оно не может сравниться с умягчением. А правильно рассчитанный регенерационный цикл умягчения (с проведением регенерации в "голодном" режиме) экономически более эффективен, чем применение ингибиторов [6].

На заключительном этапе природную воду из подземных источников обрабатывают специальным образом, чтобы удалить бактерии и посторонние примеси.

Природные воды часто имеют многократное превышение по иону аммония. Из допустимых к применению в области подготовки бутилированных вод, методов удаления аммония для малых и средних производств более целесообразно использовать методы сорбции на синтетических и природных цеолитах, обратноосмотический метод и при невысоких превышениях по аммонию – метод ионного обмена на синтетических катионообменных смолах [7].

Выводы

1. При вторичной обработке, уже очищенная вода централизованного водоснабжения и производстве из неё бутилированной, удаляются необходимые для человеческого организма компоненты, повышенное содержание которых более физиологично для организма, чем их недостаток.

2. Производство бутилированной воды оказывает негативное действие на водные ресурсы планеты. Так, на производство 1 бутылки воды требуется в 7 раз больше природной или водопроводной воды.

3. Бутилированная вода, не проходит проверки на мутагенный эффект, поскольку в России пока не существует подобных нормативов и нельзя гарантировать безопасность употребления такой воды.

Библиографический список

1. Бартл К. Некоторые аспекты обработки питьевой воды активированным углем // Мат. конф. "Акватерра". - СПб. - 1999. -С. 23-24.

2. http://www.kaufmanntec.ru/publics.

3. http://www.o8ode.ru/article/dwater/butil/proizvodctvo_butilirovannoi_vody.htm.

4. http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=6058.

5. http://h2o.ru/fact/proizvodstvo-butilirovannoy-dom-vody.

6. Щербаков В.И. Городской водопровод/ В.И. Щербаков.- Воронех: Воронежский гос.арх.строит.ун-т, 2000. - С. 171-174

7. http://yasen-cor.ru/articles/2009/10/07/articles_18.html.

References

1. Bartl K. Some aspects of the treatment of drinking water activated carbon // Mat. Conf. "Aquaterra". - SPb. - 1999. -P. 23 - 24.

2. http://www.kaufmanntec.ru/publics.

3. http://www.o8ode.ru/article/dwater/butil/proizvodctvo_butilirovannoi_vody.htm.

4. http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=6058.

5. http://h2o.ru/fact/proizvodstvo-butilirovannoy-dom-vody.

6. Shcherbakov V.I. City water / V.I. Shcherbakov. Voronezh: Voronezh st.arch.civ.un , 2000 - P. 171-174.

7. http://yasen-cor.ru/articles/2009/10/07/articles_18.html.

УДК 696.11

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Док. тех. наук, проф. кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения
В.И. Щербаков
Россия, г. Воронеж, тел. +7(980) 345-99-00
e-mail: scher@vgasu.vrn.ru
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Аспирант кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения Х.К. Нгуен
Россия, г. Воронеж, тел. +7(952) 950-58-53
e-mail: hcuongsgvn2003@gmail.com

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the Dept. of the hydraulics water supply and wastewater disposal V.I. Shcherbakov
Russia, Voronezh, tel. +7 7(980) 345-99-00
e-mail: scher@vgasu.vrn.ru
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D.-student, Dept. of the hydraulics water supply and wastewater disposal H.C. Nguyen
Russia, Voronezh, tel. +7(952) 950-58-53
e-mail: hcuongsgvn2003@gmail.com

В.И. Щербаков, Х.К. Нгуен

К РАСЧЕТУ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ РАЙОНА ТХУ ДЫК Г. ХОШИМИН

В крупных городах Вьетнама системы водоснабжения не обеспечивают требуемого напора у потребителей. Практически все жилые и общественные здания имеют собственные повысительные насосные станции и запасные резервуары. Это приводит к нарушению потокораспределения и ухудшению качества воды.

Ключевые слова: Водопроводная сеть, запасные резервуары, схемы водоснабжения.

V.I. Shcherbakov, H.C. Nguyen

THE CALCULATION OF WATER SUPPLY DISTRICT THU DUC HO CHI MINH CITY

In the large cities of Vietnam water supply system do not provide the required pressure from consumers. Practically all residential and public buildings own their own booster pumping stations and spare tanks. This leads to disruption of the flow distribution and the deterioration of water quality.

Keywords: Water supply network, spare tanks, water supply scheme.

Чистая вода является насущной потребностью городского населения. Водопровод должен обеспечивать требуемое качество воды и её необходимое количество, а также давление в сети. Но реально во многих крупных городах Вьетнама население не получает достаточного количества воды, потому что в водопроводных сетях нет необходимого давления, особенно в период максимального водопользования на участках, удалённых от источников.

В 1995 г. население города составляло около 4,6 млн человек. Быстрое экономическое развитие города привело к миграции сельских жителей в Хошимин, население которого в 2014 году увеличилось до 10 миллионов. Хошимин превратился в самый крупный город Вьетнама с плотностью населения около 45 тыс. чел/км^2 [2]. Однако водопроводные компании ещё не накопили опыта эксплуатации и развития системы водоснабжения

крупнейшего города страны. Система водоснабжения не в состоянии полностью удовлетворить потребности населения. На практике это часто приводит к проектированию и строительству локальных тупиковых сетей (рис. 1). Развитие городской системы водоснабжения по такому варианту в дальнейшем не сможет обеспечить достаточного расхода воды и необходимого давления в системе, а также нормального потокораспределения воды по сети [4, 6].

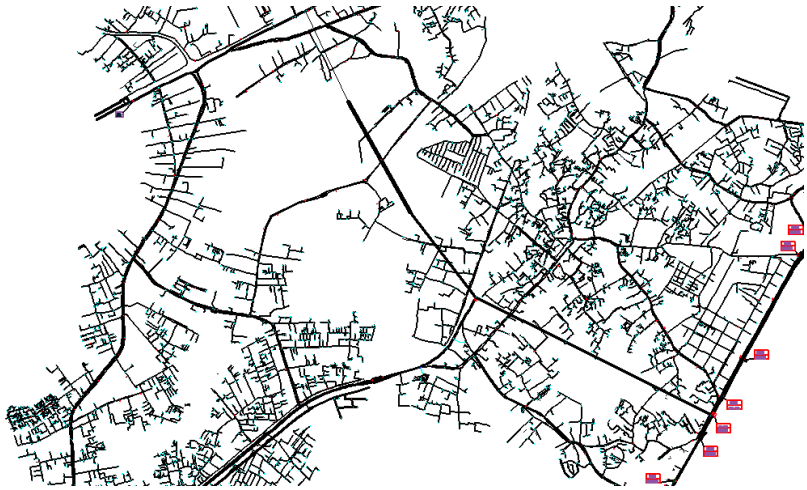


Рис. 1. Схема водоснабжения района ТхуДык, г. Хошимин

Как видно из рис. 1, к основным транзитным и распределительным трубопроводам присоединено множество тупиковых участков для снабжения водой одного или нескольких частных потребителей.

Такое количество тупиковых участков способствует развитию коррозии стальных и чугунных труб, образованию биологических загрязнений и увеличению линейных и местных потерь напора.

На ветхих участках, где трубы с трещинами, свищами и другими повреждениями, в часы максимального водоразбора и при повышении давления в сети потери воды существенно увеличиваются. Стальные и чугунные трубопроводы имеют коррозионные и органические отложения на внутренних стенках труб, что приводит к существенному уменьшению их пропускной способности и увеличению сопротивления трубопровода (рис. 2).

Рис. 2. Отложения в чугунных и стальных трубах

Сегодня в г. Хошимин почти ни одно здание не обходится без собственного водонапорного бака либо резервуара для обеспечения необходимого запаса воды в силу недостатка напора и расхода воды в подводящей сети (рис. 3).

Рис. 3. Индивидуальные резервуары воды на крышах зданий в г. Хошимин

Аналогичную картину можно наблюдать в других больших городах Вьетнама (рис. 4).

Рис. 4. Резервуары воды на крышах зданий в г. Ханой

Установка индивидуальных запасных емкостей на крышах зданий приводит к серьезным проблемами безобасности при эксплуатации водопровода и надежности подачи воды потребителям. Среди них следует отметить следующие проблемы:

Регулирование давления в сети водоснабжения. Установка повысительных насосов, забирающих воду непосредственно из водопроводной сети, приводит к изменению нормального потокораспределения и снижению давления в трубопроводах вплоть до образования вакуума. Если несколько насосов работают в час пик, когда воды не хватает, то может оказаться, что через трещины, свищи и стыки труб загрязненные грунтовые воды попадут в водопроводную сеть [5].

Риск утечки. Баки для воды, как правило, находятся на крыше или в верхней части здания, и из-за плохого качества сварки, переполнения или из-за нарушений в работе поплавкового клапана возможно образование трещин и свищей. Кроме того, утечки воды приводят к коррозии опор баков и в итоге к угрозе их падения.

Качество воды. Вода, содержащаяся в баке, имеет контакт с воздухом, из-за чего снижается количество хлора в воде, что способствует развитию различных бактерий, особенно в жарком климате Вьетнама. У потребителей по многим показателям имеется превышение ПДК (предельно допустимых концентраций) в два и более раз (таблица).

Таблица

Предельно допустимые концентрации основных показателей качества питьевой воды (Вьетнам – 2009) [3]

Показатели	**Единицы измерения**	**Нормативы ПДК, не более**
Водородный показатель	ед. pH	6,0 - 8,5
Хлор остаточный	мг/л	0,3-0,5
Железо (Fe,суммарно)	мг/л	0,5
Азот аммонийный	мг/л	3
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	50
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Хлориды (Cl^-)	мг/л	300

Выходом из этой ситуации может быть проектирование новых участков распеделительных сетей района Тху Дык с присоединением их к существующим магистральным и внутриквартальным водопроводным сетям.

Согласно нормативам рядом с оновным трубопроводом, который транзитом перекачивает воду в другие районы города, необходимо запроектировать именно для района ТхуДык сопровождающий трубопровод диаметром 600 мм. Для этого района необходимо также запроектировать прокладку основных трубопроводных линий (рис 5), закольцевать участки районной сети, запроектировать две повысительные насосные станции. Всё это, во-первых, повысит надежность сети, во-вторых, обеспечит всех потребителей бесперебойной подачей воды необходимого расхода и с требуемым напором, в-третьих, позволит избежать индивидуальных накопительных баков и резервуаров, в-четвертых, будет способствовать улучшению качества воды.

По предлагаемой схеме определены диаметры сопрводительных трубопроводов и новых участков сети на основании предварительного потокораспределения. Уточнение этих параметров будет получено в процессе увязки вновь образованных колец сети района.

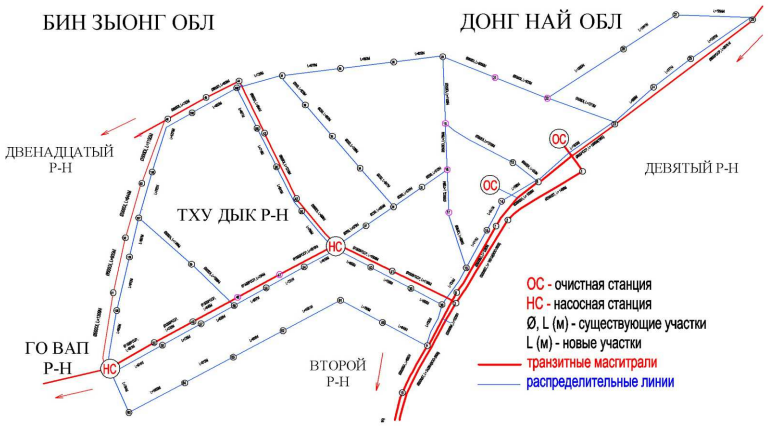


Рис. 5. Предлагаемая расчетная схема водопроводной сети района Тху Дык

Выводы

1. Обеспечить кольцевание сети с целью повышения её надёжности.

2. Проложить сопутствующие трубопроводные линии без подключения к магистральному трубопроводу, что обеспечит лучшие гидравлические условия, т.е. уменьшит потери энергии и потреи напора.

3. Разработать новый способ гидравлического расчета водопроводной сети с учетом больших диаметров магистральных трубопроводов до 2000 мм и более, а тупиковых участков диаметром от 100 до 200 мм.

4. Ликвидировать индивидуальные водонапорные баки, что позволит получить нормальный гидравлический режим потокораспределения, обеспечит безопасное водоснабжение и улучшит архитектурный облик города.

Библиографический список

1. SAWACO-компания водоснабжения SAIGON (2012). http://www.thanhnien.com.vn/ chinh-tri-xa-hoi/that-thoat-nuoc-tai-tphcm-moi-ngay-mat-3-ti-dong-489041.html

2. Главное статистическое управление Вьетнам – 2015. http://vi.wikipedia.org/wiki/Thành _phố_Hồ _Chí_Minh

3. TCXDVN 33:2006/ Строительные нормы и правила Вьетнама.

4. Щербаков В.И. Городской водопровод // Воронеж: Воронежский гос. арх. – строит. университет, 2000, - 240с.

5. Елецких В.Л., Щербаков В.И. Вода и люди // Воронеж, ООО «Творческое объединение Альбом», 2004, – 248с.

6. Нгуен Х.К. Расчет и проектирование водопроводных сетей на WaterCAD/ Воронеж: Воронежский гос. арх. – строит. университет. – 2008 - №4 – С. 131-134.

References

1. SAWACO-water supply company SAIGON (2012). http://www.thanhnien.com.vn/ chinh-tri-xa-hoi/that-thoat-nuoc-tai-tphcm-moi-ngay-mat-3-ti-dong-489041.html

2. General Statistical Office Viet nam – 2015. http://vi.wikipedia.org/wiki/Thành_phố_Hồ _Chí_Minh

3. TCXDVN 33:2006/ Construction norms and regulations Vietnam.

4. Shcherbakov V.I. City water / V.I. Shcherbakov. Voronezh: Voronezh st.arch.civ.un. 2000 - 240 sec.

5. Eletskikh V.L., Shcherbakov V.I. Water and People // Voronezh, LTD « Creative Association Album», 2004, – 248 sec.

6. Nguyen H.C. Calculation and design of water distribution networks in the WaterCAD / Voronezh: Voronezh st.arch.civ.un. – 2008 - №4 –P. 131-134.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 728.1

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Старший преподаватель, М. В. Агеенко;
Магистр, Е. М. Глазкова.

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Senior Lecturer, M. V. Ageenko;
Master, E. M. Glazkova

М.В. Агеенко, Е.М. Глазкова

ОБЗОР МИРОВОГО ОПЫТА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОСТИНИЧНОГО КОМПЛЕКСА

Рассмотрены используемые в настоящее время методы повышения энергоэффективности жилых зданий и перспективность применения данных технологий в строительном комплексе Российской Федерации.

Ключевые слова: энергосбережение, мировой опыт, жилые здания, энергоэффективные решения.

M.V. Ageenko, E.M. Glazkova.

REVIEW OF GLOBAL EXPERIENCE IN ENERGY EFFICIENCY IN CONSTRUCTION OF CIVIL BUILDINGS ON THE EXAMPLE OF A HOTEL COMPLEX

Methods currently employed to increase efficient use of energy saving of civil buildings are considered and prospects of application of these technologies in the building complex of the Russian Federation.

Keywords: energy efficiency, global experience, civil buildings, energy-efficient solutions.

Гостиничный бизнес сегодня считается одним из самых перспективных направлением экономики, активное развитие которого особенно актуально для российского рынка именно сейчас [1]. Одной из главных причин привлекательности вложения средств в данную отрасль стал рост влияния внутреннего туризма в 2015 году в связи с обвалом отечественной валюты. При текущем курсе рубля подавляющая часть граждан РФ не сможет себе позволить дорогостоящий отдых за рубежом. Соответственно, основная масса туристов будет путешествовать внутри стран СНГ.

Современное общество, несмотря на финансовый кризис, а, отчасти, и благодаря ему, продолжает переосмысливать свои взаимоотношения с окружающей средой. Уменьшение добычи полезных ископаемых и уменьшение расхода всех ресурсов, увеличение доли возобновляемых видов энергии – вот главные черты перехода от культа бесконтрольного потребления к росту экологической культуры. Что касается гостиничного бизнеса, то сейчас все более востребованными становятся именно малые эко-гостиницы, основные клиенты которых нуждаются в умеренном комфорте, хорошей еде, чистоте и безопасности. К этому добавляются приемлемые цены и особая обстановка уюта, которую трудно создать в гостиничных

гигантах. Данный вариант проектирования отелей стал ожидаемым ответом на высокий спрос на отдых в естественном природном окружении, который сформировался на гостиничном рынке в последние два десятка лет [2].

Серьезный энергетический кризис в середине 1970-х годов дал мощный толчок для развития энергосберегающих технологий: в течении последующих десяти лет в странах Европы и Северной Америки нормируемые величины теплозащиты конструкций увеличились в 2-3,5 раза. В настоящее время процесс этот не замер на месте: требования к используемым теплоизоляционным материалам постоянно повышаются, нормативы тепло- звукоизоляции и смежных параметров отдельных строительных конструкций и сооружений в целом ужесточаются и увеличиваются показатели уровня комфортности [3].

В большинстве стран мира одним из важнейших объектов государственного регулирования стали требования к повышению тепловой защиты зданий. Помимо экономии и рационального использования природных и государственных ресурсов эти требования призваны защитить окружающую среду – в наши дни на обогрев домов государствами тратится до 40% всех энергоресурсов, в результате выбрасывается огромное количество вредных выбросов, что приводит к загрязнению атмосферы, почвы и воды [4].

Гостиничный бизнес все активнее внедряет энергосберегающие технологии, экономит воду, сокращает количество мусора: это полезно и обществу в целом, и самим отелям. И здесь могут найти применение специализированные решения, помогающие отелю оценить и улучшить свои показатели энергоэффективности. Применение технологий и методик, снижающих затраты энергии и ресурсов, позволит в кратчайшие сроки решить несколько задач, стоящими перед владельцами гостиниц и пансионатов:

- экономия энергоресурсов;
- решение проблем роста цен на услуги ЖКХ;
- уменьшение загрязнения окружающей среды;
- увеличение рентабельности гостиничного бизнеса;

В настоящее время России в вопросе применения энергосберегающих технологий есть куда развиваться. По мнению специалистов, РФ имеет огромный потенциал повышения энергоэффективности. Российские дома обладают очень низким запасом энергосбережения. По данным Госстроя, в России расход теплоэнергии (отопление, горячая вода) составляет 74 кг условного топлива на кв. м. в год, что в несколько раз выше, чем в странах Европы. Энергозатраты многих российских предприятий превышают аналогичные показатели в развитых странах примерно в два раза. И хотя в европейских странах энергосберегающие технологии становятся все более популярными, в России им до сих пор не уделяют должного внимания. Не проводится достаточной работы государственным аппаратом в стимулировании строительства энергоэффективных зданий.

На протяжении последних нескольких десятилетий в странах Северной Америки и Европы активно используют и развивают энергосберегающие технологии при строительстве и реконструкции зданий. В этих государствах давно приняты и постоянно корректируются необходимые законодательные нормы с учетом экономических интересов как собственников жилья, так и инвесторов. Для повышения уровня энергоэффективности в настоящее время наиболее широко используются следующие планировочные, конструктивные и инженерно-технические решения.

Одним из самых распространённых инструментов, которые применяются в мировой практике для максимального снижения затрат энергии, является применение альтернативных источников топлива, например, биогаз. Данная технология широко применяется в Австрии. В республике активно работают предприятия по производству биогаза, вырабатываемого из древесины. По качествам он не уступает природному газу, его используют для отопления электростанций, автомобилей, работающих на смешанном топливе, а также эко-отелей. Использование биотоплива позволило уменьшить уровень загрязнения атмосферы на 80%, что в свою

очередь сокращает расходы местных компаний на уплату налога за выброс углекислого газа. Биогазовые установки способны вырабатывать около 100 куб. м биогаза в час. В настоящее время подобные проекты готовятся в Германии и Швеции. Для Австрии активный экспорт полезных ископаемых не выгоден, поэтому его постепенно сокращают, начиная с 2003 г. При активной поддержке законопослушного и рачительного общества, в стране достигли столь эффективной экономии энергоресурсов, что ее опыт стал международным достоянием.

Являясь зависимой от поставок энергоносителей другими странами, Германия решает проблему энергетической безопасности путем активного использования современных технологий энергосбережения и стимулирования развития альтернативных видов энергии. К примеру, более трети всего объема электроэнергии немцы получают от ветроустановок, а в ближайшие несколько лет все бассейны будут оснащены солнечными батареями, благодаря чему держатели гостиничного бизнеса получат возможность разместить на крышах зданий солнечные батареи и подавать полученную энергию в городскую сеть. Кроме того, в Германии на реконструкцию домов с целью понижения энергопотребления было потрачено более 1,5 млрд евро, а с недавних пор владельцам отелей, желающих провести реконструкцию здания, предоставляются налоговые льготы в размере 20% и банковские кредиты с низкой процентной ставкой [5][6].

В Дании поставлена задача стать независимыми от ископаемых видов топлива к 2050 году. В отличие от России потери в сетях там не 70 %, а всего 3–5 %. Централизованное теплоснабжение считается основой энергоэффективной политикой страны. Здесь законодательно запрещено электрическое отопление. Сейчас в Дании разрабатывается программа использования системы центрального теплоснабжения для охлаждения домов летом. В стране активно строят «солнечные» бойлерные – водонагревательные коллекторы устанавливают не на крышах зданий, а на полях. Рассматривается возможность использовать для обогрева ветровые электростанции. Ниже приведен лишь небольшой перечень энергосберегающих мероприятий, активно используемых в стране:

- замена старых окон на стеклопакеты с повышенными теплозащитными свойствами (в домах Дании традиционно использовалось однослойное остекление);
- дополнительная теплоизоляция наружных ограждающих конструкций и чердака;
- устройство механической системы вентиляции с рекуперацией теплоты (эффективность – 80 %) и низким потреблением энергии (35–50 Вт на квартиру);
- применение конструкции «солнечных» стен для подогрева приточного воздуха системы вентиляции;
- использование низкотемпературных радиаторов для отопления помещений;
- установка новой энергосберегающей арматуры;
- использование системы контроля и управления [7].

Американские граждане, живущие в энергетически неэффективных домах, с недостаточно хорошей изоляцией, имеют право рассчитывать на государственную поддержку в лице Министерства энергетики США в оценке энергоэффективности жилья и предоставления услуг по дальнейшему его утеплению. Программа повышения энергоэффективности жилья позволит владельцам домов снизить счета за коммунальные услуги на 20%, что уменьшит бюджетные расходы семьи и внесет существенный вклад в улучшение экологической обстановки, подразумевает налоговую скидку до 10 % от стоимости изоляционных работ, установки окон, отвечающих новым требованиям.

Усовершенствование жилья включает:

- теплоизоляцию;
- установку двойных оконных рам и двойных дверей;
- Энергоэффективная система климат-контроля;
- Теплоотражательная кровля;
- Энергоэффективные нагреватели воды.

По одному из вариантов программы, которая предоставляет безлимитную 30 % налоговою льготу, владельцы жилья должны закончить работу по усовершенствованию до 2016 года. Программа подразумевает компенсацию стоимости материалов, в которую входит:

- установка тепловых насосов;
- солнечные нагреватели воды;
- фотогальванические энергосистемы.

На территории США имеется множество локальных зон с присущими только им специфическими источниками возобновляемой энергии. Например, солнечная энергия больше всего используется на Юго-западе, энергия ветра наиболее широко применяется в районе Великих равнин и в горах, а геотермальная используется на Западе страны.

В связи с выше обозначенным вопрос строительства энергоэффективных зданий в России становится одним из ключевых, а проблема рационального использования энергоресурсов приобретает все большее значение. Внедрение подобных решений и мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, опирающиеся на без малого полувековой зарубежный опыт, адаптировав данные механизмы к национальным условиям, позволят оптимизировать финансовые затраты при возведении и эксплуатации гражданских зданий в целом и гостиничных комплексов в частности. К сожалению, в России строительство энергоэффективных зданий все еще не получило достаточного распространения. Наша страна с её суровым климатом до сих пор остаётся одним из мировых лидеров по энергорасточительности в сфере теплоснабжения [8]. Огромная территория и крупнейшие запасы природных ресурсов сформировали транжирное к ним отношение. Недостаток мотивации сдерживает развитие энергосберегающей культуры страны в значительной степени. Так, в апреле 2010 года Минфин РФ сократило бюджетное финансирование по программе «Энергосбережение и повышение энергоэффективности на период до 2020 г.» в несколько раз. Начальным этапом на пути к повышению энергосберегающей культуры страны должна стать информационная и просветительская работа среди населения о необходимости энергосбережения, а также изменение отношения и подхода к этому вопросу органов власти. Преодоление обозначенных проблем, позволит улучшить как экономическую, так и экологическую ситуацию в России и изучение опыта проектирования энергоэффективных зданий в развитых странах — важная составляющая всего процесса внедрения высокоэффективных технологий в отечественное строительство.

Библиографический список

1. Повредит ли кризис студентам-«туристам»? http://www.mk.ru/social/2015/02/01/specialisty-schitayut-chto-turisticheskiy-i-gostinichnyy-biznes-zhdet-podem.html – "Московский комсомолец" №26731, 2015. – 1 с.

2. Почему отели становятся «зелеными» http://green-city.su/pochemu-oteli-stanovyatsya-zelenymi/ – медиа-ресурс «Зеленый город», 2014. – 1 с.

3. Энергосберегающий дом http://www.rapanst.ru/sovety9.htm – РаПан строительные технологии – 1 с.

4. Энергосберегающие технологии в России и за рубежом http://pronedra.ru/ alternative/2012/04/09/energosberegayuschie-tehnologii/ – Пронедра, 2012 – 1 с.

5. Обзор зарубежного опыта энергосбережения в жилищном фонде http://science-bsea.narod.ru/2012/ekonom_2012_17/golosova_obzor.htm – Е. В. Голосова, Санкт-Петербург, 2012 – 1 с.

6. Опыт стран Европы и Азии в энергосбережении http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?idd=62 – Портал по энергосбережению «Энергосовет», 2010 – 1 с.

7. Энергоэффективные и комфортные дома Дании http://portal-energo.ru/articles/details/id/823 – Портал энерго, 2014 – 1 с.

8. Опыт проектирования общественных энергоэффективных зданий http://sibac.info/12298 – СибАК, 2010 – 1 с.

References

1. Whether will damage crisis to students-"tourists"? http://www.mk.ru/social/2015/02/01/specialisty-schitayut-chto-turisticheskiy-i-gostinichnyy-biznes-zhdet-podem.html – "Moskovsky Komsomolets" №26731, 2015. – 1 p.

2. Why hotels become "green" http://green-city.su/pochemu-oteli-stanovyatsya-zelenymi/ – the Green City media resource, 2014. – 1 p.

3. Energy saving house http://www.rapanst.ru/sovety9.htm – Rapan construction technologies – 1 p.

4. Energy saving technologies in Russia and abroad http://pronedra.ru/ alternative/2012/04/09/energosberegayuschie-tehnologii/ – Pronedra, 2012 – 1 p.

5. The review of foreign experience of energy saving in housing stock http://science-bsea.narod.ru/2012/ekonom_2012_17/golosova_obzor.htm – E. V. Golosova, St. Petersburg, 2012 – 1 p.

6. Experience of the countries of Europe and Asia in energy saving http://www.energosovet.ru/ bul_stat.php?idd=62 – the Portal on energy saving of "Energosovet", 2010 – 1 p.

7. Power effective and comfortable houses of Denmark http://portal-energo.ru/articles/details/id/823 – Portal of power, 2014 – 1 p.

8. Experience of design of public power effective buildings http://sibac.info/12298 – SIBAK, 2010 – 1 p.

УДК 692.82:697.13

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. Т.В. Богатова;
Магистрант кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого
А.В. Белохорт
Россия, г. Воронеж

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D. (Engineering.), Assoc. Prof. T.V. Bogatova;
Master's of the Department of Designing Buildings and Structures of N.V. Troitskogo
A.V. Belokhort
Russia, Voronezh

Т.В. Богатова, А.В. Белохорт

ТЕПЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ ОКНА С НИЗКОЭМИССИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ

Низкоэмиссионные покрытия - это покрытия, обладающие высокой светопропускающей способностью и прозрачностью и в то же время обеспечивающие достаточно высокие показатели коэффициента теплоизоляции. Иными словами, благодаря своей прозрачности, они позволяют солнечному свету проникать внутрь помещения, а аккумулированное внутри помещений тепло и тепловую энергию от нагревательных предметов отражать внутрь помещения.

Ключевые слова: низкоэмиссионное покрытие, стекло, стеклопакет, тепловое излучение, флоат-стекло, k-стекло, i-стекло.

T.V. Bogatova, A.V. Belokhort

THE HEAT PRESERVING WINDOWS WITH THE LOW-EMISSIVITY COVERING

The low-emissivity covering - it the coverings possessing high light-transmitting ability and a transparence and at the same time providing rather high rates of coefficient of thermal insulation. In other words, thanks to the transparence, they allow a sunlight to get in the room, and to reflect heat accumulated in rooms and thermal energy from heating subjects in the room.

Keywords: the low-emissivity covering, glass, double-glazed window, heat radiation, float-glass, k-glass, i-glass.

Придание энергосберегающих свойств стеклу связано с нанесением на его поверхность низкоэмиссионных покрытий, а само стекло с таким покрытием получило название низкоэмиссионного. Эти покрытия обеспечивают прохождение в помещение коротковолнового солнечного излучения, но препятствуют выходу из помещения длинноволнового теплового излучения, например от отопительного прибора. Поэтому стекла с низкоэмиссионными покрытиями называют "селективными стеклами".

Характеристикой энергосбережения является излучательная способность стекла. Под излучательной способностью стекла (эмиссией) понимают способность стеклянной поверхности отражать длинноволновое, не видимое человеческим глазом тепловое излучение, длина волны которого меньше 16000 Нм. Эмисситент поверхности (Е) определяет излучатель-

ную способность стекла (у обычного стекла Е составляет 0.83, а у селективных меньше 0,04) и, следовательно, возможность как бы "отражать" обратно в помещение тепловое излучение.

Причина возникновения излучения кроется в движении свободных электронов атомов, находящихся на поверхности стекла, и плотности движущихся электронов. Далеко не все металлы, хорошо проводящие электрический ток, обладают свойством отражать длинноволновое тепловое излучение.

Следовательно, чем ниже эмисситент, тем меньше потери тепла. При этом стекло с оптическим покрытием, имеющим значение эмисситента Е=0,004, отражает обратно в помещение свыше 90% тепловой энергии, уходящей через окно.

В настоящее время для этих целей используется два типа покрытий: так называемое k-стекло - "твердое" покрытие и i-стекло - "мягкое" покрытие (рис.).

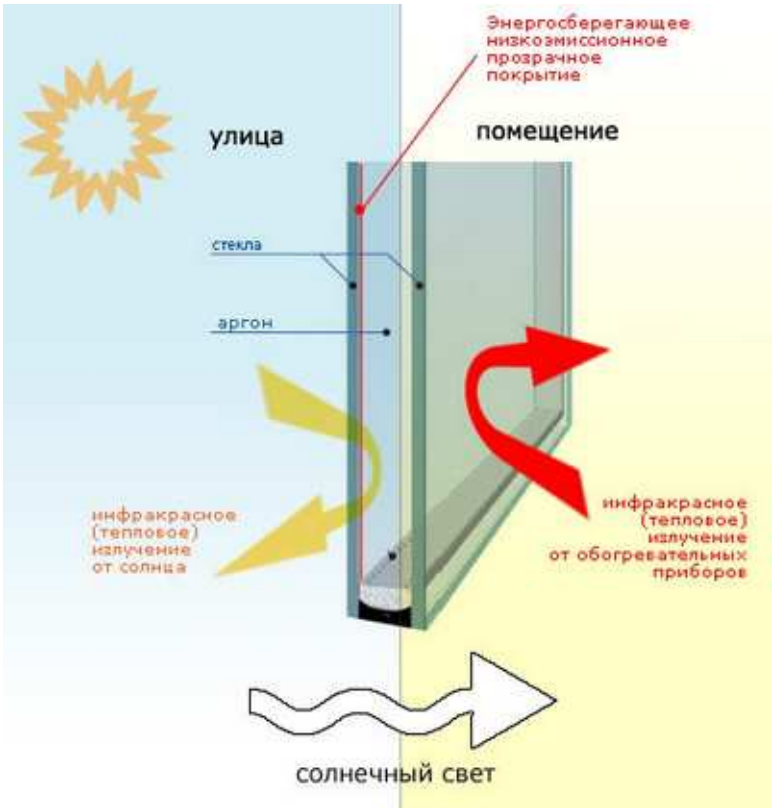


Рис. Схема работы стеклопакета с i-стеклом

Первым шагом в выпуске энергосберегающего стекла явилось производство k-стекла. Для придания флоат-стеклу теплосберегающих свойств непосредственно при изготовлении, на его поверхности методом химической реакции при высокой температуре (метод пиролиза) создается тонкий слой из окислов металлов $InSnO_2$, который является прозрачным, и в то же время обладает электропроводностью. Известно, что электропроводность напрямую связана с излучательной способностью Е поверхности. Величина излучательной способности простого стекла составляет 0,84, а у k-стекла обычно около 0,2.

Следующим значительным шагом в производстве теплосберегающих стекол стал выпуск так называемого i-стекла, которое по своим теплосберегающим свойствам в 1,5 раза превосходит k-стекло. Различие между k-стеклом и i-стеклом заключается в коэффициенте излучательной способности, а также технологии его получения. i-стекло производится вакуумным напылением и представляет собой трехслойную (или более) структуру из чередующихся слоев серебра диэлектрика (BiO, AlN, TiO_2, и т.п.). Технология нанесения требует использования высоковакуумного оборудования с системой магнетронного распыления.

Основным недостатком i-стекол является их сравнительно пониженная абразивная стойкость по сравнению с k-стеклом, что представляет некоторое неудобство при их транспортировке, но, учитывая, что такое покрытие находится внутри стеклопакета, это не сказывается на его эксплуатационных свойствах.

Основным применением стекол является их использование в составе стеклопакетов, теплосберегающие свойства которых во многом определяются параметрами покрытия на стекле оконных, дверных или декоративных витражей (табл.).

Таблица

Сравнение низкоэмиссионных стекол

k-стекло	**i-стекло**
Технические характеристики	
Хорошие теплоизолирующие свойства (К = 1.9 - 1.6)	Отличные теплоизолирующие свойства (К = 1.3 - 1.1)
Отличная способность пропускания солнечной тепловой энергии (SF 70)	Хорошая способность пропускания солнечной тепловой энергии (SF 62)
Обработка	
Просто в обработке (как обычное флоат-стекло)	Требует осторожности в обработке
При монтировании в стеклопакет не требует очистки края листа от покрытия	Очистка края листа от покрытия необходима при монтировании в стеклопакет (для сцепления с герметиком)
Неограниченный срок хранения	Ограниченный срок хранения
Закаливание	
Безусловно	Возможно

Источниками тепла, которое мы получаем в наших домах, могут быть центральное отопление, газовая плита, нагревательные приборы, электрические лампы или даже температура тела человека. Такой вид тепла имеет физическую характеристику, известную нам как длинноволновое излучение. На это длинноволновое излучение и оказывает свой эффект низкоэмиссионное покрытие стекла. Покрытие, нанесенное на данный тип стекла, имеет очень высокую электронную плотность атомов. Длинноволновое излучение не может 100% пройти сквозь него, как крупный горох через сито для муки. Большая его часть отражается опять в помещение, а наименьшая часть тепловой энергии теряется, уходя на улицу. Помещение лучше сохраняет тепло, и как следствие можно сократить больше той дорогостоящей энергии, за которую нам приходится дополнительно платить.

В отличии от энергии от центрального отопления и т.д., солнечная энергия имеет коротковолновую природу. Низкоэмиссионное стекло позволяет пропустить относительно высокую часть этой энергии (69%). Солнечная энергия эффективно проходит через окно в помещениях. Эта бесплатная энергия поглощается стенами, полами и мебелью, и потом повторно излучается как длинноволновая энергия, которая задерживается низкоэмиссионным стеклом, установленным в стеклопакете. В результате этого можно извлекать выгоду и от аккумулирования солнечного тепла.

Выводы

1. Применение стеклопакетов с k-стеклом (U=1.9 Вт/м^{2}К) дает экономию в 1,6 раза большую чем при остеклении обычным стеклом. А применение стеклопакетов с i-стеклом (U=1.2 Вт/м^{2}К), на этой же площади, в 2,4 раза.

2. Применение стеклопакетов с низкоэмиссионным стеклом позволяет устранить эффект сквозняка и существенно повысить комфорт помещения. При наружной температуре – 26^{o}C и температуре в помещении +20^{o}C, температура на поверхности стекла внутри помещения будет +5.1^{o}C у обычного стеклопакета, а + 11^{o}C у стеклопакета с k-стеклом и +14^{o}C с i-стеклом. Это означает, что режим нагрева помещения может быть изменен, так как для нагревательной системы нет необходимости компенсировать значительную «холодную» зону вблизи окна. Эта зона вблизи обычного остекления приводит к так называемым сквознякам, связанным с конвективными потоками холодного воздуха.

Библиографический список

1. И.В. Борискина, Н.В. Шведов, А.А. Плотников. Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий. Справочник проектировщика. Том II Оконные конструкции из ПВХ // Санкт-Петербург: НИУПЦ «Межрегиональный институт окна», 2005. – 320 с.

2. ВикиПро: Отраслевая энциклопедия. Окна. Двери. Мебель [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.wikipro.ru, свободный. – Загл. с экрана.

References

1. I.V. Boriskina, N.V. Shvedov, A.A. Plotnikov. The modern translucent constructions of civil buildings. Reference manual of a designer. Volume II Window constructions from PVC // Sankt-Peterburg: NIUPTS «Mezhregional'nyy institut okna», 2005. – 320 s.

2. VikiPro: Industry encyclopedia. Windows. Doors. Furniture [Digital resource] - the Access mode: http://www.wikipro.ru, the free. – Title from the screen.

УДК 728.012.26:699.86:624

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доцент кафедры проектирования зданий и сооружений
Л.И. Гулак;
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений К.А. Панурина
Россия, г. Воронеж, тел. 8 919 248 02 47

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Associate professor of the designing of buildings and constructions faculty
L.I. Gulak;
Master of the designing of buildings and constructions faculty K.A. Panurina
Russia, Voronezh, tel. 8 919 248 02 47

Л.И. Гулак, К.А. Панурина

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ МАЛОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Статья посвещена анализу конструктивных решений современных быстровозводимых энергоэффективных жилых зданий малоэтажной застройки.

Ключевые слова: энергосбережение, быстровозводимость, конструкции, энергоэффективность.

L.I. Gulak**,** K.A. Panurina

ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS ENERGY EFFICIENT PREFABRICATED HOUSES LOW-RISE BUILDINGS

The article is devoted to the analysis of constructive solutions to modern prefabricated energy-efficient residential buildings low-rise buildings.

Keywords: energy saving, prefabricated, construction, energy efficiency.

Единого научно обоснованного понятия энергоэффективности домов международными экспертами до настоящего времени не выведено. Обобщая теоретические выкладки можно сделать вывод, что под энергосбережением следует понимать использование технологий, способствующих максимально рациональному использованию энергии и сокращению ее потребления за счет этого.

Строительство энергоэффективного дома означает разработку и внедрение комплекса передовых проектных, инженерных и конструктивных решений, обеспечивающих минимизацию эксплуатационных затрат в течение всего года, но в первую очередь – на протяжении отопительного сезона.

Основными из энергоэффективных быстровозводимых считаются следующие здания: из крупных объемных блоков, из крупных панелей, каркасного типа, с несъемной опалубкой, возводимые с применением быстроразборной опалубки, из укрупненных элементов.

Возможны и сочетания этих типов конструкций в одном здании. Одним из главных критериев выбора для быстровозводимых домов является его стоимость, которая зависит от выбранного конструктивного решения и материалов. Вторым не менее важным критерием является срок строительства. Рассмотрим достоинства и недостатки зданий, различных конструктивных решений:

1. *Здания из крупных объемных блоков*. Размеры блоков ограничены транспортными возможностями - габаритами вагонов, кузовов автомобилей и др. Крупногабаритные блоки изготавливаются из различных материалов. Обычно каркас бывает стальной, на него устанавливаются панели стен, полов, потолков из гофрированной и листовой стали, а также из цеметно-волокнистых щитов, ДСП, ДВП, даже гипсокартона, которые снаружи отделаны сайдингом, досками и т. п. Внутри таких блоков, которые часто образуют лишь часть помещения, устанавливаются элементы оборудования и инженерных систем. Из таких блоков на готовом фундаменте строительной площадки и собирается в объем готовый дом. Конечно, в этом случае времени на сборку уходит больше, но и возводимые здания уже имеют большую архитектурную выразительность, помещения разных размеров и назначения, лучшие условия для обеспечения микроклимата; по затратам энергии во время эксплуатации они близки к традиционным зданиям. Недостатками таких зданий являются сложности по сохранению оборудования внутри блоков во время их транспортировки и сборки. Срок их эксплуатации тоже не превышает 50 лет. Ремонт им не нужен, т. к. за этот период они полностью израсходуют свой функциональный ресурс. Утилизация конструкций таких домов, как и контейнерных, сложности не представляет. Жилые здания из крупногабаритных панелей. Сейчас основным материалом строительства таких зданий являются трехслойные сэндвич-панели, которые весьма технологичны при сборке (требуют минимальных затрат труда и времени), имеют хорошие эксплуатационные характеристики по тепло-, звуко-, гидро-, пароизоляции, прочны, долговечны (срок службы 50 лет и более), имеют погодостойкие, малозагрязняющиеся наружные покрытия, выполненные в широчайшей цветовой гамме. Панели достаточно больших размеров (0,9х9м и более), достаточно прочны и пригодны для изготовления как стен, так и крыш, а в отдельных случаях и для перекрытий. Сборка панелей осуществляется без сварки с помощью замковых соединений либо с помощью крепежа-саморезов. Панели крепятся обычно на стальной каркас коробчатого или двухтаврового профиля. В последнее время наблюдается переход к изготовлению каркасов из крупных размеров брусьев клееной древесины, причем наряду с простой утилизацией таких каркасов, важным фактором, как это не пародоксально, является их пожаростойкость. Глубокопропитанная в вакууме ангиперенами древесина за час в открытом пламени прогорает на 1-2 см. Стальной же каркас за это время полностью теряет несущую способность. По этим соображениям переходят к строительству зданий с деревянными каркасами в тех случаях, когда во время пожара надо эвакуировать большое количество людей - из спортивных и концертных залов, универмагов и т. п. Аналогично панельным промышленным зданиям многослойные крупногабаритные панели применяются при строительстве торговых, спортивных и других зданий. Особым направлением современного строительства быстровозводимых панельных зданий стали в качестве ограждающих светопрозрачные конструкции в виде крупных стеклопакетов и вентилируемых фасадов с применением планарного, архитектурного остекления, т. е. полностью стеклянных фасадов.

2. *Здания каркасного типа*. В малоэтажной застройке получили большое развитие в Америке. Каркас изготавливается на месте или в заводских условиях. Наиболее часто каркас изготавливают из древесины, причем доски соединяются с помощью запресованных гвоздевых пластин. Изготовление таких ферм несущего каркаса для стен, перекрытий и крыш осуществляется на высокомеханизированном оборудовании, а расчет ферм выполняется на компьютере. Такие конструкции доставляются на стройплощадку, где из них формируется каркас зданий, который зашивается снаружи погодостойкими панелями. Затем устанавливается теплоизоляция, и здание изнутри зашивается гипсокартоном с последующей отделкой. Здания такого типа могут быть исполнены в любых архитектурных решениях. Естественно, сроки введения зданий каркасного типа больше, но здесь достигается разумный компромисс между сроками возведения, качеством ограждающих и несущих конструкций и ценой.

3. *Здания с несъемной опалубкой*. Это обычно малоэтажные жилые дома. Опалубка выполнена из достаточно прочного материала в виде стандартных деталей, которые соединяются между собой, как в конструкторе "Лего". Из таких деталей собираются стены, а после сборки пространство между такой опалубкой заливается ячеистым бетоном, образуя (после отвердения бетона) стены с двухсторонней изоляцией и высоким общим термическим сопротивлением. Поскольку деталей опалубки довольно много и заливка ячеистого бетона занимает определенное время, то такая технология может называться быстровозводимой по сравнению со строительством из обыкновенного кирпича.

4. *Здания с применением быстроразборной опалубки*. Такие объекты также могут называться быстровозводимыми по сравнению со зданиями, выполненными с применением традиционных материалов, таких как кирпич, но сборка, заливка раствора, разборка опалубки тоже занимают довольно много времени. Зато такие здания, естественно, намного прочнее и долговечнее. Да и по цене они не самые дорогие.

5. *Здания из укрупненных элементов*. Одним из направлений сокращения сроков строительства является возведение объектов по традиционным технологиям с применением крупногабаритных элементов. Ярким образцом такого строительства является применение (для возведения стен) крупногабаритных поризованных керамических камней. Один такой камень заменяет до 15 обычных кирпичей, по энергосбережению он в 2-3 раза эффективней, а по скорости строительства позволяет увеличить скорость кладки в 1,5-2 раза.

Аналогично этому и строительство из крупных блоков из ячеистого бетона. Строительство деревянных рубленных домов намного ускоряется при применении оцилиндрованного бревна заводского изготовления, а особенно многослойного клееного бруса, при этом в состав бруса сейчас вводят термовкладыш из минеральной ваты, что делает такие дома чрезвычайно энергоэффективными.

Детально разработанный и качественно реализованный проект энергоэффективного дома позволяет уменьшить затраты на отопление в несколько раз по сравнению с каменными аналогами. Учитывая, что энергоэффективность сегодня является одной из неотъемлемых характеристик качественного и престижного жилья, подобная экономичность становится одним из весомых аргументов при реализации домов на вторичном рынке и обеспечивает минимальную потерю стоимости с течением времени.

На основе вышеизложенного был проведён анализ различных конструктивных решений стены и проведено сравнение вариантов относительно её толщины и стоимостных показателей (рис.). Было проведено сравнение 5 вариантов стены из различных материалов: стена из сплошной кирпичной кладки из керамического кирпича толщиной 200 см, стена из газобетона толщиной 120 см, стена из брёвен толщиной 90 см, стена из клееного бруса толщиной 75 см и стена из стеновой панели «Valdek», состоящей из гипсостружечной плиты (1 см), пароизоляционной мембраны «Tyvek» (0,5 см), базальтового утеплителя «IsoBox/Inside» (15 см), пенополистерола ПСБ-С-25Ф (5 см) и декоративной фасадной штукатурки STO (2,5 см), общей толщиной 24 см. После сравнения данных вариантов был сделан вывод, что стена из стеновой панели является самым экономичным вариантом и почти в два раза экономичнее кирпичной стены.

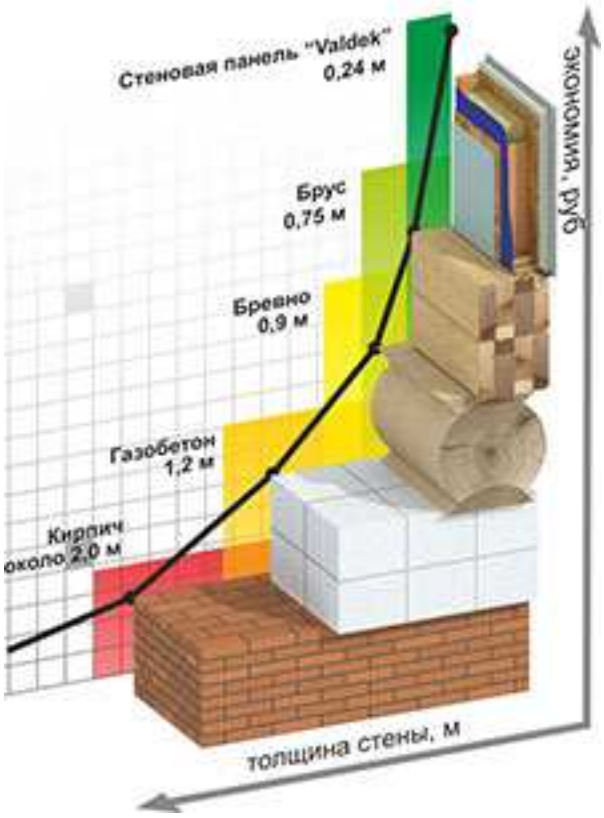


Рис. Сравнение различных вариантов конструкций стены

Библиографический список

1. Дементьева М.Е. Оценка экологической опасности городской среды // Жилищное строительство. - 2005. - № 1.

2. Коган А.Б., Казейкин В.С. Малоэтажное строительство // ЖКХ и строительство. - 2007. - № 3.

3. Поляков Л.А. Тенденции современного коттеджного домостроения // ЖКХ и строительство. - 2006. - № 11. - 16 с.

4. Энергетическое обследование зданий: энергетический паспорт здания [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.mosexp.ru/docs/passport.html

5. Энергоэффективный дом [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://valdek.ru/about-the-technology/energy-efficiency/

References

1. Dementieva M. E. environmental risk Assessment of city / environment/ Housing. - 2005. - No. 1.

2. Kogan A. B., Kazeikin V. S. Low-rise construction // housing and construction. - 2007. - No. 3.

3. Polyakov L. A. modern Trends of cottage housing // housing and construction. - 2006. - № 1 –16 S.

4. Energy audit of buildings: building energy passport [Electronic resource]. - Access mode: http://www.mosexp.ru/docs/passport.html.

5. Energy-efficient house [Electronic resource]. - Access mode: http://valdek.ru/about-the-technology/energy-efficiency/

УДК 504.054

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет;
Кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова
Золотухин С.Н.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(920)2299680;
e-mail: Spkb-ist@yandex.ru
Студентка гр.3831,
Савенкова Е.А;
Россия, г. Воронеж, тел. +7(919)2334405
e-mail: katy.savenkova@gmail.com
Студентка гр.3831,
Соловьева Е.А;
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (952)5547358
e-mail: sos71@list.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering;
Ph.D., assistant professor ofconstructions, bases and foundations named after Professor JM Borisova
Zolotukhin S.N.
Russia, Voronezh, tel. +7(920)2299680;
e-mail: Spkb-ist@yandex.ru
Student, group 3831,
Savenkova E.A
Russia, Voronezh, phone +7(919)2334405
e-mail: katy.savenkova@gmail.com
Student, group 3831,
Soloveva E.A;
Russia, Voronezh, phone +7 (952)5547358
e-mail:sos71@list.ru

С.Н. Золотухин, Е.А Савенкова, Е.А Соловьева

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ФОСФОГИПСА КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

В данной статье рассматривается негативное влияние отходов минеральной промышленности на экологию. Разработана технология переработки фосфогипса дигидрата в строительный материал, которая позволяет нейтрализовать вредные примеси, а также получить изделие необходимой прочности.

Ключевые слова: экология, отходы минеральной промышленности, фосфогипс, механогидрохимическая активация, прессование, высокопрочный материал, строительные материалы.

S.N Zolotukhin, E.A Savenkova, E.A Soloveva

PROCESSING OF WASTE OF THE PHOSPHITE AS SOLUTION OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND RATIONAL USE OF RAW MATERIAL RESOURCES

In this article negative influence of waste of the mineral industry on ecology is considered. The technology of processing of a phosphite dihydrate in construction material which allows to neutralize harmful impurity is developed, and also to receive a product of necessary durability.

Keywords: ecology, waste of the mineral industry, phosphite, mechanohydrochemical activation, pressing, high-strength material, construction materials.

Наряду с базовыми социальными проблемами в РФ остро стоит вопрос обеспечения экологической безопасности. Одной из проблем экологии являются не перерабатываемые вредоносные отходы.

Фосфогипс - крупнотоннажный отход производства минеральных удобрений. В настоящее время в отвалах промышленных предприятий России накоплено около 200 мл. тонн фосфогипса и ежегодно эти цифры увеличиваются на 10-15 млн. тонн отходов. Отвалы фосфогипса образуют огромные белые горы, занимающие значительные земельные площади, они пылят на ветру, попадают в почву, загрязняют водоносные слои вредными растворимыми соединениями фтора, фосфора и другими примесями. Фосфогипс содержит от 80 до 98% гипса и может быть отнесен к гипсовому сырью.

Современные технологии выпаривания кислот из апатитового сырья позволяют полностью удалять кислоты из него, что подтверждается pH среды фосфогипса дигидрата (он равен 7). Часть кислот (фосфорная, серная и т.д.) растворилось в кристаллической воде, входящей в систему фосфогипса дигидрата, из-за чего его структура при температурах разложения гипсового камня 105-120 ºС разлагается не через 15-30 мин как у гипса, а через 2-3 часа, что требует резкого повышения энергозатрат на получение гипса –полугидрата и снижает качество получаемого вяжущего. Поэтому технологии переработки фосфогипса дигидрата учитывая его высокую дисперсность рационально вести за счет создания оптимальной толщины водной пленки, между кристалло-гидратами (10^{-8} м). Это технологии прессования, либо вибропрессования.

Последние годы набирают популярность методы, связанные с механической и химической активацией, позволяющей нейтрализовать вредные примеси. Развитие этих направлений имеет серьезную практическую перспективу.

При использовании фосфогипса дигидрата как промышленного сырья, в нашей стране и за рубежом, нейтрализацию примесей производят по двум направлениям:

1. Удаление в результате возгонки, рассева, промывки или фильтрации.

2. Введение веществ, образующих с примесями инертные соединения, не влияющие на качество продукта.

Первое направление связано с выбросом примесей в атмосферу или в промывочную воду. В первом случае происходит загрязнение окружающей среды вблизи мест переработки фосфогипса. Во втором случае требуется дополнительные затраты на утилизацию загрязненной примесями воды. Второе направление представляется нам более перспективным, так как не происходит загрязнения окружающей среды и не требуется дополнительные затраты.

Сотрудниками и студентами Воронежского ГАСУ разрабатывается технология переработки фосфогипса на основе тепломеханогидрохимической активации. Основные этапы данной технологии: перемешивание песка и фосфогипса при температуре выше 60˚С, добавление в смесь извести, гашеной водой при температуре 100˚С, перемешивание смеси в скоростном смесителе при температуре выше 60˚С в течении 30-50 минут, формование изделий и прессование.

Введение негашеной извести в процессе помола обеспечивает не только нейтрализацию примесей, но и химическую активацию фосфогипса дигидрата.

Для нейтрализации извести достаточно введение 3% свободной CaO в фосфогипс (количество фтора и соединений фосфора сокращается до уровня требований санитарных норм, что подтверждается заключением Воронежской областной СЭС) [3].

В наших исследования была получена зависимость прочности образцов от процентного содержания в них извести. Данные приведены в табличном виде.

Таблица 1

Зависимость прочности от содержания извести, МПа

CaO, % / Давление, т на 1 образец	15	10	7
1	7,5	6,74	4,44
5	19,44	18,34	14

Данные были получены путем статистической обработки результатов испытаний трех партий образцов, соответственно имеющие в своем составе 15, 10, 7 % извести, по 20 образцов в каждой. При давлении прессования первых 10 образцов – 1 т на образец, последующих 10 образцов – 5 т на образец.

При анализе можно заключить, что в независимости от давления прессования процентное содержание извести значительно влияет на прочность. Содержание извести до 7% незначительно влияет на прочность изделия, при увеличении извести до 10% прочность возрастает в полтора раза, при этом дальнейшее увеличение содержания извести практически не увеличивает прочность изделия. Несмотря на то что, при 15 % извести происходит рост прочности изделия, мы стараемся не отступать от основной цели – получения дешевого строительного материала (большое содержание извести увеличивает стоимость). В связи с этим оптимальное количество CaO – 10%.

В процессе нашего исследования также был поставлен вопрос, в каком состоянии известь наилучшим образом влияет на прочностные характеристики материала (гашеная, негашеная, в момент гашения). Опытным путем доказано что, добавление извести во время гашения позволяет получить материал наибольшей прочности.

Давление прессования является одним из технологических факторов, определяющих прочность прессованного изделия на основе гипсового вяжущего.

Согласно исследованиям, по выявлению некоторых закономерностей процесса прессования пластичных водогипсовых смесей, с увеличением давления в диапазоне оптимальных значений прочность гипсового камня возрастает [4]. При этом скорость нарастания прочности с увеличением давления прессования от 2.5 до 15 МПа падает, и при 10 МПа практически стабилизируется.

Нами были проведены исследования по выявлению оптимального давления, при котором материал достигает требуемой прочности. Составлена матрица, согласно которой на образцы прикладывалось давление от 0.5 тонн до 5 тонн, с шагом 0.5 и использовалась смесь с различной продолжительностью перемешивания t мин.

В таблице приведены значения прочности только одной партии образцов, (испытанных в соответствии со стандартом, в возрасте 21 суток) т.к. другие, полученные при отличном процентном соотношении компонентов, имеют более низкие качественные показатели.

Таблица 2

Зависимость прочности (МПа) от давления прессования (т) и времени перемешивания

	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
35мин	6.74	8.06	8.60	11.50	11.50	12.24	13.50	13.24	15.72	17.00
55мин	5.50	8.60	8.06	11.50	9.16	12.00	13.74	15.50	17.00	18.88
75мин	5.00	6.00	6.74	8.88	8.88	11.50	18.34	18.06	18.06	18.34
95мин	2.78	5.50	5.50	8.06	8.06	11.24	14.50	15.50	15.74	16.00
115мин	2.14	4.16	5.00	7.50	7.78	10.50	14.50	14.74	14.24	14.50

Из рис. видно, что в интервале давлений 3 – 3,5 т на образец, прочность образца не зависит от времени перемешивания. При давлении 3,5 т на образец, смеси перемешанные более 75 минут набирают максимальную прочность, при увеличении давления прочность меняется несущественно. При перемешивании в течении 35-55 минут прочность растет пропорционально приложенному давлению в диапазоне от 0,5 до 5 т на образец.

Для лабораторных исследований давление в 3,5 т на образец выбрано оптимальным.

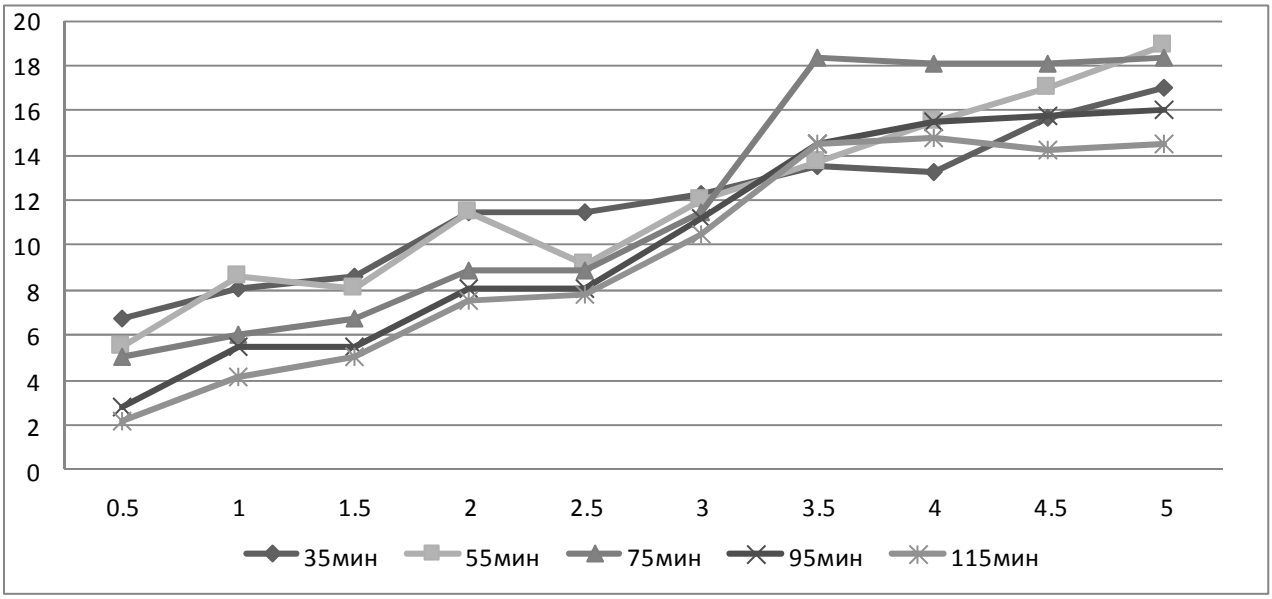


Рис. График зависимости ”давление (т) – время перемешивания”

Выводы

1. Переработка отходов фосфогипса решает проблемы рационального использования сырьевых ресурсов и экологии.
2. Разработанная технология позволяет нейтрализовать вредные примеси, содержащиеся в фосфогипсе, и как следствие, позволяет применять фосфогипс в качестве сырья для строительных изделий.
3. Прочность получаемого изделия находится в прямой зависимости от прикладываемого давления. Лабораторные исследования показали, что возможно получить прочность изделий из интервала от 2 до 20 МПа.
4. Данная технология не требует создания нового оборудования, поскольку прессование переработанной смеси может осуществляться на заводах по производству силикатного кирпича.

Библиографический список

1. Строительные материалы. Справочник. Под. ред. Болдырева А.А., Золотова П.П. – М.: Стройиздат. – 1989. – 567 с.
2. Воробьев Х.С. Гипсовые вяжущие и изделия. Зарубежный опыт. – М.: Стройиздат. – 1983. – 201 с.
3. Шмелев Г.Д. Эффективные фосфогипсовые композиции для строительных изделий из многотоннажных техногенных отходов химического производства: Дис… канд. техн. наук. - Воронеж ,1998г – 256с.

4. Ляшкевич И.М. Высокопрочные строительные материалы и изделия на основе гипса и фосфогипса.// Строительные материалы. 1985 - №11 – С. 10-11.

5. Золотухин С.Н., Савенкова Е.А., Соловьева Е.А. Исследование влияния водных пленок на процесс структурообразования полимерных композитов. //Композитные строительные материалы и конструкции: сб. статей. – Воронеж, 2014. – С. 150-155.

6. Савенкова Е.А., Соловьева Е.А. Разработка безобжиговой технологии получения строительных материалов из крупнотоннажных отходов минеральной промышленности. //Научный вестник воронежский государственный архитектурно-строительный университет, серия: студент и наука. – Воронеж, 2014. – С. 28 – 31.

References

1. Construction materials. Sparvochnik. Under. Boldyrev A.A. edition., Zolotova P.P. – M.: Stroyizdat. – 1989. – 567 pages.

2. Sparrows of H.S. Gipsovye knitting and products. Foreign experience. – M.: Stroyizdat. – 1983. – 201 pages.

3. Shmelyov G. D. Effective fosfogipsovy compositions for construction products from large-tonnage technogenic waste of chemical production: Dis … Cand.Tech.Sci. - Voronezh, 1998 – 256s.

4. Lyashkevich I.M. High-strength construction materials and products on the basis of plaster and фосфогипса.//Construction materials. 1985 - No. 11 – Page 10-11.

5. Zolotukhin S.N., Savenkova E.A., Solovyova E.A. Research of influence of water films on process of structurization of polymeric composites.//Composite construction materials and designs: сб. articles. – Voronezh, 2014. – Page 150-155.

6. Savenkova E.A., Solovyova E.A. Development of bezobzhigovy technology of receiving construction materials from large-capacity waste of the mineral industry.//Scientific bulletin Voronezh state architectural and construction university, series: student and science. – Voronezh, 2014. – Page 28 – 31.

УДК 728.5(510)

Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф., Л. П. Салогуб;
Магистрант кафедры проектирования
зданий и сооружений, Д. И. Кузина.
Россия, г. Воронеж

Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering
Kand. Sci. Tech., prof. L. P. Salogub;
Master's designing of buildings and construc-
tions faculty, D. I. Kuzina.
Russia, Voronezh

Д.И. Кузина, Л.П. Салогуб

К ВОПРОСУ О КОНЦЕПТУАЛЬНО ВЫГОДНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРЫТЫХ КАТКОВ И ЛЕДОВЫХ АРЕН

Рассмотрены маркетинговые подходы для снижения стоимости строительства крытых катков и ледовых арен.

Ключевые слова: Крытые катки, крытые ледовые арены, снижение затрат, решение.

D.I. Kuzina, L.P. Salogub.

ON THE DESIGN OF CONCEPTUALLY FAVOURABLE CONSTRUCTION OF INDOOR ICE RINKS AND ICE ARENAS

Marketing approaches to reduce the cost of building indoor ice rinks and ice arenas.

Keywords: Indoor ice rinks, indoor ice arenas, cost cutting, solutions.

В связи с тем, что последнее время правительство РФ активно разрабатывает государственные программы, нацеленные на поддержку и развитие среднего и малого бизнеса, а крытый каток способен приносить прибыль, в ходе его рационального использования, данная тема является современной и актуальной. В ходе всевозможной пропаганды спортивного образа жизни и активного вида отдыха, заинтересованность подрастающего поколения, молодежи и более возрастной категории граждан в поддержании своей физической формы, а так же стремлении необычным образом проводить свое свободное время - непомерно растет. Следовательно, крытый каток будет востребованным бизнесом, принесет быструю окупаемость затраченных средств и высокую прибыль, а так же даст возможность населению доступно укрепить свое здоровье.

Совсем недавно, ледовая арена в торговом центре вызывала удивление необычным использованием строительной площади вместо привычной аренды.

Сегодня практически каждый крупный торговый центр больших городов готов пойти на подобные дополнительные затраты в строительстве с целью привлечения покупателя. В данном маркетинговом ходе помимо коммерческой стороны присутствует также морально-этическая, ведь молодежь, встретившись в торговом центре, сможет получить положительные эмоции, проведя время, катаясь на коньках, а не пойдет пить пиво в соседнем дворе.

Подобные решения в строительстве требуют крупных капитальных вложений, что довольно обременительно для бюджетов регионов, где финансирование меньше минимальных потребностей, а потенциальные инвесторы в очередь не выстраиваются.

Оптимизирование финансирования для строительства ледовой арены может идти по пути снижения капитальных затрат и использования зарубежного опыта

СНИЖЕНИЕ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ

Первый путь снижения капитальных затрат– это выбор производителя, имеющего практический опыт и навыки в строительстве ледовых полей. Искусственный лед – особая холодильная отрасль, требующая специализации и опыта. И чтобы не стать объектом для экспериментов самоуверенных дилетантов лучше выбрать поставщика оборудования знакомого с региональными особенностями строительства катков. Только знания и опыт гарантируют реальную стоимость холодильной установки и уберегут от дополнительных затрат на «доведение до ума».

Второе вытекает из первого,– снижение затрат на монтаж. Серийная установка для холодоснабжения охлаждаемой плиты ледовой арены – серийная только по компоновке. Каждая арена имеет индивидуальные особенности, которые необходимо учесть уже на стадии рабочего проекта. Только после получения максимально уточненных данных холодильная установка приобретет свой законченный вид и стоимость. Можно решать вопросы самостоятельно и поэтапно, по мере их возникновения: рассчитать тепловую нагрузку на ледовое поле и заказать холодильную установку, заказать гидравлический расчет трубной системы и приобрести насосную станцию, произвести устройство трубной системы ледового поля своими силами по какому-либо типовому проекту.

При этом заказчику придется нанимать отдельные бригады рабочих с профессиональными навыками для установки компрессоров, насосов, теплообменных аппаратов с последующим монтажом трубных систем. В то же время, ни одна из бригад не будет нести персональной ответственность за общий конечный результат. Самый надежный выход из данной ситуации – приобретение установки в полной заводской готовности. Установка уже включает в себя все необходимые агрегаты, аппараты и приборы, смонтированные на одной раме. Может поставляться в двух вариантах: мобильном моноблочном (в этом случае установка ставится на фундамент на улице и остается подключить ее только к трубной системе поля) или в би-блочном (для установки в машинном отделении, в этом случае помимо трубопроводов трубной системы поля будет необходимо смонтировать магистрали выносного воздушного конденсатора). Гарантийные обязательства в этом случае несет поставщик.

Третье, на что надо обратить особое внимание,– выбор конструкции охлаждаемой плиты. В настоящее время существует несколько способов их устройства. Каждый из способов по-своему хорош, но для определенных поставленных задач. Сама эта тема достойна отдельной статьи. Но если попробовать описать ее в нескольких словах, то это будет звучать примерно так: чем выше первоначальные капитальные вложения, тем больше срок эксплуатации и меньше затрат на обслуживание.

Самое главное – выбрать оптимальный вариант, чтобы не разориться на стадии строительства или на эксплуатационных расходах. Выбор зависит от многих факторов (этажность, дренажная система, наличие специализированных производств), и они определяют сбалансированную конечную стоимость.

Следующий способ экономии материальных средств владельца – использование утилизируемого тепла от холодильных машин на технические нужды. Внесение в рабочую схему холодильной установки дополнительных опций для рекуперации тепла увеличит стоимость агрегата, но эти затраты имеют короткий срок окупаемости.

Последний по счету, но не по значимости путь экономии средств – полная автоматизация технологического процесса работы системы охлаждения ледового поля. Современные приборы регулирования и контроля позволяют плавно поддерживать производительность холодильной машины и насосного модуля на уровне, необходимом на текущий момент, что в

свою очередь сократит потребление электроэнергии установки в целом. В этом случае штат обслуживающего персонала сократится до минимального необходимого уровня, отпадает необходимость в постоянном присутствии машинистов холодильных установок, а профессиональный сервис можно будет доверить сторонней организации для проведения сезонного технического обслуживания и эпизодических плановых работ.

С практической точки зрения яркий пример всему вышеописанному – ледовая арена в торгово-развлекательном центре «ГРАД» в Воронеже. Компания «Простор Л» взяла на себя производство и поставку полностью агрегатированного компрессорного и насосного оборудования, проектирование и монтаж системы холодоснабжения и конструкции технологической плиты ледового поля, а также пусконаладку, наморозку ледовой подосновы с вмораживанием рекламных баннеров. На данном объекте были применены все современные технологии. Теплота, утилизируемая от холодильных машин использовалась в системе обогрева грунта и в баке для таяния ледовой стружки. Профессиональные «ледовары» компании составили индивидуальную технологическую карту намораживания льда и обучили местные ледовые службы особенностям поддержания ледового покрытия в надлежащем качестве. Инженеры службы эксплуатации ввели сотрудников катка в курс дела касательно обслуживания холодильного оборудования. В совокупности все это позволило заказчику сократить затраты за строительство и эксплуатацию более чем на 20-25 процентов.

ИНОСТРАННЫЙ ОПЫТ

На аренах, «Turin Tazzoli» и «Torre Pellice», применено инновационное решение: вместо смеси воды и этиленгликоля в качестве вторичного холодильного агента используется диоксид углерода (углекислый газ), который переходит из жидкой фазы в газообразную при постоянной температуре. Это, в свою очередь, гарантирует постоянную температуру поверхности бетонной плиты под ледовым покрытием. Кроме того, данное решение обеспечивает снижение затрат энергии на перекачку холодильного агента, поскольку диоксид углерода легче водо-этиленгликолевой смеси.

Шаг труб по горизонтали составил 100–600 мм. Особое внимание обращалось на точность поддержания вертикального расстояния от трубок до поверхности бетонного основания, составлявшего 30–40 мм. Расположение труб подбиралось таким образом, чтобы обеспечить максимально возможную равномерность температуры по всей площади ледового покрытия, от чего зависит качество льда. При расчетах учитывалась необходимость компенсации температурных удлинений как труб змеевиков, так и расположенных по периметру ледового покрытия распределительных коллекторов, к которым подключались змеевики.

Площадь поверхности ледового покрытия спортивного комплекса «Palahockey» в Турине составляет 1 740 м^2. Толщина льда составляет 45 мм. В качестве хладагента используется смесь воды и этиленгликоля, которая циркулирует по стальным трубам внутренним диаметром 26,9 мм, интегрированным в бетонное основание в виде змеевиков. Время полного намораживания ледового покрытия «с нуля» составляет примерно одну неделю. Установленная мощность холодильной установки для подготовки льда составила 740 кВт, или 425 Вт/м^2 площади ледового покрытия. Холодильные машины с винтовыми компрессорами и воздушным охлаждением конденсаторных блоков, хладагент — R-404a. Вторичный хладагент охлаждается до температуры -20 °С.

Арена «Palavela» по своим размерам очень похожа на «Palahockey». Ее площадь поверхности ледового покрытия также составляет 1 740 м^2, установленная мощность холодильной установки для подготовки льда 740 кВт, материал, толщина и размеры труб также идентичны. Однако вместо одной холодильной машины применяются две меньшей мощности. Это позволяет использовать их более эффективно: в момент формирования ледового покрытия работают обе машины, но для поддержания состояния льда достаточно работы толь-

ко одной из них. Температура поверхности ледового покрытия составляет, в зависимости от вида спортивного соревнования, от -2 до -5 °С.

Для намораживания ледового покрытия используется водопроводная вода (питьевого качества). Эта вода деминерализуется в установке обратного осмоса, затем химически подготавливается: в нее добавляются специальные компоненты до достижения необходимых показателей. Производительность установки составляет 6,16 $м^3$/ч. Подготовленная вода сохраняется в накопительном резервуаре, откуда затем направляется в распределительные резервуары, расположенные по периметру ледового покрытия. Заливка льда производится посредством оросителей, соединенных с распределительными резервуарами гибкими подводками. Вода для заливки подается с температурой 45 °С, что обеспечивает очень хорошее сглаживание и выравнивание поверхности льда.

Охлаждающие змеевики проложены под всей поверхностью ледового покрытия. Они выполнены из стальных «черных» труб, устойчивых к воздействию хладагента. Соединения труб — сварные.

Подобные решения в строительстве оптимизируют финансовые затраты при строительстве катков и ледовых арен.

Библиографический список

1. Сотникова, К.Н. Автоматизация процесса управления тепловыми потоками в помещениях / К.Н. Сотникова, А.В. Муратов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2009. - № 1. - С. 47.

2. Справочное пособие к СНиП 2.08.02—89 «Проектирование спортивных залов, помещений для физкультурно-оздоровительных занятий и крытых катков с искусственным льдом», Госстрой СССР.

3. СП 31-112-2007 «Свод правил по проектированию и строительству. Физкультурно-спортивные залы. Часть 3. Крытые ледовые арены», ОАО "Институт общественных зданий

4. Чуйкин, С. В. определение тепловой коэффициент возврата ледяной поверхности для смешанная схема распределения воздуха / С. В. Чуйкин, С. С. Глазков // научный Вестник Воронежского государственного университета архитектуры и строительства. Строительство и архитектура. - 2013. - №3. - р. 29-38.

References

1. Sotnikova, K. N. Automation of managerial process by thermal streams in premises / K. N. Sotnikova, A.V. Murat//Engineering systems and constructions. - 2009. - № 1. - p. 47.

2. The handbook to Construction Norms and Regulations 2.08.02-89. Design of gyms, rooms for the sports and improving occupations and covered skating rinks with artificial ice. Moscow, 1989, 48 pp.

3. СР 31-112-2007 «Code of practice for design and construction. Physical training and sport halls. Part 3. Ice of sport construction», OJSC «Institute of Public Buildings».

4. Chuykin, S.V. Determination of the heat return coefficient of the ice surface for the mixed air distribution scheme / S.V. Chuykin, S.S Glazkov // Scientific herald of the Voronezh state university of architecture and civil engineering. Construction and architecture. – 2013. – №3. – p. 29-38.

УДК 699.86

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н. В. Троицкого
Т. В. Макарова
студент Е. А. Малиенко
Россия, г. Воронеж.

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
PhD, associate professor, Structural engineering named after N.V. Troitskogo
T. V. Makarova
E. A. Malienko
Russia, Voronezh.

Т.В. Макарова, Е.А. Малиенко

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОПОТЕРЬ ОТ ФОРМЫ ЗДАНИЯ В ПЛАНЕ

Теоретические основы нахождения теплопотерь ограждающих конструкций. Сравнение потерь тепла в зданиях трех разных форм.

Ключевые слова: теплопроводность, теплопотери в углах зданий, температура, тепловой поток, двумерное температурное поле.

T.V. Makarova, E.A. Malienko

DEPENDENCE OF THE FORM HEAT LOSS THE BUILDING IN PLAN

Theoretical foundations of finding heat walling. Comparison of the heat loss in buildings of three different forms.

Keywords: thermal conductivity, heat loss at the corners of buildings, temperature, heat flow, the two-dimensional temperature field.

Расчет потерь тепла в здании является одним из самых важных этапов при проектировании здания и системы отопления. Этот этап необходим для определения тепловой мощности оборудования для отопления, а также для принятия энергоэффективной конструкции стены. Правильно подобранная конструкция стенового ограждения позволяет уменьшить расходы на систему отопления. Для решения важного вопроса о соответствии системы отопления здания современным требованиям, учитывая проблему энергосбережения, необходимо определить потери тепла в здании на протяжении всего отопительного периода. Для этого необходимо знать температуру наиболее холодной пятидневки и продолжительность отопительного периода.

Теплопроводностью называется процесс переноса внутренней тепловой энергии от более нагретых частей тела к менее нагретым в следствии взаимодействия микрочастиц, а также теплового движения. Результатом теплопроводности является выравнивание температуры тела. Теплопередача не сопровождается переносом вещества.

Внутренняя температура тела изменяется по направлению от одной изотермической поверхности к другой. Изменение температуры осуществляется по нормали к изотермическим поверхностям. Предел отношения изменения температуры к расстоянию между изотермическими поверхностями называется температурный градиент [1]:

$$gradt = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{\Delta t}{\Delta x} \quad (1)$$

Главный закон теплопроводности был установлен французским физиком Жан Батистом Фурье (1822 год) и назван в его честь. Закон гласит, что количество теплоты dQ, переданное теплопроводностью, пропорционально градиенту температуры, времени, а также площади сечения dF, перпендикулярного направлению теплового потока:

$$dQ = -\lambda[\frac{\partial t}{\partial x}]Fd\tau \quad (2)$$

где:

λ - коэффициент теплопроводности среды, Вт/(м*К)

Знак «-» говорит о движении тепла в направлении к более низкой температуре.

В общем случае величина потока тепла при его прохождении через выделенный слой будет меняться. Для определения величины изменения теплового потока по толщине слоя нужно предыдущее уравнение продифференцировать по dx, тогда получим уравнение (3):

$$\frac{dQ}{dx} = -\lambda\frac{d^2t}{dx^2} \quad (3)$$

Изменение теплового потока связано с поглощением или выделением тепла слоем при изменении его температуры во времени. Количество тепла dQ_2, необходимое для увеличения температуры в слое толщиной dx на dt за временя dz, будет пропорционально теплоемкости слоя, которая равна cγdx, т. о:

$$dQ_2 = -c\gamma dx\frac{dt}{dz} \quad (4)$$

где с —удельная теплоемкость материала слоя в ккал/кг*град.

Знак минус в правой части уравнения указывает на то, что повышение температуры в слое связано с поглощением им тепла, а также уменьшением величины теплового потока (dQ_2 — отрицательная величина).

Уравнение (5) можно представить в виде:

$$\frac{\partial Q_2}{\partial x} = -c\gamma\frac{dt}{dz} \quad (5)$$

Данное уравнение показывает изменение величины теплового потока по толщине слоя. Явление происходит в результате аккумулирования тепла.

Изменение величины теплового потока в слое следствие поглощения тепла слоем, величины $\frac{\partial Q_1}{\partial x}$ и $\frac{\partial Q_2}{\partial x}$ должны быть равны друг другу, следовательно, получим:

$$\frac{\partial t}{\partial z} = \frac{\lambda}{c\gamma}\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (6)$$

Уравнение (6) - дифференциальное уравнение теплопроводности для одномерного движения тепла (в направлении только одной из осей координат). Величина $\frac{\lambda}{c\gamma}$ называется «коэффициент температуропроводности» материала, обозначается буквой а и обладает размерность $м^2$/ч.

Физический смысл уравнения заключается в следующем. Левая часть уравнения представляет изменение температуры среды во времени. Производная, находящаяся в правой части уравнения, дает изменение градиента температуры в пространстве. Следовательно, уравнение показывает, что в каждой точке среды изменение температуры во времени будет пропорционально пространственному изменению температурного градиента. Коэффициент температуропроводности $a = \frac{\lambda}{c\gamma}$ характеризует скорость выравнивания температуры в различных точках среды.

Чем выше коэффициент а, тем быстрее все точки тела при его нагреве или охлаждении достигнут одинаковой температуры.

Температурное поле может быть следующих видов (см. рис. 1):

1) Одномерное (гладь стены);
2) Двумерное (1, 2, 3, 4);
3) Трехмерное (5 ,6 ,7).

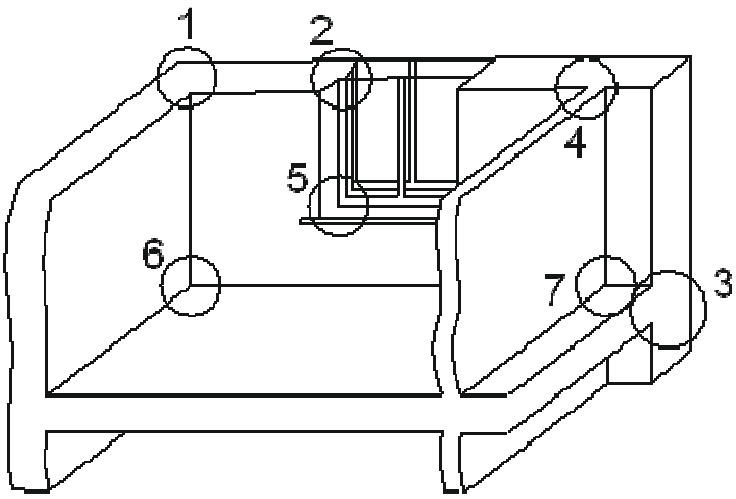


Рис. 1. Температурные поля

Для описания движения тепла, происходящего по всем трем осям координат используется дифференциальное уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial t}{\partial z} = a\left[\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right] \tag{7}$$

Решение задач, которые связанны с передачей тепла теплопроводностью, сводится к интегрированию дифференциальных уравнении Фурье, при этом для того, чтобы найти постоянные интегрирования, необходимо знать граничные условия. Граничные условия разделяются на временные и пространственные. Временные граничные условия заключаются в задании начального распределения температуры, т. е. распределения температуры в момент времени z=0. Пространственные граничные условия относятся к поверхностям, ограничивающим данную среду.

В реальных конструкциях современных наружных ограждений фактически невозможно выделить площадь, в пределах которой обеспечивалась бы одномерность температурного поля. В конструкциях ограждений находятся теплопроводные включения в виде обрамляющих ребер панели, обрамлений оконных проемов, внутренних и внешних выступающих частей, примыкание внутренних конструкций приводит к образованию сложных двух- и трехмерных температурных полей.

Двумерное температурное поле, рассмотрение которого часто оказывается достаточным для решения задач строительной теплотехники, описывается дифференциальным уравнением (8):

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\lambda(x,y)\frac{\partial t}{\partial x}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[\lambda(x,y)\frac{\partial t}{\partial y}\right] = 0 \tag{8}$$

где λ(x, y) — теплопроводность отдельной части двумерного сечения ограждения.

Решение данного уравнения значительно сложнее, чем для одномерного поля. Аналитические методы могут быть использованы для ограниченного круга задач. Для большинства практических задач приходится учитывать неоднородность поля, аналитические методы не

могут быть использованы. В таком случае необходимо применять численные методы, которые просты и точны для расчета.

Рассмотрим метод расчета теплопотерь в угловой части ограждающей конструкции [2].

Теплопередача в угловой части стены представлена в виде двумерного температурного поля (см. рис. 2). Поэтому для дальнейшего расчета необходимо ввести понятие фактор формы f для двумерного элемента ограждающей конструкции:

$$f = \frac{T}{И} \tag{9}$$

Т - число полос тока тепла на заданном участке стены;
И - количество изотермических полос;

Для наружного угла, фактор формы $f_{уг}$ рассчитывается по формуле:

$$f_{уг} = \frac{T}{И * n} \tag{10}$$

n- число эквивалентных длин. При этом одна эквивалентная длина равна ширине стены δ.

$$f_{уг} = \frac{6{,}8}{5 * 2} = 0{,}68$$

Фактор формы указывает, что на расстоянии в два калибра от наружного угла по внешней поверхности, количество теряемого тепла на 32% меньше, чем теряется через такую же площадь на глади стены.

Фактор формы для наружного угла, определяемый для ширины в два калибра по внутренней поверхности ограждения, равен 1,18. Что означает что потери тепла через наружный угол здания больше потерь через гладь стены на 18%

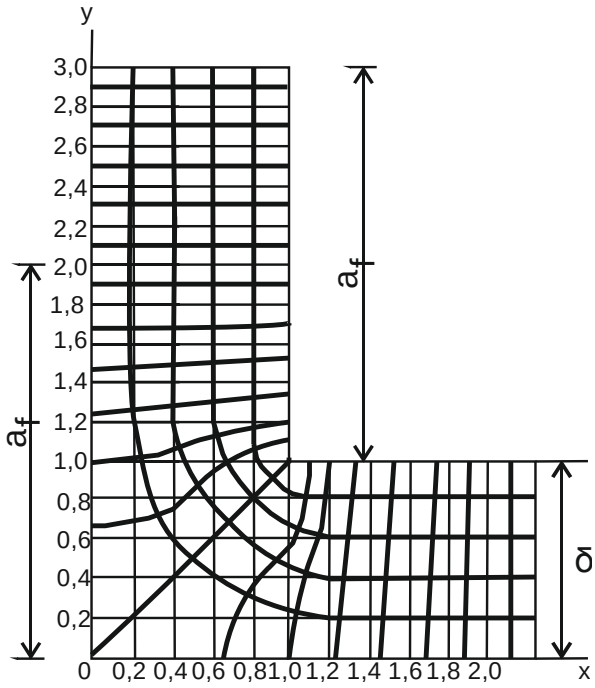


Рис. 2. Температурное поле в сечении наружного угла

Потери тепла через стены здания находятся по формуле (11).

$$Q = \frac{A}{R}(t_в - t_н)(1 + \sum \beta) \tag{11}$$

A - расчетная площадь стены, м^2;
R – сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции, в данном расчете примем R=3,984 м^2*^{0}C/Вт;
$t_в$ – расчетная температура воздуха помещения, ^{0}C;
$t_н$ – расчетная температура наружного воздуха, ^{0}C;
ß – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь.

Рассмотрим два здания с одинаковой площадью застройки, но разной формы в плане (квадратное и круглое):

Квадратное здание $A_з = 430{,}35$ м^2

$$A = \sqrt{430{,}35} \cdot 4 \cdot 3.0 = 248{,}94 \text{ м}^2$$

$$P = \sqrt{430{,}35} \cdot 4 = 82{,}98$$

$$Q = \frac{248{,}94}{3{,}984}(22 - (-32))(1 + 4 \cdot 0{,}18) = 5803{,}6 \text{ Вт}$$

Круглое здание $A_э = 430,35$ м^2

$$R = \sqrt{\frac{A_э}{\pi}} = \sqrt{\frac{430,35}{3,14}} = 11,71 \text{ м}$$

$$A = \pi d \cdot 3,0 = \pi 23,41 \cdot 3,0 = 220,63 \text{ м}^2$$

$$P = \pi d = \pi \cdot 11,70 = 73,51$$

$$Q = \frac{220,63}{3,984}(22-(-32)) = 2990,5 \text{ Вт}$$

Исходя из выше представленного расчета можно сделать выводы о том, что здание круглое в плане энергоэффективнее, здания квадратной формы на:

$$\frac{5803,6 - 2990,5}{5803,6} \cdot 100\% = 48,47\%$$

Данный результат объясняется в том числе тем, что круг в плане имеет меньший периметр наружных стен в сравнении со зданием квадратной формы. В данном примере эта разница составляет:

$$\frac{82,98 - 73,51}{82,98} \cdot 100\% = 11,41\%$$

Таким образом, чем меньше периметр здания, тем соответственно меньше в нем теплопотерь. Поэтому рассматривая энергосбережение целесообразнее проектировать здания с меньшим периметром и углами больше 90^o. Этого можно добиться, проектируя здания с закругленными углами, в форме многогранника, овала или круга в плане.

Библиографический список

1. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих конструкции. / К. Ф. Фокин. – М.: Стройиздат. 1973. – 287с.

2. Богословский В. Н. Строительная теплофизика/ В. Н. Богословский. – М.:Высшая школа. - 1982. - 415с.

3. Ильинский В. М. Строительная теплофизика/ В. М. Ильинский. – М.:Высшая школа. - 1974. - 320с.

4. Елагин Б. Т. Основы теплофизики ограждающих конструкций зданий. / Киев.:Вища шко-ла. – 1977. – 96с.

5. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника. – М.: Стройиздат, 1996 г.

6. СНиП 23-01-99* Строительная климатология. Госстрой России-М., 2003-72 с.

References

1. Fokin K.F. Thermal Engineering walling. / K. F. Fokin. - M .: Stroyizdat. 1973. – 287p.

2. Bogoslovski V.N. Building Thermal Physics / VN Theology. - M.: Higher School. - 1982. – 415p.

3. Il'inskii V.M. Thermal Physics / VM Il'inskii. - M.: Higher School. - 1974. – 320p.

4. Elagin B.T. Basics of Thermal Physics building envelopes. / Kiev.:Vischa SQA-la. - 1977. - 96p.

5. SNIP II-3-79 Thermal Engineering. - M .: Stroyizdat, 1996.

6. SNIP 23-01-99 * Building Climatology. Russian State Building-M., 2003.

УДК 697:620.97(075.8)

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Аспирант кафедры жилищно–коммунального хозяйства А.П. Пустовалов
Канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела Д.Н. Китаев
Канд. техн. наук, проф. кафедры отопления и вентиляции Т.В. Щукина
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (960) 1-17-51-82
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Graduate student of housing and communal services Dept. A.P. Pustovalov
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the heatgassupply and oil and gas business Dept. D.N. Kitayev
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the heating and ventilation Dept. T.V. Shchukina
Russia, Voronezh, tel. +7 (960) 1-17-51-82
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.

А.П. Пустовалов, Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ ПОСРЕДСТВОМ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА РЕГУЛИРУЮЩИХ КЛАПАНОВ

Рассматриваются идеальные расходные характеристики регулирующих клапанов, применяемых в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений. Предложены зависимости, определяющие для различных форм затворов изменения относительных расходов теплоносителя при подъеме штоков. Оценено искажение идеальных расходных характеристик, заявленных производителями регулирующего оборудования, при прогнозируемых значениях полного авторитета.

Ключевые слова: энергосбережение, регулирующие клапаны, расходные характеристики.

A.P. Pustovalov, D.N. Kitayev, T.V. Shchukina

INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF ENGINEERING SYSTEMS OF BUILDINGS BY MEANS OF AN OPTIMUM CHOICE OF ADJUSTING VALVES

Ideal account characteristics of the adjusting valves used in life support systems of buildings and constructions are considered. The dependences defining for various forms of locks of change of relative expenses of the heat carrier when raising rods are offered. Distortion of the ideal account characteristics declared by producers of the regulating equipment at the predicted values of full authority is estimated.

Keywords: energy saving, adjusting valves, account characteristics.

Неуклонный рост тарифов на потребляемые ресурсы и неблагоприятная экологическая ситуация в районах с высокой плотностью населения требуют не только постоянного энергосберегающего количественного и качественного регулирования режимов инженерных систем, но и внедрения инновационных технических решений, направленных на создание для этих целей эффективного оборудования, характеризующегося минимальными потерями [1, 2].

Выбор подходящей конструкции клапана для конкретной задачи распределения потоков в автоматизировано управляемых сетях целесообразно начинать с рассмотрения их расходных характеристик, которые показывают изменения пропускной способности от начального положения до полного открытия. Идеальные расходные характеристики при различных профилях затворов для дросселируемых отверстий клапанов, имеют следующие виды: линейные, линейно-линейные с фиксируемой точкой излома, логарифмические, логарифмически-линейные и параболические [3, 4]. Так, например, идеальная линейная и параболическая характеристики могут быть выражены обобщенной зависимостью

$$\frac{G}{G_{\max}} = \left(\frac{h}{h_{\max}} \right)^n , \qquad (1)$$

где G, $G_{\max}$ - действительный и максимально возможный расход воды, проходящей через клапан, кг/ч;

h, $h_{\max}$ - перемещение штока и его конечное положение при полном открытии клапана, мм;

n - показатель степени, для линейной зависимости n=1, для параболической n=2; при разработке оборудования с более плавным регулированием на малых значениях расхода теплоносителя можно получить показатель степени превышающий 2, тогда для обобщенного выражения (1) n=1, 2, 3…

Идеальные расходные характеристики вида (1) справедливы, если все располагаемое давление регулируемого участка теряется в отверстии клапана. Для этого необходимо, чтобы данный регулятор был не только единственным устройством на рассматриваемом участке, но и обладать нулевым сопротивлением, что не соответствует действительным режимам эксплуатации каких-либо сетей [3, 5]. В реальных условиях самую близкую к идеальной характеристике имеет клапан, в котором предусмотрено как регулирование расхода жидкости, так и перепада давления. Совмещение указанных функций достигнуто в автоматических комбинированных балансировочных клапанах AB-QM фирмы «Данфосс» [3, 4], что дополнительно сокращает потери давления при регулировании потока в отличии от двух отдельно установленных устройств.

В реальных условиях эксплуатации все расходные характеристики при полном закрытии клапана, то есть при h=0, имеют значения отличные от нулевого, в соответствии с которым выражение (1) незначительно изменяется до вида

$$\frac{G}{G_{\max}} = c_0 + \left(\frac{h}{h_{\max}} \right)^n . \qquad (2)$$

Величина c_0, обусловленная технологическими причинами, как правило, стремится к нулю и не превышает 3 %. Форма поверхности затвора, перепад давления с его разных сторон и люфт резьбы в совокупности усложняют регулирование в области близкой к полному закрытию отверстия и способствуют незначительной протечке. Для каждой конструкции клапана эту область минимизируют, чтобы не допустить потери регулируемости [3, 4].

Наиболее часто встречаются клапаны с линейной и логарифмической характеристикой. Линейная характеристика, а, особенно, линейно-линейная может иметь при создании определенных форм затворов разный угол наклона, поэтому при пренебрежении малым значением c_0 выражение (2) принимает вид

$$\frac{G}{G_{\max}} = c\frac{h}{h_{\max}}, \tag{3}$$

где c – коэффициент пропорциональности.

Логарифмическая характеристика подчиняет распределение расхода следующей зависимости от хода штока

$$\frac{G}{G_{\max}} = \ln\left((e-1)\frac{h}{h_{\max}} + 1\right), \tag{4}$$

где e – основание натурального логарифма.

При эксплуатации инженерных систем расходные параметры клапанов претерпевают существенные изменения, которые принято оценивать коэффициентом искажения идеальных характеристик, или как принято его называть в зарубежных технических регламентах внешним авторитетом. Внешний авторитет равен соотношению

$$a = \frac{\Delta P_{vs}}{\Delta P}, \tag{5}$$

где ΔP, ΔP_{vs} – потери на регулируемом участке и на регулирующем клапане, бар.

Внешний авторитет усугубляет возникаемую деформацию расходной характеристики. Реальное же изменение расходной зависимости клапана происходит под влиянием полного авторитета a^{+}, который учитывает совместное действие начального искажения и деформации от внешнего авторитета

$$a^{+} = a_{б} a, \tag{6}$$

где $a_{б} = \dfrac{\Delta P_{reg}}{\Delta P_{vs}}$ - базовый авторитет клапана;

ΔP_{reg} – потери давления в регулируемом сечении при полностью открытом клапане, бар.

При проектировании систем жизнеобеспечения часто принимают первоначальную расходную характеристику клапана, предоставляемую производителем, как базовую для дальнейшего определения ее деформации под действием внешнего авторитета.

Влияние полного внешнего авторитета на зависимость относительного расхода от относительного хода затвора клапана при базовой линейной характеристике имеет вид [3, 4]

$$\frac{G}{G_{\max}} = \sqrt{\frac{1}{1 - a^{+} + \dfrac{a^{+}}{\left(h/h_{\max}\right)^{2}}}}, \tag{7}$$

В уравнении (7) подстановка нулевого значения подъема штока приводит к некорректному результату, выраженному в бесконечности получаемого знаменателя, поэтому данную зависимость следует представлять в виде

$$\frac{G}{G_{max}} = \sqrt{\frac{\left(h/h_{max}\right)^2}{\left(1-a^+\right)\left(h/h_{max}\right)^2 + a^+}}, \qquad (8)$$

Искажение идеальной логарифмической расходной характеристики под воздействием полного внешнего авторитета можно представить в виде

$$\frac{G}{G_{max}} = \left[\ln\left((e-1)\frac{h}{h_{max}}+1\right)\right]^{a^+}, \qquad (9)$$

где e – основание натурального логарифма.

Влияние полного авторитета на искажение расходных характеристик наглядно демонстрируют графики, построенные по зависимостям (8, 9) на рис. Для эффективного регулирования посредством клапанов следует стремиться к созданию технических условий, способствующих повышению полного авторитета до значений не менее 0,7. Это в какой-то мере обеспечивается в автоматических комбинированных балансировочных клапанах AB-QM, что позволяет при возможности выбора рекомендовать их к применению как многофункциональное и энергоэффективное оборудование.

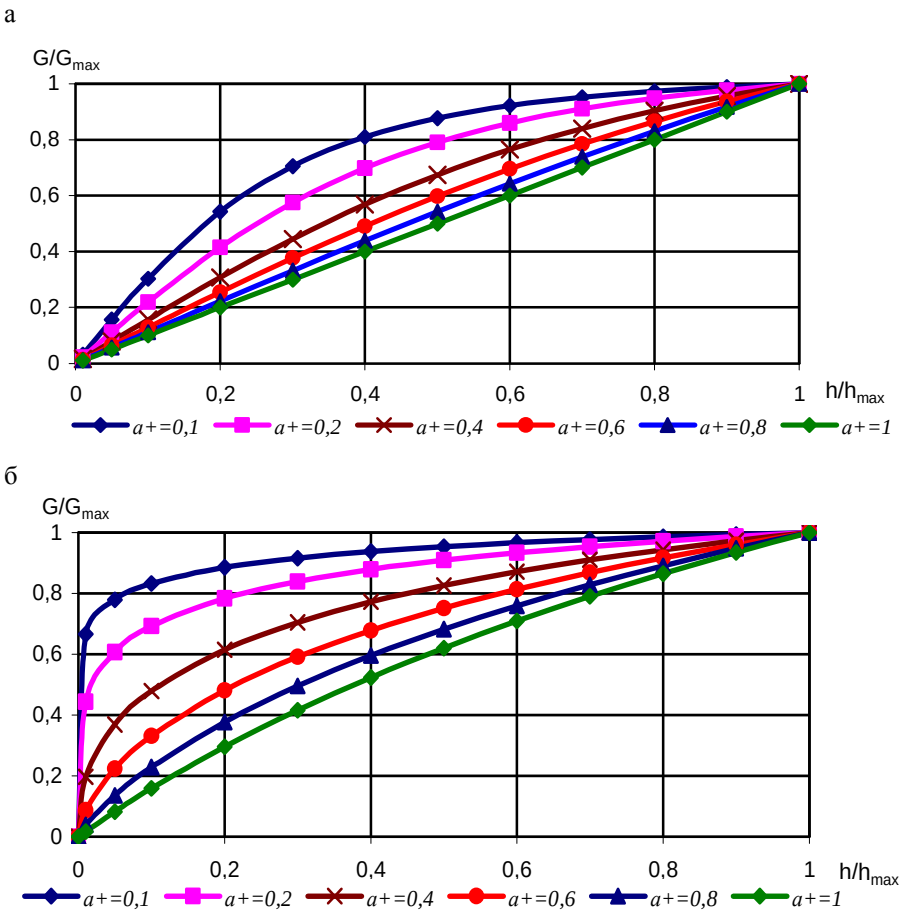


Рис. Линейная (а) и логарифмическая (б) рабочие расходные характеристики регулирующих клапанов

Уравнения (8, 9) можно применять для разных типов клапанов автоматических и ручных с соответствующей формой затворов. Они позволяют выполнить правильную оценку пропускной способности оборудования и его ресурсные возможности регулируемости.

Библиографический список

1. Шарапов В.И., Ротов П.В. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения. М.: Издательство «Новости теплоснабжения», 2007, 164с.

2. Семенов В.Н., Китаев Д.Н., Щукина Т.В., Королев Д.Ю. Энергосбережение и повышение энергоэффективности для объектов социальной сферы// Энергосбережение, 2010, №6. С. 38-43.

3. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. М., ООО «Данфосс», 2013, 303 с.

4. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – М., ООО «Данфосс», 2013, 252 с.

5. Китаев Д.Н. Влияние современных отопительных приборов на регулирование тепловых сетей// Материалы всероссийской научной конференции «Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации» Том 2. Градостроительство и инфраструктура. Воронеж, 2014. С. 52-58.

References

1. Sharapov V. I., Rotov P. V. Regulation of loading of systems of heat supply. M., «Heat Supply News» publishing house, 2007, 164 sec.

2. Semenov V. N., Kitayev D. N., Schukina T.V., D.Y. Korolev. Energy saving and increase of energy efficiency for objects of the social sphere// Energy saving, 2010, №6, sec. 38-43.

3. Pyrkov V. V. Hydraulic regulation of systems of heating and cooling. Theory and practice. M., SLR «Danfoss», 2013, 303 sec.

4. Pyrkov V. V. Modern thermal points. Automatic equipment and regulation. M.: SLR «Danfoss», 2013, 252 sec.

5. Kitayev D. N. Influence of modern heating devices on regulation of thermal networks// Materials of the All-Russian scientific conference "Town planning. Infrastructure. Communications" Volume 2. Town planning and infrastructure. Voronezh, 2014, sec. 52-58.

УДК 624.012.25

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования зданий и сооружений А.Н. Гойкалов
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений А.А. Сотников
Россия, г. Липецк, тел. 8(910)2550137
e-mail: sotnikov-s@mail.ru

VoronezhState University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D. of the department o fbuilding design and structures A.N. Goykalov
Master of the departmentof building design and structures A.A. Sotnikov
Russia, Lipetsk, tel. 8(910)2550137
e-mail: sotnikov-s@mail.ru

А.А. Сотников, А.Н. Гойкалов

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Высокие требования к тепловой защите зданий, соответствующие современным требованиям энергосбережения, отраженные в нормативных документах по тепловой защите, диктуют необходимость разработки и внедрения энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием высококачественных теплоизоляционных материалов. В противном случае, как толщина наружных ограждающих конструкций, так и их стоимость были бы завышены.

Учитывая актуальность вышеизложенного направления развития строительной сферы, в данной статье рассмотрены современные решения тепловой защиты ограждающих конструкций зданий, возводимых на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: энергоэффективность, ограждающие конструкции, здания

A.A. Sotnikov, A.N. Goykalov

MODERN SOLUTIONS OF THERMAL PROTECTION OF THE PROTECTING DESIGNS OF BUILDINGS

The high requirements to thermal protection of buildings conforming to modern requirements of energy saving, reflected in normative documents on thermal protection dictate need of development and deployment of the power effective protecting designs with use of high-quality heat-insulating materials. Otherwise, both thickness of the external protecting designs, and their cost would be overestimated.

Considering relevance of the above direction of development of the construction sphere, in this article modern solutions of thermal protection of the protecting designs of the buildings built to territories of the Russian Federation are considered.

Keywords: energy efficiency, the protecting designs, buildings

Исторически сложилось, что энергоэффективность, до настоящего времени, никогда не была важной задачей в нашей стране. Это было связано с большим количеством и, следовательно, низкой ценой на энергоресурсы в России. Однако, после удорожания энергоресурсов и внесения поправок в нормативную документацию по тепловой защите зданий, вопрос разработки энергоэффективных стеновых конструкций стал одним из приоритетных направлений в развитии строительства.

Одним из архитектурных приемов повышения энргоэффективности ограждающих конструкций здания является использование материалов, способных уменьшить тепловые потери и сделать внутренний микроклимат более комфортным. Сегодня такая сфера деятельности человека, как разработка различных энергоэффективных материалов активно развивается. Есть решения, которые используются повсеместно. Другие - находятся на начальной стадии разработок. Но все они, несомненно, заслуживают внимания.

По оценкам специалистов, потребность жилищного сектора строительства в эффективных утеплителях с каждым годом возростает. К основным видам применяемых в строительстве утеплителей относят: минераловатные изделия (более 65%), стекловатные материалы 8% и 20% пенопласты, доля теплоизоляционных бетонов не превышает 3%.

Основные принципы нормирования теплозащиты зданий сформулированы в СНиП II-3-79*. Если при изменении норм и правил по проектированию покрытий, чердачных и цокольных перекрытий проблем не возникает, то проектирование наружных стен требует поиска качественно новых технических решений [1].

Проектирование наружных стен с учетом новых требований к теплозащите, как известно с теплотехнической точки зрения, условно различают на три основных вида наружных стен по числу основных слоев: однослойные, двухслойные и трехслойные. Теплозащитные свойства стен, определяющие расход тепла на отопление здания, связаны с климатической характеристикой местности, выражаемой в градусо-сутках отопительного периода (ГСОП). Возможность применения той или иной конструкции ограничивается наибольшим значением ГСОП, при котором эта конструкция обеспечивает необходимый уровень теплозащиты и имеет разумную толщину.

Однослойные стены

Однослойная технология возведения наружных стен зданий и сооружений, конечно же, одна из самых экономичных и быстрых. Конструкция такой стены состоит только из несущего слоя покрытого штукатуркой, поэтому ее возведения не требует больших трудозатрат, что снижает затраты на строительство.

Однослойные стены наиболее привычны для российских проектировщиков и строителей и наиболее просты в исполнении, а при обеспечении необходимых теплозащитных свойств - и в эксплуатации.

Однослойные стены выполняют из конструкционно-теплоизоляционных материалов и изделий, совмещающих несущие и теплозащитные функции. Требуемые параметры микроклимата в помещениях, то есть необходимые комфортные условия, обеспечиваются при соответствующем качестве материалов стен.

С учетом современных требований к теплозащите наиболее приемлемы стены из ячеистобетонных блоков, изготавливаемых по различным технологиям. При плотности этого материала не более 500 кг/м^3, толщине стены 500 мм и расчетном значении коэффициента теплопроводности не более 0,15 Вт/(м·°С) возможно его использование в районах с ГСОП до 6000-6500. Расширение области применения ячеистобетонных материалов для районов с ГСОП более 6500 также возможно, но при увеличении толщины стены до 700-750 мм. Как правило, стены из ячеистобетонных блоков проектируют как самонесущие с поэтажным опиранием на элементы перекрытия, с обязательной защитой от внешних атмосферных воздействий (облицовка, штукатурный слой и т. п.). Для однослойных стен также

целесообразно применение и других бетонных материалов плотностью не более 600-700 кг/м^3 (легкие бетоны, пенобетоны и т.п.), однако их применение при толщине стены 500 мм ограничивается районами с ГСОП 2000. Основным недостатком ячеистого бетона является относительно невысокая прочность на сжатие, однако данная проблема может быть решена применением армирования кладки из ячеистобетонных блоков [2].

Двухслойны стены

Конструкция такой стены состоит из двух слоев — несущего и теплоизоляционного (чаще всего в качестве теплоизоляции используется пенополистирол или минеральная вата), отделанного тонким слоем декоративной штукатурки.

Внутренняя теплоизоляция должна обеспечивать защиту от увлажнения и накопления влаги в толще утеплителя, что требует специального теплотехнического расчета и тщательного изготовления. Системы с наружной теплоизоляцией имеют ряд существенных преимуществ (высокая теплотехническая однородность, ремонтопригодность, разнообразие архитектурных решений фасада, предпочтительность при реконструкции стен) и начали широко применяться в строительной практике. В настоящее время применяют, в основном, два варианта таких систем: вариант 1 - системы с наружным штукатурным слоем; вариант 2 - системы с воздушным зазором.

Вариант 2 отличается от варианта 1 отсутствием ограничений на толщину применяемого утеплителя - минераловатных плит, также закрепляемых на стене дюбелями. Теплоизоляционный слой защищают фасадными плитами из различных материалов, устанавливаемыми на крепящихся к стене легких конструкциях из металлических профилей (стальных, из алюминиевых сплавов и их комбинации). Дополнительно, утеплитель защищают паропроницаемой пленкой, устанавливаемой в заводских или построечных условиях. Кроме того, между фасадными плитами и утеплителем предусмотрен воздушный зазор толщиной 60 мм [3].

Безопасность и долговечность этого варианта зависит от многих факторов, в том числе от обеспечения требований антикоррозионной защиты крепежных элементов и их соединений.

Использование двухслойной технологии обеспечивает наибольший потенциал для достижения требуемой прочности и тепловых параметров.

Возведение двухслойной конструкции – более трудоемкий процесс по сравнению с однослойной конструкцией. Еще стоит заметить, что дополнительное применение кирпича в виде облицовочного слоя, требует возведения более мощного и само собой разумеется, дорогого фундамента.

Трехслойные стены

Трехслойные стены состоят из трех слоев, каждый из которых выполняет свое функциональное назначение. Несущий слой отвечает за прочность, теплоизоляционный – за теплоизоляционные параметры стены, облицовочный - защищает от воздействия внешних факторов. Хотя эта технология является более дорогой, она позволяет установить прочную стену с высокими изоляционными свойствами, звуко- и огнестойкостью.

Если посмотреть на историю развития многослойных кладок то можно обнаружить, что размещение теплоизоляционного слоя внутри стены появилась не сегодня. Еще в прошлые столетии строили дома с трехслойными кирпичными стенами заполненными мхом, торфом, шлаком. Инженер Герард предложил колодцевую кладку с заполнением вертикальных отверстий-колодцев шлаком. Сегодня эти материалы заменили более современные и эффективные.

Возведение трехслойной стены с расположением внутри конструкции стены теплоизоляционного слоя можно выполнять практически из любых доступных на

строительном рынке конструкционных материалов (лесоматериалы, штучные каменные, разного типа панели и монолитные конструкции).

Однако, невысокая теплотехническая однородность (менее 0,5), вызванная рассекающими утеплитель кирпичными перемычками, а также проблемы контроля исполнения кладки сильно ограничивают ее применение при новых требованиях к энергосбережению.

Кладка с применением мелкоштучных изделий должна обеспечивать большую теплотехническую однородность стен - до 0,64-0,74. Для гибких связей в таких стенах используется стальная арматура с соответствующими антикоррозионными свойствами стали или защитных покрытий. Применение таких конструкций ограничено толщиной стен в 2,5-3 кирпича.

Довольно давно в индустриальном домостроении применяются бетонные трехслойные стены, но они обладают более низким приведенным сопротивлением теплопередаче, чем это необходимо по современным требованиям. Для повышения теплотехнической однородности жесткие связи между наружным и внутренним слоями были заменены гибкими стальными связями в виде отдельных стержней или их комбинаций. Для той же цели применяются плитно-заливочные или заливочные утеплители. Многочисленные расчеты по определению приведенного сопротивления теплопередаче, выполненные в НИИСФ, ЦНИИЭП жилища и других организациях с учетом трехмерных температурных полей, показали, что коэффициент теплотехнической однородности таких конструкций составляет 0,67-0,8, что уже вполне приемлемо для решения поставленной задачи.

Трехслойные стены толщиной 350-450 мм с утеплителем толщиной 200-300 мм из пенополистирола и минеральной ваты на гибких связях могут применяться в регионах, где показатель ГСОП достигает 6000-7000.

Стены из трехслойных легких сэндвич-панелей продолжают широко применяться, прежде всего, в промышленном строительстве. Здесь также, как и в предыдущем случае, решающее слово за нормативной базой, и, прежде всего, это разработка стандарта на сэндвич-панели с минераловатным утеплителем.

Трехслойные стены кроме энергоэффективных достоинств обладают и рядом недостатков по сравнению с оппонентами. К ним следует отнести:

- довольно высокую трудоемкость возведения, что неизбежно сказывается на качестве монтажа, а стало быть, на долговечности и безопасности конструкций;
- пониженный коэффициент теплотехнической однородности, обусловленный наличием теплопроводных включений в виде строительных элементов из бетона и других материалов;
- сниженная долговечность, по сравнению с более однородными стенами[4].

В заключении хотелось бы сказать, что общая стоимость наружных стен строений составляет около 8-12% от всех расходов, необходимых для строительства зданий и сооружений, но выбор типа стен, материалов и технологий их возведения имеет очень большое значение для будущего домовладельца. Так как в будущем, на протяжении многих лет этот выбор будет оказывать влияние на величину эксплуатационных расходов и комфорт проживания. Выбор технологии возведения стен должен быть экономически оправдан, соответствовать заданному архитектурно-художественному решению и отвечать требованиям будущего владельца, при этом расход стройматериалов должен быть минимальным, что будет способствовать снижению трудовых затрат на их возведение и расходов на все строительство.

Библиографический список

1. Шубин И.Л., Спиридонов А.В. Законодательство по энергосбережению в США, Европе и России. Пути решения» // Вестник МГСУ, 2011, 15с.

2. Гойкалов, А.Н. Несущая способность стен из мелких ячеистобетонных блоков с косвенным армированием / А.Н.Гойкалов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2005, №12. – С.20-21.

3.Авдеев Г.К. Тепловая эффективность наружных стеновых панелей. В кн.: Тепловая эффективность наружных ограждающих конструкций. М., МНИИТЭП, 1988, с.9.

4.Чиненков Ю.В., Король Е.А. Результаты испытаний трехслойных железобетонных ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем из полистиролбетона // Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе. Труды годичного собрания РААСН. Москва-Казань, 2003, 162с.

References

1. Choubin I.L., Spiridonov A.V. The legislation on energy saving in the USA, Europe and Russia. Solutions"//MGSU Bulletin, 2011, 15s.

2. Goykalov, A.N. Bearing ability of walls from small cellular-concrete blocks with indirect reinforcing / A.N. Goykalov // Building materials, the equipment, technologies XXI century, 2005, №12. - P.20-21.

3. Avdeev G. K. Thermal efficiency of external wall panels. In book: Thermal efficiency of the external protecting designs. M, MNIITEP, 1988, page 9.

4. Chinenkov Yu.V., the King E.A. Rezultaty of tests of the three-layer ferroconcrete protecting designs with a heat-insulation layer from polysterene concrete//Resource-and energy saving as motivation of creativity in architectural and construction process. Works of year meeting of PAACN. Moscow-Kazan, 2003, 162s.

УДК 699.86

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства М.В. Гончарова
Канд. техн. наук, проф. кафедры жилищно-коммунального хозяйства
Т.В. Щукина
Магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства А.В. Калинина
Студенты факультета инженерных систем и сооружений
А.Н. Сапрыкин, Б.Ю. Ефанов
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (960) 1-17-51-82
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Undergraduate of the housing and public utilities Dept. M.V. Goncharova
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the housing and public utilities Dept.
T.V. Shchukina
Undergraduate of the housing and public utilities Dept. A.V. Kalinina
Students of the faculty of engineering systems and structures
A.N. Saprykin, B.Y. Efanov
Russia, Voronezh, tel. +7 (960) 1-17-51-82
e-mail: schukina.niki@yandex.ru.

М.В. Гончарова, Т.В. Щукина, А.В. Калинина, А.Н. Сапрыкин, Б.Ю. Ефанов

К ВОПРОСУ О ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Рассматривается три варианта утепления наружных ограждений. Доказывается экономическая целесообразность использования энергосберегающих фасадных лакокрасочных покрытий.

Ключевые слова: энергосбережение, лакокрасочные покрытия с нанокомпонентами.

M.V. Goncharova, T.V. Shchukina, A.V. Kalinina, A.N. Saprykin, B.Y. Efanov

TO THE QUESTION ABOUT THE HEAT SHIELD OPERATED BUILDINGS

We consider three variants of thermal insulation of outer enclosures. The dock is called the economic feasibility of using energy saving-ing facade coatings.

Keywords: energy saving, paint and varnish coverings with nanocomponents.

В последнее десятилетие на уровне Российского законодательства предпринимается решительное отстаивание энергосберегающих технологий. Безусловно, при существующей энергоемкости производства выпускаемая отечественная продукция характеризуется относительно низкой конкурентной способностью, что затрудняет стратегическое развитие экономики. Принятые в этом направлении нормы и законодательные акты, прежде всего, направлены на снижение энергозатрат во всех сферах производственной деятельности, но прежде всего в жилищно-коммунальном хозяйстве [1].

Одним из перспективных направлений снижения потребления ресурсов является обустройство наружных ограждений зданий эффективной тепловой защитой. В целях снижения теплопотерь действующими строительными нормами [2] сопротивление теплопередачи значительно увеличено по сравнению с теплотехническими характеристиками ограждений зданий, возведенных на территории РФ во второй половине 20 века. Соблюдение данных требований должно приводить к существенной экономии тепловой энергии, потребляемой систе-

мами отопления, но накопленный более чем за два десятилетия опыт эксплуатации утепленных зданий показал противоречивость достигаемых результатов.

Так, например, проведенные исследования многослойных конструкций наружных стен в Воронежской области показали, что при безупречных проектных решениях в действительных условиях эксплуатации их теплотехнические характеристики не соответствуют принятым нормам. Это также убедительно подтверждается экспериментальными исследованиями фирмы «Интеллект-Сервис» для ЦЧР. Полученные результаты показывают отклонение от нормативных требований, которые могут быть вызваны несоблюдением строгой последовательности монтажа и его безупречным исполнением, отсутствием необходимых клеевых связующих слоя утеплителя с несущими строительными конструкциями, а также низкое качество теплоизоляционного материала. В результате перечисленных негативных факторов экономия ресурсов незначительна, а ограничение срока службы применяемых теплоизоляционных материалов 15-30 годами в последствии приводит к дорогостоящему капитальному ремонту, значительно превосходящему в денежном эквиваленте достигнутые сокращения в потреблении тепловой энергии.

Несмотря на достаточно часто встречаемый негативный результат качество монтажных работ и материалов неизбежно повышается, что будет способствовать дальнейшему широкому применению многослойных строительных конструкций. Поэтому для выбора рационального с точки зрения экономии денежных средств исполнения наружных ограждений, сравним три возможных способа утепления эксплуатируемых длительное время зданий (табл. 1). Сравнительный анализ стоимостных показателей проведен на примере жилого 9 этажного дома серии 135 (табл. 2, 3).

Таблица 1

Требуемое дополнительное утепление наружной стены для климатических условий Воронежской области

Параметры теплоизоляционных материалов	Используемые теплоизоляционные материалы для наружных стен		
	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,038	0,042	0,001
Требуемое термическое сопротивление слоя, (м^2·°С)/Вт	1,22	1,22	1,22
Расчетная толщина слоя, м	0,046	0,053	0,0012
Фактическая толщина слоя, м	0,05	0,1	0,0012

Примечание:
1 вариант – экструдированные полистирольные плиты (ЭПП) под слоем штукатурки, окрашенной фасадной кремне-органической краской;
2 вариант – минераловатные плиты в конструкции вентилируемого фасада;
3 вариант – лакокрасочное покрытие Temp-coat® на фасадах здания.

Таблица 2

Характеристика жилого 9 этажного одноподъездного дома серии 135

Площадь, м^2		
общая	жилая	стен без проемов с углами
2579	1441	2418

При более детальном рассмотрении 3 варианта, предполагающего окраску фасада лакокрасочным покрытием Temp-coat® расчетные показатели в ценах на 01.01.2014 г. составят:

- общие затраты на дополнительную тепловую изоляцию 5493696 руб.;
- годовая экономия средств на отопление дома 1166511,99 руб.;
- период полной окупаемости затрат на дополнительную изоляцию 4,7 года;
- экономический эффект за период гарантийной эксплуатации (15 лет) 17497679,85 руб.

Таблица 3

Приближенный расчет стоимости ремонта фасадов жилого 9 этажного одноподъездного дома серии 135, расположенного в г. Воронеж

Наименование затрат	Используемые теплоизоляционные материалы для наружных стен		
	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Трудозатраты, чел.час/м^2	10,3	4,1	1,01
Общие трудозатраты, чел.час	24905	9913	2442
Стоимость работ, руб./м^2	2210	4524	2272
Общая стоимость работ, руб./м^2	5343780	10939032	5493696

Следует отметить, что срок окупаемости 4,7 лет получен без учета роста тарифов на тепловую энергию, процентов по кредиту (в случае использования заемных средств на проведение мероприятий по утеплению наружных стен здания), нормы дисконтирования и процента инфляции.

Малый срок окупаемости лакокрасочного нано-покрытия при достигаемом энергосбережении позволяет рекомендовать этот тип защиты для зданий, эксплуатируемых более 30 лет, а особенно для памятников архитектуры. Следует также отметить, что окрашивание чердачных и безчердачных покрытий приведет к существенному сокращению теплопотерь в холодный период года и снижению теплопоступлений от солнечной радиации в летний сезон за счет повышения отражающего эффекта для длинноволнового излучения.

Библиографический список

1. Семенов В.Н., Китаев Д.Н., Щукина Т.В.,Королев Д.Ю.Энергосбережение и повышение энергоэффективности для объектов социальной сферы. Энергосбережение, 2010, № 6, с. 38-43.

2. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.– М.: ГУП ЦПП, 2004, 25 с.

References

1. Semenov V. N., Kitayev D. N., Schukina T.V., Korolev D.Yu. Energy saving and energy efficiency increase for objects of the social sphere. Energy saving, 2010, No. 6, sec. 38-43.

2. BNaR 23-02-2003. Thermal protection of buildings.– M.: SUE CSE, 2004, 25 sec.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 504.03

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет старший преподаватель кафедры пожарной и промышленной безопасности Головина Е.И. Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-53-21, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru, Д.т.н., проф. кафедры пожарной и промышленной безопасности Манохин В.Я., ассистент кафедры пожарной и промышленной безопасности Манохин М.В.

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, senior lecturer of the Department of fire and industrial safety Golovina E.I. Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-53-21, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru D.t.s. prof. of Department of Fire and Industrial Safety Manohin V.Ya., assistant of Department of Fire and Industrial Safety Manohin M.V.

Е.И. Головина, В.Я. Манохин, М.В. Манохин

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОТХОДОВ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

В работе кратко обозреваются методы обработки отходов лечебно-профилактических учреждений. В последние годы территории населенных пунктов стали подвергаться несанкционированному загрязнению медицинскими отходами, контаминированными патогенными микроорганизмами и вирусами: использованными шприцами, различными медицинскими изделиями. Такая ситуация создает напряженную эпидемиологическую обстановку, в частности, по инфекциям с парентеральным механизмом передачи (ВГВ, ВГС, ВИЧ), а также способствует загрязнению окружающей среды.

Ключевые слова: лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), медицинские отходы, утилизация.

E.I. Golovina, V.Ya Manohin., Manohin M.V.

WASTE TREATMENT METHODS MEDICAL INSTITUTIONS

In the work briefly seen waste treatment methods medical institutions. In addition in recent years, cities and villages were subjected to unauthorized medical waste pollution, contaminated by pathogenic microorganisms and viruses: used syringes, various medical devices. This creates a tense situation epidemiological situation, in particular, infections with parenteral mechanism of transmission (HBV, HCV, HIV), and also contributes to environmental pollution.

Keywords: **Keywords:** medical institutions (hospitals), medical waste, recycling.

Проблема утилизации медицинских отходов привлекает к себе все более пристальное внимание. Еще в 1979 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отнесла отходы

медицинской сферы к группе особо опасных и указала на необходимость создания специализированных служб по их уничтожению и переработке.

22 марта 1999 г. в Российской Федерации вступили в силу СанПиН 2.1.7.728-99 «Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений», предназначенные для всех ЛПУ и организаций, занимающихся сбором, хранением, транспортированием и переработкой отходов лечебно-профилактических учреждений. В соответствии с этим документом все отходы лечебно-профилактических учреждений по степени их эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности делятся на пять классов [1, 2]:

- класс А: неопасные отходы;
- класс Б: опасные (рискованные) отходы;
- класс В: чрезвычайно опасные отходы;
- класс Г: отходы, по составу близкие к промышленным;
- класс Д: радиоактивные отходы.

Не допускается смешение отходов различных классов на всех стадиях сбора и хранения, существует определенный порядок утилизации отходов.

Существуют различные способы переработки отходов (Таблица).

Таблица

Данные по способам переработки ТБО
в различных странах

Страны	**Количество ТБО, поступающих на переработку, %**			
	Складирование полигонов	**Сжигание**	**Компостиро-вание**	**Прочие способы**
Россия	97	2,3	0,7	-
Австрия	60	20	18	2
Бельгия	45	46	9	-
Великобритания	90	9	0,9	0,1
Венгрия	90	10	-	-
Дания	20	77,5	0,5	2
Италия	65	20	10	5
Канада	85	14	1	-
Нидерланды	40	40	19	1
США	85	14	0,1	0,9
Франция	40	47	12,1	0,9
Германия	60	35	5	-
Чехия+Словакия	90	8	2	-
Швейцария	5	75	10	6
Швеция	35	55	9,9	0,1
Япония	27	70	0,3	2,7

Методы переработки отходов лечебно-профилактических учреждений имеют свою специфику [3, 4].

Термические методы.

Инсинерация (сжигание)

В соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.728-99 отходы класса А вывозятся на полигоны ТБО без ограничений, классов Б и В уничтожаются на специальных установках по обезвреживанию отходов ЛПУ термическими методами. Но дело в том, что термический метод уничтожения отходов, а попросту, их сжигание уже не является оптимальным решением проблемы медотходов. Установки, предназначенные для сжигания отходов (инсинераторы), были широко распространены в мире еще 10-15 лет назад. Но с тех пор многое изменилось. В частности, выяснилось, что сжигание не так уж и безобидно и при

всех своих достоинствах обладает такими неприятными особенностями, как, например, образование диоксинов. Следовательно, сегодня проблема распространения загрязнителей не решается должным образом: они просто перемещаются из одной среды (воздуха) в другую (почву или воду). Большинство специалистов приходят к мнению, что сжигание - это неустойчивая и устаревшая форма обращения с медицинскими отходами.

Пиролиз

Альтернативой обычным методам термической переработки твердых отходов являются технологии, предусматривающие предварительное разложение органической фракции отходов в бескислородной атмосфере (пиролиз), после чего образовавшаяся концентрированная парогазовая смесь (ПГС) направляется в камеру дожигания, где в режиме управляемого до-жига газообразных продуктов происходит перевод токсичных веществ в менее или полностью безопасные.

Одним из достоинств пиролизных установок является то, что для них не надо строить капитальные сооружения и высокие дымовые трубы. Установки могут монтироваться под навесом или в ангарах легкого типа на бетонном основании.

Плазменная технология

В плазменных системах используется электрический ток, который ионизирует инертный газ (например, аргон) и формирует электрическую дугу с температурой около 6000 'С. Медицинские отходы в этих установках нагреваются до 1300-1700 ^{0}С, в результате чего уничтожаются потенциально патогенные микробы, и отходы преобразовываются в шлак, металлы и инертные газы.

Альтернативные методы

Вынужденное сокращение использования установок для сжигания отходов стало причиной создания нового производства - альтернативных систем обработки медицинских отходов.

Они различаются по пропускной способности, мощности, степени автоматизации и сокращению объема обрабатываемых отходов. В их основе лежит один или несколько следующих методов:

- нагревание отходов минимум до 90-950 ^{0}С посредством микроволновых печей, радиоволн, горячего масла, горячей воды, пара или перегретых газов;
- обработка отходов химикалиями типа гипохлорита натрия или диоксида хлора;
- обработка отходов горячими химикалиями;
- обработка медицинских отходов источником радиации.

Химические утилизаторы

В химических утилизаторах отходы подвергаются воздействию обеззараживающих химических веществ, в результате чего утрачивают свою эпидемиологическую опасность. Существует несколько таких способов нейтрализации отходов. Однако, поскольку получаемый в результате обработки продукт нуждался в нейтрализации, эти способы не нашли практического применения.

Среди достоинств такого способа переработки отходов надо отметить сравнительно небольшие габариты оборудования, отсутствие образования в ходе обеззараживания токсических веществ (хотя дезинфектант сам по себе токсичен) и значительно меньшую по сравнению с инсинераторами стоимость. Главный недостаток химических утилизаторов - необходимость постоянного использования дорогого запатентованного дезинфектанта. Кроме того, отмечаются повышенная шумность при работе аппарата и чересчур высокая влажность отходов на выходе.

Термохимические утилизаторы

Термохимические установки сочетают в себе нагревание отходов с их обработкой дезинфицирующими составами.

К классу термохимических утилизаторов условно можно отнести и установки, принцип обеззараживания которых построен на свойстве микроволнового (сверхвысокочастотного - СВЧ) излучения нагревать воду. При их использовании требуется предварительное измельчение и увлажнение отходов для получения высокой температуры (95 'С или выше).

Стерилизаторы

Автоклавы используются для стерилизации хирургических инструментов, медицинских устройств, термостабильных жидкостей и широко применяются в медицинских лабораториях и промышленности. Поэтому, естественно, возникла идея их применения, чтобы устранить потенциальную биологическую опасность, содержащуюся в медицинских отходах. Хотя автоклавирование имеет преимущество перед другими методами, у него есть и недостаток: стандартные автоклавы не могут использоваться вследствие того, что чрезвычайно сложно разработать механизм загрузки и выгрузки неупакованных отходов. Технологический процесс, в основе которого лежит стерилизация, гарантирует эпидемиологическую безопасность. В его основе лежит воздействие на обрабатываемые, предварительно измельченные отходы насыщенного водяного пара при температуре 135 ^{0}С и давлении внутри рабочей камеры, равном 3 бар. Отсутствие побочных отходов и выбросов, загрязняющих атмосферу, водные и земельные ресурсы, говорит об экологической безопасности процесса.

Процесс утилизации проходит в два этапа. В ходе первого этапа отходы измельчаются в замкнутом пространстве. На втором этапе измельченные отходы стерилизуются водяным паром под давлением, что гарантирует их переход в класс «А» (неопасные); после принудительного охлаждения и слива конденсата отходы автоматически выгружаются.

Вспомогательная техника

Это техника, которая может только участвовать в процессе избавления от опасных отходов, но сама по себе не способна обеспечить всю цепочку от их образования до получения безопасного продукта. К ней относятся измельчители разного рода, стандартные паровые стерилизаторы, а также деструкторы инъекционных игл. Деструкторы предназначены для уничтожения игл непосредственно после инъекции, без снятия их со шприца, что значительно снижает травматизм персонала.

Комплекс мероприятий по созданию в ЛПУ целостной системы сбора, хранения, транспортировки и утилизации отходов должен включать ряд организационных моментов:

-разделение отходов согласно установленной классификации СанПиН и по фракциям в местах образования;

-наличие специальной упаковочной тары (пакеты, емкости) в достаточном количестве, соответствующей требованиям нормативной документации, удобной в обращении, обеспечивающей надежную герметизацию и соблюдение правил противоэпидемического режима;

-правильная организация мест первичного сбора отходов в местах образования;

-эпидемиологически безопасная транспортировка герметично упакованных отходов до мест временного хранения;

-транспортировка отходов к установке по обеззараживанию (в случае наличия);

-транспортировка отходов до контейнерной площадки;

-оборудованное место для мытья и дезинфекции контейнеров;

-организация надлежащей дезинфекции на всех этапах обращения с отходами;

-транспортировка отходов из ЛПУ.

Вывод

В связи с тем, что ряд инфекций (ВГВ, ВГС, ВИЧ) обладают парентеральным механизмом, ситуация в мире сохраняет напряженную эпидемиологическую обстановку, так как при этом помимо угрозы для здоровья человеку также загрязняется окружающая среда.

Библиографический список

1. Жидко Е.А. Экологический менеджмент как фактор эколого-экономической устойчивости предприятия в условиях рынка: монография /Е.А. Жидко; Воронеж. гос.арх.-строит. ун-т.-Воронеж, 2009.-160 с.

2. Жидко Е.А. Управление техносферной безопасностью/ Воронеж, 2013.

3. Сазонова С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Том 7, № 5, 2011 – С. 68-71.

4. Экологическая безопасность и качество жизни человека/ В.Н. Александров/СПб, 2007.

References

1. Liquid E. A. Environmental management as a factor of ecological and economic sustainability of the enterprise in the market conditions: monograph /E. A. Liquid; Voronezh. state architect.-builds. Univ-Voronezh, 2009.-160 C.

2. Liquid E. Management technospheric security / Voronezh 2013.

3. S. Sazonov The results of the development of mathematical models for the analysis of flow distribution systems, heating / SA Sazonov // Herald of the Voronezh State Technical University. - Volume 7, № 5, 2011 - S. 68-71.

4. Environmental safety and quality of life / VN Alexandrov / St. Petersburg, 2007.

УДК 504.03

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д.т.н., проф. кафедры пожарной и промышленной безопасности Манохин В.Я., старший преподаватель кафедры пожарной и промышленной безопасности Головина Е.И.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-53-21, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru
ассистент кафедры пожарной и промышленной безопасности Манохин М.В.

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
D.t.s. prof. of Department of Fire and Industrial Safety Manohin V.Ya., senior lecturer of the Department of fire and industrial safety Golovina E.I.
Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-53-21, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru
assistant of Department of Fire and Industrial Safety Manohin M.V.

В.Я. Манохин, Е.И. Головина, М.В. Манохин

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ОБРАЩЕНИИ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В Г. ВОРОНЕЖ

Анализ существующих методов переработки твердых бытовых отходов показывает, что в городском округе г. Воронеж наиболее целесообразно внедрение технологии компостирования отходов с предшествующей сортировкой, с целью отделения компонентов, являющихся вторичным сырьем.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, производство, методы переработки, природопользование.

V.Ya Manohin., E.I. Golovina, M.V. Manohin

The analysis of existing methods of processing of municipal solid waste shows that in the urban district of Voronezh most appropriate implementation technology of composting with the previous sort, to separate components, which are raw materials.

Keywords: municipal solid waste, manufacturing, processing methods.

Геоэкологические факторы в значительной степени определяют качество жизни населения. Одной из глобальных проблем человечества в области природопользования является обращение с отходами, объёмы которых во всем мире нарастают темпами, опережающими их переработку, обезвреживание и утилизацию. Ежегодно в России количество мусора увеличивается на 200 млн. м^3 (40 млн. т). На полигонах России в настоящее время скопилось 100 млрд. т. ТБО. Основная часть ТБО складируется на полигонах различного типа и многочисленных свалках. На полигоны попадает около 85% отходов; 5% отходов проходит вторичную переработку, но из них используется примерно 3%, как утилизированный продукт, около 10% попадает на несанкционированные свалки [1].

Накопление отходов приносит огромный экологический, экономический и социальный ущербы, снижает потенциал экологической устойчивости РФ [2, 3].

Эффективное обращение с отходами включает вовлечение их в переработку и экологически безопасное обезвреживание (рециклинг), является определяющим фактором экономического и социального положения страны и регионов. Такая задача может быть

решена лишь на основе научно обоснованной концепции обращения с отходами, сокращения количества депонированных на полигонах отходов, снижением риска загрязнения атмосферы, подземных и поверхностных вод и почв.

В статье дан обзор разработок в области обращения с твердыми бытовыми отходами отечественных и иностранных учёных. Установлено, что, к сожалению, основным методом переработки отходов является их депонирование на полигонах. Это является типичным для всех регионов России. Несмотря на сырьевую привлекательность ТБО, извлечение полезных компонентов составляет несколько процентов от общего объёма.

В реальной практике российских проектов обращения с ТБО характерными являются одни и те же проблемы, в частности:

- недостаточное финансирование экологических программ;
- отсутствие полноценной инфраструктуры;
- отсутствие развитого рынка утилизованного сырья;
- нет единой системы документов, регламентирующих обращение с отходами;
- несовершенство системы управления, разграничивающей полномочия и финансирование между федеральными, региональными и местными органами в условиях предприятий и организаций разных форм собственности;
- неточность расчёта норм накопления отходов и несоблюдение регламента их пересмотра;
- большое влияние стоимости транспортировки ТБО на затратную часть общего бюджета в сфере обращения с отходами;
- трудности в выборе оптимальных и эффективных технологических схем переработки ТБО.

В этой же статье рассмотрено существующее положение с отходами в МО г. Воронеж, исследованы демографические тенденции. Предположение фирмы «Прима» о росте ТБО в связи с увеличением численности населения г. Воронежа до 1 050 000 чел. к 2010 году не оправдалось рис. 1.

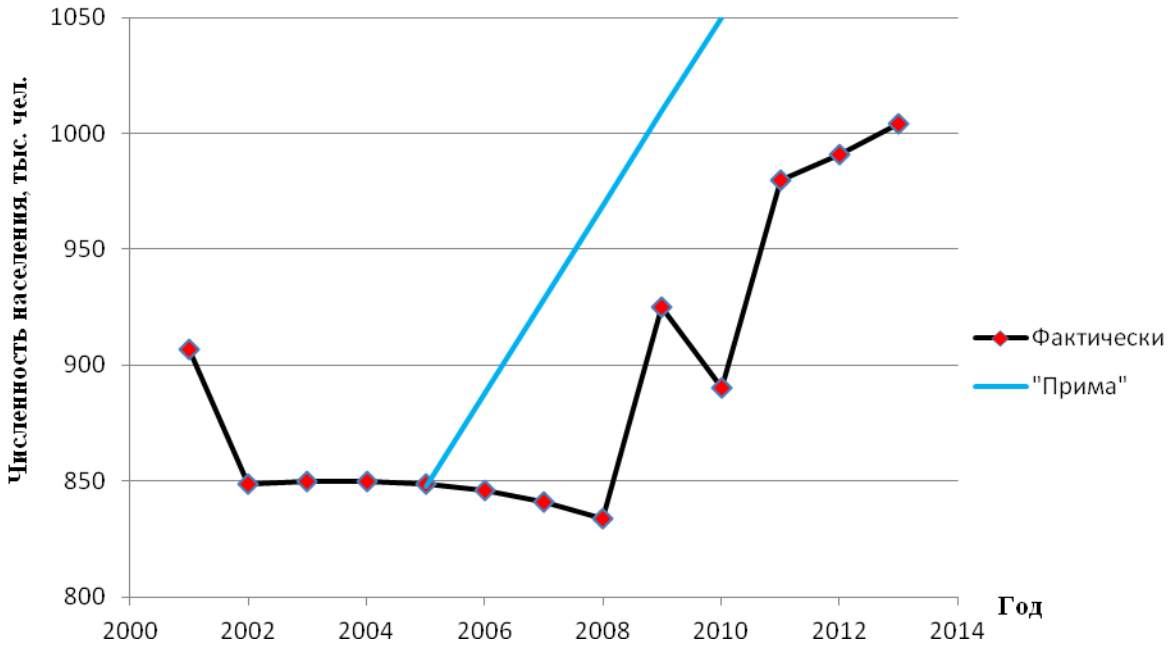
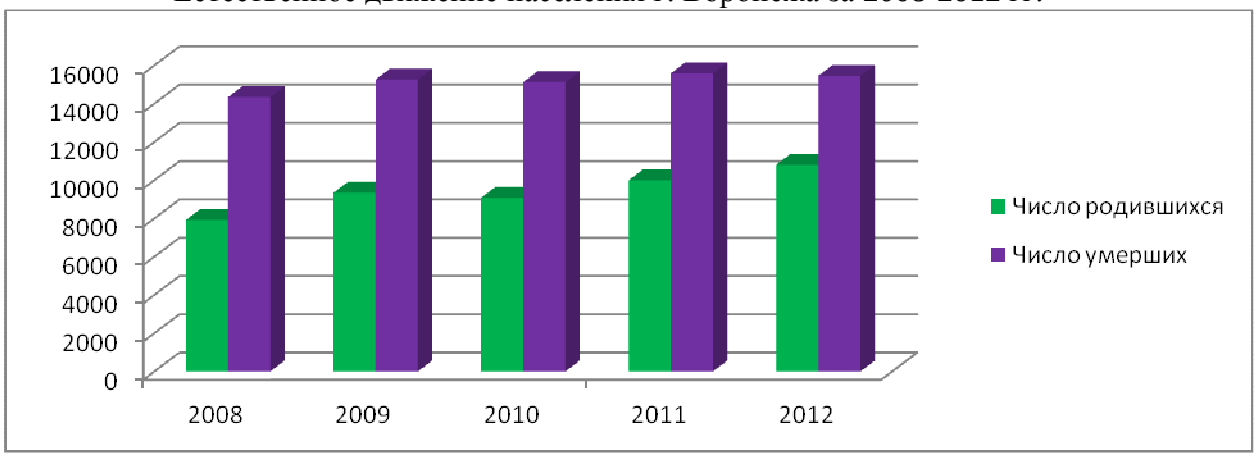


Рис. 1. Динамика демографического положения г. Воронежа

Анализируя данные таблицы 1 можно видеть, что снижение численности населения г. Воронежа продолжается из-за превышения числа умерших над числом родившихся.

Таблица 1

Естественное движение населения г. Воронежа за 2008-2012 гг.



Принимая в расчет, что экономическая ситуация в городском округе и в Российской Федерации в целом достаточно стабилизировалась (регион по экономическим показателям 2013 г. находится на 7 месте в РФ), на государственном уровне предпринимаются значительные усилия направленные на повышение рождаемости, созданию условий для возвращения ранее эмигрировавших соотечественников, а также, как объективная реальность, имеет место приток иностранных подданных из стран ближнего зарубежья, в том числе образование МО г. Воронеж позволило к 2010 г. достичь 1млн. человек и изменить отрицательную тенденцию в демографических процессах. Кроме того, численность населения МО г. Воронеж увеличилась за счёт пригородных населённых пунктов.

Анализ статистики по объёмам накопления отходов в мегаполисах России для жилого сектора и отдельно стоящих зданий торгового и общественного назначения показывает более высокие значения ежегодного прироста нежели это показано в зависимости академии коммунального хозяйства им. Памфилова.

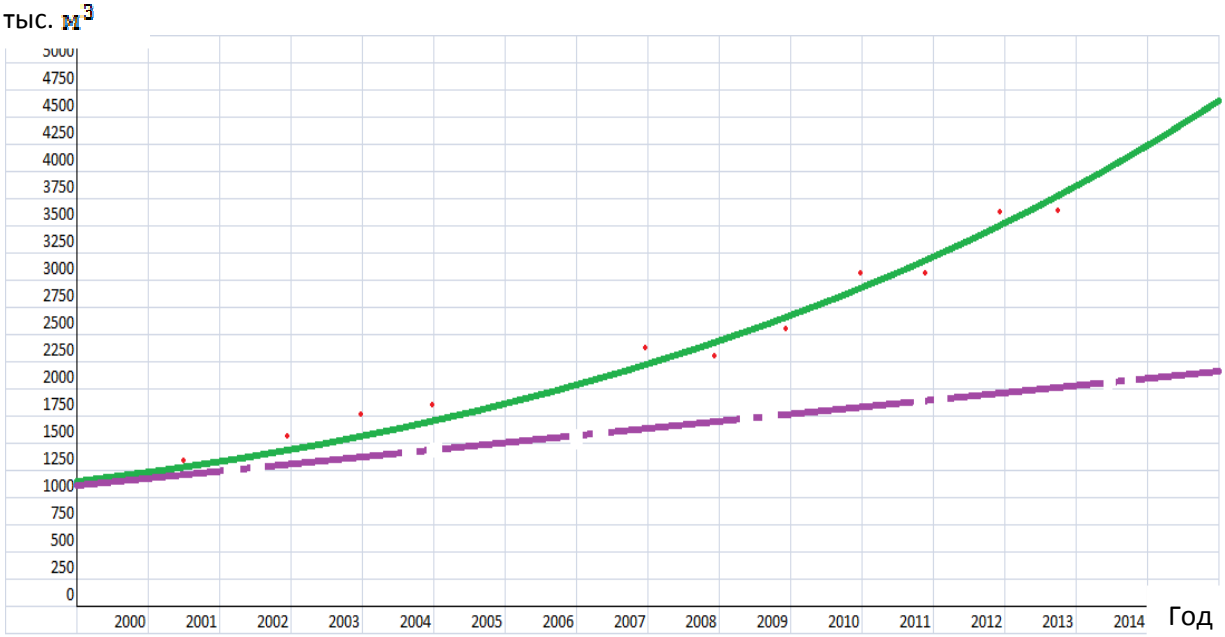


Рис. 2. Фактические объёмы ТБО, поступившие на полигоны города Воронежа и расчетные данные АКХ им. Памфилова.

На рис. 2 представлены фактические данные объемов ТБО, поступившие на полигоны МО г. Воронеж в период 2000-2013 гг. и представленные зависимости (1)

$$\tilde{N}_{исх} = N_{исх} + M_{исх} \quad (1)$$

Где:

$\tilde{N}_{исх}$ – количество отходов от жилого сектора;

$M_{исх}$ – количество отходов от отдельно-стоящих объектов общественного назначения (культурно-бытового назначения и предприятий общественного питания).

Зависимость (2) построена по формуле (2) АКХ им. Памфилова, определяющей прогнозные данные при максимальном коэффициенте прироста ТБО 2,65% в год.

$$\tilde{N}_{пр} = \tilde{N}_{исх}\ (1 + 0{,}0265 \cdot t) \quad (2)$$

Сравнение данных показывает значительное превышение фактических объемов над прогнозными оценками.

Поиск более точной приближенной функции, наиболее просто описывающей рост определяет прямую вида (3)

$$\tilde{N}_{пр} = 0{,}178t + 1{,}06 \quad (3)$$

Однако, расчет суммы квадратов абсолютных разностей показывает величину δ = 2,75, нелинейный вид графика убеждает в непостоянстве углового коэффициента. Степенная зависимость вида (4)

$$\tilde{N}_{пр} 1{,}21t^{0{,}423} \quad (4)$$

даёт δ = 3,29

Предполагая, что экспериментальная зависимость является показательной (экспотенциальной) вида (5)

$$\tilde{N}_{пр\,e} = 1{,}22e^{0{,}083t} \quad (5)$$

получим δ = 0,14:

Таким образом, данная зависимость дает возможность наиболее точной прогнозной оценки объёмов ТБО. Экстраполяция ТБО позволит определить необходимую производительность мусоросортировочных заводов, оценить транспортную нагрузку мусоровозов и оптимальным образом распределить потоки ТБО, направляемые на полигоны.

На основе статистических данных в работе введены аналитические зависимости. Установлено, что ежегодный прирост отходов не является величиной постоянной, а имеет тенденцию увеличиваться. Практика обращения с отходами показывает, что в крупных городах РФ и за рубежом в развитых странах значительно увеличивается количество упаковки продовольственных и промышленных товаров, строительных отходов, КГО.

Морфологический и фракционный состав ТБО МО г. Воронеж примерно соответствует данным АКХ им Памфилова.

Анализ технико-экономических показателей подтверждает, что наименее затратной является полигонное депонирование ТБО, что доказывают данные даже развитых стран, где имеет место также сортировка и утилизация отходов и есть проблема свободных территорий под устройство полигонов.

Объемы накопления ТБО по расчетным периодам, показанные на рис. 3, рассчитанные ф. “Прима” не подтвердились (рис. 2), не подтвердились также данные о среднесуточном накоплении ТБО.

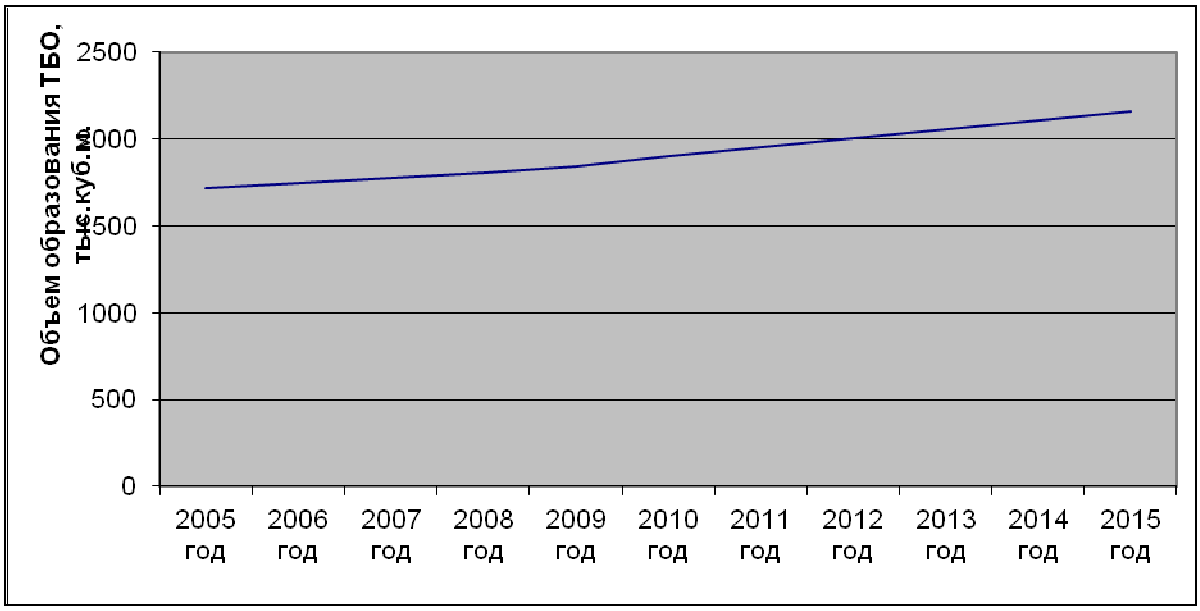


Рис. 3. Объем накопления ТБО по расчетным периодам

Уточнённое нами расчетно-суточное накопление ТБО по районам города за 2015 год представлено в таблице 2.

Таблица 2

Муниципальная единица	Объем накопления ТБО, тыс. м^3		
	Всего ТБО	Основная часть	Крупногабаритные отходы
Железнодорожный р-н	1,2147	0,9597	0,2550
Коминтерновский р-н	3,0249	2,3897	0,6352
Левобережный р-н	2,0882	1,6497	0,4385
Ленинский р-н	1,3234	1,0455	0,2779
Советский р-н	1,7747	1,4021	0,3726
Центральный р-н	0,9416	0,7439	0,1977
Итого (в границах муниципальных районов, без поселков)	10,3675	8,1906	2,1769
Пос. Краснолесный (Ж/д)	0,0646	0,0511	0,0135
Пос. Придонской (Сов.)	0,2073	0,1638	0,0435
Пос. Сомово(Ж/д)	0,1682	0,1329	0,0353
Пос. Шилово (Сов.)	0,0841	0,0665	0,0176
Сельская местность, подчиненная г. Воронежу	0,5242	0,4143	0,1099
Всего (в границах существующей городской черты)	10,8917	8,6049	2,2868

Фактические годовые и расчетно-суточные накопления также оказались больше на 40-50%. Общий объем накопления ТБО в период с 2000 по 2013 годы составил 29,95млн. м^3. Среднегодовой объем накопления ТБО в этот период в городе составил 2,14млн.м3. что при объемной массе мусора 0.2 т/м^3 составляет от 428тыс. т/год.

Выводы

1. Установлена низкая эффективность существующего механизма обращения с твердыми бытовыми отходами в установлении норм образования отходов, в выборе оптимальных технологий переработки, размещении перерабатывающих отходы предприятий инфраструктуры коммунального хозяйства, разработке транспортной схемы управления ТБО.

2. Выведены аналитические зависимости прогнозной оценки накопления отходов. Уточнены нормы образования отходов АКХ им.Памфилова, исследован морфологический состав ТБО, предоставлен анализ его соответствия отечественным и зарубежным данным.

3. В настоящее время преобладающим способом переработки ТБО в мире остается захоронение на специальных полигонах. В среднем по ведущим странам мира этот способ составляет более 58 %, в РФ около 97 %.

4. Отсутствие селективного сбора отходов приводит к необходимости в ближайшие 15-20 лет ориентироваться на способы, позволяющие производить сортировку мусора, извлекать ценные компоненты и подготавливать отсортированную часть к термическому или биологическому разложению.

Библиографический список

1. Манохин В.Я., Головина Е.И., Манохин М.В. Определение оптимальной технологии переработки ТБО для городского округа город Воронеж. Сборник трудов 10-й международной научно-практической конференции, ВГТУ, 2014 г.

2. Головина Е.И., Манохин В.Я. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Воронежской области. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета Серия «Высокие технологии. Экология», Воронежский ГАСУ, 2014

3. Головина Е.И., Манохин В.Я. Экологические факторы среды обитания и здоровье населения Воронежской области. Комплексные проблемы техносферной безопасности - материалы X Международной научно-практической конференции. Часть III. г. Воронеж, 2014, 257 с.

References

1. Manokhin V. Ya., Sokolov E. I., mankin M. V. determination of the optimal technology for processing solid waste for the urban district of Voronezh. Proceedings of 10-th international scientific-practical conference, Vilnius Gediminas technical University, 2014.

2. Golovina E. I., Manokhin V. J. evaluation of the influence of habitat factors on the health of the population of the Voronezh region. Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction Series "High technologies. Ecology", Voronezh GUS, 2014.

3. Golovina E. I., Manokhin V. J. Environmental factors of the habitat and the health of the population of the Voronezh region. Complex problems of technosphere safety - proceedings of the X International scientific-practical conference. Part III. Voronezh, 2014, p. 257.

УДК 628.4.032

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д.т.н., проф. кафедры пожарной и промышленной безопасности В.Я. Манохин
К.т.н., доц. кафедры пожарной и промышленной безопасности И.А. Иванова
К.т.н., доц. кафедры математики В.С. Муштенко
Россия, г.Воронеж
Ivanova-eco@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc. in Engineering Prof. Department of Fire and Safety VJ Manohin
Ph. D. in Engineering Department of Fire and Safety IA Ivanova
Ph. D. in Engineering Department of mathematics
V.S. Mushtenko
Russia, Voronezh
Ivanova-eco@mail.ru

В.Я. Манохин, И.А. Иванова, В.С. Муштенко

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Приводятся результаты статистической обработки технологии переработки ТБО в различных странах. Установлено, что наиболее часто используются: депонирование, сжигание, компостирование. Выбор оптимальной технологии переработки ТБО для г.Воронежа производился на основе данных анализа пяти критериев, в том числе капитальные и эксплуатационные затраты, стоимость утилизационного сырья, экологические факторы.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, производство, территория, норма накопления, анализ, состав, сжигание, сортировка, компостирование.

V.J. Manohin, I.A. Ivanova, V.S. Mushtenko

THE ANALYSIS OF TECHNOLOGY OF PROCESSING OF MUNICIPAL SOLID WASTE

The results of statistical processing technologies for processing solid waste in different countries. Found that the most frequently used: deposition, incineration, composting. The choice of the optimal technology for processing solid waste for the city of Voronezh was made on the basis of data analysis of the five criteria, including capital and operating costs, the cost of utilization of raw materials, environmental factors.

Keywords: municipal solid waste, the production, the area, the rate of accumulation, analysis, composition, incineration, sorting, composting.

Проблема обращения ТБО крупных региональных центров является актуальной и должна отвечать требованиям санитарно-эпидемиологической, экологической и экономической эффективности. Наличие нелегальных полигонов усложняет распределение объемов ТБО и требует оптимального решения на основе минимизации транспортных затрат,

учета географии поставщиков отходов и мест размещения потребителей (полигонов ТБО). Подобные задачи являются типичными для различных регионов. Данная разработка (на примере МО г. Воронеж) внесет определенный вклад в теорию и методику разработки генеральных схем очистки муниципальных образований. [1, 2].

Исследование проводится на основе базы данных по обращению с ТБО отечественных и зарубежных разработок, авторских данных, включенных в комплексную программу развития коммунального хозяйства города Воронежа до 2020 года. Планируется проведение анализа разработок обращения с ТБО в г. Воронеже.[3].

Разработка проекта проводится на основе существующих достижений в области обращения с ТБО с анализом разработанных схем управления в сфере обращения ТБО, перспективных технологий переработки, экономических характеристик.

В частности, будут рассмотрены с критических позиций проекты генеральных схем очистки г Воронежа фирмы «Прима 2005г», Воронежского государственного архитектурно-строительного университета 2008г., МУП «Воронеж ТБО» утвержденная в октябре 2011 г.

Предполагается рассмотрение европейских технологических схем переработки ТБО Германии, Бельгии, Франции, США и т.д.

В последнее время в странах запада ситуация с ТБО, стала в отличие от России (имеющей значительные территории для устройства для устройства полигонов), катастрофической. Анализ показывает, что количество отходов на одного жителя в год в разных странах составляет 300-700 кг, при этом максимальные значения соответствует США, Австрии и Финляндии 600кг, Бельгии, Франции и Германии 340-440 кг.

Данные по способам переработки ТБО в различных странах значительно различаются и представлены в табл. 1

Таблица 1

Страны	**Количество ТБО, поступающих на переработку, %**			
	Складирование на полигоне	**Сжигание**	**Компостирование**	**Прочие способы**
Россия	97	2,3	0,7	-
Австрия	60	20	18	2
Бельгия	45	46	9	-
Великобритания	90	9	0,9	0,1
Венгрия	90	10	-	-
Дания	20	77,5	0,5	2
Италия	65	20	10	5
Канада	85	14	1	-
Нидерланды	40	40	19	1
США	85	14	0,1	0,9
Франция	40	47	12,1	0,9
Германия	60	35	5	-
Чехия + Словакия	90	8	2	-
Швейцария	5	75	10	6
Швеция	35	55	9,9	0,1
Япония	27	70	0,3	2,7

Наибольшее распространение за рубежом получили такие методы, как складирование на полигонах (ликвидационный биологический), компостирование (утилизационный биологический) и сжигание (ликвидационный термический).

Использование технологий сжигания ТБО имеет противоречивый характер: прямое сжигание не переработанных ТБО сопровождается выделением диоксинов, фуранов, сажи, золы и т.п.

Предварительная переработка горючих компонентов ТБО с целью получения высокоэффективного однородного топлива (РДФ) предполагает дополнительные затраты.

Последние годы, несмотря на большие затраты на оборудование применяются технологии сжигания ТБО с их газификацией: термолиз, термохимическая деструкция, получение биогаза как экологически более чистые.

В связи с выделением биогаза на полигонах (калорийность 4500 ккал/кг) последнее время предлагаются технологические решения по его использованию в виде топлива для энергосистем полигона, либо сбор и получение сжиженного газа, что так же предполагает затраты на оборудование.

Данные технологии привлекают своей экологичностью, но самым малозатратным методом является захоронение на полигонах ТБО. Но в этом случае отсутствует извлечение полезного сырья, что имеет место в развитых странах Европы. Наиболее эффективно и экономично извлечение осуществляется при раздельном сборе ТБО в специальные контейнеры, с учетом их морфологического состава.

При сравнении различных технологий переработки по технико-экономическим факторам учитываем следующие критерии:

A. По приведенным затратам технология должна быть наиболее дешевой;
B. Максимальное использование ценных составляющих ТБО.

Годовые приведенные затраты

Приведенные затраты определяем по формуле:

$$Зп = Сп + E \times Кп.$$

где Зп - годовые приведенные затраты;

Сп - эксплуатационные расходы, с учетом стоимости возвратной продукции. Сп= C-D

Е- нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

Кп- капитальные вложения.

С- эксплуатационные годовые затраты;

D- стоимость реализации полезных компонентов и ресурсов, полученных в результате переработки ТБО при различных технологиях.

Для сооружений коммунального хозяйства принимаем Е = 0,12

Экологические показатели

При сравнении различных технологий переработки по экологическим показателям учитываем следующие критерии:

F. Технология переработки ТБО должна быть экологически чистой;
J. Конечные продукты переработки (компост, зола, RDF и т.д.) не должны наносить вред окружающей среде.

При сравнении схем учитывается, что качество конечных продуктов неодинаково, поэтому варианты приведены в сопоставимый вид оценкой утилизируемых продуктов и энергии. Приведенные ниже расчеты носят ориентировочный характер. Полное технико-экономическое обоснование (ТЭО) может быть проведено только после выполнения исследований состава и свойств ТБО.

По технологии получения компоста с сжиганием не компостируемых фракций выбросы на первой ступени аналогичны выбросам в атмосферу при компостировании. На последующей стадии добавляются выбросы от сжигания.

Состав выбросов в атмосферу сжигательной установки при производительности 40 тыс.т/год приведен в табл. 2.

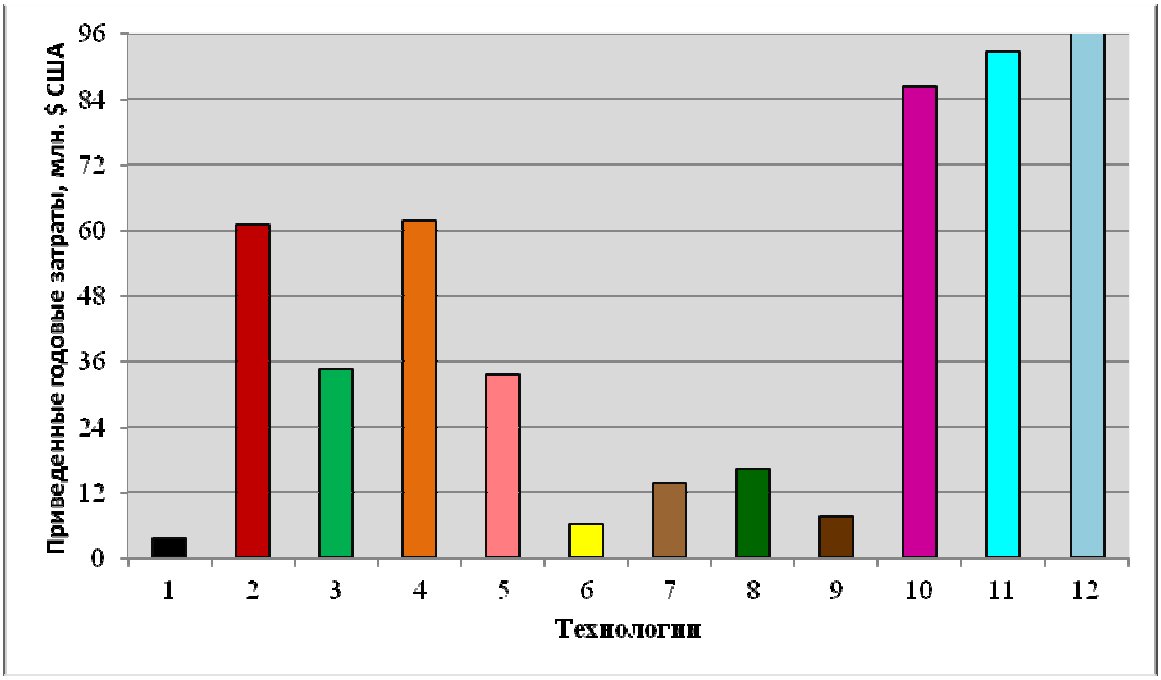


Рис. Годовые приведенные затраты при различных технологиях переработки ТБО:
1. Складирование; 2. Сжигание с утилизацией тепла; 3. Компостирование; 4. Произв. RDF+Компостирование; 5. Компостирование + сжигание не компостируемых фракций; 6. Сортировка + аэробное компостирование; 7. Сортировка + анаэробное компостирование; 8. Сортировка + анаэробное компостирование + сжигание; 9. Пиролиз РАМЭТ; 10. ОПГ. 11. Получение биогаза; 12. Термохимическая деструкция.

Таблица 2

Показатели выбросов в атмосферу сжигательной установки

Наименование загрязняющих веществ	Состав выбросов после очистки, мг/м^3	ПДК (ОБУВ) в атмосферном воздухе нас. пунктов, мг/м^3	Валовое количество выбросов загрязняющих веществ		Класс опасности
			г/сек	т/год	
Диоксид серы	50	0,5	1,70	25,1	2
Диоксид азота	100	0,085	3,41	50,3	2
Хлор	10	0,1	0,34	4,9	2
Фтор	2	0,02	0,08	1,1	2
Пыль извести	20	0,3	0,07	0,5	3
Пыль	30	0,5	0,98	14,8	3
Итого:				96,7	
В том числе					
2 класса				81,4	
3 класса				15,13	

Таблица 3

Сводная таблица выбросов вредных веществ в атмосферу при различных технологиях обезвреживания и переработки ТБО

Класс опасности	Количество выбросов, т/год									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	0,109	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,652	143,387	8,184	8,184	150,744	8,184	8,184	89,584	148,3	7.245
3	1,080	79,114	252,483	252,483	279,233	252,483	252,483	267,613	252.483	79.114
1+2	0,652	159,737	8,184	8,184	150,744	8,184	8,184	89,584	148.3	7.245

Для сравнения экологической чистоты технологии переработки ТБО относительно загрязнения воздушной среды (критерий С), проведем расчет по выбросам вредных веществ по 1-му и 2-му классу опасности. Для сравнения технологий, приравниваем валовые выбросы 1-го класса к выбросам второго класса, умножая их на Кф=150 (примерное соотношение ПДК).

Количество и вид конечных не утилизируемых продуктов получаемых при различных технологиях приведены в табл.4. Для сравнения технологий по критерию В принимаем наиболее оптимальную с экологической точки зрения технологию (по отходам) - Сортировка + анаэробное компостирование + сжигание за 10 и наиболее худшую - складирование за 20.

Таблица 4

Количество и вид конечных не утилизируемых продуктов получаемых при различных технологиях обезвреживания утилизации

Наименование	Технология									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% отходов от массы ТБО	100	25 (шлак) 3 (зола)	30 (некомпастируе-мые фракции)	5 (балласт)	4,2 (балласт) + 6 (зола и шлак)	29,2 (круп. некомпост. фракции, балласт)	20(круп. некомпост. фракции, балласт)	0	30 (балласт, шлак)	30 (балласт, шлак)

Выводы: На основании рассмотренных критериев установлено что наименее затратной технологией является депонирование отходов на полигонах , но при этом загрязняется

биосфера ,занимаются пригородные территории(выводятся из аграрного землепользования) а также не извлекается полезное сырьё. С позиции рассмотренных критериев целесообразно использование комплексной технологии, включающей в себя сортировку мусора, компостирование и сжигание не компостируемой части отходов.

Библиографический список

1. М. В. Манохин. Проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами в России.-VERLAG:LAP Lambert Academik Publishing GMBH&CO. KG,2012.172 S(монография).

2. В. Я. Манохин, М. В. Манохин, И.А.Иванова. Пути решения проблемы обращения с ТБО//Актуальные вопросы экологии: материалы VIII межрегиональной научно-практической конференции, 24 мая 2012 года/ Администрация городского округа город Воронеж; Управление по охране окружающей среды департамента общественной безопасности.-Воронеж,2012.-С.191-194.

3. В.Я. Манохин, И.А.Иванова М.В. Манохин. Оптимальные решения проблемы обращения с ТБО в сб. IX Межрегиональной научно-практической конференции: «Экологическая безопасность нашего будущего». Издательство ВГУ, Воронеж,2013, С.140-143.

References

1. M.V. Manokhin. Problems of solid waste management in Russia.-VERLAG:LAP Lambert Academik Publishing GMBH&CO. KG,2012.172 S (monograph).

2. V.J. Mankin, M.V. Manokhin, I.A. Ivanov. Solutions to the problems of the SDW//Actual problems of ecology: proceedings of the VIII international scientific-practical conference, may 24, 2012/ Administration of city district the city of Voronezh; the Office of environmental protection Department of public safety.-Voronezh,2012.-P. 191-194.

3. V.J. Mankin, I.A. Ivanova M.V. Manokhin. The optimal solution for the treatment of MSW in proc. of the IX Interregional scientific-practical conference "Ecological safety of our future."Publishing house of Voronezh state University,Voronezh,2013, Pp. 140-143.

УДК 504.3.054

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Аспирант кафедры жилищно-коммунального хозяйства А.А. Мерщиев
Ассистент кафедры жилищно-коммунального хозяйства К.В. Гармонов
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-28-92;
e-mail: sasha__1990@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph. D. student of Dept. of housing and public utilities A.A. Mershchiyev
Assistant of Dept. of housing and public utilities K.V. Garmonov
Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-28-92;
e-mail: sasha__1990@mail.ru

А.А. Мерщиев, К.В. Гармонов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ АЭРОЗОЛЯМИ ПЫЛИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ

Увеличение экономического роста в регионе ведет к повышению благосостояния населения и необходимости строительства новых жилых и многофункциональных комплексов. Строительство жилых и многофункциональных комплексов оказывает неблагоприятное влияние на окружающую среду и на жизнедеятельность людей, проживающих в непосредственной близости от объекта строительства. Возведение современных зданий ведет к образованию аэрозолей пыли. Рассмотрена модель загрязнения приземного слоя атмосферы аэрозолями пыли.

Ключевые слова: пыль, дым, приземный слой атмосферы, жилые комплексы, многофункциональные комплексы, воздушный поток, траектория движения, высота источника загрязнения.

A.A. Mershchiyev, K.V. Garmonov

MODELLING OF POLLUTION OF THE GROUND LAYER OF THE ATMOSPHERE BY DUST AND SMOKE AEROSOLS WHEN BUILDING OBJECTS

The increase in economic growth in the region conducts to increase of welfare of the population and need of construction of new housing and multipurpose estates. Construction of housing and multipurpose estates has adverse impact on environment and on activity of the people living in close proximity to a construction object. The construction of the gas station leads to the formation of aerosols dust. We consider a model of pollution of a ground layer of atmospheric aerosols dust.

Keywords: dust, smoke, surface layer of the atmosphere, oil station, the air flow, the trajectory of the motion, the height of the source of pollution.

В связи с увеличением роста экономического развития региональных экономик центральной России, возникает потребность в новых рабочих местах разнообразных отраслей, что ведет к увеличению жилых и многофункциональных комплексов. Строительство жилых и многофункциональных комплексов, как и строительство других объектов, является временным источником дискомфорта для жителей близлежащей территории, а также оказывает существенное влияние на состояние окружающей среды.

Возведение жилых или многофункциональных комплексов включает в себя следующие работы: расчистка территорий строительства; разработка котлованов под фундаменты; монтаж конструкций подземной и надземной части зданий; разработка траншей под инженерные коммуникации и обратная их засыпка; каменные, железобетонные и свайные работы; сварочные работы при установке арматурных сеток и каркасов, а также окрасочные работы. Все эти работы ведут к образованию аэрозолей пыли, которые неблагоприятно влияют на атмосферу и жизнедеятельность человека. В связи с вышеизложенным, необходимо провести моделирования процесса загрязнения приземного слоя атмосферы аэрозолями пыли.

Пыль – твердые частицы, рассеянные в газообразной среде под действием аэродинамических сил или в результате механического дробления твердых тел в порошкообразные материалы.

С точки зрения теоретической гидромеханики, распространение пыли в атмосферном воздухе есть процесс динамического взаимодействия твердого тела с неограниченным потоком газа.

1. Основные зависимости и понятия. При обтекании частицы пыли потоками воздуха на частицу воздействует сила P, которую разложим на две составляющие: P_x – совпадающую скорости набегающего потока W_∞ и P_y – нормальную к ее направлению.

Силы P_x и P_y определяются соотношениями

Сила лобового сопротивления: $P_x = c_x \rho F W_\infty^2 / 2$, (1)

Подъемная сила: $P_y = c_y \rho F W_\infty^2 / 2$, (2)

где c_x, c_y – безразмерные коэффициенты лобового сопротивления и подъемной силы соответственно, зависящие от положения и формы обтекаемой частицы, а так же от критерия Рейнольдса; F – площадь обтекаемой частицы пыли [3].

Так как, все величины в представленных уравнениях известны, кроме указанных безразмерных коэффициентов, то дополнительную информацию о способах определения коэффициента $c=f(c_x, c_y)$ можно найти, например, в курсах «Отопления и вентиляции» [4, 5].

С учетом всех действующих на нее сил или на основе уравнения движения можно провести расчет движения частиц для определения их скорости по отношению к скорости несущего потока, их траектории, времени пребывания и других параметров

В случае, организованного выброса примеси, уравнение движения может быть представлено в виде

$$m = \frac{dW_r}{dt} = P_x + A - G_r, \quad (3)$$

где A – архимедова сила; G_r – вес частицы; W_r – скорость движения частицы.

Из (3) получаем следующие выражение для определения скорости потока газа W_∞, при которой частица в потоке находится в состоянии неподвижности

$$W_П = \sqrt{\frac{4}{3}\frac{\rho_r - \rho_\infty}{\rho_\infty}\frac{g \cdot d_r}{c_r}}. \quad (4)$$

Эта скорость является характеристикой частицы заданной формы и плотности и выражает парусность частицы, т.е. ее способность быть увлеченным потоком. Тогда, частица перемещается в потоке, если $W_\infty > W_П$, и частица выпадает из него, если $W_П > W_\infty$.

В методике ОНД-86 [6], которая регламентирует расчет концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, содержащихся в выбросах от производственных зданий, отсутствует понятие о вертикальных потоках. В расчет принимаются только невертикальные потоки, которые характеризуются, критической скоростью $W_{кр}$, именуемой в технической литературе «гидравлической крупностью» [7, 8]. В случае, когда критическая скорость

больше средней скорости двухфазного потока, то частицы пыли выпадают из него; а когда она меньше, то поток полностью увлекает частицу.

2. Модель загрязнения приземного слоя атмосферы. Итак, аэрозольные частицы (в виде пыли) под действием ветрового потока рассеиваются в атмосферном воздухе.

Так как учитывается движение горизонтального двухфазного потока, то уравнение движения частицы в горизонтальном направлении представляется в виде

$$\rho_r \frac{\pi d_r^3}{6} = \frac{dW_r}{d\tau} = c_x \rho_r \frac{\pi d_r^2}{4} \frac{(W_\infty - W_r)^2}{2}, \tag{5}$$

где c_x – коэффициент лобового сопротивления; ρ_r - плотность частицы; W_r – скорость частицы пыли; W_∞ - скорость ветра.

Известно, что $c_x = f(\mathrm{Re})$ [3]. В этом случае можно положить

$$c_x = \frac{13}{\sqrt{\mathrm{Re}}} = \frac{13}{\left(\frac{W_\infty - W_r}{\nu} \cdot d_r\right)^{1/2}}, \tag{6}$$

где ν – вязкость атмосферного воздуха.

Из уравнения (5) получим:

$$d\tau = -\frac{4}{39}\frac{\rho_r}{\rho_\infty} d_r (d_r/\nu)^{1/2} \cdot d(W_\infty - W_r)/(W_\infty - W_r)^{3/2}. \tag{7}$$

Проинтегрировав (7):

$$\tau = \int_0^\tau d\tau = -\frac{4}{39}\frac{\rho_r}{\rho_\infty} d_r \sqrt{d_r/\nu}\Big| - 2(W_\infty - W_r)^{-1/2}\Big|_0^{W_\infty - W_r} =$$

$$= \frac{8}{39}\frac{\rho_r}{\rho_\infty} d_r \sqrt{d_r/\nu}\left(\frac{1}{(W_\infty - W_r)} - \frac{1}{\sqrt{W_\infty}}\right) = \tag{8}$$

$$= A\left(\frac{1}{(W_\infty - W_r)} - \frac{1}{\sqrt{W_\infty}}\right).$$

Выразим W_r через время τ, тогда:

$$W_r = W_\infty - \frac{A^2}{\left(\tau + \frac{A}{\sqrt{W_\infty}}\right)^2} = \frac{dL_r}{d\tau}, \tag{9}$$

где L_r – расстояние движения частицы.

Тогда

$$dL_r = \left[W_\infty - \frac{A^2}{\left(\tau + \frac{A}{\sqrt{W_\infty}}\right)^2}\right] d\tau. \tag{10}$$

Проинтегрировав (10), получаем:

$$L_r = \int_0^{L_r} dL_r = W_r\tau + \frac{A^2}{\tau + A/\sqrt{W_\infty}} - \frac{A^2}{A/\sqrt{W_\infty}} = W_r\tau + \frac{A^2}{\tau + A/\sqrt{W_\infty}} - A/\sqrt{W_\infty}. \tag{11}$$

Уравнения (8) и (11) помогают описать путь аэрозольной частицы в атмосферном воздухе при известной расчетной скорости ветра.

«Атлас промышленных пылей» [10] помогает решать задачи:

- о дисперсном составе пылей с указанием доли с частицами, размеры которых более стоксовского диаметра *d*, мкм;
- о форме частиц и медианном диаметре частиц; для пылей с распределением частиц по размерам, подчиняющимся логарифмически нормальному закону, кроме медианного диаметра d_{50} приводится величина стандартного отклонения

$$\sigma = d_{50}/d_{16} = d_{84}/d_{50},$$

где d_{16} и d_{84} - диаметры частиц составляет соответственно 16 и 84% от общей массы.

Указания о форме частиц (для различных диаметров d_i) позволяет, решать задачи о скорости вращения частицы, которая обеспечивает горизонтальность ее траектории.

Согласно формуле Н.Е. Жуковского:

$$P_y = \rho_r \cdot W \cdot \Gamma \cdot l, \tag{12}$$

где P_y - подъемная сила; Γ - циркуляция скорости по рассматриваемому контору; l - образующая.

Поскольку $\rho_\infty << \rho_r$, тогда следует пренебречь архимедовой силой в формуле (3) и допустить, что если $P_y = G_r$, то частица не выпадет из потока. Сама частица имеет сферическую форму, а не цилиндрическую форму с длиной образующей l. Тогда (12) можно применить к бесконечно малому слою шара толщиной dr радиуса R (рис.).

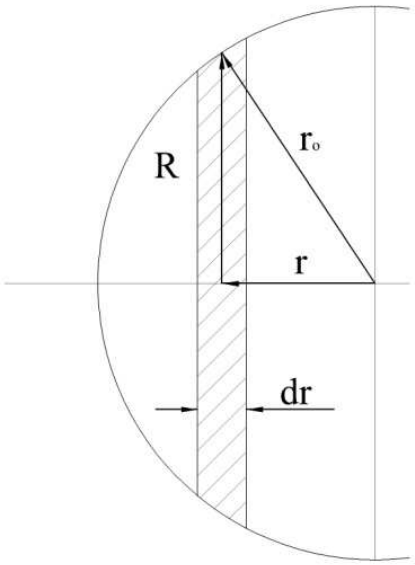


Рис. Частица шара, разрезанная пополам

Тогда

$$dP_y = \rho_r (W_\infty - W_r) \cdot u \cdot 2\pi R dr = \rho_r (W_\infty - W_r) \cdot \frac{2\pi R n}{60} \cdot 2\pi R dr = \\ = \rho_r \frac{\pi^2 n}{15} (W_\infty - W_r) R^2 dr. \tag{13}$$

Но $R^2 = r_o^2 - r^2$, тогда

$$dP_y = \rho_r \frac{\pi^2 n}{15} (W_\infty - W_r)(r_o^2 - r^2) dr. \tag{14}$$

После интегрирования (14) для половины шара получим

$$P_y = 2\rho_r \frac{\pi^2 n}{15}(W_\infty - W_r)\int_0^{r_o}(r_o^2 - r^2)dr = 2\rho_r \frac{\pi^2 n}{60}(W_\infty - W_r)\left|r_o^2 r - r^3/3\right|_0^{r_o} =$$
$$= 2\rho_r \frac{\pi^2 n}{60}(W_\infty - W_r)\frac{2}{3}r_o^3 = \frac{\rho_r \pi^2}{90} d_r^3 (W_\infty - W_r), \quad (15)$$

известно для частицы $r_o = d_r/2$.

Приравняем вес частицы G_r и подъемную силу P_y и получим

$$n = \frac{G_r}{\frac{\rho_r \pi^2 d_r^3}{90}(W_\infty - W_r)} = \frac{g\rho_r \frac{\pi d_r^3}{6}}{\frac{\rho_r \pi^2 d_r^3}{90}(W_\infty - W_r)} = 15\frac{\rho_r}{\rho_\infty}\cdot\frac{g}{\pi(W_\infty - W_r)}, \text{ об/мин} \quad (16)$$

Из полученного уравнения (16) вытекает, что при $P_y = G_r$ скорость вращения частицы и есть функция скорости обтекания $W_\infty - W_r$ и изменяется по мере движения частицы.

Время, в течение которого происходит вращение частицы, получаем, из выше полученных уравнений:

$$\tau = A \cdot \left[(W_\infty - W_r)^{-1/2} - W_\infty^{-1/2}\right], \quad (17)$$

все решение сводится к нахождению W_r.

Стоит обратить внимание, что разговор идет об определении скорости, которая является характеристикой плотности частицы и ее заданной формы, т.е. способностью частицы быть увлеченной потоком.

$$W_r = \sqrt{\frac{4}{3}\frac{\rho_r - \rho_\infty}{\rho_\infty}\frac{g d_r}{c_x}}, \quad (18)$$

но т.к. $\rho_\infty << \rho_r$, а коэффициент лобового сопротивления, по изложенному выше $c_x = 13/\mathrm{Re}^{1/2}$, то

$$W_r = \sqrt{\frac{4}{3}\frac{\rho_r}{\rho_\infty}\frac{d_r g}{13}\sqrt{\frac{d_r}{\nu}}\sqrt{W_r}}, \quad (19)$$

и, конечно,

$$W_r^2 = A\sqrt{W_r} \text{ или } W_r^{3/2} = A. \quad (20)$$

Если скорость «среднего» ветра больше, чем W_r в (20), то аэрозольная частица переносится потоком воздуха. Таким образом, разговор идет о времени ее перемещения, которое можно описать

$$\tau = f(W_\infty, W_r). \quad (21)$$

Решение (21) получается только в случае использования основных уравнений движения

$$m = (dW_{r,x}/d\tau) = P_{xx};\ m = (dW_{r,y}/d\tau) = G_r - P_{xy} \quad (22)$$

Поэтому, частица должна перемещаться и в вертикальном и в горизонтальном направлении.

Если следовать нормативному документу [1] об отсутствии над устьем источника инерционного подъема струи, то можно получить

$$d\tau = \frac{dW_r}{1 - \frac{W_r^2}{\frac{4}{3}\frac{\rho_r}{\rho_\infty} g \frac{d_r}{13}\sqrt{\frac{d_r}{\nu}} W_r^{1/2}}} \tag{23}$$

и, естественно:

$$d\tau = \frac{A}{g}\frac{dW_r}{A - W_r^{3/2}}. \tag{24}$$

Используя подстановку $W_r^{3/2} = x^3$, получаем

$$\frac{3}{2}W_r^{1/2}dW_r = 3x^2dx,\ dW_r = \frac{2x^2dx}{W_r^{1/2}} = 2xdx$$

$$d\tau = \frac{2A}{g}\frac{xdx}{A - x^3}. \tag{25}$$

После интегрирования имеем:

$$\tau = \frac{2}{3}\frac{A^{2/3}}{g}\left[\ln\frac{A^{2/3} + A^{1/3}W_r + W_r}{\left(W_r^{1/2} - A^{1/3}\right)^2} + \sqrt{3}arctg\frac{\sqrt{3}W_r^{1/2}}{2A^{1/3} - W_r^{1/2}}\right]. \tag{26}$$

В результате полученного, найдем τ для частиц пыли; d_{50}=20 мкм и d_{84}=100 мкм, ρ_r =2000 кг/м^3, плотность воздуха ρ_∞ =1,2 кг/м^3.

Полученные результаты, сведем в таблицу.

Таблица

Результаты вычисления

d_{50}=20·10^{-6} м					d_{84}=1·10^{-4} м				
A	W_r	τ	W_∞	$\frac{W_r}{W_\infty}$	A	W_r	τ	W_∞	$\frac{W_r}{W_\infty}$
0,148	0,28	37,13	2,387	0,12	1,065	1,04	14,76	2,387	0,44

Примечание: в качестве расчетной скорости ветра принято ее медианное значение

Следовательно, путь, проходимый частицей до выпадения ее из потока воздуха, составляет: L_{50}=57,13·2,387=136,4 м; L_{84}=12,76·2,387=30,5 м. Полученные расстояния, считаются от местоположения распада струи газовоздушной смеси, т.е. от какой-то точки, где скорость течения струи W_{cm} становится равной скорости ветра W_∞.

Адекватность данных зависимостей подтверждается номограммой изменения скорости выпадения с расстоянием от трубы для частиц разных размеров, представленная в [11].

Выводы

В результате моделирования загрязнения приземного слоя атмосферы аэрозолями пыли был определен путь, пробегаемой частицы пыли до ее падения, а также была предложена зависимость для определения данного пути. Было получено, что аэрозольная частица не падает на землю сразу, а в момент движения она имеет вращательное движение и в связи с этим сохраняет горизонтальное движение. Было определено время движения частицы от

источника загрязнения атмосферы до ее выпадения на землю. Данные зависимости позволяют сделать вывод о целесообразности дальнейшего исследования движения и влияния аэрозолей пыли и на близлежащую территорию объектов строительства, в натурных условиях, а также с помощью эксперимента на модели в аэродинамической трубе.

Библиографический список

1. Полосин, И.И. Распространение в приземном слое атмосферы вредных веществ от работающих двигателей автомобилей / И.И. Полосин, К.В. Гармонов // Экология и промышленность России. – 2013. - №200. – С. 48-49.

2. Полосин, И.И. Прогнозирование предотвращенного экологического ущерба ресурсам внутригородских водоемов при охране атмосферного воздуха / И.И. Полосин, С.А. Яременко, Р.Ю. Черных, Т.Ю. Данилова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения – 2011. - №2. – С. 9-16.

3. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. 2. Вентиляция. Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1976 – 439 с.

4. Колодяжный, С.А. Зависимость распределения взрывоопасных вредных веществ в помещениях от кратности воздухообмена / С.А. Колодяжный, И.И. Переславцева, О.Н. Филатова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения – 2010. - №2. – С. 192-196.

5. Яременко, С.А. Влияние междуэтажных проемов на структуру потоков и качество воздуха рабочей зоны производственных помещений нефтехимических предприятий / С.А. Яременко, С.Н. Леонтьев, С.В. Бунин, Д.Ю. Попков // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения – 2012. - №3. – С. 24-31.

6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987 – 93 с.

7. Переславцева, И.И. Разработка методов и конструктивно-технических решений по предотвращению поступления пожаровзрывоопасных веществ в помещение / И.И. Переславцева, О.Н. Петрова, С.О. Потапова, Н.А. Старцева // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения – 2010. - №1. – С. 174-179.

8. Яременко, С.А. Энергетические спектры пульсационной скорости в свободных турбулентных вентиляционных потоках / С.А. Яременко, С.А. Переславцева, Н.А. Руднева, В.А. Малин // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения – 2012. - №3. – С. 32-38.

9. Полосин, И.И. Распределение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы в условиях тумана и дождя / И.И. Полосин, К.В. Гармонов, А.В. Плотников // Экология промышленного производства. – 2013. - №3. – С. 26-28.

10. Медников, Е.П. Турбулентный перенос и осаждение аэрозолей. – М.: Наука, 1980 – 176 с.

11. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли – пыли, дымы и туманы (под ред. Н.А. Фукса). – Л.: Химия, 1972 – 428 с.

References

1. Polosin, I.I., Garmonov, K.V. Dissipation of pollutants in ground layer from functional motors of cars. *Ecology and industry of Russia* (in Russian), 2013, №200, pp. 48-49.

2. Polosin, I.I., Jaremenko, S.A., Chernyh, R.Y., Danilova, T.Y. Forecasting of prevented ecological damage resources intercity water in the atmospheric air protection. *Scientific journal. Engineering systems and constructions* (in Russian), 2011, №2, pp. 9-16.

3. Heating and ventilation. Textbook for universities. 2 H. H. 2. Ventilation. Ed. by V.N. Bogoslovsky. Moscow, 1976, 439 p.

4. Kolodyazhniy, S.A., Pereslavceva, I.I., Filatova, O.N. The dependence of the distribution of explosive harmful substances in the premises of the incoming air volumes. *Scientific journal. Engineering systems and constructions* (in Russian), 2010, №2, pp. 192-196.

5. Jaremenko, S.A., Leontev S.N., Bunin S.V., Popkov, D.Y. The impact of interfloor openings on the structure of the flow and quality of air in the working area of production premises petrochemical enterprises. *Scientific journal. Engineering systems and constructions* (in Russian), 2012, №3, pp. 24-31.

6. Methods of calculating the concentration in the atmospheric air of harmful substances contained in the emissions of the enterprises. OND-86. Leningrad, 1987, 93 p.

7. Pereslavceva, I.I., Petrova, O.N., Potapova, S.O., Starceva, N.A. Development of methods and constructive technical solutions on prevention of receipt of fire and explosion hazard substances to the room. *Scientific journal. Engineering systems and constructions* (in Russian), 2010, №1, pp. 174-179.

8. Jaremenko, S.A., Pereslavceva, S.A., Rudneva, N.A., Malin, V.A. The energy spectra of the fluctuating velocity in the free turbulent air flows. *Scientific journal. Engineering systems and constructions* (in Russian), 2012, №3, pp. 32-38.

9. Polosin, I.I., Garmonov, K.V., Plotnikov A.V. Distribution of concentration of polluting substances in a ground layer of the atmosphere in the conditions of a fog and a rain. Ecology of industrial production (in Russian), 2013, №3, pp. 26-28.

10. Mednikov, E.P. Turbulent transport and deposition of aerosols. Moscow, 1980, 176 p.

11. Green, H., Lane, W. Particulate clouds: dusts, smokes and mists (Ed. by N.A. Fuksa). Leningrad, 1972, 428 p.

УДК: 631.3:629.042:681.5.015
Воронежский государственный аграрный университет
Доктор техн. наук О.И. Поливаев, аспирант А.Н. Кузнецов
Россия г.Воронеж тел.:+7(473)-2-53-79-00
e-mail: kuz-basss@yandex.ru

Voronezh State Agricultural University
D.Sc.(Engineerin) O.I. Polivaev, graduate student A.N. Kuznetsov
Russia, Voronezh, tel. :+7(473)-2-53-79-00
e-mail: kuz-basss@yandex.ru

О.И. Поливаев

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С ШУМОМ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Приведён анализ недостатков существующих способов снижения звуковых полей различной техники. Представлены результаты применения системы активного шумоподавления в глушителе шума.

Ключевые слова: активное шумоподавление, глушитель, трактор.

O.I. Polivayev

DEVELOPMENT PROSPECTS OF WAYS OF REDUCTION OF NOISE OF MOBILE MEANS

The analysis of shortcomings of the existing ways of decrease in sound fields of various equipment is provided. Results of use of system of active noise reduction in the noise muffler are presented.

Keywords: active noise control, silencer, tractor

В настоящее время значительно ужесточились требования к микроклимату и комфортности рабочих мест операторов мобильных энергетических средств (МЭС). Этот факт принуждает производителей применять наиболее современные и технологичные методы снижения как внешнего, так и внутреннего шума, создаваемого их техникой.

Если учесть, что наибольший вклад в звуковое поле трактора оказывает процесс выпуска отработавших газов, то разработка эффективного глушителя шума становится весьма актуальной задачей.

Эффективность широко используемых пассивных способов снижения шума, создаваемого МЭС, напрямую связана с массой и габаритами применяемых устройств. Из-за этого, вследствие постоянного роста мощности применяемых в МЭС двигателей, требуемые для создания комфортных условий труда габариты и масса шумозаглушающих устройств постоянно увеличиваются. Соответственно возрастают затраты на их установку. Например, затраты на мероприятия по снижению шума в современном автомобиле составляют приблизительно 10% от его себестоимости [4]. При этом, для эффективного снижения низкочастотного шума (менее 100 Гц) толщина необходимого слоя звукопоглощающего материала становится сопоставимой с габаритными размерами МЭС.

Из описанных выше фактов следует, что в настоящее возникла острая необходимость в отыскании новых способов снижения шумовых полей, создаваемых МЭС, которые вобрали бы в себя достижения последних лет в технической акустике, электронике и автоматике.

Одним из наиболее перспективных способов снижения звуковых полей является применение систем активного шумоподавления (САШ). Термин «активное шумоподавление» впервые был введен в патенте Пола Луега в 1936 г. В связи с недостаточной развитостью транзисторной техники и электроники устройство, предложенное в патенте, не могло в то время быть практически реализовано. На сегодняшний день благодаря быстрым темпам развития процессоров цифровой обработки сигналов различных фирм (Analog Devises, Motorola, Texas Instruments), а также детальной проработки теоретических основ активного снижения звуковых полей, данные системы находят всё большее применение в различных областях деятельности людей. Эффективность применения подобных систем при глушении низкочастотного тонального шума может достигать 50 дБ [4, 5, 6].

Большой вклад в разработку теоретических и прикладных основ применения систем активного гашения звуковых полей внесли отечественные ученые Г.Д. Малюжинец, Б.Д. Тартаковский, Г.В. Алексеев, А.В. Васильев, С.Г. Семенцов, А.И. Власов, А.В. Мокринский и др [].

Работа простейшей САШ с прямой связью заключается в следующем (Рисунок 1).

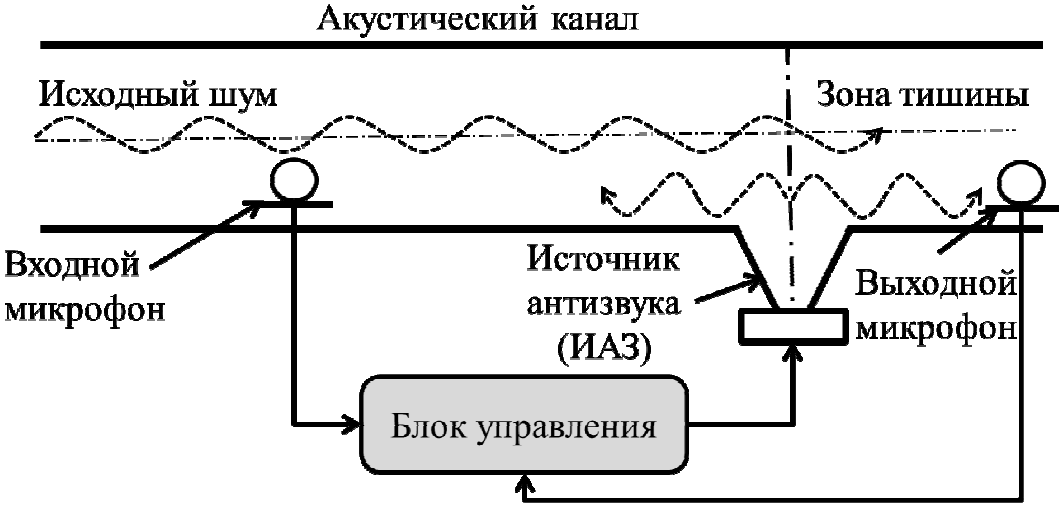


Рис. 1. Простейшая САШ

Входной микрофон, установленный в акустическом канале на пути распространения исходного шума, обнаруживает шум и подает пропорциональный входной сигнал блоку управления (БУ), который его обрабатывает согласно заложенному алгоритму и формирует сигнал управления. При его формировании БУ также используется сигнал, получаемый с выходного микрофона, расположенного в зоне за источником антизвука (ИАЗ). Сигнал управления подается в ИАЗ, который формирует дополнительную звуковую волну в канале. Алгоритм, заложенный в БУ, должен подстраивать параметры сигнала управления таким образом, чтобы интерференция между исходным шумом и произведенной ИАЗ волной была максимальной [5]. Теоретически, если БУ справляется с этой задачей, то за ИАЗ может образоваться зона тишины. При этом сигнал с выходного микрофона становится минимальным, и БУ, основываясь на этом сигнале, фиксирует свои параметры подстройки.

Как показывают исследования, такая система позволяет эффективно снижать уровни шума при распространении плоских волн по каналам в диапазоне частот до 500 Гц [6]. Этот факт обуславливает перспективность применения подобных систем для снижения шума МЭС, так как он имеет выраженный низкочастотный характер.

Согласно исследованиям многочисленных авторов, внешнее звуковое поле МЭС формируется в основном шумом процесса выпуска, впуска и структурным шумом корпуса двигателя [1, 2, 3, 4]. Преобладающим является шум процесса выпуска, поэтому наиболее пред-

почтительным способом снижения общего шума МЭС является снижение уровней звука именно этого источника.

С этой целью на кафедре «Тракторы и автомобили» Воронежского ГАУ была разработана конструкция глушителя шума активного типа. Схема предлагаемого глушителя шума активного типа представлена на рисунке 2.

Работает глушитель следующим образом.

Шум, генерируемый процессом выпуска газов из цилиндра, распространяется по выпускной системе и улавливается входным микрофоном 1. Данный сигнал, после усиления, оцифровывается и подается в блок управления 2. Аналогичные действия происходят с сигналом, получаемым от выходного микрофона 3 , расположенного в непосредственной близости от ИАЗ 4. Данные сигналы используются для обновления вектора весовых коэффициентов адаптивного алгоритма заложенного в блок управления 2. Свертка вектора исходного сигнала и обновленного вектора весовых коэффициентов дает новый отсчет сигнала управления, генерируемого ИАЗ. В результате циклического выполнения алгоритма снижается уровень остаточного шума, фиксируемого выходным микрофоном.

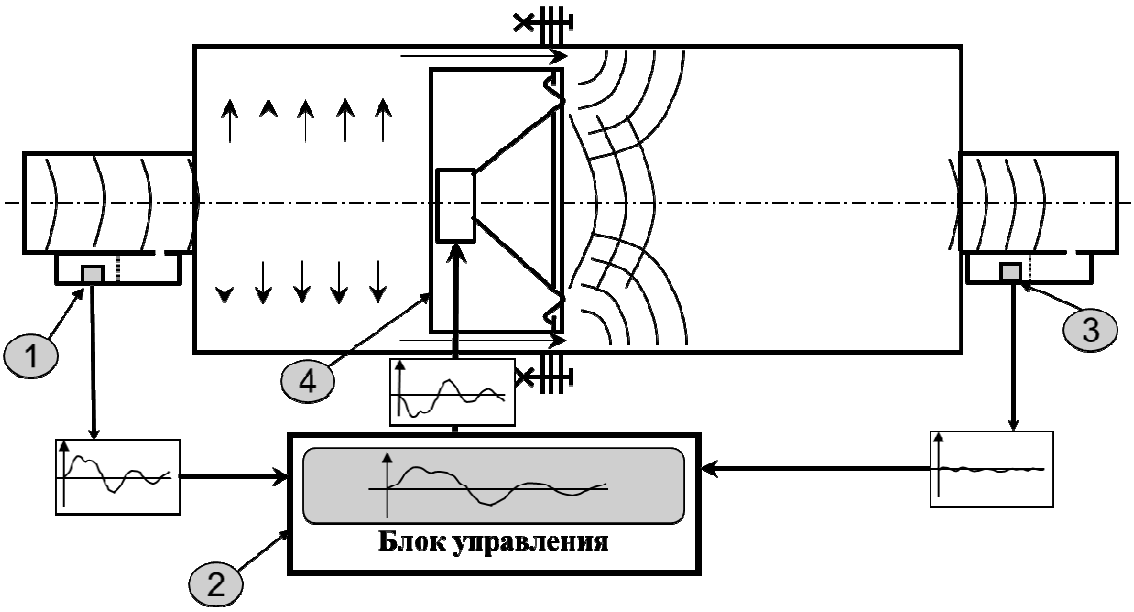


Рис. 2. Схема глушителя шума активного типа:
1 – входной микрофон; 2 – блок управления; 3 – выходной микрофон; 4 - источник антизвука

Согласно результатам испытаний, проведенных на учебном полигоне кафедры, предлагаемая конструкция глушителя шума активного типа эффективно снижает уровни как внешнего, так и внутреннего шума в кабине МЭС в инфра- и низкочастотном звуковом диапазоне.

На рисунке 3 приведены результаты замера внешнего шума трактора Беларус-1221 на транспортных работах при средней силе тяги на крюке 11 кН. Диаграмма **А** показывает результат замера внешнего шума при использовании серийного глушителя, диаграмма **Б** – опытной конструкции глушителя шума активного типа. Как видно из представленных диаграмм уровни звукового давления для низкочастотных полос спектра снизились в среднем на 10 дБ, а общий уровень звука уменьшился на 4 дБА.

При этом следует отметить, что существует множество параметров, рациональная корректировка которых может с высокой долей вероятности улучшить полученные результаты. Например, использование более сложного и производительного алгоритма в блоке управления, более мощного динамика, правильная комбинация пассивных средств глушения шума выпуска с САШ, подбор наиболее подходящих геометрических параметров глушителя и др.

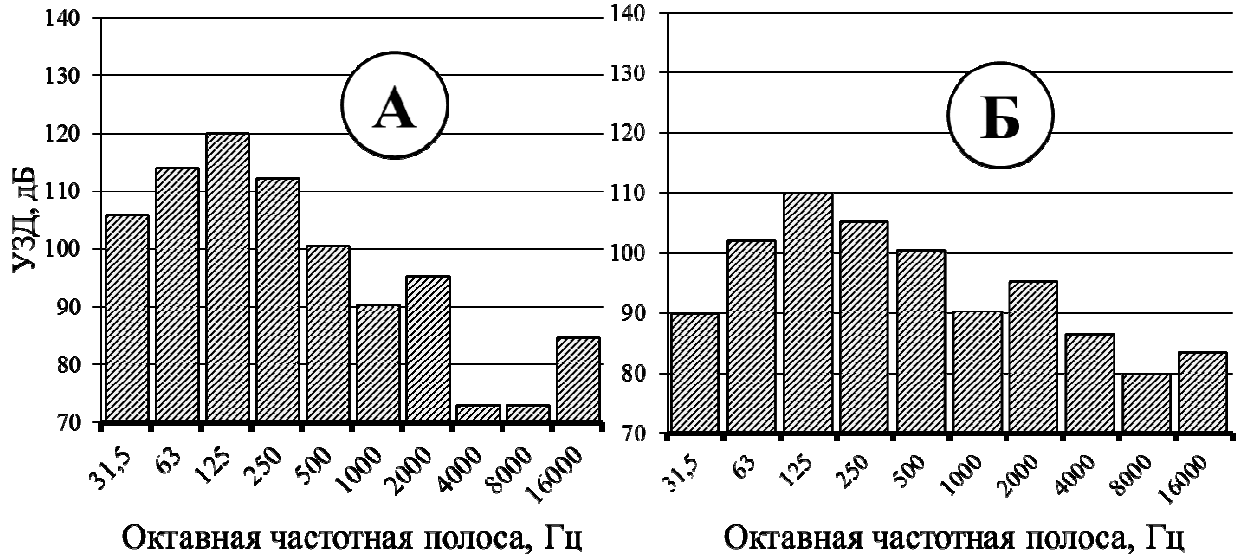


Рис. 3. Эффективность использования глушителя шума активного типа:
А - результат замера внешнего шума при использовании серийного глушителя;
Б – результат замера внешнего шума при использовании опытной конструкции глушителя шума активного типа

Предпосылкой успешного применения САШ в глушителе шума выпуска является высокая стационарность данного сигнала. Нормированная автокорреляционная функция шума выпуска при работе трактора со средним крюковым усилием 11 кН представлена на рисунке 4. Размах колебаний крюкового усилия при проведении данного опыта составил 4,3 кН (39% от среднего значения), что практически не влияло на картину автокорреляционной функции.

Согласно проведенным исследованиям можно сделать вывод, что дальнейшее изучение САШ для борьбы с шумом, создаваемым МЭС, является одним из наиболее перспективных путей развития систем шумоглушения технических средств оборудованных двигателем внутреннего сгорания.

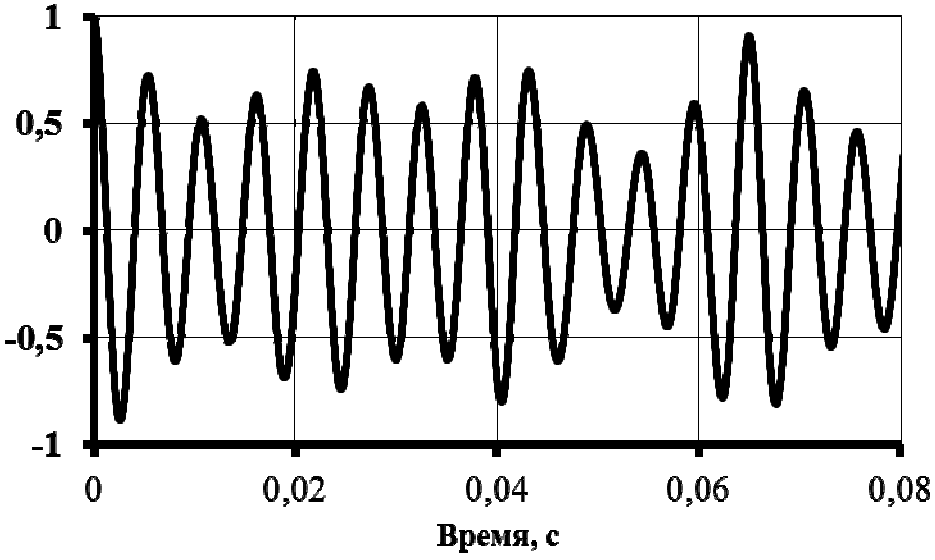


Рис. 4. Нормированная автокорреляционная функция шума процесса выпуска отработавших газов трактора Беларус-1221

Библиографический список

1. Гильман, Л.С. Снижение уровня шума, возникающего в процессе выпуска дизелей / Л.С. Гильман. – Дис. канд. техн. наук.- Харьков, 1984. – 176 с.

2. Иванов, Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник.- М.: Университетская книга, Логос, 2008.- 424с.

3. Кузнецов, А.Н. Перспективы использования систем активного шумоподавления /А.Н. Кузнецов, О.И. Поливаев//Вестник ВГАУ. -Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ.-2010.-1(24).-С.46-48.

4. Луканин, В.Н. Шум автотракторных двигателей внутреннего сгорания / В. Н. Луканин. – М.: Машиностроение, 1971. – 271 с.

5. Поливаев, О.И. Математическое моделирование процесса активного подавления пульсаций потока выхлопных газов мобильных энергетических средств [Текст]/О.И. Поливаев, В.С. Воищев, А.Н. Кузнецов//Вестник ВГАУ. -Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ.-2012.-2(33).-С.94-100.

6. Elliott, S.J. Active Noise Control / S.J. Elliott, P.A.Nelson // Noise/News International, June 1994 p.75-98.

References

1. Gilman, L.S. Decrease in the noise level arising in the course of release of diesels/L.S. Gilman. – Yew. Cand.Tech.Sci. - Kharkov, 1984. – 176 p.

2. Ivanov, N. I. Engineering acoustics. Theory and practice of fight against noise: textbook. - M.: University book, Logos, 2008. – 424p.

3. Kuznetsov, A.N. Prospects of use of systems of active noise reduction / A.N. Smiths, O. I. Polivayev//Bulletin of VSAU. - Voronezh: VSAU.-2010.-1(24). – p.46-48.

4. Lukanin, V. N. Noise of autotractor internal combustion engines / V. N. Lukanin. – M.: Mechanical engineering, 1971. – 271 p.

5. Polivayev, O. I. Mathematical modeling of process of active suppression of pulsations of a stream of exhaust gases of mobile power means / O. I. Polivayev, V. S. Voishchev, A.N. Kuznetsov//Bulletin of VSAU. - Voronezh: VSAU.-2012.-2(33). – p.94-100.

6. Elliott, S.J. Active Noise Control / S.J. Elliott, P.A.Nelson // Noise/News International, June 1994 p.75-98.

УДК 692.415:504

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой проектирования зданий и сооружений Э.Е.Семенова
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений Ю.Ю.Чужинова
Россия, г.Воронеж, тел. 8(952)106-02-61
e-mail: chuzhinova_yuliya@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D., docent, head of the department of building design and structures
E.E.Semenova
Master of the department of building design and structures Yu.Yu.Chuzhinova
Russia, Voronezh, tel. 8(952) 106-02-61
e-mail: chuzhinova_yuliya@mail.ru

Ю.Ю.Чужинова, Э.Е.Семенова

СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЗЕЛЕНЫХ КРОВЕЛЬ

Представлена история появления понятия «зеленая кровля». Выделены основные конструктивные элементы данного понятия. Сделан вывод об актуальности и эффективности применения эксплуатируемых зеленых кровлей в жилом комплексе.

Ключевые слова: зеленая крыша, экология, жилые здания.

Y. Y. Chudinova, E. E. Semenov

A METHOD FOR IMPROVING THE ECOLOGICAL SITUATION OF THE ENVIRONMENT THROUGH THE USE OF GREEN ROOFS

Presents the story of the emergence of the concept of "green roof". The basic structural elements of this concept. The conclusion about the relevance and effectiveness of the use of accessible green roof in a residential complex.

Keywords: green roof, ecology, residential buildings.

Одной из самых актуальных проблем современности является охрана окружающей среды. Антропогенный фактор и научно-технический прогресс приводят к обострению экологической обстановки в России и во всем мире в целом. Для повышения экологической безопасности окружающей среды на сегодняшний день существует масса различных способов, один из которых – применение зеленых кровель.

Понятие «зеленая кровля» появилось относительно недавно, однако сама технология была использована гораздо раньше. Второе рождение эта необычная кровля получила в XIX веке, когда на всемирной выставке в Париже немецкий архитектор Карл Рабитц удивил публику, представив дом с зелеными насаждениями вместо традиционной кровли.

С тех пор в архитектуре появилось понятия "живая крыша", "эксплуатируемая кровля" - лужайки или даже сады для отдыха прямо на крыше здания.

Знаменитые «висячие сады Семирамиды» (около 600 г. до н. э.), считавшиеся «седьмым чудом света», представляли собой фактически первые зеленые кровли. Жители Скандинавии, Финляндии и европейской части России в старину утепляли дома, обкладывая их кусочками мха и дерна. В Западной Европе проблема сооружения крыш-террас на городских зданиях и их

озеленения возникла как функционально-экономическая и социально-эстетическая в XVII в. В XVIII в. знаменитый строитель Карл Рабитц устроил сад на крыше своего дома в Берлине.

В России первые висячие сады были устроены XVII в.. Известен сад, сооруженный в Ростове Великом митрополитом Ионом между корпусами своего дворца. В XVIII в. прием устройства садов на крышах был использован в архитектуре Зимнего дворца, Малого Эрмитажа и Царского Села в Петербурге. В конце XIX в. идеями висячих садов было охвачено практически все купеческое сословие.

Сейчас интерес к данному архитектурному решению возвращается. В коттеджном строительстве концепция создания зеленой эксплуатируемой кровли в настоящее время также привлекает интерес архитекторов, так как и в частных владениях крыша является идеальным местом для отдыха с одновременной возможностью размещения декоративного ландшафтного озеленения.

В мегаполисах, где отдается много природного пространства под застройку, зеленая кровля является идеальным решением для компенсации ущерба, нанесенного природе. Этот способ устройства крыши стал особо актуален с учетом того обстоятельства, что стоимость квадратного метра земли чрезвычайно высока, и использование свободных площадей крыш дало возможность восполнить дефицит зеленых зон, устраивать на крышах зданий места для отдыха и проведения досуга.

Современные материалы и технологии дают возможность создавать устойчивое к динамическим нагрузкам защитное покрытие, что позволяет использовать площадь крыши для самых разных целей - устраивать детские площадки и площадки для гольфа, зоны отдыха, парковки автомобилей и т.д. На крыше можно создавать целые сады с газонами, клумбами, водоемами и фонтаны.

Следует отметить, что устройство таких крыш не только красиво, но и практично. Зеленая кровля имеет более продолжительный срок службы, нежели выполненная с применением битумных или полимерных материалов. Гидроизоляция здесь защищена от УФ-излучения и резких колебаний температуры, что значительно замедляет процесс ее разрушения.

Применение зеленой кровли без дополнительных затрат позволяет:

- защитить от перегрева и УФ-излучения кровельные материалы, во много раз увеличивая их долговечность;
- снизить температуру воздуха в городах в летнее время (в среднем, до 1^0C);
- исключить выделение опасных для здоровья человека летучих веществ и соединений из битумных кровельных материалов;
- снизить загрязнение воздуха (растения на крыше способны улавливать из проходящих над поверхностью крыши потоков воздуха до 50 % пыли и снижать концентрацию вредных микроорганизмов);
- обеспечить поступление кислорода (газон площадью 150 $м^2$ выделяет за год кислорода, которого достаточно для дыхания ста человек);
- снизить общий шумовой фон от 2 до 10 дБ;
- повысить за счет медленного испарения влаги из почвы влажность воздуха в городах, что благотворно влияет на здоровье человека;
- исключить быстрое распространение огня по поверхности кровли при пожарах.

Зелёная кровля – дорогостоящая конструкция, и по этой причине к материалам, применяемым в её составе, предъявляются особенные требования по надёжности и долговечности, поскольку любой сервис или замена элементов зелёной кровли будут стоить очень дорого.

Конструктивно можно выделить следующие слои кровельного «пирога»:

- слой зелёных насаждений (трава, кустарник);
- многослойная почва;
- фильтры, разделительные слои;

- дренаж, система водоотведения;
- резервуары для накопления дождевой воды;
- разделительный слой для защиты от корней растений;
- теплоизоляция;
- гидроизоляционная мембрана.

Длительная служба покрытия невозможна без правильного расположения всех слоев кровельного пирога.

От типа использования крыши зависит расчет величины нагрузки на кровлю, подбор строительных материалов с соответствующими характеристиками и конечный вес конструкции. При грамотном подборе кровельного пирога срок службы кровли может достигать полувека.

Таким образом, применение зеленых кровель способствует увеличению срока службы самого кровельного материала, благоприятно влияет на экологическую обстановку окружающей среды и добавляет архитектурной выразительности данному сооружению.

Библиографический список

1. Титова, Н., Сады на крышах, Москва, Олма-пресс, 2006 г., 150 с.

2. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений / ОАО «Моспроект» под рук. Машинского В.Л. М.: Москомархитектура, 2001, с.57.

3. Инновации в строительном кластере: барьеры и перспективы / А.В. Виньков, И. И. Имамутдинов, Д.Н. Медовников, Т.К. Оганесян, С.В. Розмирович, А.Д. Хазбиев, А. Д. Щукин. 2012, с.35.

4. Семенова Э.Е. Современные вопросы энергосбережения в архитектуре. Материалы научно-технической конференции «Международные дни архитектуры». Москва. 2010., с.3-7.

References

1. Titov, N., Roof gardens, Moscow, OLMA-press, 2006, 150 PP.

2. Handbook on gardening and landscaping roof, residential and public buildings, underground and semi-underground garages, civil defense and other structures / JSC "Mosproject" under arms. The Mashinsky, V. L. M.: the architectural Committee, 2001, p. 57.

3. Innovation in the construction cluster: barriers and prospects / A. V. Vinnikov, I. I. Imamutdinov, D. N. Matovnikov, T. K. Hovhannisyan, S. V. Rozmirovich, A. D. Khazbiev, A. D. Shchukin. 2012, p. 35.

4. Semenova, E. E. Contemporary issues of energy conservation in architecture. Materials of the scientific-technical conference "International days of architecture". Moscow. 2010., p. 3-7.

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК 621.879.31

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук проф.кафедры строительной техники и инженерной механики Ю.М.Бузин
Магистрант А.О. Болдыжов
Россия, г. Воронеж, тел 8(473) 277-01-29

Voronezh State University of Architectire of Architectire and Civil Engineering
Cand. of techn. science, Prof. of the building technics and engineering mechanics Y.M. Buzin;
Magister A.O. Boldyzhov
Russia, Voronezh, tel 8(473) 277-01-29

Ю.М. Бузин, А.О. Болдыжов

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ ОСТОВА СТРЕЛЫ ОБРАТНОЙ ЛОПАТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА

Проведен анализ нагруженности различных вариантов конструкций остова стрелы обратной лопаты гидравлического экскаватора. На его основе выбран оптимальный вариант модернизации.

Ключевые слова: одноковшовый гидравлический экскаватор, рабочее оборудование – обратная лопата, остов стрелы, напряжения.

Yu.M. Buzin, A.O. Boldyzhov

ANALYSIS OF LOADING THE BOOM FRAME OF THE HYDRAULIC EXCAVATOR BACKHOE

The analysis of loading different types of boom frame designs of the hydraulic excavator backhoe has been conducted. On its basis an optimal variant for updating has been chosen.

Keywords: single bucket hydraulic excavator, operating equipment - backhoe, boom frame, stresses.

Стрела служит базовым элементом рабочего оборудования одноковшового экскаватора. В соответствии с традиционной кинематической схемой рабочего оборудования обратная лопата гидравлического экскаватора (рис.1,а) гидроцилиндры выдвижения стрелы расположены снизу относительно стрелы, а гидроцилиндр выдвижения рукояти сверху.

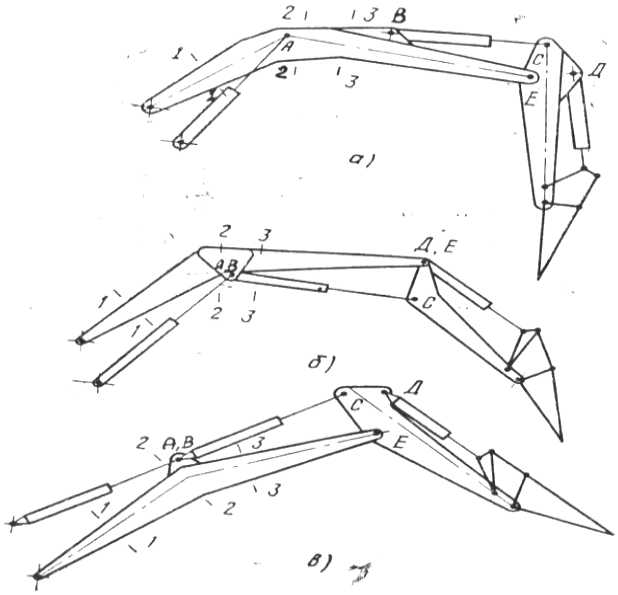


Рис.1. Схемы рабочего оборудования обратной лопаты:
а - традиционная;
б - с нижним расположением гидроцилиндров стрелы и рукояти;
в – с верхним расположением гидроцилиндров стрелы и рукояти;
1-1…3-3 - сечения, в которых определялись изгибающие моменты

Шарниры крепления к стреле гидроцилиндров стрелы (шарнир А) и гидроцилиндра рукояти к рукояти (шарнир В) расположены на значительном расстоянии друг от друга (примерно 1000…2000 мм). Шарниры крепления к рукояти гидроцилиндра рукояти (шарнир С) и гидроцилиндра ковша (шарнир Д) расположены на расстоянии 600…800 мм. Расстояние между шарнирами крепления стрелы к рукояти (шарнир Е) и гидроцилиндра рукояти к рукояти составляет примерно 800 мм. Эти расстояния между шарнирами относятся к экскаваторам 4-ой, 5-ой групп.

Шарнир А обычно расположен на оси стрелы, а шарнир В вынесен за металлоконструкцию стрелы вверх и крепится к специальному сварному или литому кронштейну, приваренному к металлоконструкции стрелы. Шарнир С закреплен обычно в металлоконструкции рукояти, как и шарнир Е. Шарнир Д бывает закреплен внутри рукояти или вынесены за металлоконструкцию рукояти и прикреплен к специальному кронштейну, приваренному к металлоконструкции рукояти.

Во ВНИИстройдормаше [1] в процессе работы по снижению металлоемкости рабочего оборудования и необходимому для этого снижения усилий в его элементах были разработаны и исследованы новые схемы кинематики рабочего оборудования обратной лопаты гидравлического экскаватора (рис. 1, б, в).

Сравнение нагруженности рабочего оборудования обратной лопаты для различных вариантов кинематических схем производилось по максимальным значениям изгибающих моментов в аналогичных сечениях конструкции стрелы и рукояти.

Сравнительные исследования рабочего оборудования экскаваторов 4-ой и 5-ой размерных групп выявили, что в схемах, где шарниры А и Б совмещены, изгибающие моменты в сечениях стрелы на режимах копания поворотом ковша и рукояти при реализации максимального давления в гидросистеме (при стопорении ковша) снижаются по сравнению с тра-

диционной схемой рабочего оборудования, так как силовой поток предается через гидроцилиндры, тем самым частично разгружается металлоконструкция стрелы.

В схеме рабочего оборудования (рис. 1, б) максимальный изгибающий момент в отмеченных сечениях стрелы снижается в 1,6…2,3 раза, а в схеме (рис .1, в) – в 2,5…3,8 раза.

По схеме (рис. 1, в) точка крепления пяты стрелы к поворотной платформе перенесена вниз в точку, где раньше крепился гидроцилиндр стрелы. Точка крепления гидроцилиндра перенесена вверх, где раньше крепилась пята стрелы.

В сечениях металлоконструкции рукояти при схеме (рис. 1, в) максимальные изгибающие моменты остаются на том же уровне, что при традиционной схеме рабочего оборудования (рис. 1, а).

Использование схем рабочего оборудования обратной лопаты с совмещенными шарнирами гидроцилиндров стрелы и рукояти на стреле и гидроцилиндров ковша и рукояти на рукояти дает возможность снизить массу металлоконструкции рабочего оборудования на 15…20%.

Схема рабочего оборудования с верхним расположением совмещенных шарниров А и В (рис. 1, в) была использована при модернизации рабочего оборудования обратная лопата экскаватора ЭО-5225 с ковшом вместимостью 1,8 м^3.

Модернизированная стрела с расчетными сечениями представлена на рис. 2. Остов стрелы представляет собой листовую сварную конструкцию коробчатого сечения из стали 09Г2С с пределом текучести σ_T = 325 МПа. Расчеты на прочность проведены по нормативным документам СКТБ «Земмаш» ОАО «ВЭКС» г. Воронеж.

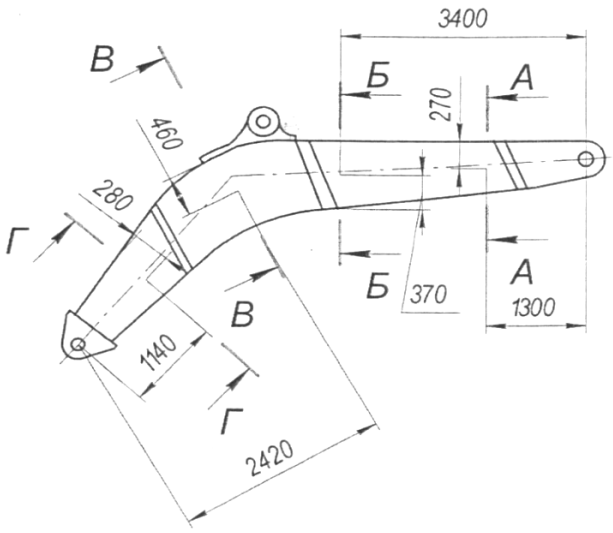


Рис. 2. Расчетная схема стрелы

Сравнение нагруженности остова стрелы в расчетных сечениях произведены по величине приведенных напряжений с учетом действия нормальных и касательных напряжений от изгибающих и крутящего моментов, а так же нормальной силы на режиме копания поворотом рукояти в момент стопарения ковша при усилии на его зубе P_{01} = 158,48 кН. Расчетные сечения проверялись на условие прочности по пределу текучести $n_T = \sigma_T / \sigma_{ПР} \le [n_T] = 1,5$.

Результаты выполняемых расчетов сведены в таблицу.

Таблица

Вариант остова стрелы	Параметры	Сечение			
		А-А	Б-Б	В-В	Г-Г
Базовый	$\sigma_{ПР}$, МПа	141,9	188	88,5	107,8
	n_T	2,29	1,73	3,67	3,01
По новой схеме	$\sigma_{ПР}$, МПа	67,6	142,5	100,9	153,2
	n_T	4,8	2,28	3,2	2,12
По новой схеме и облегченная	$\sigma_{ПР}$, МПа	-	-	-	197,5
	n_T	-	-	-	1,65

Анализ данных таблицы позволяет сделать следующие выводы:

1. Наиболее нагруженным сечением базовой стрелы является сечение Б-Б ($\sigma_{ПР}$ = 188 МПа и n_T = 1,73 при $[n_T]$=1,5), на котором консольно «висит» рукоять с ковшом.

2. У новой стрелы в сечении Б-Б $\sigma_{ПР}$ = 142,5 МПа, что на 25% ниже чем у базовой,а n_T = 2,28.Однако в сечении Г-Г $\sigma_{ПР}$ = 153,2 МПа при n_T = 2,12. Таким образом, в наиболее нагруженном участке новой стрелы между сечениями Г-Г и Б-Б приведенные напряжения выравнялись и запас прочности по пределу текучести составил n_T = 2…3. Это позволяет рассмотреть облегченный вариант стрелы, который при уменьшении толщины боковых листов с 16 до 12 мм, а верхнего и нижнего с 20 до 16 мм уменьшить ее массу с 2988 до 2390 кг, то есть на 598кг, что составляет 20%. При этом наиболее нагруженным сечением становится Г-Г $\sigma_{ПР}$ = 197,5 МПа при n_T = 1,65, что соответствует наиболее нагруженному сечению Б-Б в базовой стреле ($\sigma_{ПР}$ = 188МПа при n_T = 1,73).

Новая конструкция стрелы при сохранении максимальной нагруженности с базовой имеет массу на 20 % меньше в результате передачи в совмещенном шарнире А, Б (рис.1, в) силового потока не через металлоконструкцию, а через гидроцилиндры.

Библиографический список

1. Елизарова В.Б. Сравнительные исследования нагруженности рабочего оборудования гидравлических экскаваторов // Научн. тр. ВНИИСтроймаш, вып. 97. М. 1983. С. 17-21.

References

1. V.B. Elizarova. Comparative analyses of Loading the Operating Equipment of Hydraulic Excavators // Proceedings of VNIIStroimash, issue 97, M; 1983. P. 17-21

УДК 621.87931

Воронежский государственный архитектурно строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры строительной техники и инженерной механики Ю.М.Бузин;
студенты: Д.А.Плыгин, В.С.Иванов
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)277-01-29

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc. (Engineerin), Prof. of the civil engineering and engineering mechanics Y. M. Buzin;
students: D.A.Plygin, V.S.Ivanov
Russia, Voronezh, tel. 8(473)277-01-29

Ю.М. Бузин, Д.А. Плыгин, В.С.Иванов

КОВШ АКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ К ГИДРАВЛИЧЕСКОМУ ЭКСКАВАТОРУ

Проработана конструкция сменного ковша активного действия с амортизатором по изобретению к гидравлическому экскаватору.

Ключевые слова: гидравлический экскаватор, ковш активного действия, амортизатор.

Y.M. Buzin, D.A. Plygin, V.S.Ivanov

THE LADLE OF ACTIVE ACTION TO THE HYDRAULIC EXCAVATOR

The design of a replaceable ladle of active action with the shock-absorber according to the invention to the hydraulic excavator is worked.

Keywords: the hydraulic excavator, the ladle of active action, the shock-absorber.

Одноковшовые гидравлические экскаваторы согласно ГОСТ 30067-93 должны разрабатывать грунты до 4-ой категории включительно. При разработки грунтов свыше 4-ой категории без их предварительного рыхления эффективным является применение сменного ковша активного действия (рис.1), активным элементом которого являются гидроударные блоки, установленные в его задней стенке.

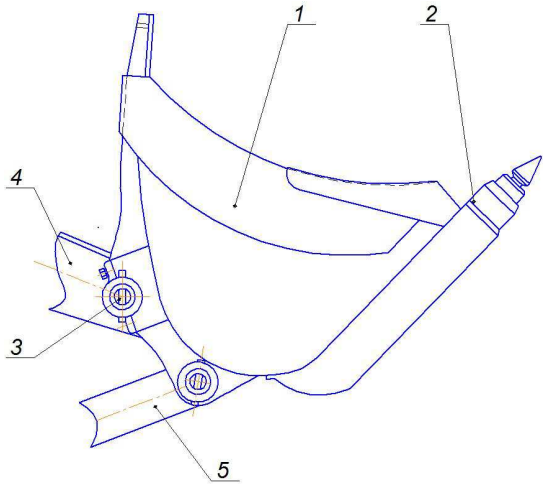


Рис.1. Ковш активного действия:
1 - остов ковша; 2 - гидроударный блок; 3 - амортизатор; 4 - рукоять; 5- шатун

Ковш через амортизаторы соединен в 2-х шарнирах с рукоятью, а через шатун с штоком гидроцилиндра поворота ковша.

В процессе разработки грунта на ковш кроме статической нагрузки от гидроцилиндра поворота ковша или рукояти действует еще динамическая, обусловленная работой гидроударных блоков. Основная доля динамической нагрузки приходится на шарниры соединения ковша с рукоятью, в которых установлены амортизаторы. На шарниры, соединяющий ковш с шатуном, передается незначительная часть динамической нагрузки, которая гасится ковшовым гидроцилиндром.

Устройство амортизатора (рис.2) выполнено по изобретению [1].

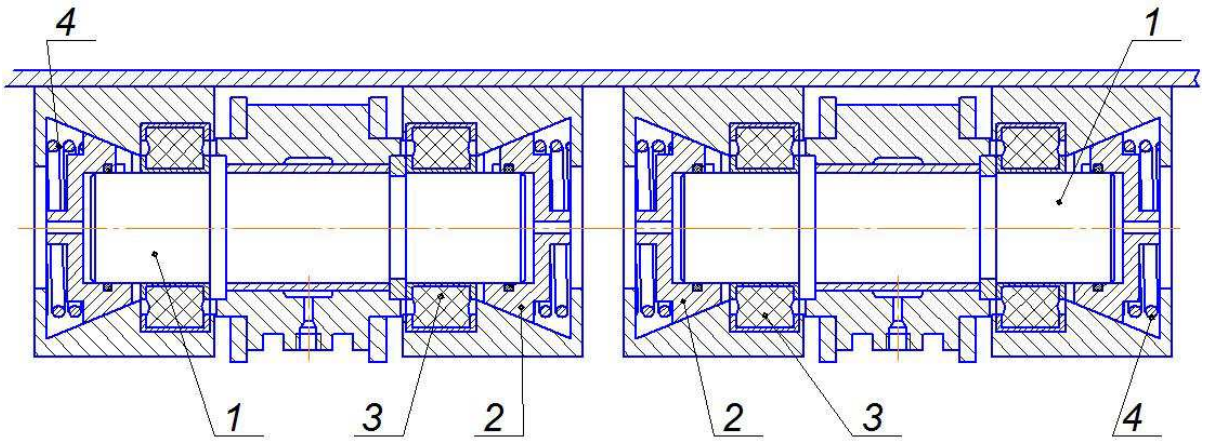


Рис. 2. Амортизатор:
1 - ось; 2 - стакан; 3 - втулка амортизационная; 4 - пружина

Подвод гидравлической жидкости к гидроударным блокам и амортизаторам осуществляется от общей гидромагистрали экскаватора.

При копании грунта с выключенными гидроударными блоками амортизаторы отключены и в шарнирах ковш-рукоять существует жесткая связь, т.к. стаканы 2, имеющие коническую поверхность, с помощью пружин 4 за счет сил трения жестко связаны с коническими поверхностями проушин остова ковша. При этом угол α при вершине конуса определяется зависимостью $\alpha < arctgf$, где f -коэффициент трения между материалами стакана и проушин. Амортизационные втулки 3 не воспринимают усилие копания.

При копании прочных грунтов с включенными гидроударными блоками гидравлическая жидкость поступает одновременно в амортизаторы через входные штуцеры в стаканах 2, заполняя полости, образованные внутренними поверхностями стаканов и торцами осей 1. Под давлением гидрожидкости стаканы 2, преодолевая сопротивление пружин 4, перемещаются по оси 1. Между коническими поверхностями стаканов и проушин остова ковша, к которым крепится рукоять, образуется зазор, т.е. разблокируются амортизаторные втулки 3 и начинают гасить динамические нагрузки от гидроударных блоков. Тем самым предохраняя металлоконструкции рабочего оборудования и машину в целом от их воздействия.

В качестве примера взят гидравлический экскаватор ЭО-5225(40L) массой 40т.

Установив на ковш прямой лопаты вместимостью 1,8 м^3 три гидроударных блока с энергией удара 600 Дж и усилием удара 24 кН каждый, получим суммарное усилие на зубьях ковша

$$P_{01} = P_{01c} + P_{01\partial}, \qquad (1)$$

где $P_{01c} = 317{,}2$ кН – среднее статическое усилие от гидроцилиндров поворота ковша или рукояти; $P_{01\partial} = 3 \times 24 = 72$ кН – динамическое усилие от гидроударных блоков. Таким

образом $P_{01} = 389{,}2$ кН, что на 22,7% выше чем P_{01c}. При этом динамический коэффициент нагружения составит:

$$\beta_{дин} = 1 + \frac{P_{01д}}{P_{01c}} = 1 + \frac{72}{317{,}2} = 1{,}227 \quad (2)$$

При установке в шарнирах ковш-рукоять двух амортизаторов с четырьмя резиновыми виброизоляторами (амортизационными втулками), параметры каждого из которых следующие: высота 5см, ширина 8см, динамический модуль упругости $E_д = 0{,}654$ кН/см^2 при вертикальной жесткости $K_z = 6{,}54$ кН/см , динамическая нагрузка, передаваемая на металлоконструкцию рабочего оборудования, уменьшается с 72кН до 24кН.

При этом коэффициент динамичности составил:

$$\beta'_{дин} = 1 + \frac{24}{317{,}2} = 1{,}07$$

что подтверждает эффективность установки амортизаторов в ковше активного действия экскаватора.

Библиографический список

1. А.с. №1411383 СССР, МКИ E02F3/28, 3/40. Рабочее оборудование землеройной машины/ Е.И. Берестов, А.М. Щемелев, М.Б. Попов, В.Ф.Комозов (СССР)-№4142265/29-03; Заявлено 30.10.86; Опубл.23.07.88, БИ№27.

References

1. A.s. №1411383 THE USSR, MKI E02F3/28, 3/40. Working equipment earthmoving machinery/ E. I. Berestov, A. M. Shchemelev, M.B. Popov, V.F. Komozov (USSR), №4142265/29-03; Stated 30.10.86; Publ.23.07.88, BI №27.

УДК 621.879.3.:621.221.002.2

«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет».
Канд. техн.наук, профессор
Геращенко В.Н.
Россия, г. Воронеж, тел. 8.960.101.24.33,
e-mail: stim-Vgasu@Vnr.ru; студент 551гр.
Иванов В.И

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand of Techn. Sci, professor
V.N. Gerashchenko.
Russia, Voronezh, tel. 8.960.101.24.33,
e-mail: stim-Vgasu@Vnr.ru; a student 551gr.
V.I. Ivanov

В.Н. Геращенко, В.И. Иванов

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ЭКСКАВАТОРОВ

Одноковшовые строительные экскаваторы выполняют большой объем земляных работ в процессе строительного производства. Вопросам повышения производительности этих машин уделяется большое внимание. Решение данного положения не может быть выполнено без конструктивных предложений по ходовому оборудованию.

Ключевые слова: одноковшовые экскаваторы, повышение производительности, ходовое оборудование.

V.N. Gerashchenko, V.I. Ivanov

INFLUENCE OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF EXCAVATOR CRAWLER RUNNING GEAR ON THE EFFICIENCY OF ITS OPERATION

Single – bucket excavators perform a great volume of earthen jobs in the process of construction. The problems of increasing the capacity of these machines are given much attention to. The solution of this problem cannot be done without constructive proposals concerting the running gears.

Key words: single – bucket excavators, increasing the capacity, running gear.

Современная землеройная техника, в частности универсальные одноковшовые экскаваторы, выполняют большой объем работ в процессе строительного производства, связанные с разработкой грунта. Это и отрывка котлованов, траншей, возведение плотин, устройство дорожного полотна и многое другое. В связи с этим остро вырастает вопрос о повышении производительности одноковшовых экскаваторов, что не может быть обеспечено без повышения надежности основных узлов, таких как: ходовое оборудование, рабочее оборудование, приводы основных механизмов. Решение этих вопросов непосредственно связано с некоторыми особенностями конструирования вышеперечисленных узлов в современных условиях. [1]

Достаточно сказать, что ходовое оборудование гусеничных машин подвергается высоким нагрузкам и интенсивному износу, что составляет до 45% всех затрат на эксплуатационные материалы и запасные части. Значительные средства расходуются на смазочные материалы. Проникновение загрязнений и воды в узлы трения, а так же использование смазочных материалов, не отвечающих требованиям, повышают абразивное изнашивание деталей и снижают надежность. Повышение производительности экскаваторов может быть достигнуто

особенностями конструирования основных узлов и агрегатов при снижении материалоемкости и повышении надежности. [2]

Говоря о надежности узлов ходового оборудования в процессе эксплуатации, необходимо отметить те направления, которые будут этому способствовать, а именно:

- обеспечение эффективной защиты от проникновения пыли, грязи, грунта в места посадки ходового оборудования и катков;

- отвод тепла, возникающего в результате трения соприкасающихся уплотняемых поверхностей, должен осуществляться посредством доступа смазочных средств;

- трение должно быть минимальным;

- внедрение унифицированных составных частей для привода хода экскаватора.

Механизмы натяжения гусеничных лент должны быть компактными с применением в качестве демпфирующих элементов гостированных тарельчатых пружин. Что касается катков опорных и поддерживающих, то надо особое внимание уделить их смазки и требованиям, предъявляемые к материалам, из которых изготавливаются контактные кольца и уплотнения.

Целесообразно применять в ходовом оборудовании гусеничные ленты тракторного типа, что увеличивает срок службы и надежность.

Вышеприведенные особенности конструкции ходового оборудования позволяют устранить недостатки, характерные для традиционных ходовых устройств. Рекомендуемые изменения в конструкциях элементов ходового оборудования позволяют при использовании новейших технологий повысить их надежность, способность выдерживать низкие температуры, обеспечивая эффективную защиту от проникновения пыли, грязи, грунта в местах посадок.

История развития экскаваторостроения показывает, что конструкции катков, в особенности опорных, все время прогрессивно изменяется с целью снижения веса, уменьшения сопротивления на опорных катках, а также повышения надежности их конструкций и увеличения времени работы без дополнительного обслуживания и ремонта. [1]

Первые конструктивные решения катков были выполнены на бронзовых подшипниках скольжения (бронзовых втулках) с применением консистентной смазки. Данная конструкция требует ежесменного обслуживания и недолговечна в эксплуатации.

Следующие конструкции, применяемые в ходовом оборудовании, были на подшипниках качения, что увеличивает диаметральные габариты катков опорных. Кроме того, применяемая консистентная смазка также требует ежесменного оборудования. Дальнейшее развитие экскаваторостроения позволило перейти на подшипники скольжения при жидкой смазке с использованием торцевых уплотнений по лицензии фирмы Caterpiler. Это конструктивное решение позволяет уменьшить время обслуживания и увеличивает сроки эксплуатации. Важными элементами такой конструкции являются контактные кольца и уплотнительные кольца круглого сечения. Износостойкость и коррозийная стойкость два наиважнейших требования, предъявляемых к материалу, из которого изготовляется контактное кольцо. Специально для производственных нужд, для транспортных средств на гусеничном ходу, строительных машин, эксплуатирующихся в жестких условиях, в течение всего рабочего дня наши металлурги разработали специальный материал. Материал с высокой поверхностной твердостью, называющийся Duronit V обладает на основании выбранных веществ, входящих в состав сплава, достаточной коррозийной стойкостью и твердостью 60 HRC исключительно стойкий к абразивному износу. Каждое контактное кольцо изготавливается способом индивидуальной отливки. Требования, предъявляемые к эластичным материалам для уплотнительных колец, это высокая термостойкость и минимальная остаточная деформация сжатия. В стандартном исполнении эти показатели достигаются при применении материала Нитрил-Будадиен-Каучук (NBR). Чтобы соответствовать повышенным требованиям по термостойкости применяются уплотнительные кольца круглого сечения, изготавливаемые из материала HNBR FPM или VMQ. Эластичные материалы предполагаются различной степени твердости. Таким образом, достигается постоянное усилие нажима уплотнительных колец круглого сечения.

Вышеизложенное указывает на возможность повышения надежности элементов ходового оборудования, что будет способствовать более эффективной работе гусеничных экскаваторов.

Библиографический список.

1. В.Н. Геращенко, И.А. Попов «О некоторых проблемах экскаваторостроения в современных условиях в России». Высокие технологии. Экология. 15-ая межрегиональная научно-практическая конференция, ВГАСУ, Воронеж-2012, 3 стр.

2. В.Н. Геращенко «Влияние конструктивных элементов гусеничного ходового оборудования экскаватора на эффективность его работы». Научно-образовательный форум. Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий, ВГАСУ, Воронеж-2013, 2 стр.

References

1. V.N. Gerashchenko, I.A. Popov. On Some Problems of Excavator-Construction under Modern Conditions in Russia. High Technologies. Ecology. 15th Interregional scientific-and-practical conference. VGASU, Voronezh-2012, 3 pages.

2. V.N. Gerashchenko. Influence of Constructive Elements of Excavator Crawler Running Gear on the Efficiency of its Operation. Scientific-and-Educational Forum. Innovations in the Sphere of Science, Education and High Technologies. VGASU, Voronezh-2013, 2 pages.

УДК 621.879.3.:621.221.002.2

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд.техн.наук., доцент
Геращенко В.Н.
Магистрант кафедры строительной техники и инженерной механики
А.С. Сухоруких.
Россия, г.Воронеж, тел. 89601012433,
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand of Techn. Sci, associate professor
V.N. Gerashchenko.
Master`s of the pulpit of constraction Machinery and engineering mechanics,
A.S. Sukhorukikh
Russia, Voronezh, tel. 89601012433,
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru

В.Н. Геращенко, А.С. Сухоруких

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГУСЕНИЧНОГО ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО РАБОТЫ

Одноковшовые строительные экскаваторы выполняют большой объем земляных работ в процессе строительного производства. Вопросам повышения производительности этих машин уделяется большое внимание. Решение данного положения не может быть выполнено без конструктивных предложений по ходовому оборудованию.

Ключевые слова: одноковшовые экскаваторы, повышение производительности, ходовое оборудование.

V.N. Gerashchenko, A.S. Sukhorukikh

INFLUENCE OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF EXCAVATOR CRAWLER RUNNING GEAR ON THE EFFICIENCY OF THIS OPERATION

Single-bucket excavators perform a great volume of earthen jobs in the process of construction. The problems of increasing the capacity of these machines are given much attention to. The solution of this problem cannot be done without constructive proposals concerning the running gears.

Key words: single-bucket excavators, increasing the capacity, running gear.

Большой объем земляных работ в процессе строительного производства, связанный с раз-работкой грунта, а именно: по отрывке котлованов, траншей, отсыпке насыпей, возведению плотин, дорожного полотна требует эксплуатации машин для земляных работ, в том числе, и одноковшовых экскаваторов. Причем ходовое оборудование вышеуказанных машин работает в тяжелейших условиях, подвергаясь высоким нагрузкам и интенсивному износу. При этом остро встает вопрос о повышении производительности одноковшовых экскаваторов, что не может быть обеспечено без повышения надежности элементов ходового оборудования, таких как: рама хода, привод хода, механизм натяжения гусеничной ленты, катки опорные и поддерживающие и сама лента гусеничная. Решение этих вопросов непосредственно связано с некоторыми особенностями конструирования вышеперечисленных узлов ходового оборудования [1].

Следует отметить, что важнейшим условием выживания экскаваторостроения в современных условиях является создание конкурентоспособной продукции при сопоставимых ценах. Данное условие может быть выполнено при определенных направлениях этой работы.

Говоря о надежности узлов ходового оборудования в процессе эксплуатации, необходимо отметить те направления, которые будут этому способствовать, а именно[2]:

-обеспечение эффективной защиты от проникновения пыли, грязи, грунта в места посадки ходового оборудования и катков;

-отвод тепла, возникающего в результате трения соприкасающихся уплотняемых поверхностей, должен осуществляться посредством доступа смазочных средств;

-трение должно быть минимальным;

-внедрение унифицированных составных частей для привода хода экскаватора.

Таким образом, изменение конструкции опорных катков с изменением продольного раз- мера конструктивного пакета и применение пластичных смазочных материалов позволит устранить вышеуказанные недостатки[3,4].

Целесообразно применять в ходовом оборудовании гусеничные ленты тракторного типа, что увеличивает срок службы и надежность.

На эффективность использования одноковшовых гусеничных гидравлических экскавато-ров большое влияние оказывает рабочее оборудование. Целесообразно уменьшать его вес за счет использования высоколегированных сталей повышенной прочности с лазерным вырезанием по копиру составных частей. Рекомендуемые изменения в конструкциях основных узлов экскаватора с применением современных технологий, при создании комфортных условий работы оператора значительно повысят эффективность работы машины.

Библиографический список

1. В.Н. Геращенко "О некоторых особенностях конструирования гусеничного ходового оборудования гидравлических экскаваторов в современных условиях". Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий, 64-я научно-практическая конференция ВГАСУ, Воронеж-2009, 2 стр.

2. В.Н. Геращенко "Влияние конструктивных элементов гусеничного ходового оборудования экскаватора на эффективность его работы". Научно-образовательный форум. Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий. ВГАСУ, Воронеж- 2013, 2 стр.

3. В.Н. Геращенко, П.С. Вдовин "Исследование элементов ходового оборудования гидравлических экскаваторов 5-ой размерной группы". Высокие технологии. Экология. 15-я межрегиональная научно-практическая конференция, ВГАСУ, Воронеж-2012, 4 стр.

4. В.Н. Геращенко, Г.М. Квасов "О некоторых рекомендациях по конструированию, обслуживанию и повышению эффективности использования одноковшовых гусеничных гидравлических экскаваторов". Высокие технологии. Экология. 17-я межотраслевая научнопрактическая конференция, ВГАСУ, Воронеж-2014, 4 стр.

References

1. V.N. Gerashchenko. On some Peculiarities of Designing the Crawler Running Gear of Hydraulic Excavators in Present Conditions. Innovation in the Sphere of Science, Education and High Technologies, the 64th scientific-and-practical conference in Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Voronezh-2009, 2 pages.

2. V.N. Gerashchenko. Influence of Constructive Elements of Excavator Crawler Running Gear on the Efficiency of its Operation. Scientific-and-Educational Forum. Innovations in the Sphere of Science, Education and High Technologies. VGASU, Voronezh-2013, 2 pages.

3. V.N. Gerashchenko, P.S. Vdovin. Investigation of Running Gear Elements of the 5-Size Group Hydraulic Excavator. High technologies. Ecology. 15th interregional scientific-and-practical conference, VGASU, Voronezh-2012, 4 pages.

4. V.N. Gerashchenko, G.M. Kvasov. On some Recommendations for Construction, Service and Increase of the Effective Usage of Crawler Hydraulig Shovels. High technologies. Ecology. 17th interbranch scientific-and-practical conference, VGASU, Voronezh-2014, 4 pages.

УДК 622.24

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, проф. кафедры высшей математики М.Д. Гончаров
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-53-62
e-mail: goncharov@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), Prof. of the mathematical Dept. M.D. Goncharov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-53-62
e-mail: goncharov@vgasu.vrn.ru

М.Д. Гончаров

К ВОПРОСУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕЖИМОВ УСИЛЕННЫХ ВИБРАЦИЙ ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рассматривается возможность экспериментального определения критических скоростей вращения (собственных частот) гидравлического забойного двигателя в режимах усиленных поперечных вибраций в условиях натурного испытательного стенда.

Ключевые слова: испытательный стенд, критическая скорость, буровая установка, насос, расход жидкости.

M.D. Goncharov

THE QUESTION OF EXPERIMENTAL RESEARCH AMPLIFICATION MODE VIBRATIONS DOWNHOLE MOTORS

The possibility of experimental determination of the critical speeds (natural frequencies) mud motor in the amplification mode of transverse vibrations in a full-scale test rig.

Keywords: test stand, the critical speed, drilling rigs, pump, fluid flow rate.

Работа породоразрушающего инструмента на забое скважины протекает при значительных вибрациях, в результате чего в системе долото – забойный двигатель – колонна бурильных труб возникают сложные динамические явления, существенно влияющие на процесс бурения и работоспособность забойного привода.

Забойный двигатель, являясь частью механической системы, сам представляет определенный источник колебаний. Действительно, длинный тонкий вал забойного двигателя может совершать свободные поперечные колебания подобно натянутой струне. Изготовить вал абсолютно прямым невозможно, поэтому он оказывается неуравновешенным, центры тяжести его сечений не совпадают с геометрическими центрами и при вращении возникают колебания. С увеличением скорости вращения вала частота колебаний, обусловленная его неуравновешенностью, может приблизиться к первой собственной частоте и пройти ее.

Когда угловая скорость вращения и, следовательно, частота изменения сил инерции неуравновешенного вала приблизится к собственной низшей частоте, наступит резонансное состояние. Вал остро реагирует на такое совпадение и начинает сильно вибрировать. То же происходит при совпадении угловой скорости вращения вала с любой из его собственных частот. Форма, которую принимает ось вала зависит от собственной частоты, с которой совпадает скорость вращения.

Скорости вращения, совпадающие с собственными частотами вала и называются критическими скоростями.

Аналитический расчет критических скоростей [1, 2] оказывается нелегким, хотя и очень ответственным, нужным делом.

Трудоемкость экспериментальных исследований в скважине не позволяет до сих пор получать исчерпывающую информацию о динамике забойного двигателя. В этом случае особую актуальность приобретают стендовые модельные или натурные экспериментальные исследования. Первоначальные динамические испытания турбобуров были проведены на стенде, представляющем четырехстоечную конструкцию из стальных труб, суммарная изгибная жесткость которых более чем в 40 раз превышала изгибную жесткость испытываемых моделей турбобуров. Однако, несмотря на то, что жесткость стенда намного выше жесткости испытываемых моделей, при определении собственных частот поперечных колебаний забойного двигателя вначале были получены неверные результаты. Оказывается при определении критических скоростей вращения необходимо учитывать динамическую податливость самого стенда. И лишь только оценка влияния податливости стенда на собственные частоты модели турбобура позволила окончательно согласовать результаты теоретических и экспериментальных стендовых исследований.

Несомненным успехом следует считать создание на базе отработанных буровых установок натурных испытательных стендов для исследования динамики забойных двигателей.

Натурные испытательные стенды, сохраняя специфику работы буровой, позволяют проводить целые комплексы исследований при разбуривании на устье скважины закрепленных блоков породы: свинца, мрамора, гранита и т.д.

В реальных условиях бурения нефтяных и газовых скважин достаточно часто имеют место усиленные вибрации, находящиеся в рабочем диапазоне скоростей вращения забойного двигателя. Введение утяжеленных бурильных труб (УБТ) и наддолотных амортизаторов снижает уровень вибраций, позволяет уйти от резонанса, но и утяжеленные бурильные трубы, и амортизаторы приводят к усложнению и удорожанию буровых работ.

При наличии информации по оборотам двигателя знание областей повышенных вибраций дает возможность оптимально организовать процесс бурения: с одной стороны, избежать нежелательного резонанса, с другой стороны, на околорезонансных режимах достигать максимальной скорости бурения.

Следует иметь ввиду, что предложенные ранее некоторые теоретические рекомендации и выводы [3] станут надежными лишь после экспериментальной проверки.

Только по результатам сравнения теоретических и экспериментальных данных можно дать заключение о пригодности той или иной математической модели и подтвердить или опровергнуть предложенную методику расчета режимов усиленных вибраций забойных двигателей при поперечных колебаниях.

Для получения некоторых опытных характеристик ниже приводится порядок экспериментальных исследований, который разбивается на два этапа.

На первом этапе эксперимент должен установить факт существования критических режимов работы двигателя (режимов повышенной вибрации) и возможность регистрации их с помощью соответствующей записывающей виброизмерительной аппаратуры.

На втором этапе сам эксперимент необходимо провести так, чтобы испытываемый забойный двигатель находился в условиях, которые бы как можно ближе соответствовали условиям, заложенным в расчетных схемах, и только после этого записывать его частотные характеристики.

Так как в условиях скважины практически невозможно осуществить экспериментальные работы по определению критических скоростей вращения забойного двигателя, то они проводились на натурном испытательном стенде Пермского филиала всесоюзного научно-исследовательского института буровой техники (ПФ ВНИИБТ). Этот натурный стенд обеспечивает возможность доступа к любой точке двигателя в компоновке: две секции, шпиндель, долото.

Для обнаружения режимов повышенных вибраций двигателя очень важным в эксперименте является обеспечение плавного изменения скорости вращения вала.

Применительно к первому этапу оказывается достаточным проведение эксперимента с подвешенным двигателем над забоем. Регулировкой расхода промывочной жидкости двигатель выводится на максимальные обороты.

Затем насосы, прокачивающие промывочную жидкость, выключаются и двигатель, плавно меняя обороты, работает до полной остановки. За это время 40-45 сек. виброизмерительная аппаратура регистрирует его амплитудно-частотную характеристику на выбеге. Таким образом и был установлен факт существования критических режимов работы забойного двигателя.

В случае же работы двигателя на забое при реальных нагрузках на долото снять амплитудно-частотную характеристику методом выбега не представляется возможным из-за очень быстрой остановки двигателя. Регулировка скорости вращения постепенным изменением нагрузки на долото бурильщиком не приводит к плавному изменению оборотов вала из-за неравномерности подачи породоразрушающего инструмента.

Возможным вариантом более менее плавного изменения скорости вращения двигателя при работе на забое с фиксированной нагрузкой оказывается вариант регулировки расхода промывочной жидкости задвижкой и последующим поочередным выключением насосов.

Порядок проведения эксперимента следующий. Включается один, затем второй насос и двигатель разгоняется над забоем до максимальных оборотов. Затем работающий двигатель устанавливается на забой и фиксируется нагрузка на долото. При выбранной нагрузке включается записывающая аппаратура.

После того, как режим работы двигателя установится, медленно начинает открываться задвижка у работающих насосов, уменьшая расход промывочной жидкости через турбину двигателя. Открыв полностью задвижку, можно уменьшить скорость вращения до 250-200 об/мин. Затем выключается один насос и примерно через минуту выключается второй насос. При таком порядке проведения эксперимента скорость вращения вала двигателя изменяется плавно и области усиленных вибраций достаточно четко фиксируются виброизмерительной аппаратурой.

Вывод

Приведенная методика обнаружения критических режимов усиленных вибраций забойного двигателя при поперечных колебаниях позволяет испытывать конкретные типы промышленных турбобуров в условиях стендовых буровых установок.

Библиографический список

1. Гончаров М.Д. Исследование режимов усиленных вибраций изолированного ротора забойного двигателя при поперечных колебаниях. В сборнике «Экологический вестник Черноземья», Воронеж, 2007 г., 37-40 с.

2. Гончаров М.Д. Совместные колебания системы ротор-статор забойного двигателя. Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология – 2013г., 133-135 с.

3. Гончаров М.Д. Результаты теоретических расчетов режимов усиленных поперечных вибраций забойного двигателя. Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология – 2014 г., 169-172 с.

References

1. Goncharov M.D. The study of enhanced modes of vibration of isolated mud motor rotor with transverse vibrations. In the book "Ecological Bulletin Chernozem", Voronezh, 2007, 37-40 p.

2. Goncharov M.D. Joint oscillations of the rotor-stator downhole motor. Scientific Herald of the Voronezh GASU. High technology. Ecology - 2013, 133-135 p.

3. Goncharov M.D. The results of theoretical calculations of transverse vibration modes reinforced mud motor. Scientific Herald of the Voronezh GASU. High technology. Ecology - 2014, 169-172 p.

УДК 539.3

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова
Р.А. Жилин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: rzhilin@vgasu.vrn.ru

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
д-р. техн. наук, проф. кафедры кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова В.А. Нилов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 255-32-00
e-mail: vladnil1014@mail.ru

Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доц. А.В. Демидов
Россия, г. Воронеж,
e-mail: dontcray@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
D.Sc.(Engineerin), the senior lecturer of chair of building technics and the engineering mechanics of a name of professor N.A.Ulyanov
R.A.Zhilin
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: rzhilin@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech D.Sc.(Engineerin), Prof. of chair of building technics and the engineering mechanics of a name of professor N.A.Ulyanov
V.A.Nilov
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: vladnil1014@mail.ru

Voronezh state technical university
D.Sc.(Engineerin), the senior lecturer
A.V.Demidov
Russia, Voronezh,
e-mail: dontcray@mail.ru

Р.А. Жилин, В.А. Нилов, А.В. Демидов

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАТЯНУТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОВОРОТНОЙ ПЛАТФОРМЫ

Исследование затянутых соединений наклонно-поворотного механизма, работающего в условиях сложного напряженно-деформированного состояния. Приведены результаты исследований и дан анализ соответствия напряженного состояния материалу элементов конструкции.

Ключевые слова: линейно-упругие конструкции, метод конечных элементов, концентрация напряжений.

R.A. Zhilin, V.A. Nilov, A.V. Demidov

THE IS INTENSE-DEFORMED CONDITION OF THE TIGHTENED CONNECTIONS OF A ROTARY PLATFORM

Research of the tightened connections of the naklonno-rotary mechanism working in the conditions of a complex is intense-deformed condition. Results of researches are resulted and the analysis of conformity of a tension is given a material of elements of a design.

Keywords: linearly-elastic designs, finite element method.

Современные строительные экскаваторы имеют объемный гидропривод с насосами постоянной или переменной производительности, колесный или гусеничный ход и выполняют

разнообразные земляные работы. Основным достоинством гидравлических экскаваторов является возможность поворота ковша относительно рукояти, что существенно расширяет практические возможности машины. Однако гидравлические экскаваторы имеют значительную стоимость, поэтому одной из важных их характеристик является увеличение количества навесного оборудования, с которым они могут успешно работать.

Так появилась разнообразная номенклатура сменного и навесного оборудования. Одной из последних разработок в этом направлении является манипулятор – поворотная платформа. Для обеспечения требуемых прочностных характеристик наклонно-поворотного механизма и исследования его напряженно-деформированного состояния при различных режимах внешнего нагружения использовался наиболее эффективный метод решения такого класса задач: метод конечных элементов (МКЭ), при котором твердотельная модель механизма разбивалась на области – конечные элементы. Для реализации этого метода была построена твердотельная модель объекта в трехмерном пространстве (Рис. 1).

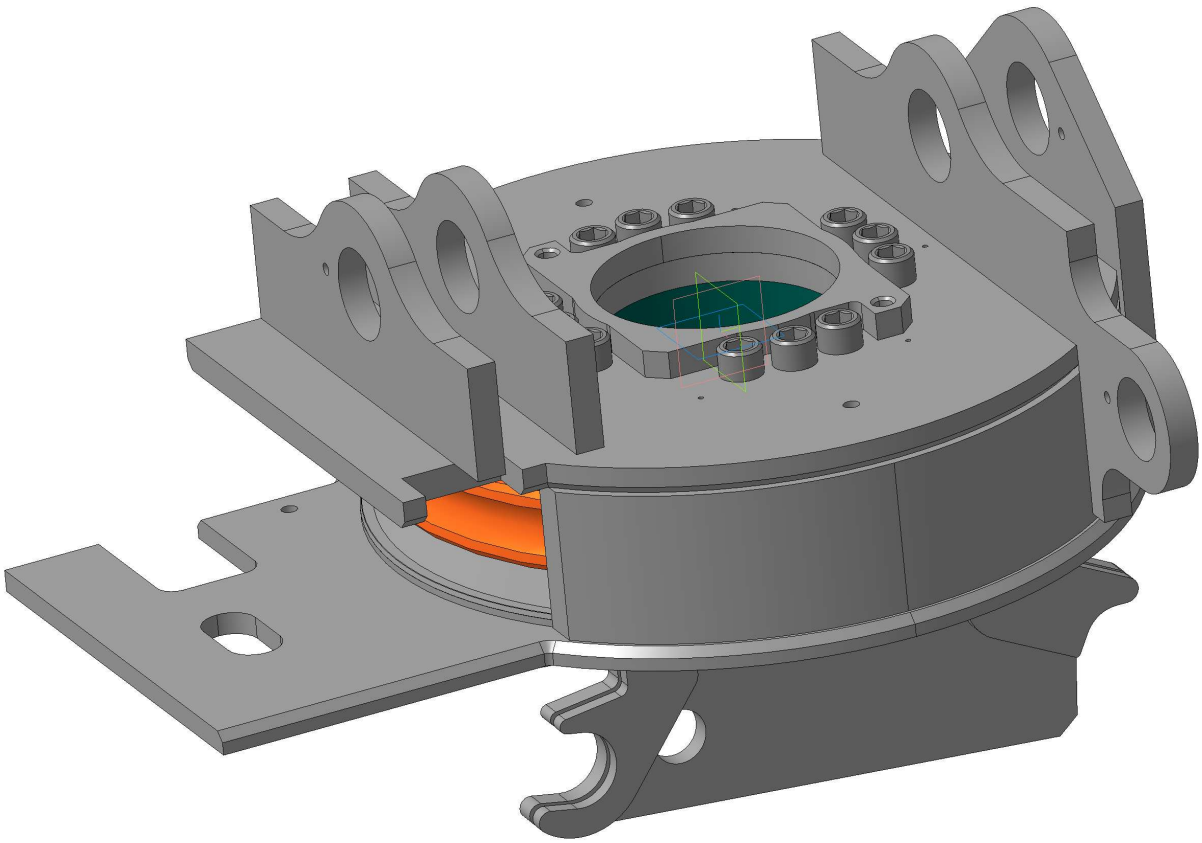


Рис. 1. Твердотельная модель наклонно-поворотного механизма ковша

Конструкция устройства включает в себя как неразъемные сварные соединения, так и разъемные болтовые соединения. Поэтому объектом исследования напряженно-деформированного состояния конструкции были сварной корпус наклонно-поворотного устройства и болтовые соединения, крепящие червячное колесо к несущей стенке. Исследуемый механизм разбивался на объемные четырехузловые тетраэдрической формы элементы с тремя поступательными степенями подвижности. Нагрузка на механизм задавалась в виде пары сил, линия действия, которых проходит через центры проушин опоры для монтажа сменного рабочего оборудования, так как используемый в расчете конечный элемент передает соседним элементам только усилия и линейные перемещения и не передает моменты, поскольку отсутствуют вращательные степени подвижности [1, 2].

Поворот ковша осуществляется при помощи одного гидроцилиндра (80х50х400), развивающего усилие 80,4 кН. Рабочее давление, развиваемое гидроцилиндром 16,0 МПа. Расчет проводился для ковша с радиусом копания 1,65 м.

При установленном гидроцилиндре (80х50х400) и типа грунта были определены исходные данные для расчета на прочность наклонно-поворотного механизма. Ковш расположен по оси рукояти. Грунт 2 категории. Усилие на проушины опоры 69 кН. Вектора сил, при этом, раскладывались на составляющие по главным координатным осям, что позволило учитывать растягивающие усилия и крутящие моменты, действующие при копании на наклонно-поворотный механизм. Усилия на проушины опоры определялись по сопротивлениям грунта, а не по возможностям гидроцилиндра.

В конструктивную модель внесены следующие упрощения:

- функционально необходимые, но не имеющие существенного влияния на точность результатов пазы, отверстия, проточки и другие локальные нерегулярности при составлении конструктивной модели не учитывались;
- кольцо, расположенное между корпусом и червячным колесом, выполняется совместно с конструктивной моделью корпуса (в качестве идентификации области контакта принимается обозначение «кольцо корпуса – червячное колесо»);
- резьбовое соединение болтов реализуется в виде монолита, и соответственно включаются в конструктивную модель соответствующей детали;
- технологическое усилие сопротивления копанию представляется эквивалентными давлениями, распределенными по рабочим поверхностям проушин основания с максимально возможной достоверностью;
- моделирование системы деталей осуществляется в состоянии разработки грунта.

Для анализа результатов вычислений необходимо сравнить полученные расчетные напряжения от растяжения в опасных сечениях болтов с допустимыми значениями. Опасные сечения намечаются в соответствии с распределением напряжений в ботах на основании конечно-элементного расчета, то есть там, где растягивающие напряжения максимальные. Стандартные болты изготавливают из следующих марок сталей: Ст.3, сталь 35, сталь 45, 12ХН2, 40Х. Для неконтролируемой затяжки требуемый коэффициент запаса прочности принимаем равным $n = 4$. Тогда допускаемые напряжения на болт М16 определятся по формуле [3]

$$[\sigma_T] = \frac{\sigma_T}{n},$$

Пределы текучести для указанных марок сталей и их допускаемые напряжения приведены в таблице.

Таблица

Марка стали	Предел текучести $\sigma_т$, Н/мм^2	Допускаемые напряжения на растяжение, Н/мм^2
Ст. 3	210	52,4
сталь 35	320	80
сталь 45	360	90
12ХН2	600	150
40Х	800	200

При нагружении внешними силами учитывались также боковые усилия, возникающие в конструкции наклонно-поворотного механизма.

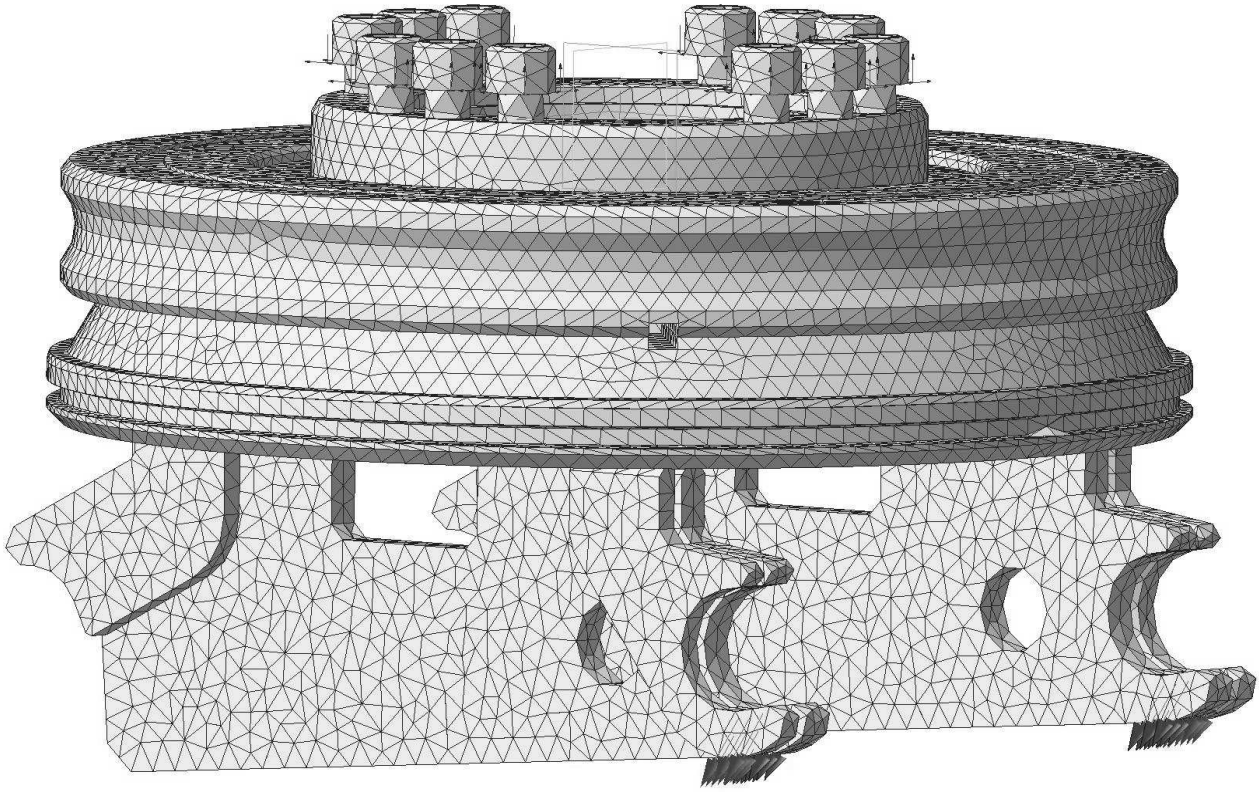


Рис. 2. Конечно-элементная модель наклонно-поворотного механизма

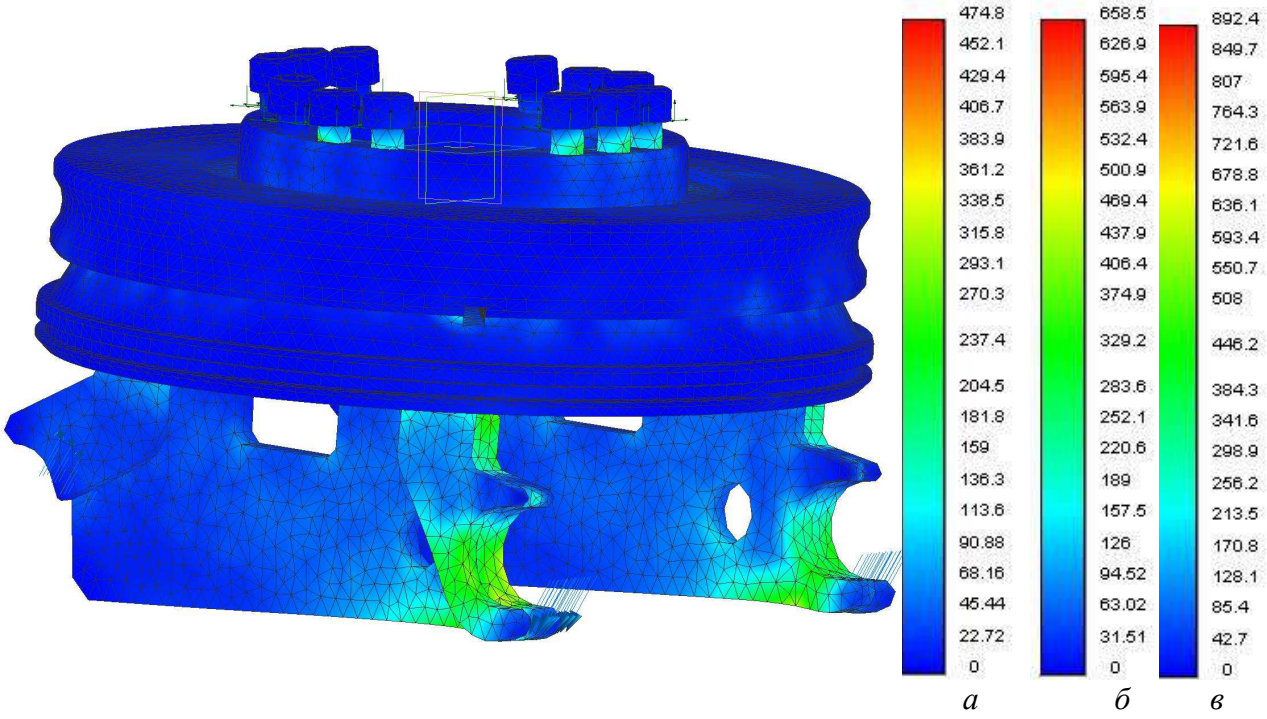


Рис. 3. Карта распределения эквивалентных напряжений в рассчитываемой модели для грунта II категории (*а*), III категории (*б*), IV категории (*в*)

На рис. 2 видно, что в самом тонком месте построенной модели располагается не менее трех объемных конечных элементов, поэтому сходимость результатов статического расчета можно считать удовлетворительной и значит можно не использовать адаптивное разбиение [4–6].

По результатам численного конечноэлементного моделирования (рис. 3) видно, что максимальные растягивающие напряжения возникают в трех «передних» болтах. Согласно рассматриваемой модели конструкции механизма из 12 болтов крепящих червячное колесо работают всего 7 болтов, что является существенным недостатком, поскольку нет равномерного нагружения болтов и происходит «перекос» конструкции.

Максимальные эквивалентные напряжения для грунта II категории (рис. 3, а) составляют 475 МПа, для III категории (рис. 3, б) – 658 МПа, IV категории (рис. 3, в) – 892 МПа.

Для различных материалов болтов и грунта II категории соблюдение условия: $\sigma = F_w/A_w <$ МПа будет: Ст. 3 – не выполнено; Сталь 35 – не выполнено; Сталь 45 – не выполнено; 12ХН2 – выполнено; 40Х – выполнено. Для различных материалов болтов и грунта III категории будет: Ст. 3 – не выполнено; Сталь 35 – не выполнено; Сталь 45 – не выполнено; 12ХН2 – не выполнено; 40Х – не выполнено. Для различных материалов болтов и грунта IV категории будет: Ст. 3 – не выполнено; Сталь 35 – не выполнено; Сталь 45 – не выполнено; 12ХН2 – не выполнено; 40Х – не выполнено.

Из сравнительного анализа эквивалентных напряжений и допустимого значения напряжения растяжения следует, что только стали марок 12ХН2 и 40Х выдержат растягивающие нагрузки, возникающие на трех «передних» болтах механизма для грунта II категории.

Проведенные исследования показали перспективность совершенствования наклонно-поворотного механизма инженерно-машинизированного комплекса, поскольку обеспечение возможности полноценного копания грунта высокой прочности существенно расширяет возможности его применения как в интересах народного хозяйства.

Основным недостатком механизма (при копании грунтов повышенной прочности) является нагружение его деталей высокими силовыми нагрузками, свойственными строительному экскаватору, но значительно большими нагрузок для простого манипулятора. Проведенные расчеты современными методами конечноэлементного анализа выявили «слабые места» в рассматриваемой конструкции и позволили установить направление разработки конструкции поворотного механизма, свободной от этих недостатков и обеспечивающей устойчивую работу наклонно-поворотного механизма в режиме экскаватора.

Выводы

1. При сборке поворотной платформы необходимо обязательно контролировать затяжку болтов. Тогда требуемый коэффициент запаса прочности можно принимать равным n =2 [2], и допускаемые напряжения растяжения на болт увеличатся в два раза по сравнению с неконтролируемой затяжкой.

2. Болты следует применять из легированных сталей марок 40Х и 12ХН2, предпочтительным, является применение, стали 40Х.

3. Необходимо разработать конструкцию, при которой нагрузка на болты распределялась бы более равномерно между ними. Для этого необходимо, чтобы все болты одинаково воспринимали внешнюю нагрузку. Одним их конструктивных решений этой задачи может быть применение специальной крышки закрывающей болты сверху.

4. Корпус выдерживает напряжения, возникающие при копании грунта IV категории со средними значениями (32,03 кН) (строительная 17…25 категория грунта по числу С) с глубиной резания 0,127 м.

Библиографический список

1. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде АРМ Structure3D. М.: Изд. АПМ, 2006. – 288 с.

2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. Учебник для машиностроительных ВУЗов. 6-е изд., стереотипное. М.: Наука, 1972.- 554 с.

3. Балаганский В.И., Радченко И.Г., Жилин Р.А., Новокщенов Л.Т. Обеспечение рациональных условий работы затянутого соединения станины кривошипного пресса путем конечно-элементного моделирования // Кузнечно-штамповочное производство, 1997. – № 3. – С. 24–27.

4. Жилин Р.А. Трехмерное дискретное моделирование затянутых соединений деталей прессов // Прикладные задачи механики и тепломассообмена в авиастроении. Труды международной научно-технической конференции. Воронеж, 22–24 ноября 2000. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2000. – Ч. 2 – С. 14–21.

5. Жилин Р.А. Влияние затянутых соединений в контактных системах деталей на технологические возможности тяжелых кривошипных прессов: дис. … канд. техн. наук: 05.03.05, 01.02.06. Воронеж. гос. техн. ун-т, 2001.

6. Жилин Р.А., Н.И.Гундорова, С.И.Гундоров. Моделирование напряженно-деформированных состояний металлоконструкций с контактными взаимодействиями в щелевых разрезах // «Авиакосмические технологии АКТ-2005» Труды шестой международной научно-технической конференции. Ч. 1, Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005, с. 226–232.

References

1. Zamriy A.A.designing and calculation by a method of final elements of three-dimensional designs in the environment of automated workplace Structure3D. M: Изд. АПМ, 2006. - 288 with.

2. Feodosev V. I. Resistance of materials. The textbook for machine-building HIGH SCHOOLS. 6 изд., stereotypic. M: the Science, 1972.554 with.

3. Balagansky Century И, Radchenko I.G., Zhilin R. A, Novokshchenov L.T.maintenance of rational working conditions of the tightened connection of a bed crank presses by finite element modelling// Forge-shtampovochnoe manufacture, 1997. - № 3. - With. 24-27.

4. Zhilin R. A. Three-dimensional discrete modelling of the tightened connections of details прессов//Applied problems of mechanics in aircraft engineering. Works of the international scientific and technical conference. Voronezh, on November, 22-24nd 2000. - Voronezh: the Voronezh state technical university, 2000. - Ч. 2 - With. 14-21.

5. Zhilin R. A. Influence of the tightened connections in contact systems of details on technological possibilities heavy crank presses: dis. … Cand.Tech.Sci.: 05.03.05, 01.02.06. Voronezh state technical university, 2001.

6. Zhilin R. A, N.I.Gundorova, S.I.Gundorov. Modelling of the is intense-deformed conditions of metal designs with contact interactions in slot-hole cuts//«Aerospace technologies АКТ-2005» Works of the sixth international scientific and technical conference. P.1, Voronezh state technical university, 2005, with. 226-232.

УДК 62-82

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д. т. н, профессор кафедры строительной техники и инженерной механики
В.А. Жулай, ст. преп. Е.В. Кожакин
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-70-66-90
e-mail: kzhknzhnj@rambler.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Doctor of tech.sciences,, professor of the structural technique and engineering mechanics dept V.A. Zhulai, assistant E.V. Kozhakin
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-70-66-90
e-mail: kzhknzhnj@rambler.ru

В.А. Жулай, Е.В. Кожакин

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ГИДРООБЪЕМНОГО ДИФФРЕНЦИАЛЬНОГО ПРИВОДА КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

В статье представлены основные положения и теоретические зависимости для определения основных параметров гидравлических машин гидропривода с параллельными магистралями. Рассмотрены вопросы определения взаимосвязи силовых параметров гидрообъемного привода и теоретического обоснования различных способов частичной блокировки гидродифференциальной передачи.

Ключевые слова: гидрообъемные передачи, расчет гидрообъемных передач, транспортно-технологические машины

V.A. Zhulai, E.V. Kozhakin

THE MAIN PROVISIONS OF THE CALCULATION OF THE HYDROSTATIC DIFFERENTIAL-TION OF THE DRIVE WHEEL MOVER

The article presents the fundamentals and theoretical dependence for determination of main parameters of hydraulic machines guide-reprived with parallel highways. Considered are the issues of the definition of the relationship of the power parameters of the hydrostatic drive, and theoretical explanation of various forms of partial hydro lock-differential transmission.

Keywords: hydrostatic transmission, calculation of hydrostatic transmission, transport-and-technological machines

Применение гидрообъемных передач в трансмиссиях различных машин является одним из перспективных направлений их развития. Несмотря на сложность и требования к условиям эксплуатации, данные передачи получают всё более широкое распространение на строительно-дорожных машинах, тракторах и тягачах [1].

Для работы двигателя в оптимальном режиме, простоты управления, бесступенчатого изменения крутящего момента целесообразно использование гидрообъемных передач [1,2]. За последние несколько лет отечественные гидромашины существенно развиваются, что позволило все шире применять гидрообъемные трансмиссии (ГОТ) для привода движителей транспортно-технологических машин [1,3,4,5]. Кроме этого, в решении проблем эффективности использования самоходных колесных землеройно-транспортных машин (ЗТМ) важную роль играет рациональное и экономичное использование расходуемого топлива [6], а

также коэффициент полезного действия (КПД) машины, так как этот показатель характеризует любую машину с точки зрения ее энергетической экономичности [7].

Одним из основных преимуществ использования ГОТ является возможность компактного размещения гидроагрегатов в труднодоступных местах машины, а также простой автоматизацией управления. Например, возможна установка насоса за двигателем, а гидромоторы в ведущих колесах. Кроме этого, гидрообъемный привод движителя транспортно-технологических машин может быть создан в виде отдельного агрегатата - гидравлического ведущего моста, который работает вместе с другими ведущими мостами, даже при различных типах трансмиссии (механическая, гидромеханическая) [3-5,8,9].

Поэтому задача определения взаимосвязи силовых и скоростных характеристик полнопоточных гидрообъемных приводов с гидродифференциальной связью является актуальной.

Рассмотрим работу разомкнутого насосного полнопоточного гидропривода состоящего из 2-х параллельно подключенных гидромоторов, в установившемся (статическом) режиме (см. рис.) при постоянной подаче насоса Q = const.

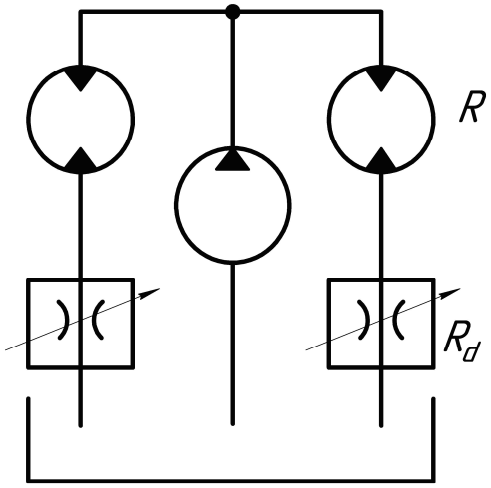


Рис. 1. Принципиальная схема полнопоточного гидрообъемного привода одиночного ведущего моста

Считаем, что в магистралях обоих гидромоторов присутствуют гидравлические сопротивления обусловленные сопротивлениями гидромоторов и дополнительными сопротивлениями установленными, например, для целей регулирования (управления) приводом. Сопротивлением самих магистралей пренебрегаем.

При разработке математической модели (см. рис 2) открытого полнопоточного гидрообъемного привода одиночного ведущего моста состоящего из 2-х параллельно подключенных гидромоторов, в установившемся (статическом) режиме (см. рис. 1) при постоянной подаче насоса $Q = const$ приняты следующие допущения. Все гидромашины характеризируются следующими параметрами: рабочим объемом q_i; крутящим моментом на валу M_i и объемным расходом (подачей) Q_i при частоте вращения n_i.

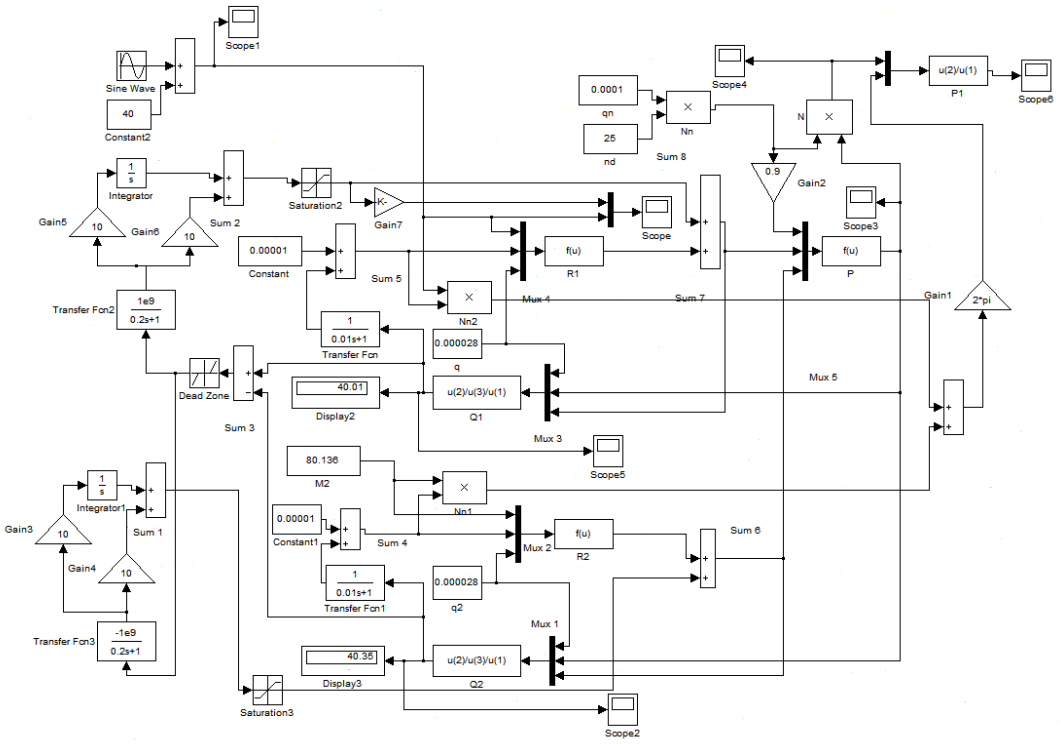


Рис. 2. Модель гидрообъемного привода с системами управления с обратными связями

Для каждого гидромотора можно определить его эквивалентное гидравлическое сопротивление

$$R_i = \frac{p_i}{Q_i}, \tag{1}$$

где p_i – разность давлений на входе и выходе i-го гидромотора;

Q_i – объёмный расход i-го гидромотора.

Учитывая, что расход каждого гидромотора равен [4]

$$Q_i = \frac{q_i n_i}{\eta_{oi}} \tag{2}$$

Тогда полное эквивалентное гидравлическое сопротивление каждой линии будет равно

$$R_{\Pi i} = R_i + R_{di}, \tag{3}$$

где R_{di} – дополнительное сопротивление i-й магистрали.

Так как гидромоторы подключены параллельно, то, в соответствии с методом электромеханических аналогий, для рассматриваемого привода с двумя магистралями (i = 1,2) должно выполняться равенство

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{R_{\Pi 1}} + \frac{1}{R_{\Pi 2}} = \frac{R_{\Pi 1} + R_{\Pi 2}}{R_{\Pi 1} R_{\Pi 2}}, \tag{4}$$

где R – полное эквивалентное гидравлическое сопротивление привода.

В соответствии с принятыми допущениями и схемой работы рассматриваемого гидропривода давление на входе в обе магистрали равно выходному давлению насоса p. Следовательно величины расходов гидромоторов (i = 1,2) будут

$$Q_i = \frac{p}{R_{\Pi i}}; \quad Q_1 = Q\frac{R_{\Pi 2}}{R_{\Pi 1} + R_{\Pi 2}}; \quad Q_2 = Q\frac{R_{\Pi 1}}{R_{\Pi 1} + R_{\Pi 2}}. \tag{5}$$

Для определения взаимосвязи между крутящим моментом M_i и частотой вращения выходного вала n_i гидромоторов рассматриваемого привода, полное эквивалентное гидравлическое сопротивление каждой магистрали выражается в виде

$$R_{\Pi i} = \frac{2\pi M_i \eta_o}{q^2 n_i \eta_m} + R_{d\,i} = \frac{2\pi \eta_o}{q_i^2 \eta_m}\left(\frac{M_i}{n_i} + \frac{q^2 R_{d\,i}\eta_m}{2\pi\eta_o}\right) = \frac{1}{a}\left(\frac{M_i}{n_i} + a R_{d\,i}\right), \qquad (6)$$

Подставляя, полученное выражение для полного эквивалентного гидравлического сопротивления каждой из магистралей в формулы для определения частоты вращения вала гидродвигателя , после преобразований получим для каждого из них

$$n_1 = n n_1 \frac{M_2 + a R_{d\,2} n_2}{M_1 n_2 + M_2 n_1 + a n_1 n_2 \left(R_{d\,1} + R_{d\,2}\right)};$$

$$n_2 = n n_2 \frac{M_1 + a R_{d\,1} n_1}{M_1 n_2 + M_2 n_1 + a n_1 n_2 \left(R_{d\,1} + R_{d\,2}\right)}. \qquad (7)$$

Полученные зависимости (9) представляют собой систему уравнений описывающих работу полнопоточного гидрообъемного привода одиночного ведущего моста состоящего из 2-х параллельно подключенных гидромоторов, решив которую можно найти величины крутящих моментов M_i и частот вращения выходных валов n_i первого и второго гидромоторов для различных значений дополнительных гидравлических сопротивлений R_{di}.

Результаты моделирования работы открытого полнопоточного гидрообъемного привода одиночного ведущего моста с регуляторами расходов рабочей жидкости гидромоторами путем изменения значений дополнительных гидравлических сопротивлений представлены на основе математической модели гидрообъемного привода (см. 2 рис.) на рис.3,4. На рис. 3 приведена графическая зависимость величины добавочного гидравлического сопротивления R_d от изменения крутящего момент M на валу гидромотора [10,11].

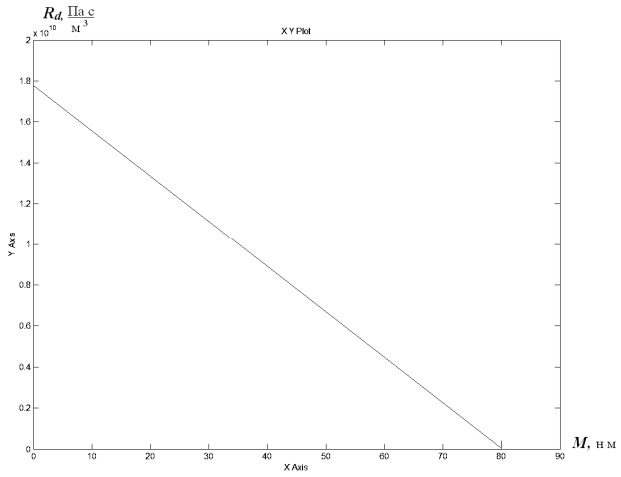


Рис. 3. Зависимость величины добавочного гидравлического сопротивления R_d от крутящего момент M на валу гидромотора

Для рассмотренной динамической модели привода одиночного моста была получена зависимость величины вводимого добавочного сопротивления при синусоидальном изменении величина момента по закону 40+Sin(2*π*0.5*t).

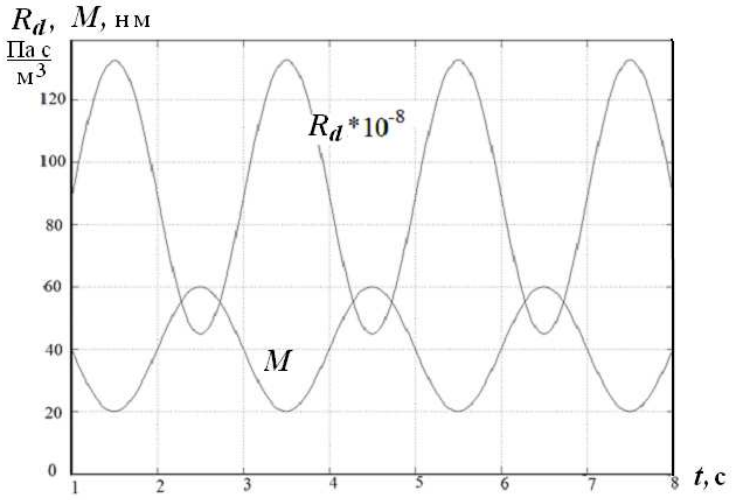


Рис. 4. Зависимости изменения добавочного гидравлического сопротивления R_d и крутящего момент M на валу гидромотора

Выводы

Получены теоретические зависимости для определения взаимосвязи силовых и скоростных параметров гидравлических машин разомкнутого насосного гидропривода с параллельными магистралями.

На основе решения полученных уравнений рассмотрены вопросы регулирования работы таких приводов для обеспечения равномерности частоты вращения гидромоторов.

Регулирование работы гидрообъемных приводов движителей можно осуществлять введением дополнительных гидравлических сопротивлений в магистралях или дополнительных моментов сопротивлений в движителях.

Полученные теоретические зависимости и построенная на их основе в системе Simulink математическая модель позволяют исследовать работу гидрообъемных приводов движителей транспортных и тяговых машин при различных значениях их параметров.

Представленные теоретические зависимости для нерегулируемых гидрообъёмных передач могут быть применены и для расчетов статических режимов приводов с регулируемым насосом.

Библиографический список

1. Гидрообъемные передачи в трансмиссиях специальных самоходных машин/ Крумбольдт Л.Н., Головашкин Ф.П., Стрелков А.Г. // Известия Московского государственного технического университета МАМИ, 2013. - Т. 1. № 1. – С. 96-104.

2. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. М.: Машиностроение, 1988 – 244 с.

3. Двухосный автогрейдер ГС-10.01/ Луневич В.П., Жулай В.А., Серов А.А. // Строительные и дорожные машины, 2000. - № 12. – С. 10.

4. Режимы работы регулируемой гидрообъёмной передачи в тяговом приводе автогрейдера/ Жулай В.А., Енин В.И., Серов А.А. // Механизация строительства, 2008. - № 7. – С. 15-16.

5. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ГС-25.09/ Журавлев В.В., Потапов А.П., Жулай В.А. [и др.] // Строительные и дорожные машины, 2014. – № 1. – С. 2 – 5.

6. Мощностной и топливный балансы колесных землеройно- транспортных машин /Жулай В.А., Тюнин В.Л.// Строительные и дорожные машины, 2014. - № 9. – С. 42-45.

7. Влияние общего КПД на топливно-экономические показатели землеройно-транспортных машин/Жулай В.А., Тюнин В.Л., Бобров Д.В., Сизинцев С.В.// Научный вестник ВГАСУ. Серия высокие технологии. Экология, 2013. - №1. – С. 145-146.

8. Моделирование работы автогрейдера с объемным гидроприводом переднего моста/Жулай В.А., Енин В.И., Серов А.А.//Строительные и дорожные машины, 2007.- № 10. - С. 44-45.

9. Модели внешних силовых воздействий на землеройно-транспортную машину/Бузин Ю.М., Жулай В.А.//Строительные и дорожные машины, 2001.- №10. - С.30-35.

10. О взаимосвязи силовых и скоростных параметров гидропередач/Жулай В.А., Енин В.И., Бабкин В.Ф.//Строительные и дорожные машины, 2014. - №7. – С. 42-45.

11. Аналитическое описание регуляторной характеристики дизеля/Жулай В.А., Енин В.И.//Тракторы и сельхозмашины. 2011. №10. – С. 26-28.

References

1. Hydrostatic transmission in the transmission of special self-propelled machines/ Crumbled LN., Golovashkin PP, Shooters A.G. // Bulletin of Moscow state technical University MAMI, 2013. - So 1. № 1. - S. 96-104.

2. Petrov V.A. Hydrostatic transmissions self-propelled machines. M: Mashinostroenie, 1988 - 244 S.

3. Two-axle motor grader GS-10.01/ Linevich V. P, Zhulai V.A. , Serov A.A. // Construction and road machines, 2000. - № 12. - 10 C..

4. Modes controlled hydrostatic transmission in the traction drive motor grader/ Zhulai V.A., Enin V. I, Serov A.A. // Mechanization of construction, 2008. - № 7. - S. 15-16.

5. Research of traction and performance figures grader GS-25.09/ Zhuravlev V.V. Potapov A.P., Zhulai V.A [and other] // Construction and road machines, 2014. - № 1. - N-2 - 5.

6. Power and fuel balances wheeled earth - moving machinery /Zhulai V. A., Tunin V. L.// Construction and road machines, 2014. - № 9. – N. 42-45.

7. The impact of the overall efficiency of the fuel-economic indicators earth-moving machinery/Zhulai V. A., Tunin V. L., Bobrov, D. V., Sizintsev, S. V.// Scientific herald VGASU. A series of high technology. Ecology, 2013. – № 1. – N. 145-146.

8. Modeling of the operation of a grader with a volumetric hydraulic front mos-TA/Zhulai V. A., Enin V.I., V. Serov A. A.//Construction and road machines, 2007.- N. 10. - P. 44-45.

9. The external forces in the earth-moving machine/Buzin, Y. M., Zhulai V. A.//Construction and road machines, 2001.- N. 10. P. 30 - 35.

10. On the relationship of force and velocity parameters of hydraulic transmissions/Zhulai V. A., V. I. Enin, V. F. Babkin//Construction and road machines, 2014. - N. 7. – P. 42-45.

11. Analytical description of the regulatory performance of diesel/Zhulai V. A., V. I. Enin//Tractors and farm machinery. 2011. N. 10. – P. 26-28.

УДК 621.878.004.15

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой строительной техники и инженерной механики В.А. Жулай;
Канд. техн. наук, доцент В.Л. Тюнин;
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 277-01-29

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of building engineering and engineering mechanics V.A. Zhulai;
Cand. of Tech. Science, Associate prof. V.L. Tyunin;
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29

В.А. Жулай, В.Л. Тюнин

О КПД ТЯГОВОГО ПРИВОДА САМОХОДНЫХ КОЛЁСНЫХ ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Представлены выражения для нахождения КПД тягового привода колёсных землеройно-транспортной машины.

Ключевые слова: землеройно-транспортные машины, КПД тягового привода.

V.A. Zhulai, V.L. Tyunin

ABOUT THE EFFICIENCY OF THE TRACTION DRIVE SELF-PROPELLED WHEELED EARTH-MOVING MACHINES

Equations for finding the efficiency of a traction drive wheel earth-moving machines.

Key words: earth-moving machines, KPD a traction drive.

Ускорение научно-технического прогресса является одной из важнейших проблем развития экономики страны на современном этапе. Основные направления научно-технического прогресса – это развитие и совершенствование орудий труда, обеспечение их эффективного использования в эксплуатации, создание и внедрение новой прогрессивной техники [1].

Большую часть земляных работ выполняют самоходные колёсные землеройно-транспортные машины (СКЗТМ) большой единичной мощности, такие как скреперы, автогрейдеры, бульдозеры, грейдер-элеваторы [2]. Это объясняется тем, что данные машины на многих земляных работах отличаются более высокими технико-экономическими показателями. Коэффициент полезного действия (КПД) любой машины определяется как отношение полезной работы, совершённой машиной, к работе, затраченной на приведение её в действие [3].

Тяговый привод СКЗТМ состоит из двигателя, трансмиссии и колёсного движителя (рис. 1). В двигателе имеют место потери тепловые $N_{ТП}$ и механические $N_{МП}$, в трансмиссии – механические в шестернях и подшипниках $N_{ТР}$, в колёсном движителе – потери, связанные с сопротивлением качению и буксованием. Указанные суммарные потери и предопределяют величину КПД тягового привода СКЗТМ.

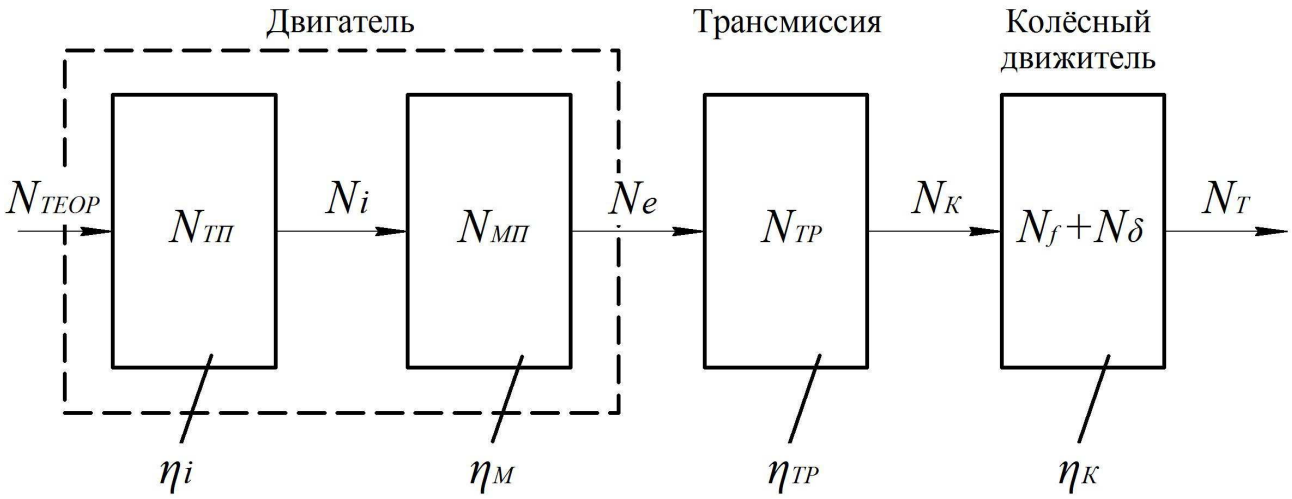


Рис. 1. Структурная схема тягового привода СКЗТМ

Исходя из структурной схемы тягового привода СКЗТМ можно записать

$$\eta_{общ} = \eta_i\eta_м\eta_{тр}\eta_к, \quad (1)$$

где η_i – индикаторный КПД двигателя;
$\eta_м$ – механический КПД двигателя;
$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии;
$\eta_к$ – КПД колёсного движителя.

Выражения для определения составляющих формулы (1) записываются следующим образом:

$$\eta_i = N_i/N_{теор}, \quad (2)$$

$$\eta_м = N_e/N_i, \quad (3)$$

$$\eta_{тр} = N_к/N_e, \quad (4)$$

$$\eta_к = N_т/N_к, \quad (5)$$

где $N_{теор}$ – теоретическая мощность (мощность, получаемая при полном сгорании топлива), кВт;

N_i – индикаторная мощность, т.е. мощность, развиваемая газами в цилиндрах двигателя при сгорании топлива, кВт;

N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;

$N_к$ – мощность, подводимая к колёсному движителю, кВт;

$N_т$ – тяговая мощность на рабочем органе, кВт.

КПД двигателя определяется по формуле

$$\eta_{дв} = \eta_i\eta_м = N_e/N_{теор}. \quad (6)$$

Подставляя составляющие КПД (2)…(5) в выражение (1) и произведя преобразования можно записать

$$\eta_{общ} = N_т/N_{теор}. \quad (7)$$

Т.е. в СКЗТМ полезная работа характеризуется величиной тяговой мощности на рабочем органе $N_т$, а затраченная – мощностью, получаемой при полном сгорании топлива (теоретической мощностью) $N_{теор}$.

Рассмотрим составляющие выражений (2)…(5) [4].

Из теории ДВС получаем:

$$N_{теор} = G_T \cdot h_u/U, \quad (8)$$

$$N_i = p_i \cdot V_h \cdot n \cdot i/120, \quad (9)$$

$$N_e = p_e \cdot V_h \cdot n \cdot i/120, \quad (10)$$

где G_T – часовой расход топлива;

h_u – низшая теплота сгорания топлива;

U – термический эквивалент, т. е. количество тепла, эквивалентное работе двигателя мощностью 1 кВт в течении 1 часа;

p_i – индикаторное давление;

p_e – эффективное давление;

V_h – рабочий объём ДВС;

n – частота вращения коленчатого вала ДВС;

i – число цилиндров.

Мощность, подводимая к колёсному движителю:

$$N_к = M_к \cdot \omega_к; \quad (11)$$

где $M_к$ – крутящий момент, подведённый к колесному движителю; $\omega_к$ – угловая скорость колесного движителя.

Тяговая мощность:

$$N_т = T \cdot \upsilon_д. \quad (12)$$

где T – сила тяги; $\upsilon_д$ – действительная скорость машины.

По формулам (2)…(7), используя тяговую характеристику (рис. 2), были найдены зависимости КПД составляющих тягового привода и коэффициента буксования δ от силы тяги автогрейдера ДЗ-122 (рис. 3). Исходные данные: двигатель А-01МС; трансмиссия механическая, передаточное отношение на первой передаче *i* = 96,6; колёсная схема 1х2х3, шины 14.00-20; масса автогрейдера 140 кН; грунт связный плотный сухой. Тяговая характеристика была получена с помощью программы для ЭВМ [5, 6].

Тяговая характеристика представляет собой графические зависимости коэффициента буксования δ, действительной скорости движения Vд, тяговой мощности Nт, часового Gт и удельного gт расхода топлива двигателем, тягового КПД ηт в функции силы тяги T при изменении её от нулевого значения до максимальной величины, определяемой условиями сцепления движителя с опорной поверхностью [2, 7, 8, 9, 10, 11].

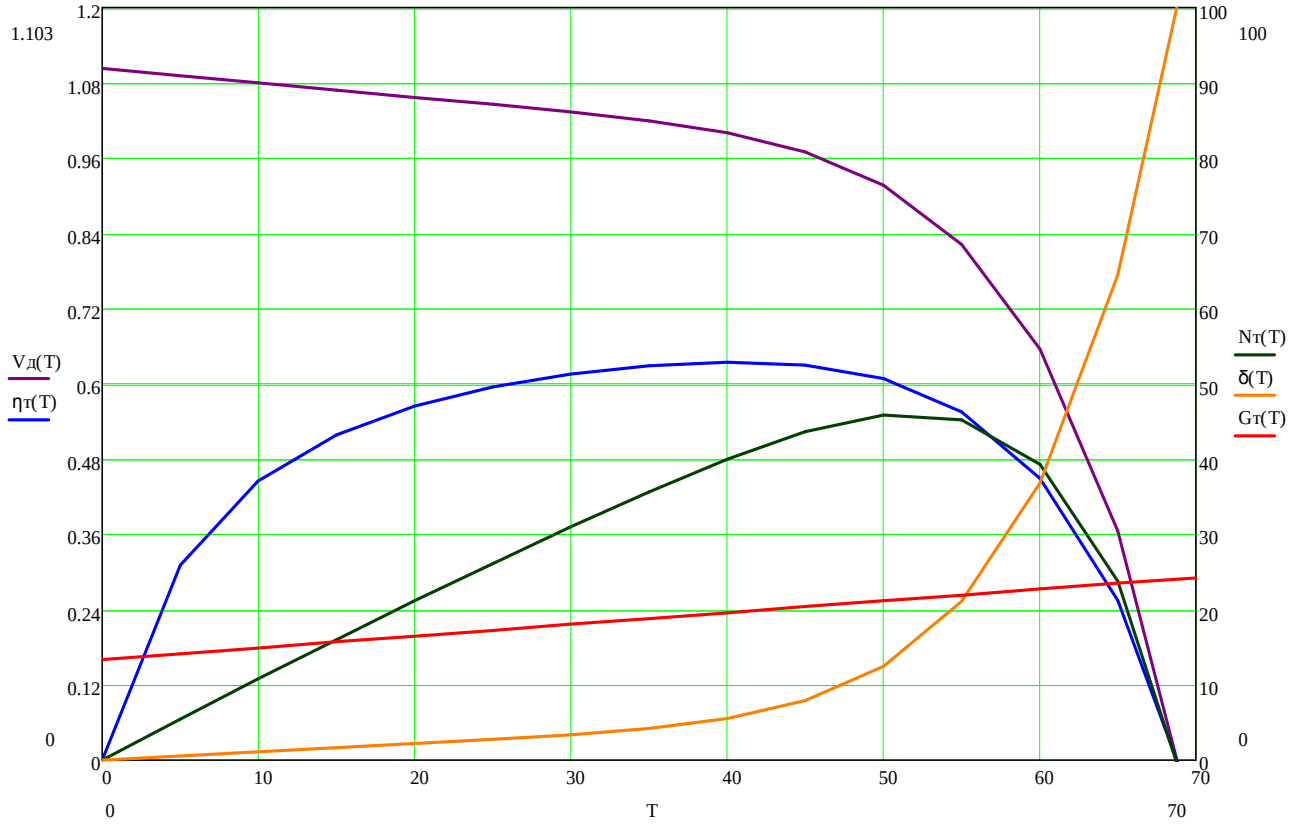


Рис. 2. Тяговая характеристика автогрейдера ДЗ-122

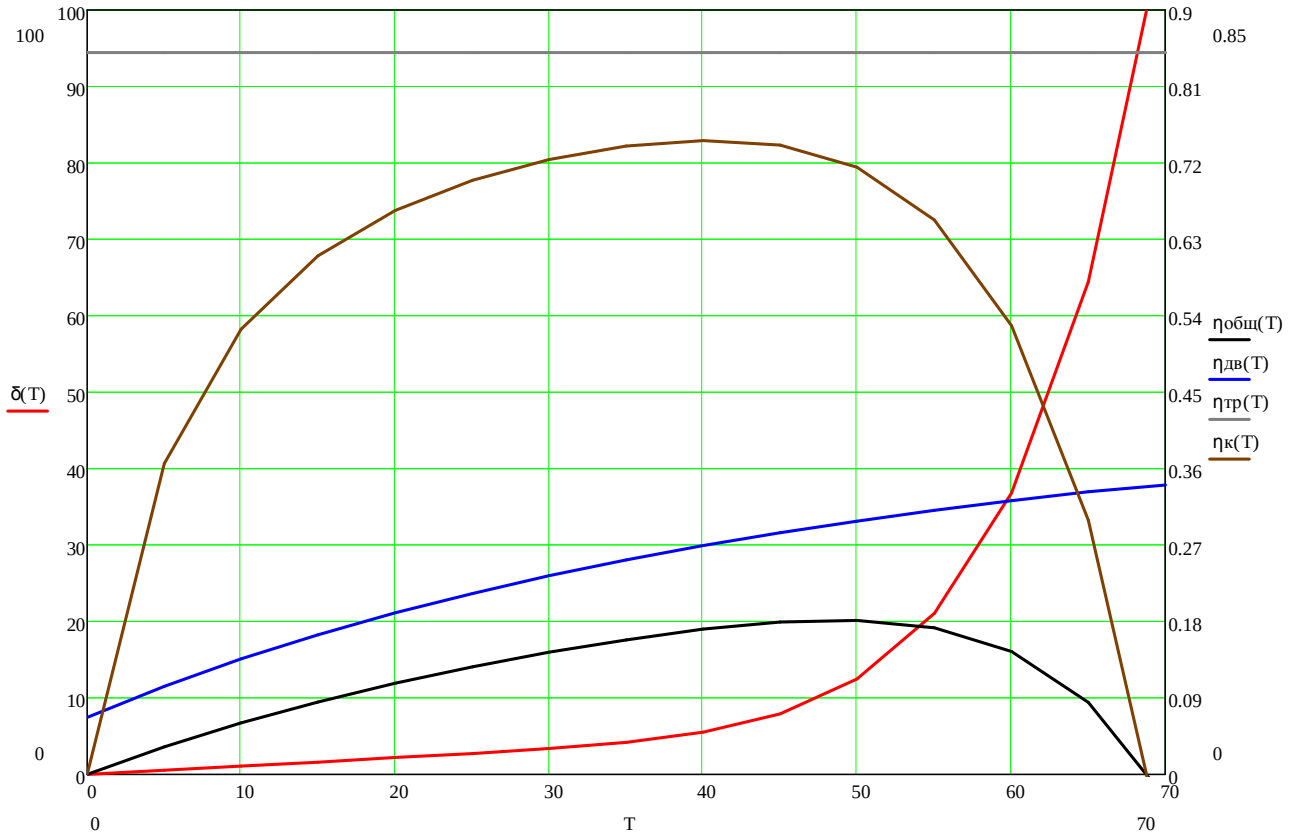


Рис. 3. Зависимость КПД составляющих тягового привода от силы тяги автогрейдера ДЗ-122

Анализ данной зависимости (рис. 2) показывает, что при изменении силы тяги от 0 до максимального значения КПД двигателя $\eta_{дв}$ возрастает от 0,067 до 0,341. КПД трансмиссии $\eta_{тр}$ остаётся неизменным 0,85. КПД колёсного движителя $\eta_к$ имеет максимум 0,747 при коэффициенте буксования δ = 7,5 %. Общий КПД $\eta_{общ}$ имеет максимум 0,181 при δ = 12,5 %. Следует отметить, что $\eta_к$ и $\eta_{общ}$ в крайних положениях имеют значение 0.

Библиографический список

1. Доценко А.И., Карасёв Г.Н., Кустарёв Г.В., Шестопалов К.К. Машины для земляных работ: учебник для студентов вузов / А.И. Доценко, Г.Н. Карасёв, Г.В. Кустарёв, К.К. Шестопалов. – М.: «Издательский Дом «БАСТЕТ», 2012. – 688 с.

2. Ульянов Н.А. Самоходные колёсные землеройно-транспортные машины / Н.А. Ульянов, Э.Г. Ронинсон, В.Г. Соловьёв. – М.: Машиностроение, 1976. – 366 с.

3. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт. 1990. – 135 с.

4. Жулай В.А. Мощностной и топливный балансы колёсных землеройно-транспортных машин /В.А. Жулай, В.Л. Тюнин // Строительные и дорожные машины. – 2014. – №9. – С. 42-45.

5. Программа для электронных вычислительных машин: аналитическое построение тяговой характеристики самоходной колёсной землеройно-транспортной машины с механической трансмиссией. М.: ВНТИЦ, 2012. – № 50201251188 от 03.10.2012.

6. Жулай В.А. Анализ мощностного баланса землеройно-транспортных машин / В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, А.В. Малофеев, А.И. Пошвин // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия «Высокие технологии. Экология». 2012. – С. 296-299.

7. Шарипов Л.Х. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ДЗ-146 / Л.Х. Шарипов, Ю.М. Бузин, В.А. Жулай // Строительные и дорожные машины. – 1986. – №10. – С. 4.

8. Никулин П.И. К вопросу оценки тяговых качеств землеройно-транспортных машин / П.И. Никулин, Ю.М. Бузин, В.А. Жулай // Строительные и дорожные машины. – 1993. – №2. – С. 22-23.

9. Никулин П.И. Результаты экспериментальных исследований работы автогрейдера ДЗ-199 / П.И. Никулин, И.М. Тепляков, А.А. Кононов, В.А. Жулай // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2000. – №11. – С. 91-94.

10. Журавлев В.В. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ГС-25.09 / В.В. Журавлев, А.П. Потапов, В.А. Жулай, Л.Х. Шарипов, А.В. Скрипченков, Е.В. Кожакин // Строительные и дорожные машины. – 2014. – №1. – С. 02-05.

11. Устинов Ю.Ф. Методология прогнозирования виброакустических параметров тяговых машин / Ю.Ф. Устинов, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, С.М. Дуплищев, А.А. Кравченко, С.А. Никитин, А.С. Покачалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2003. № 9. С. 121-124

References

1. Dotsenko, A. I., Karasev, G. N., Kustarev G. V. Shestopalov K. K. earth-moving machines: textbook for students / A. I. Dotsenko, G. N. Karasev, G. V. Kustarev, K. K. Shestopalov. - M.: Publishing House "BASTET", 2012. - 688 s.

2. Uliyanov N.A. Selfpropelled wheel earth-moving machines / N.A. Uliyanov, E.G. Roninson, V.G. Soloviyov. - M.: Machine building, 1976. - 366 s.

3. Govoruschenko N.YA. The Economy fuel and reduction to toxicity on car transporte. - M.: Transport. 1990. - 135 s.

4. Zhulay V. A. Power and fuel balances wheeled earth-moving machines /V.A. Zhulay, V. L. Tyunin // Construction and road machines. - 2014. - № 9. Pp. 42-45.

5. The Program for electronic computing machines: analytical building of the tractive feature selfpropelled wheel earth-moving machines with mechanical transmitions. M.: VNTIC, 2012. - 50201251188 from 03.10.2012.

6. Zhulay V. A. The analysis power of balance of earth-moving machines/ V.A. Zhulay, V. L. Tyunin, A.V. Malofeev, A.I. Poshvin // Scientific Herald of the Voronezh State architecture and construction University. Series «Of High technologies. Ecology». 2012. - S. 296-299.

7. Sharipov, L. H. Study of the traction and performance of the autograder ДЗ-146 / L. H. Sharipov, J. M. Buzin, V. A. Zhulay // Construction and road machines. - 1986. - № 10. - S. 4.

8. Nikulin P. I. To the question of assessing traction qualities of earth-moving machinery / P. I. Nikulin, Y. M. Buzin, V. A. Zhulay // Construction and road machines. - 1993. - No. 2. - Pp. 22-23.

9. Nikulin P. I. the Results of experimental studies of the work of the grader DZ-199 / P. I. Nikulin, I. M. Teplyakov, A. A. Kononov, V. A. Zhulay // News of higher educational institutions. Construction. - 2000. - № 11. - Pp. 91-94.

10. Zhuravlev V.V. Investigation of traction and performance of indicators motor grader ГС -25.09 / V.V. Zhuravlev, A.P. Potapov, V.A. Zhulay, L.H. Sharipov, A.V. Skrypchenkov, Ye.V. Kozhakin // Construction and road machines. - 2014. - № 1. Pp. 02-05.

11. Ustinov Y.F. Methodology for predicting vibro-acoustic parameters of traction machines / Y.F. Ustinov, D.N. Degtev, S.M. Duplishev, A.A. Kravchenko, S.A. Nikitin, A.S. Pokachalov // News of higher educational institutions. Construction. 2003. № 9. Pp. 121-124

УДК 621.878/879

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой строительной техники и инженерной механики В.А. Жулай;
Канд. техн. наук, доцент В.Л. Тюнин;
Студент 551 группы Д.В. Бобров;
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473) 277-01-29

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of building engineering and engineering mechanics V.A. Zhulai;
Cand. of Tech. Science, Associate prof. V.L. Tyunin;
The student of group 551 D.V. Bobrov;
Russia, Voronezh, tel. 8(473) 277-01-29

В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, Д.В. Бобров

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОЛЁСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

В статье представлены варианты технических решений по повышению проходимости и тяговых качеств колёсных транспортных и транспортно-технологических средств.

Ключевые слова: транспортные средства, транспортно-технологические средства, колесо.

V.A. Zhulai, V.L. Tyunin, D.V. Bobrov

TECHNICAL SOLUTIONS NAVIGATION EQUIPMENT WHEELED TRANSPORT AND TRANSPORT-TECHNOLOGICAL VEHICLE

The article presents options for technical solutions to improve flotation and traction qualities of wheeled transport and transport-technological vehicle.

Keywords: transport vehicle, transport-technological vehicle, the wheel.

Вопросу повышения проходимости и тяговых качеств транспортных и транспортно-технологических средств посвящено много технических решений. Основной решаемой задачей является повышение эффективности выполнения транспортными и транспортно-технологическими средствами поставленных задач на слабонесущих опорных поверхностях.

В данной статье приведены результаты технических решений представленных в патентах.

В работе [1] предложено устройство системы обычного колеса и вспомогательного эллипсообразного колеса с шиной для повышения проходимости транспортного средства с общей осью вращения (рис. 1).

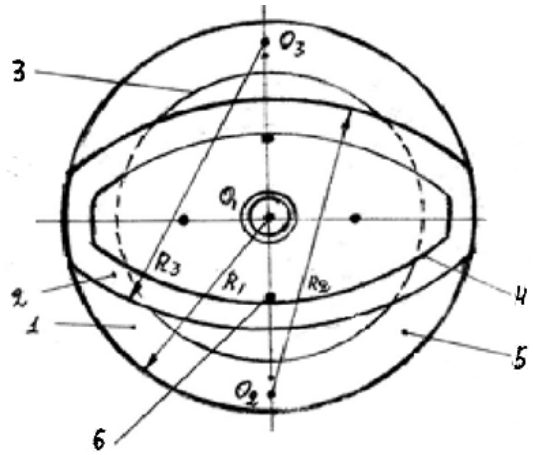


Рис.1. Колесо со вспомогательным эллипсообразным колесом: 1 – обычное колесо; 2 – эллипсообразное колесо; 3 – обод; 4 – эллипсообразный обод; 5 – шина; 6 - крепежные болты

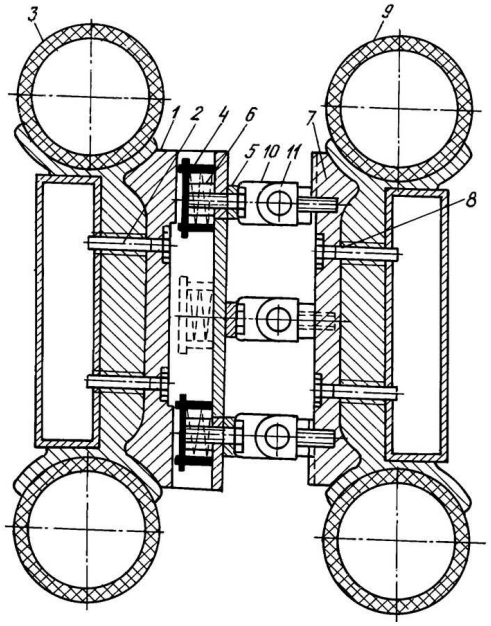


Рис.2. Ходовой узел с переходным устройством для установки дополнительных колес: 1 – полая планшайба; 2 – стяжные болты; 3 – ведущее колесо трактора; 4 – направляющие-ограничители вращения; 5 – вилки карданных шарниров; 6 – возвратная пружина; 7 – планшайба дискообразного типа; 8 – стяжные болты; 9 – ведомое колесо трактора; 10 – вилки карданных шарниров; 11 – крестовины.

Отличительной особенностью данной конструкции является то, что с торца обычного колеса закреплено эллипсообразное колесо, образованное двумя частями внешней дуги, равной радиусу обычного колеса, и двумя дугами равного радиуса, но с большей величиной радиуса колеса, замыкающими эллипсообразную поверхность, большая ось которой делит ее на равные части относительно оси вращения, с возможностью установки аналогичного эллипсообразного колеса с другой стороны колеса, но с большей осью, развернутой относительно первого эллипсообразного колеса на 90°.

В работе [2] предложено переходное устройство для установки дополнительных колес на ступицы переднего моста полноприводного трактора содержащее планшайбу жесткой конструкции (рис. 2). Отличие заключается в том, что устройство содержит две планшайбы: упомянутую планшайбу жесткой конструкции, выполненную полой, и планшайбу дискообразного типа, объединенные шестью карданными шарнирами, планшайбы установлены стяжными болтами на ведущее и дополнительное колесо трактора, внутри полой планшайбы на одинаковом расстоянии от центра на направляющих-ограничителях вращения установлены шесть вилок карданных шарниров, подпружиненных возвратной пружиной, на планшайбе дискообразного типа, установленной стяжными болтами на ведомое колесо трактора, на одинаковом расстоянии от центра жестко закреплены вилки карданных шарниров с крестовинами.

В работе [3] предложен колесный движитель, содержащий пневматическую шину, обод, диск, штанговые грунтозацепы, каждый из которых шарнирно закреплен к пальцам, концентрично расположенным относительно центра диска на расстоянии а от наружной окружности движителя, при этом длина штанги грунтозацепа больше величины а, отличающийся тем, что каждый грунтозацеп наделен свойствами толкающего механизма, оборудован опорным башмаком, подпружинен относительно диска и только одним своим концом шарнирно закреплен на пальце под углом к осевым линиям колеса с возможностью поворота в плоскости диска (рис. 3).

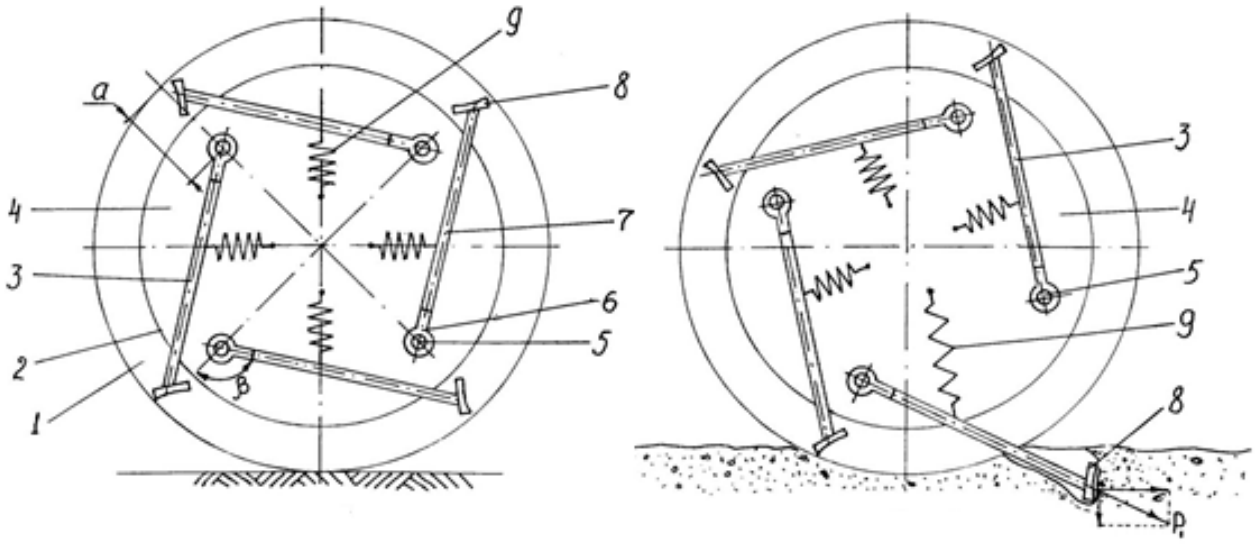


Рис.3. Колесный движитель со штанговыми грунтозацепами:
1 – пневматическая шина; 2 – обод; 3 – грунтозацепы-толкатели; 4 – диск; 5 – пальцы;
6 – серьга; 7 – штанга; 8 – башмак; 9 – пружина

В работе [4] предложен вспомогательный диск для повышения проходимости транспортного средства (рис. 4), представляющий собой диск (планшайбу) жесткой конструкции, выполненный с возможностью крепления к диску колеса автомобиля, с грунтозацепами, отличающийся тем, что вспомогательный диск выполнен в виде звезды, лучи которой являются основными грунтозацепами, внутри диска расположены дополнительные грунтозацепы, выполненные в виде цельных или полых штырей, с наружной стороны заостренные, а с внутренней выполненные четырехгранными, дополнительные грунтозацепы выполнены с возможностью радиального перемещения посредством резьбового соединения, вспомогательный диск (планшайба) и дополнительные грунтозацепы снабжены отверстиями, в которые вставляются шпильки или контргайки для фиксации дополнительных грунтозацепов на определенном уровне.

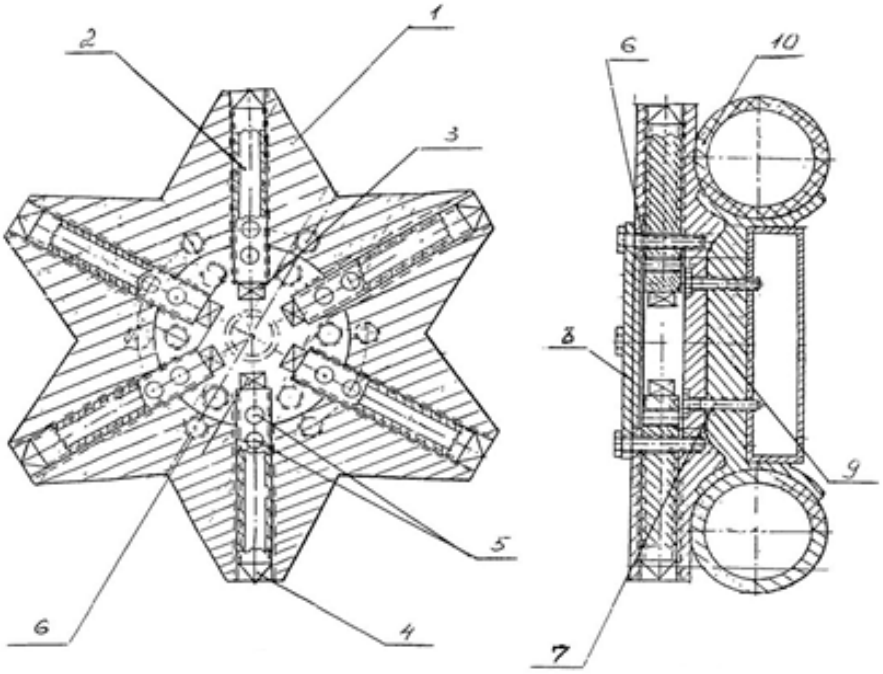


Рис.4. Вспомогательный диск к пневматической шины:
1 – диск (планшайба);
2 – дополнительные грунтозацепы;
3 – четырехгранная головка штыря; 4 – заостренный конец штыря; 5 – отверстия в штыре;
6 – отверстия на вспомогательном диске 1;
7 – конструкционные отверстия на диске колеса автомобиля для крепления на нем вспомогательного диска;
8 – крышка вспомогательного диска 1; 9 – диск колеса;
10 – колесо автомобиля (покрышка).

В работе [5] предложено устройство уменьшения уплотняющего воздействия транспортного средства на дорогу (рис.5) содержащее стандартное колесо, при этом между колесом и дорогой размещена замкнутая лента, форма которой в поперечном сечении определяется вращающимися вокруг своих осей роликами. Отличие в том, что оси роликов закреплены по периметру между упорными пластинами, имеющими произвольную форму, закрепленными по обе стороны колеса.

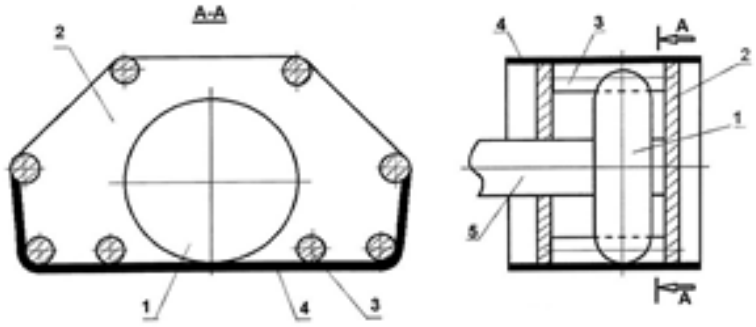


Рис.5. Устройство уменьшения уплотняющего воздействия на дорогу
1 – колесо; 2 – ролики; 3 – упорные пластины; 4 – бесконечная гибкая лента; 5 – неподвижный вал

В работе [6] предложено ведущее колесо транспортного средства, содержащее грунтозацепы и ось основного колеса с шарнирно закрепленным на ней ободом в виде боковой стенки и кольца с отверстиями под грунтозацепы, механизм выдвижения грунтозацепов с ограничителями (рис. 6). Отличие в том, что диаметр обода равен диаметру основного колеса, а механизм выдвижения грунтозацепов снабжен автоматическим регулятором и выполнен в виде шарнирно насаженной на ось втулки с закрепленными на ней грунтозацепами, которые имеют криволинейную форму и изготовлены из рессорно-пружинной стали, причем втулка шарнирно соединена с ободом, а между втулкой и осью установлена управляемая муфта сцепления.

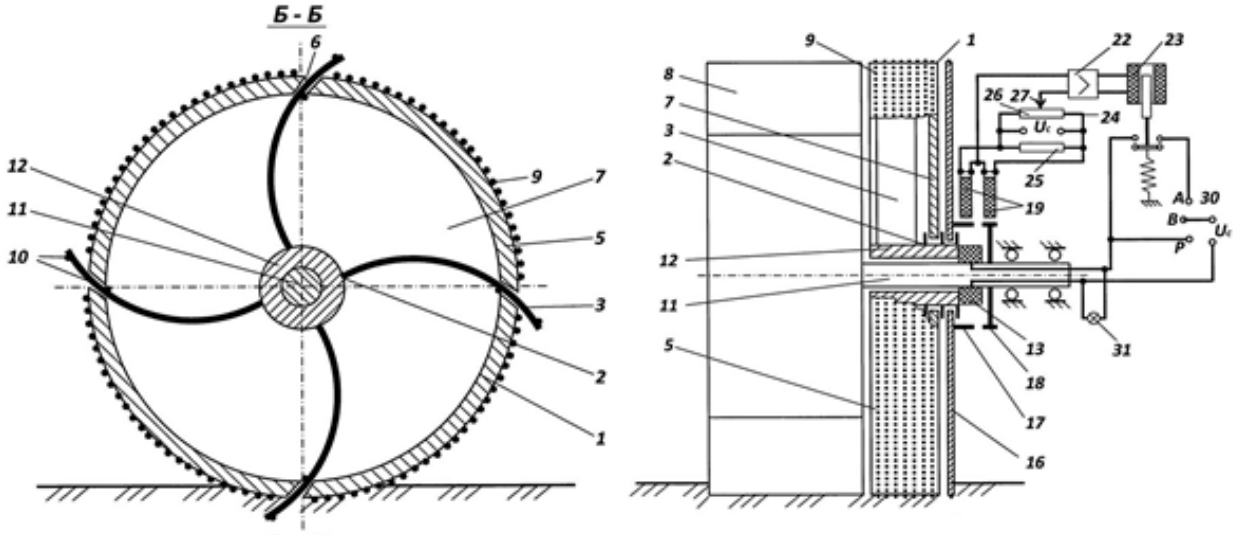


Рис.6. Колесо транспортного средства с дополнительными грунтозацепами
1 – обод; 2 – механизма выдвижения; 3 – грунтозацепы; 4 – автоматический регулятор; 5 – кольцо; 6 – отверстия; 7 – боковая стенка; 8 – основное колесо; 9 – неровности; 10 – ограничители; 11 – ось; 12 – втулки; 13 – управляемая муфта; 14 – объект управления; 15 – первичный преобразователь; 16 – дополнительное колесо; 17 – обечайки; 18 – диск; 19 – индукционные катушки; 20 – блок сравнения; 21 – задатчик; 22 – усилитель постоянного тока; 23 – электромагнитный выключатель; 24 – измерительный мост; 25,26 – потенциометры; 27 – движок; 28 – исполнительный орган; 29 – блок питания; 30 – переключатель; А – автоматическая работа устройства; Р – ручное управление; В – механизм выключен.

В работе [7] предложено противобуксовочное устройство, содержащее металлический кронштейн Г-образного поперечного сечения, изогнутый в продольном направлении по дуге окружности шины, при этом на одном конце кронштейна выполнены крепежные элементы для его крепления к диску колеса, предпочтительно, отверстие для установки кронштейна на болт, крепящий диск к ступице, а на другом - основные грунтозацепные элементы (рис. 7). Отличие в том, что на периферийной части кронштейна размещены с возможностью образования треугольника дополнительные грунтозацепные элементы с фиксирующей пластиной, при этом дополнительный грунтозацепный элемент является основанием треугольника.

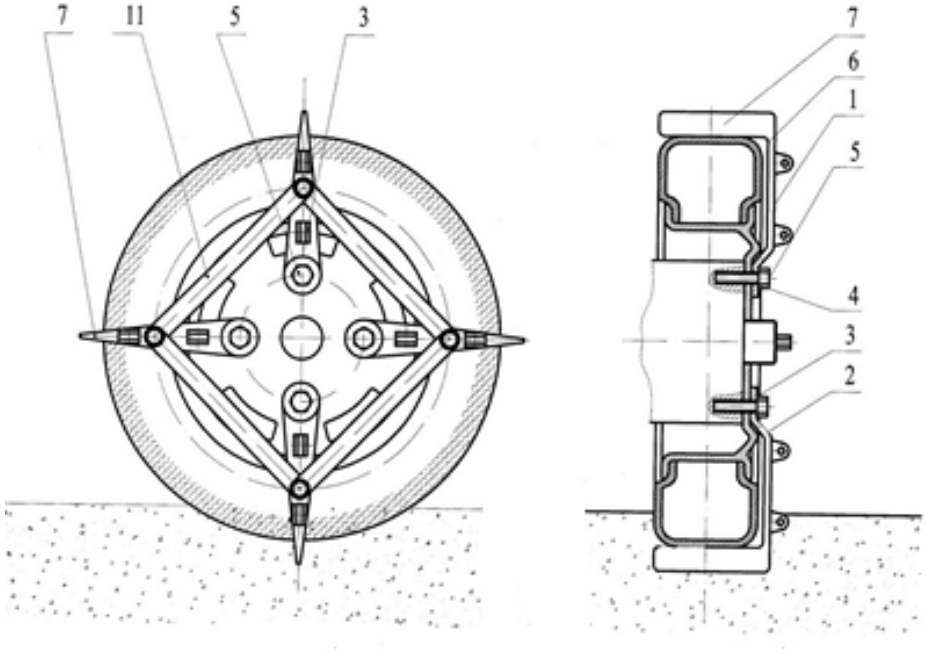


Рис.7. Противобуксовочное устройство для колеса:
1 – металлический кронштейн Г- образного поперечного сечения; 2 – кронштейн; 3 – крепежные элементы; 4 – отверстие; 5 – болт; 6 – конец 7 – основные грунтозацепные элементы; 8 – треугольник; 9 – дополнительный грунтозацепный элемент; 10 – фиксирующаяся пластина; 11 – пластины

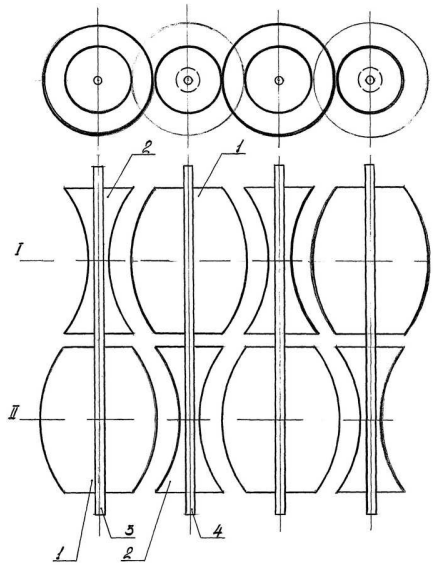


Рис.8. Комбинированное колесо:
I,II – ряды; 1 – бочкообразные колеса; 2 – полые колеса; 3,4 - общие валы

В работе [8] предложено комбинированное колесо (рис.8), состоящее из двух рядов малых колес, расположенных в шахматном порядке на ободе, отличающееся тем, что малые колеса выполнены полыми эластичными, армированными синтетическим и/или металлическим кордом, с чередованием в ряду колеса в форме бочки с колесом в форме гиперболоида с одинаковыми образующими в виде дуги окружности, а общие валы смежных в осевом отношении полых колес объединены замкнутыми лентами или цепями.

В работе [9] предложено колесо движителя многоопорных дождевальных машин (рис. 9), включающее шину с ободом, ступицу с боковыми дисками и осью, приводное кольцо со смонтированными на нем упорами, крепежные элементы для соединения приводного кольца со ступицей, толкатель и противооткатный тормоз, взаимодействующий с упорами, при этом приводное кольцо имеет косынки с отверстиями, установленные в диаметральной плоскости и закрепленные на внутренней поверхности приводного кольца, и установлено с возможностью изменения осевого положения и фиксации посредством крепежных элементов на штырях с резьбой, расположенных параллельно оси и жестко связанных с боковым диском, имеющим диаметр больше, чем диаметр ступицы, при этом штыри проходят через отверстия в косынках приводного кольца, отличающееся тем, что в штырях выполнен ряд радиальных отверстий, расположенных в плоскостях, параллельных диаметральной плоскости колеса, при этом в отверстиях штырей установлены съемные упорные штыри.

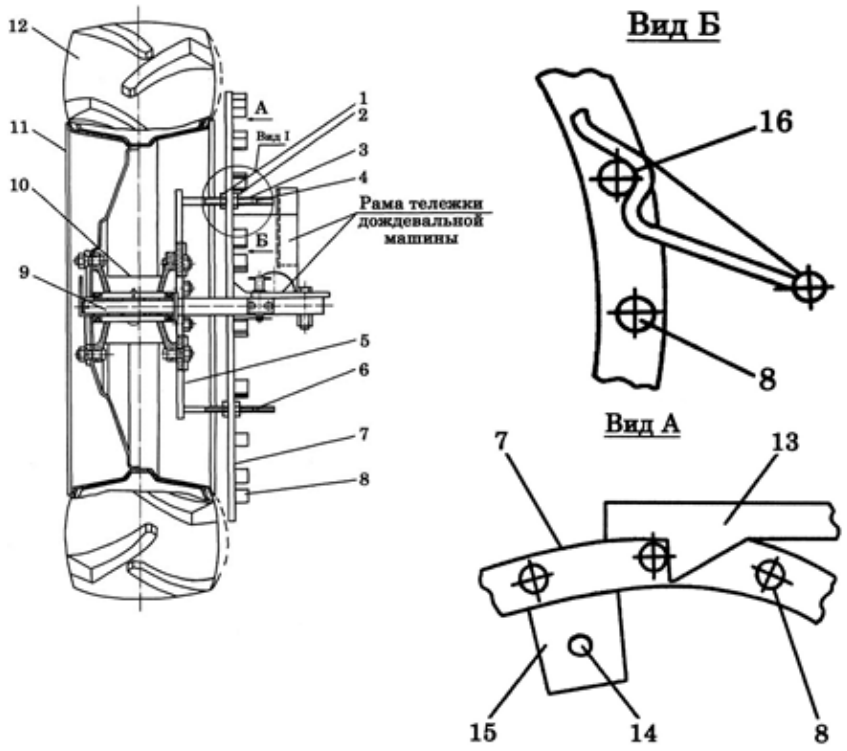


Рис.9. Колесо движителя многоопорных дождевальных машин
1 – съемные упорные штыри; 2 – крепежные элементы; 3 – резьба; 4 – радиальные отверстия; 5 – боковые диски; 6 – штыри; 7 – приводное кольцо; 8 – упоры; 9 – ось; 10 – ступица; 11 – обод; 12 – шину; 13 – толкатель; 14 – отверстия; 15 – косынки; 16 – противооткатный тормоз.

В работе [10] предложен трапециевидный колесный движитель для повышения проходимости колесного трактора, содержащее центральную направляющую ось, связывающие кронштейны, отличающееся тем, что верхний центральный вал несет внутреннюю несущую ось и две жестко закрепленных ведущих звездочки, два кронштейна с внутренними шариковыми подшипниками, четыре опорных колеса, объединенных попарно внутренней осью с фланцевыми направителями-ограничителями, фланцевыми ступичными окончаниями с шариковыми подшипниками, ведомыми звездочками, включены в общую несущую раму конструкции, состоящую из горизонтальных реактивных тяг и вертикальных полуэллиптических пластин рессорного типа, закрепленных на ступичных узлах и кронштейнах с внутренними шариковыми подшипниками на верхнем центральном валу.

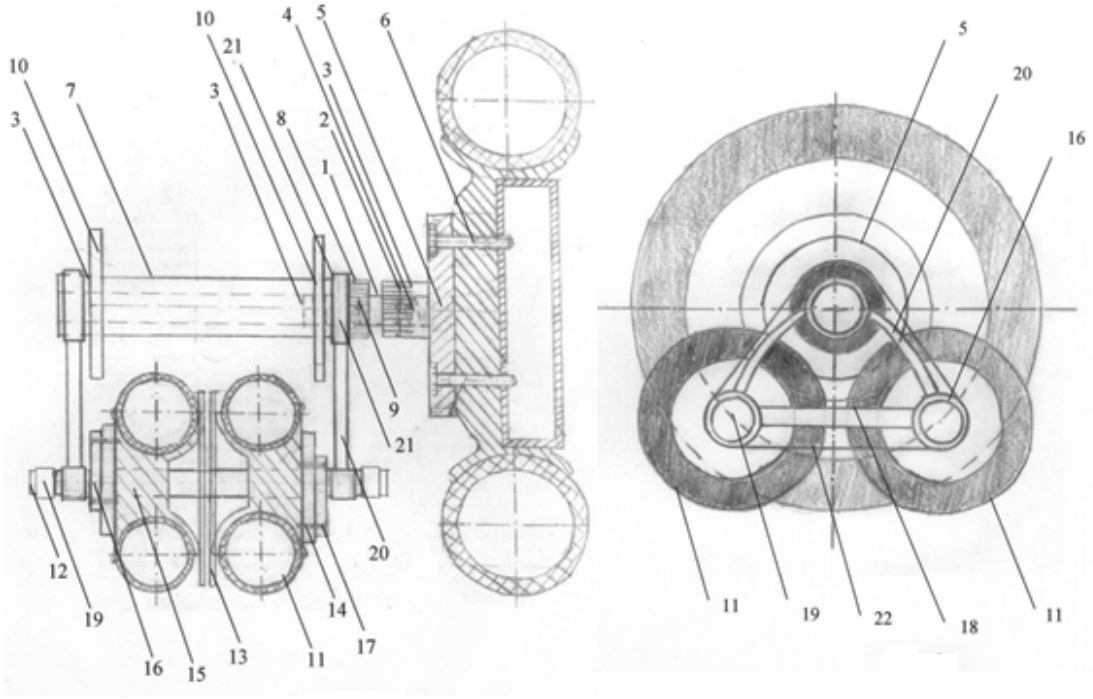


Рис.10. Трапециевидный колесный движитель:
1 – подпружиненная внутренняя несущая ось; 2 – зубчатый узел соединения; 3 – шариковые подшипники; 4 – отверстие для болтовой фиксации соединения; 5 – фланец; 6 – стяжные болты; 7 – верхний центральный вал; 8 – узел соединения; 9 – отверстие; 10 – ведущие звездочки; 11 – опорные колеса; 12 – ось; 13 – фланцевые направители-ограничители; 14 – фланцевые ступичные окончания; 15 – шариковые подшипники; 16 – ведомые звездочки; 17 – болты; 18 – реактивные тяги; 19 – ступичные узлы; 20 – вертикальные полуэллиптические пластины рессорного типа; 21 – кронштейны; 22 - цепная передача

Анализируя представленные патенты можно сделать вывод, что улучшение проходимости и тяговых качеств, осуществляется путем введение в контакт с опорной поверхностью дополнительных грунтозацепов и снижения давления на грунт.

Библиографический список

1. Пат. 2458799 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26. Вспомогательное эллипсообразное колесо для повышения проходимости транспортного средства [Текст] / Фролов М.П.; заявитель и патентообладатель Фролов Михаил Петрович - № 2011101308/11; заявл. 17.01.11; опубл. 20.08.12, Бюл. № 23 (II ч.). – 6 с.

2. Пат. 2435676 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26, B 60 B 11/02. Переходное устройство для установки дополнительных колес на ступицы переднего моста полноприводного трактора типа "МТЗ" [Текст] / Щитов С.В., Кузнецов Е.Е.; заявитель и патентообладатель Федеральное Государственное Образовательное Учреждение Высшего Профессионального Образования Дальневосточный Государственный Аграрный Университет - № 2010141203/11; заявл. 07.10.10; опубл. 10.12.11, Бюл. № 34 (II ч.). – 4 с.

3. Пат. 2265526 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26, B 60 B 15/08. Колесный движитель [Текст] / Курочкин И.М., Челноков С.С.; заявитель и патентообладатель Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ) - № 2008119895/11; заявл. 23.06.03; опубл. 10.12.05, Бюл. № 32 (II ч.). – 6 с.

4. Пат. 2220052 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26. Вспомогательный диск для повышения проходимости транспортного средства [Текст] / Пичугин А.В.; заявитель и

патентообладатель Пичугин А.В. - № 2002118096/20; заявл. 16.07.02; опубл. 27.12.03, Бюл. № 3 (II ч.). – 6 с.

5. Пат. 2521504 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26. Устройство уменьшения уплотняющего воздействия транспортного средства на дорогу [Текст] / Багич Г.Л.; заявитель и патентообладатель Багич Г.Л. - № 2013111653/11; заявл. 18.03.13; опубл. 27.06.14, Бюл. № 18 (II ч.). – 5 с.

6. Пат. 2511240 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26. Ведущее колесо транспортного средства [Текст] / Якимов Ю.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет" - № 2012132931/11; заявл. 01.08.12; опубл. 10.04.14, Бюл. № 10 (II ч.). – 10 с.

7. Пат. 2449896 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26, B 60 B 15/22, B 60 B 15/08, B 60 C 27/20, B 60 C 27/04, B 60 C 27/02. Противопробуксовочное устройство [Текст] / Черниченко В.В., Черниченко С.В., Черниченко В.В.; заявитель и патентообладатель Черниченко Владимир Викторович - № 2011103498/11; заявл. 02.02.11; опубл. 10.05.12, Бюл. № 13 (II ч.). – 9 с.

8. Пат. 2499677 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26. Комбинированное колесо [Текст] / Дядченко Н.П.; заявитель и патентообладатель Дядченко Н.П. - № 2012154276/11; заявл. 14.12.12; опубл. 27.11.13, Бюл. № 33 (II ч.). – 5 с.

9. Пат. 2479202 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26, , A 01 G 25/09, B 60 B 15/00, B 60B 15/22. Колесо движителя многоопорных дождевальных машин [Текст] / Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Антипов А.О.; заявитель и патентообладатель Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Антипов А.О. - № 2011150730/13; заявл. 14.12.12; опубл. 27.11.13, Бюл. № 11 (II ч.). – 7 с.

10. Пат. 2475367 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26, B 60 B 11/08. Вспомогательное устройство - трапециевидный колесный движитель для повышения проходимости колесного трактора [Текст] / Щитов С.В., Кузнецов Е.Е.; заявитель и патентообладатель Федеральное Государственное Образовательное Учреждение Высшего Профессионального Образования Дальневосточный Государственный Аграрный Университет - № 2010121953/11; заявл. 28.05.10; опубл. 20.02.13, Бюл. № 5 (II ч.). – 7 с.

References

1. Pat. 2458799 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26. Auxiliary ellipsoidal wheel for increasing the permeability of vehicles [Text] / M. P. Frolov; applicant and patentee Frolov, Mikhail Petrovich - № 2011101308/11; Appl. 17.01.11; publ. 20.08.12, bull. № 23 (II). - 6 S.

2. Pat. 2435676 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26, B 60 B 11/02. Transferring unit for extra wheel hub front axle four-wheel tractor type "MTW" [Text] / S. V. Shields, Kuznetsov, E. E.; applicant and patentee of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education far Eastern State Agrarian University - № 2010141203/11; Appl. 07.10.10; publ. 10.12.11, bull. № 34 (II). - 4.

3. Pat. 2265526 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26, B 60 B 15/08. Paddle wheels [Text] / Kurochkin, I. M., Hook, S. S.; applicant and patentee of the Tambov state technical University (TSTU), № 2008119895/11; Appl. 23.06.03; publ. 10.12.05, bull. № 32 (II). - 6 S.

4. Pat. 2220052 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26. The sub dial for increasing the permeability of vehicles [Text] / E. A. V.; applicant and patentee Pichugin A. V. - № 2002118096/20; Appl. 16.07.02; publ. 27.12.03, bull. № 3 (II). - 6 S.

5. Pat. 2521504 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26. Device reduce the sealing effect of the vehicle on the road [Text] / Magic G. L.; applicant and patentee of Magic G. L. № 2013111653/11; Appl. 18.03.13; publ. 27.06.14, bull. № 18 (II). - 5 S.

6. Pat. 2511240 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26. The drive wheel of the vehicle [Text] / Y. I. Yakimov; applicant and patentee of the Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Kuban state agrarian University" - № 2012132931/11; Appl. 01.08.12; publ. 10.04.14, bull. № 10 (II). 10 C.

7. Pat. 2449896 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26, B 60 B 15/22, B 60 B 15/08, 60 B C 27/20, 60 B C 27/04, 60 B C 27/02. Traction control device [Text] / V. V. Chernichenko, S. V. Chernichenko, Chernichenko V. V.; applicant and patentee Chernichenko Vladimir Viktorovich - № 2011103498/11; Appl. 02.02.11; publ. 10.05.12, bull. № 13 (II). - 9 S.

8. Pat. 2499677 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26. Combo wheel [Text] / Diachenko N. P.; the applicant and the patentee Diachenko N. P. - № 2012154276/11; Appl. 14.12.12; publ. 27.11.13, bull. № 33 (II). - 5 S.

9. Pat. 2479202 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26, A 01 G 25/09, B 60 B 15/00, B 60B 15/22. The wheel propulsion multisupport sprinkling machines [Text] / A. Ryazantsev, I., Kirilenko N. I., Antipov A.; applicant and patentee Ryazantsev A. I., Kirilenko N. I., Antipov A. O. № 2011150730/13; Appl. 14.12.12; publ. 27.11.13, bull. № 11 (II). - 7 S.

10. Pat. 2475367 Russian Federation, IPC B 60 B 15/26, B 60 B 11/08. Assistive device - trapezoidal wheel mover for increasing the permeability of wheeled tractors [Text] / S. V. Shields, Kuznetsov, E. E.; applicant and patentee of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education far Eastern State Agrarian University - № 2010121953/11; Appl. 28.05.10; publ. 20.02.13, bull. № 5 (II). - 7 S.

УДК 621

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики Н.П. Куприн
студенты А.А. Бащев, А.Ю. Камбур
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
PhD, associate professor, Structural Engineering and Mechanics, N.P Kuprin
A.A. Bashchev, A.Yu. Kambur
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-16-44
e-mail: kuprin_nikolaj@mail.ru

Н.П. Куприн, А.А. Бащев, А.Ю. Камбур

АНАЛИЗ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА САМОХОДНЫХ СКРЕПЕРОВ

Анализ конструктивных схем привода поворота самоходных скреперов и предложение по снижению действующего поворачивающего момента в механизме.

Ключевые слова: Шарнирно-сочленённая схема поворота, момент сопротивления повороту, анализ конструктивных параметров, влияющих на расположение шарнира поворота.

N.P. Kuprin, A.A. Bashchev, A.Yu. Kambur

ANALYSIS AND PROPOSALS ON PERFECTING OF SELF-PROPELLED SCRAPER SLEWING MECHANISM

Analysis of design map of self-propelled drive and preposition on derating operating yaw moment in slewing mechanism.

Key words: hinged articulated scheme of slewing, slewing resistance moment, fulcrum axis installation analysis of constructive characteristics.

Шарнирно-сочленённая схема поворота была известна в 1836 году, но практическое применение нашла после 1950 года, когда появилась гидросистема на землеройно-транспортных машинах. В СССР землеройно-транспортные, строительно-дорожные, погрузочные и др. шарнирно-сочленённые машины различной грузоподъемности стали появляться в большом количестве только с I960 года. Шарнирно-сочленённая система обладает рядом преимуществ по сравнению с другими способами поворота:

- повышается проходимость и производительность машин при работе в тяжелых дорожных условиях. Шарнирно-сочленённая схема гарантирует полное использование сцепного веса машины и исключает вывешивание или разгрузку одного из колес;
- исключение конструкции сложных мостов с управляемыми колесами;
- меньший радиус поворота при сравнительно длинной базе машины;
- упрощается конструктивно-компоновочная схема поворотного механизма, высоко расположенный механизм в шарнирной схеме, как правило, бывает более надежным.

Следует различать два основных конструктивно-компоновочных типа шарнирно-сочленённых машин: машины с так называемой "шарнирной рамой" и машины, выполненные в виде одноосных тягачей с полуприцепным рабочим оборудованием [1] (седельно-сцепной механизм). Поворот с "шарнирной рамой" характерен тем, что

вертикальная ось шарнира сочленяющего секции находится в средней части базы машины и максимальный угол поворота в плане одной секции относительно другой (от положения при прямолинейном движении) находится в пределах 40-50°; в общей компоновке машины нет четкого различия между секциями. Такой конструктивно-компоновочный принцип используется в основном для погрузчиков, бульдозеров и других машин (рис. 1 а). Для таких машин поворотный механизм, как правило, строится по элементарно простым, не требующим специального анализа схемам.

Для самоходных скреперов характерен второй принцип общей компоновки конструкции. Эти машины отличаются тем, что сочленяющий шарнир секций располагается с небольшим смещением внутрь базы относительно колесной оси передней секции тягача (рис. 1 б). При этом поворот передней секции относительно задней возможен на 90° в каждую сторону. На рис. 1 в и рис. 1 г показаны схемы поворота на месте скрепера ДЗ - 13А, полученные при проведении экспериментальных исследований [2].

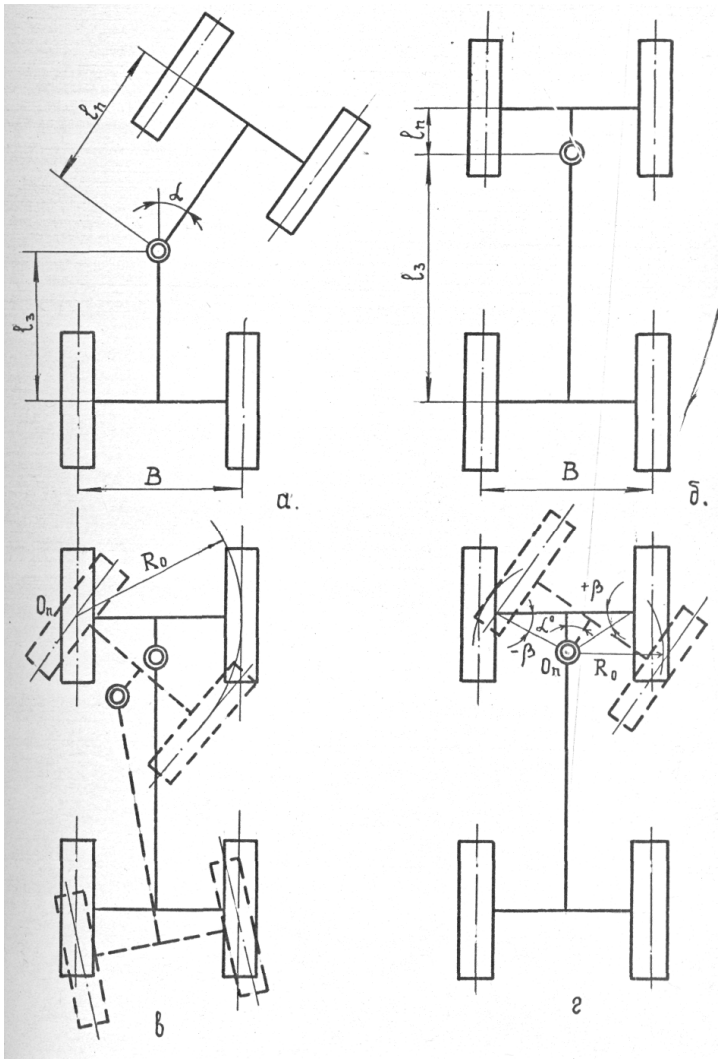


Рис. 1. Схемы поворота шарнирно-сочлёненных машин:
а - симметричное сочленение; б - несимметричная схема поворота; в - поворот скрепера на месте с движением заднего моста; г - поворот скрепера на месте без движения заднего моста

Конструктивное многообразие и оригинальность выполнения механизмов привода поворота, в целом заслуживают специального рассмотрения. В этих машинах используют гидроцилиндры, шарнирно укрепленные концами на тягаче и полуприцепе. Для

преобразования поступательного перемещения гидроцилиндров в поворот управляемого элемента на угол ±90° требуются специальные меры. Они всегда в той или иной степени связаны с усложнением механизма и с нестабильностью скорости и крутящего момента при изменении угла складывания или направления поворота. Все эти приводы поворота следует разделить на две основные группы: приводы поворота с прохождением через «мертвую точку» (м.т.) и приводы поворота без прохождения через «мертвую точку». Стремление упростить механизм и одновременно обеспечить желаемые характеристики скорости и момента по углу складывания предопределило многообразие реализованных конструктивных решений и еще большее количество зарегистрированных патентов.

Можно выделить несколько подгрупп конструктивных схем примененных на скреперах. Рычажная схема является наиболее распространенной и строится обычно на использовании гидроцилиндров с кинематическим многозвенником. Следующая подгруппа - приводы поворота с различными зубчатыми зацеплениями и подгруппа приводов поворота с гибкой связью. Учеными ВНИИСтройдормаш разрабатывались различные схемы поворота самоходных скреперов [1], однако практического применения они не нашли. Таким образом конструкциям механизма поворота уделено достаточное внимание и на базе одноосных тягачей МоАЗ, БелАЗ и специального тягача скрепера ДЗ -107 учеными ВНИИСтройдормаш применены две оптимальные конструктивные схемы поворота.

На тягаче МоАЗ (рис. 2) схема отличается простотой кинематики, малым числом шарниров, возможностью применения короткоходовых гидроцилиндров. Вместе с тем схема требует установки дополнительного реверсирующего распределителя и механизма его переключения. Схема состоит из левого 2, и правого 8 гидроцилиндров двойного действия. Корпуса гидроцилиндров шарнирами 1 и 9 соединены с траверсой 10, жестко укрепленной на тягаче, а головки штоков шарнирами 4 и 6 - с траверсой, жестко связанной с оголовком хобота полуприцепа, смонтированным на вертикальной оси 5 шарнира сцепного устройства. При включении гидроцилиндров на поворот тягача относительно полуприцепа (например, направо) шток левого гидроцилиндра втягивается в корпус, а шток правого гидроцилиндра выталкивается из корпуса. Траверса поворачивается относительно тягача против часовой стрелки.

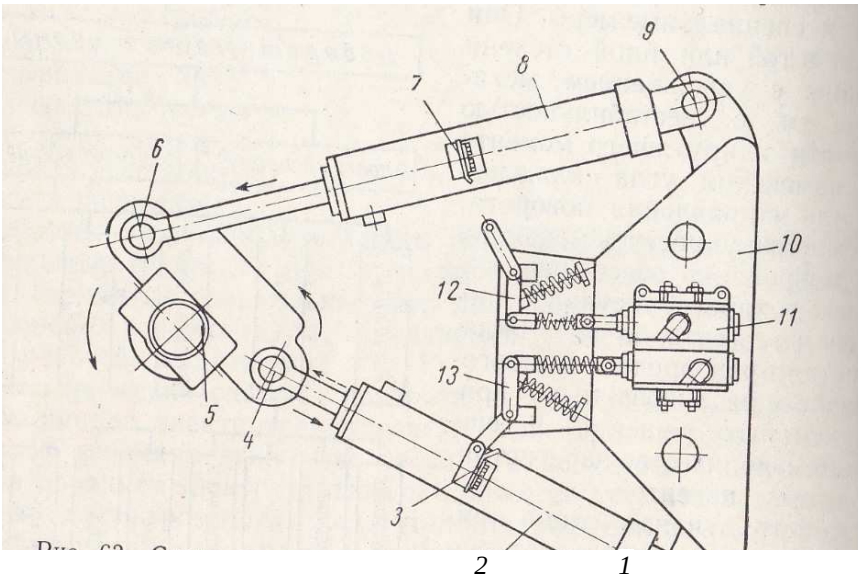


Рис. 2. Схема привода поворота скрепера МоАЗ-6014

При некотором угле этого поворота (что определяется взаиморасположением шарниров 1, 4 и 5), левый гидроцилиндр проходит через м. т. (шарниры 1, 4 и 5 располагаются по одной

прямой). В этот момент кулачок 3, укрепленный на корпусе левого гидроцилиндра, вступает в контакт с двуплечим рычажком 13 и переключает левый золотник реверсирующего распределителя 11. Поток рабочей жидкости в магистралях, подведенных к полостям левого гидроцилиндра, а следовательно, и ход его штока реверсируются; это обеспечивает поворот на 90°. При повороте в обратном направлении в момент прохождения левым гидроцилиндром м. т. кулачок 3 выходит из контакта с двуплечим рычажком 13 и пружины возвращают левый золотник реверсирующего распределителя вновь в исходное положение, реверсируя тем самым ход штока. При повороте тягача относительно полуприцепа влево схема работает аналогично, но положение м. т. проходит правый гидроцилиндр и в работе участвуют кулачок 7 и двуплечий рычажок 12.

На рис. 3 представлена схема механизма поворота скрепера ДЗ – 13А, ДЗ – 115, ДЗ - 155 и специального тягача скрепера ДЗ-107, как наиболее простая и удовлетворяющая требованиям при повороте на месте. В этой конструкции механизм поворота расположен значительно выше на арке хобота, гидроцилиндры не проходят «мертвую точку» и гидравлическая система гораздо проще и надежнее.

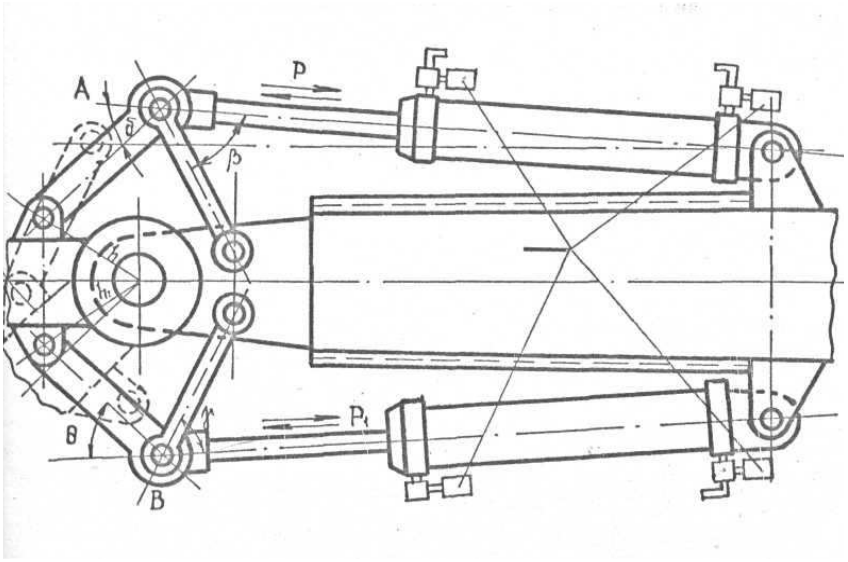


Рис. 3. Схема механизма поворота скрепера ДЗ – 13А, ДЗ – 115, ДЗ -155 и специального тягача скрепера ДЗ -107

Многочисленные исследования процесса поворота пневмоколесных транспортных средств, относящиеся в основном к автомобилям, показывают, что момент сопротивления повороту управляемых колес увеличивается с уменьшением скорости качения при прочих равных условиях, и достигает максимальной величины при повороте «на месте». Это объясняется особенностями взаимодействия эластичной шины с опорной поверхностью. Экспериментальные данные, полученные при соответствующих испытаниях, подтверждают это положение и для самоходных машин с одноосными тягачами. Работами, связанными с поворотом шарнирно-сочлененных машин [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] подчеркивается сложность протекающего процесса поворота и приводятся зависимости для определения необходимого поворачивающего момента. Данная задача по определению поворачивающего момента скреперов теоретическим путем решена с достаточной точностью и подтверждена экспериментальными данными [2].

Рассматривая наиболее вероятные схемы поворота тягача относительного скреперного оборудования Рис. 1 г, на стенде смоделирован ведомый режим качения колес с положительным и отрицательным углом схождения. На основании

экспериментальных данных при повороте тягача на месте относительно полуприцепного оборудования колеса движутся под углом $\pm\ \beta$ заключенным между линией, соединяющей центр колеса с центром шарнира и осью тягача и достигающего максимального значения β $\pm$13,5°, когда задние колеса не подкатываются. Проведенные экспериментальные исследования качения колеса с пневматической шиной размером 21.00-33 мод. ВФ-166А по цементобетонной поверхности при $G_к$ = 109,4 кН, P_ω = 0,6 МПа и R_0 = 1,75 м на стенде с изменением угла установки колеса показывают, что поворачивающий момент при изменении угла установки колеса от 0^0 до -13,5° увеличивается в 2,2 раза, а при изменении β от 0° до +13,5° в 1,8 раза (рис. 4). Таким образом, с целью снижения величины поворачивающего момента в два раза и затрат мощности на поворот самоходного скрепера ДЗ-13 целесообразно перенести шарнир поворота и расположить его над осью тягача.

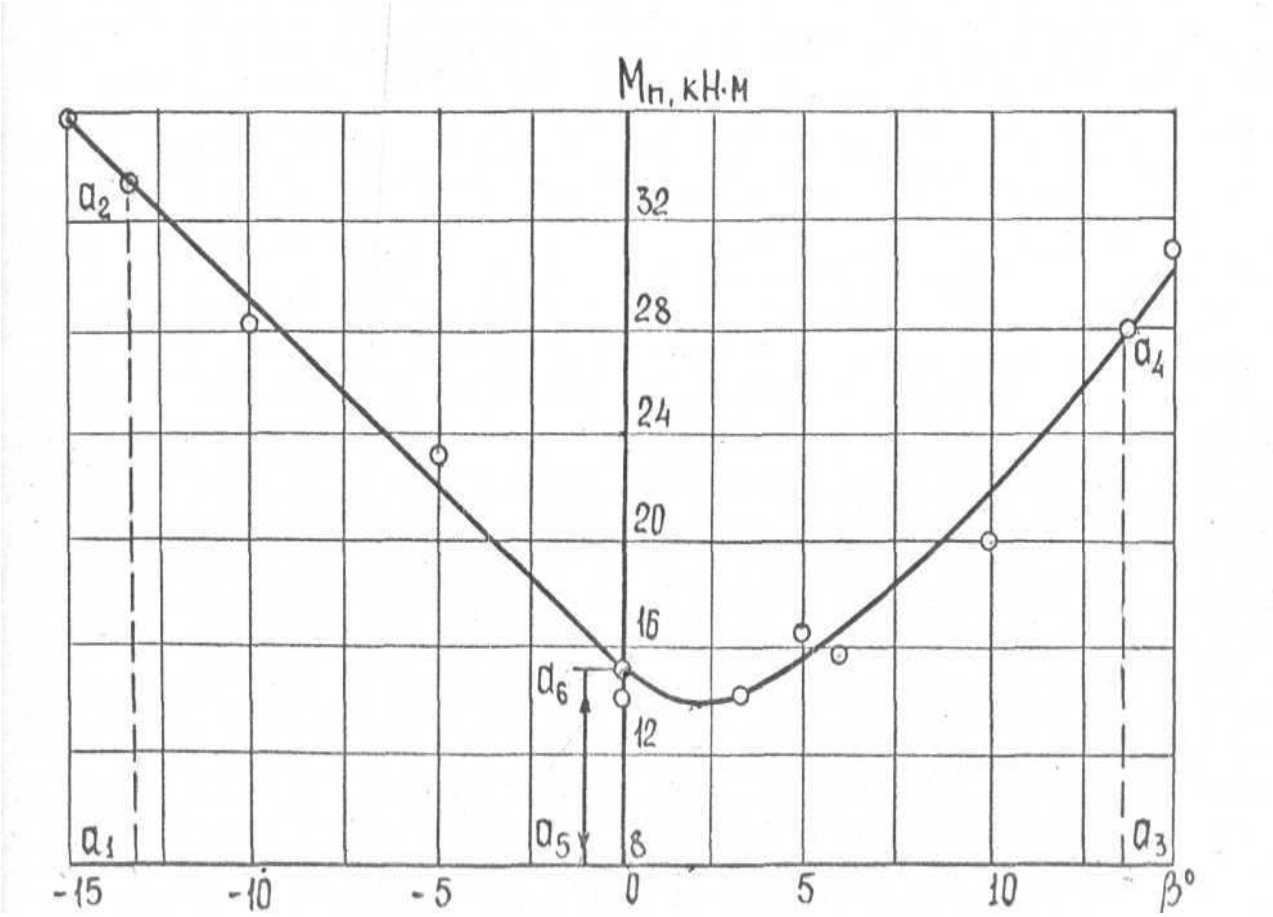


Рис. 4. Зависимость поворачивающего момента от угла установки колеса с пневматической шиной размером 21.00-33 Р при качении по цементобетону R =1,75м и Р = 0,6 МПа

Рекомендации по расположению шарнира в различных работах и публикациях противоречивы, и требуют дальнейшего уточнения. К примеру:

1. В работе [3] Я.Е. Фаробиным проведен анализ и сделаны несколько выводов по расположению шарнира поворота:

- по радиусу поворота симметричная машина имеет преимущество перед машиной с шарниром, смещенным в сторону передней оси, - по основным параметрам статической

поворотливости схемы сочлененных машин, отличающихся друг от друга расположением шарнира, практически равноценны;

- расположение шарнира оказывает значительное влияние на переходные процессы неустановившегося поворота сочлененной колесной машины. Смещение его от передней оси к задней увеличивает вероятность случаев поворота с изменением направления боковой силы на колесах задней тележки при входе в поворот, что отрицательно сказывается на управляемости и стабильности криволинейного движения. По этому параметру наихудшей является машина с симметричным расположением шарнира. Наиболее целесообразна машина с расположением шарнира над серединой передней оси.

2. Е.Ю. Малиновский [5], анализируя влияние расположения шарнира на устойчивость движения машины при высоких скоростях, делает вывод, что критическая скорость выше у машин с расположением шарнира над серединой передней оси. Если представить, что машина сконструирована так, что величина l_n - отрицательна (т.е. шарнир находится вне базы машины, несколько впереди передней оси), то это приводит к увеличению критической скорости движения данной машины. Последнее обстоятельство является резервом для повышения скорости машины.

3. Расположение шарнира поворота влияет на устойчивость против опрокидывания машины. Для длинно базовых машин, которыми являются одноосные тягачи с полуприцепами, продольное опрокидывание маловероятно, поэтому в процессе расчета определяют максимальный преодолеваемый уклон из условия сцепления ведущих колес с грунтом. Наиболее вероятно опрокидывание машины с одноосным тягачом во время поворота на горизонтальной поверхности. Этот случай рассмотрен в работе [6] . Из анализа расчетной схемы и уравнения равновесия опрокидывающих и удерживающих сил можно сказать, что при смещении шарнира поворота к середине передней оси ухудшается устойчивость против опрокидывания машины во время поворота на горизонтальной поверхности.

4. В диссертационной работе [8] Г.Е. Исаев утверждает для самоходного скрепера ДЗ-13А, оснащённого опорно-поворотным механизмом с диаметром опорно-поворотного круга C = 1,4 метра и весом механизма равным 29 кН, рациональными значениями геометрических параметров являются: высота центра тяжести H_1 = 1,51 метра /для порожнего полуприцепа/; H_2 = 1,41 метра /для гружённого полуприцепа/; смещение оси поворота скрепера относительно оси моста l_n = 0,45 метра; продольная база машины L = 8,2 метра; расстояние от оси поворота скрепера до оси заднего моста D =7,75 метра; половина ширины полуприцепа B =1,265 метра.

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы:

- в технической литературе и диссертационных исследованиях недостаточно глубоко и комплексно рассмотрены вопросы влияния расположения шарнира поворота на кинематику качения колес при движении по криволинейной траектории, на мощностные параметры системы поворота, скоростные характеристики движения в транспортном режиме, устойчивость против опрокидывания и другие параметры, которые являются основными при проектировании.

- преимущество компоновочной схемы машины с расположением шарнира поворота должно решаться в каждом конкретном случае в зависимости от назначения машины и ее особенностей.

Библиографический список

1. Плешков Д.И. Самоходные пневмоколесные скреперы и землевозы / Д.И. Плешков, С.Ф. Маршак, Э.Г. Ронинсон, В.Г. Соловьев, Б.И. Харкун. – М.: Машиностроение, 1971, - 272 с.

2. Куприн Н.П. Исследование взаимодействия колес самоходного скрепера с опорной поверхностью при повороте / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, ВИСИ, 1981, - 176 с.

3. Фаробин Я.Е. Теория поворота транспортных машин / Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1970, - 176 с.

4. Ульянов Н.А. Колесные движители строительных и дорожных машин / Н.А. Ульянов. – М.: Машиностроение, 1982, - 279 с.

5. Малиновский Е.Ю. Динамика самоходных машин с шарнирной рамой / Е.Ю. Малиновский, М.М. Гайцгори. – М.: Машиностроение, 1974, - 176 с.

6. Брянский Ю.А. Тягачи строительных и дорожных машин / Ю.А. Брянский, М.И. Грифф, В.А. Чурилов. – М.: Высшая школа, 1976, - 360 с.

7. Устинов Ю.Ф. Исследование процесса поворота самоходного колесного скрепера на базе одноосного тягача / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, ВИСИ, 1971, - 156 с.

8. Исаев Г.Е. Определение параметров поворотного механизма одноосных тягачей самоходных скреперов / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, МАДИ, 1993, - 155 с.

References:

1. Pleshkov D.I. Self-propelled rubber-mounted scrapers and soil carts / D.I. Pleshkov, S.F. Marshak, E.G. Roninson, V.G. Solovjyov, B.I. Harkkung. – M.: Machanical engineering, 1971, - 272 p.

2. Kuprin N.P. Research of interconnection of wheels of self-propelled scraper with supporting surface during slewing / PhD Thesis, VISI, 1981, - 176 p.

3. Farobin Ya.E. Transport vehicle turning theory / Ya.E. Farobin. – M.: Machanical engineering, 1970, - 176 p.

4. Uljyanov N.A. Wheel engines of building and road machines Machanical engineering / N.A. Uljyanov. – M.: Machanical engineering, 1982, - 279 p.

5. Malinovsky E.Yu. Dynamic of self-propelled machine with hinged frame / E.Yu. Malinovsky, M.M. Gaitsgory. – M.: Machanical engineering, 1974, - 176 p.

6. Bryansky Yu.A. Tractors of building and road machines / Yu.A Bryansky, M.I. Griff, V.A. Churilov. - M.: High school, 1976, - 360 p.

7. Ustinov Yu.F. Research of turning process of self-propelled wheel scraper on uniaxialhe tractor / PhD Thesis, VISI, 1971, - 156 p.

8. Isaev G.E. Definition of characteristics of slewing mechanism of uniaxle tractors of self-propelled scrapers / PhD thesis, MADI, 1993, - 155 p.

УДК 691.8.024.5(088.8)

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. тех. наук, доц., В.А. Муравьев;
Канд. тех. наук, доц., И.А. Фролов.
Россия, Воронеж, тел. 8(4732)71-59-18
E-mail: vladimir@tvorchestvo.net

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Kand. Sci. Tech. V.A. Muravyov;
Kand. Sci. Tech. I.A. Frolov.
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18;
E-mail: vladimir@tvorchestvo.net

В.А. Муравьев, И.А. Фролов

СИНТЕЗ ПЛАНЕТАРНОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ ПРЕРЫВИСТОГО ДВИЖЕНИЯ

Рассматривается последовательность синтеза планетарной зубчатой передачи с выстоем выходного звена.

Ключевые слова: синтез, планетарная зубчатая передача, выстой выходного звена.

V.A. Muravyov, I.A. Frolov

THE SYNTHESIS OF THE PLANETARY GEAR INTERMITTENT MOVEMENT

Discusses the sequence of the synthesis of the planetary gear to dwell output link.

Keywords: synthesis, planetary gear, dwell the output link.

Механизмы, которые позволяют в пределах рабочего цикла иметь остановку выходного звена заданной продолжительности при непрерывном движении входного звена, широко применяют для периодической смены позиций транспортируемых или обрабатываемых изделий. Перспективным для этого является применение планетарной зубчатой передачи с выстоем [1]. Эта передача за полный оборот входного звена обеспечивает полную и длительную остановку выходного звена. Поэтому работа посвящена разработке методики аналитического синтеза этой передачи.

На рис. 1 представлена схема передачи в период остановки выходного звена 1.

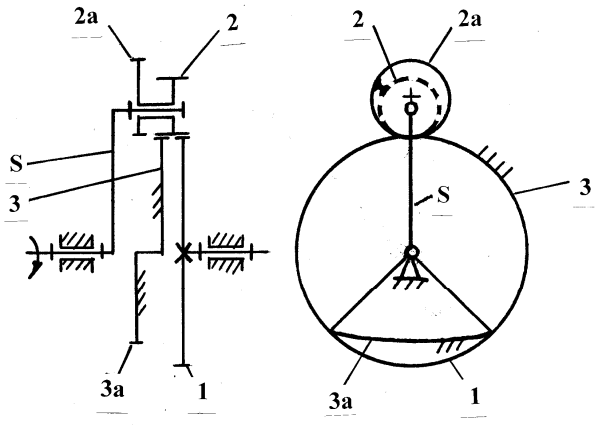


Рис. 1. Схема механизма в период выстоя выходного звена 1

На рис. 2 представлена схема передачи в период движения выходного звена 1 [2], [3].

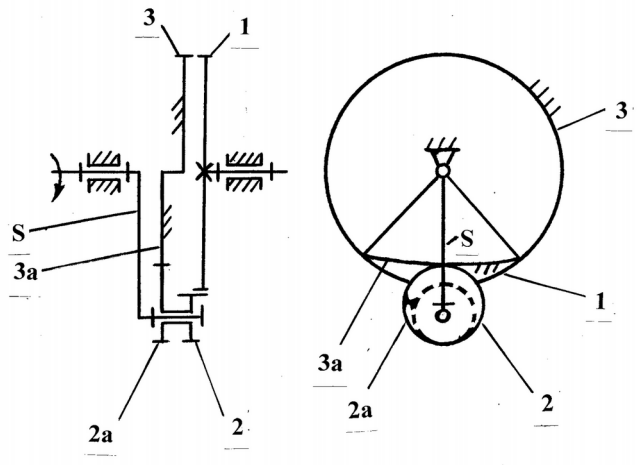


Рис. 2. Схема механизма в период движения выходного звена 1

Механизм имеет стойку, водило S (входное звено), сдвоенный сателлит 2-2а, подвижное центральное зубчатое колесо 1 (выходное звено) и неподвижное центральное зубчатое колесо, выполненное в виде двух секторов, начальные кривые которых являются дугой окружности (у сектора 3) и кривой линией (у сектора 3а). Секторы 3 и 3а жестко связаны и смещены друг относительно друга в осевом направлении. Сдвоенный сателлит состоит из двух жестко связанных и эксцентрично расположенных круглых сателлитов 2 и 2а. Эксцентриситет равен разности радиусов начальных окружностей сателлитов. Сдвоенный сателлит находится в непрерывном зацеплении сателлитом 2 с выходным звеном – зубчатым колесом 1. В непрерывном зацеплении сдвоенный сателлит находится и с неподвижным зубчатым колесом. Однако в зацеплении периодически находятся или сателлит 2 с неподвижным круглым зубчатым сектором 3 (рис.1), или эксцентричный сателлит 2а с некруглым зубчатым сектором 3а (рис.2). При синтезе необходимо выполнить три условия:

1. Начальная окружность эксцентричного сателлита 2а и начальная кривая некруглого зубчатого сектора 3а являются взаимоогибаемыми кривыми, имеющими одинаковую длину.
2. При условно неподвижном водиле S среднее передаточное отношение u^S_{2a3acp} от эксцентричного сателлита 2а к некруглому зубчатому сектору 3а равно передаточному отношению u^S_{21} от сателлита 2 к выходному колесу 1 и передаточному отношению u^S_{23} от сателлита 2 к неподвижному зубчатому сектору 3 и является целым числом.
3. Отношение центрального угла зубчатого сектора 3 к центральному углу зубчатого сектора 3а является целым числом и на единицу меньше абсолютных значений указанных передаточных отношений.

Цикл установившегося движения механизма состоит из двух периодов. Первый период соответствует остановке (выстою) выходного звена 1 и составляет большую часть времени цикла. В этот период с круглым зубчатым сектором 3 и одновременно с выходным зубчатым колесом 1 находится в зацеплении сателлит 2 (рис.1). Начальная окружность сателлита 2 за рассматриваемый период перекатится без скольжения по начальной окружности неподвижного круглого сектора 3, сделав целое число полных оборотов.

При дальнейшем вращении водила S сателлит 2 выходит из зацепления с круглым сектором 3 и без перерыва в зацеплении начинают взаимодействовать эксцентричный сателлит 2а и некруглый зубчатый сектор 3а. Наступает второй период цикла работы механизма, за который эксцентричный сателлит 2а, перекатываясь по некруглому сектору 3а, повернется

вокруг пальца водила S на один оборот. Передаточное отношение u^{S}_{2a3a} между ними в этот период переменно. Изменяется поэтому и общее передаточное отношение планетарного механизма $u^{(3)}_{1S}$.

Обозначим: e – эксцентриситет начальной окружности колеса 2а относительно его оси вращения, r_{2a} - радиус начальной окружности этого колеса.

Введем также обозначения: c - относительное межцентровое расстояние, ε - относительный эксцентриситет колеса 2а относительно оси его вращения.

$$c = a / r_{2a}, \quad \varepsilon = e / r_{2a.}. \tag{1}$$

Для осуществления сопряжения эксцентричного круглого колеса с некруглым необходимо выполнить два условия:

Первое условие состоит в том, что зубчатая передача, имеющая зацепление эксцентричного круглого колеса с замкнутым некруглым колесом, может работать лишь при целых значениях параметра n: n = 1. 2, 3,… , где n - число оборотов круглого эксцентричного колеса, приходящееся на один оборот сопряженного некруглого колеса. Для того чтобы центроида некруглого колеса была замкнутой кривой, необходимо, чтобы относительное межцентровое расстояние c некруглого и эксцентричного круглого колес удовлетворяло уравнениям, полученным Богдановым Н.Н.[4, с. 320]:

$$c = (n+1)(1 + A_1\varepsilon^2 + A_2\varepsilon^4 + A_3\varepsilon^6 + A_4\varepsilon^8 + A_5\varepsilon^{10}), \tag{2}$$

где

$$A_1 = (12 - n)/4n, \tag{3}$$

$$A_2 = (-3n^3 + 10n^2 - 4n - 8)/64n^3, \tag{4}$$

$$A_3 = (-5n^5 + 20n^4 - 20n^3 - 24n^2 + 24n + 16)/256n^5, \tag{5}$$

$$A_4 = (-175n^7 + 754n^6 - 1172n^5 - 680n^4 + 2500n^3 + 480n^2 - 1600n - 640)/16384n^7, \tag{6}$$

$$A_5 = (-441n^9 + 1956n^8 - 3924n^7 - 120n^6 + 10196n^5 - 4144n^4 - 11688n^3 + 1792n^2 + 6272n + 1792)/65536n^9. \tag{7}$$

Второе условие состоит в том, что начальная окружность сателлита 2 за время выстоя ведомого зубчатого колеса 1 при перекатывании без скольжения по начальной окружности неподвижного круглого зубчатого сектора 3 должна повернуться на целое число k полных оборотов.

Отношение длины дуги начальной окружности зубчатого сектора 3 к длине начальной окружности сателлита 2 должно быть равно целому числу φ_B.

$$k = \frac{(2\pi - 2\pi/n)\cdot r_3}{2\pi \cdot r_2} = \frac{r_3}{r_2}\cdot\frac{n-1}{n}. \tag{8}$$

$$\text{Здесь} \quad \frac{r_3}{r_2} = \frac{a - r_2}{r_2} = \frac{a - (r_{2a} - e)}{r_{2a} - e} = \frac{c - (1-\varepsilon)}{1-\varepsilon}. \tag{9}$$

Подставляя (9) в (8), получаем формулу для вычисления коэффициента k.

$$k = \frac{c - (1-\varepsilon)}{1-\varepsilon}\cdot\frac{n-1}{n}. \tag{10}$$

Разработан алгоритм определения параметров механизма по заданному углу выстоя выходного звена аналитическим методом с необходимой (любой) степенью точности. Рассчитаны все варианты сочетаний параметров планетарного механизма для углов выстоя φ_B, принимаемых в интервале от 180^0 до 330^0 с шагом $k = 10^0$.

Соответствующие значения коэффициента n вычислялись по формуле

$$n = \frac{360}{360 - \varphi_B}. \tag{11}$$

Для каждого принятого значения угла выстоя φ_B находились три возможных варианта со-

четания параметров механизма. Каждому из этих трех вариантов соответствует одно из трех вариантов целых значений коэффициента k:

$$k_1 = n, \quad (12)$$

$$k_2 = n + 1; \quad (13)$$

$$k_3 = n + 2. \quad (14)$$

Задавались значениями относительного эксцентриситета ε колеса 2а (рис. 1 и 2) от 0,1 до 0,4 с шагом 0,00001. По формулам (2) – (7) вычислялось относительное межцентровое расстояние c. Выводились в печать лишь те значения параметров ε и c, при которых абсолютная разность между коэффициентом k, найденным по формуле (10) и любым из целых значений k_1, k_2 и k_3 не превышает значения 0,0001.

Для каждого сочетания параметров вычислялись радиусы векторы ρ_{2a} и ρ_{3a} профилей эксцентричного сателлита и некруглого сектора. При этом полярными углами φ_{2a} профиля сателлита 2а задавались в интервале от 0^0 до 360^0 с шагом 30^0. Вычислялись соответствующие значения полярных углов φ_{3a} профиля некруглого сектора 3а и значения u - передаточного отношения от сателлита 2а к некруглому сектору 3а при условно неподвижном водиле Н.

При расчетах использовались формулы [4, с. 318-320):

$$\rho_{2a} = \sqrt{1 - \varepsilon^2 \sin^2 \varphi_{2a}} - \varepsilon \cdot \cos \varphi_{2a}; \quad (15)$$

$$\rho_{3a} = c - \rho_{2a}; \quad (16)$$

$$u = \rho_{3a} / \rho_{2a} \quad (17)$$

$$\varphi_{3a} = -\varphi_{2a} + \int_0^{\varphi_{2a}} \frac{c}{c - \sqrt{1 - \varepsilon^2 \sin^2 \varphi_{2a}} + \varepsilon \cdot cos\varphi_1} d\varphi_{2a}. \quad (18)$$

Для вычисления значений φ_{3a} применялось численное интегрирование. Вычисление определенного интеграла выполнялось по формуле парабол (формуле Симпсона) [5, с.589-593].

Выводы

1. Предложенный аналитический метод синтеза планетарной передачи прерывистого движения позволяет по заданному углу выстоя выходного звена определять варианты возможных сочетаний значений относительных параметров звеньев.

2. Передача обеспечивает теоретически точную остановку выходного звена требуемой продолжительности за время одного оборота входного звена.

3. При использовании эксцентрично установленного долбяка нарезание зубьев некруглого зубчатого сектора трудности не представляет.

Библиографический список

1. Авторское свид. СССР № 1268849 , F 16 H 27/04, 1986.

2. Муравьев А.В. Планетарная зубчатая передача прерывистого движения / А.В. Муравьев, И.А. Фролов, В.А. Муравьев // Проектирование механизмов и машин. ПММ-2006 / ФГУ “Воронежский ЦНТИ”.- Воронеж, 2006. С. 28 – 31.

3. Муравьев А.В. Исследование передаточной функции зубчатой передачи прерывистого движения / А.В. Муравьев, В.А. Манохин, В.А. Муравьев // Проектирование механизмов и машин. ПММ-2006 / ФГУ “Воронежский ЦНТИ”.- Воронеж, 2006. С. 31 - 35.

4. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений / Ф.Л. Литвин.- М.: Наука, 1968. - 584 с.

5. Демидович Б.П. Основы вычислительной математики / Б.П. Демидович, И.А. Марон.- М.: 1970. - 664 с.

References

1. Author's certificate of the USSR № 1268849, F 16 H 27/04, 1986.

2. Muravyov A.V. Planetary gear intermittent movement /A.V. Muravyov, I.A. Frolov, V.A. Muravyov // The design of mechanisms and machines. DMM-2006/ The Federal state institution “Voronezh STIC”.- Voronezh, 2006. P. 28 – 31.

3. Muravyov A.V. Study the transfer function of the gear intermittent movement/ A.V. Muravyov, V.A. Manohin, V.A. Muravyov // The design of mechanisms and machines. DMM-2006/ The Federal state institution “Voronezh STIC”.- Voronezh, 2006. P. 31 – 35.

4. Litvin F.L. The theory of the gears / F. L. Litvin.- M.: Nauka, 1968. - 584 p.

5. Demidovits B.P. Foundations of computational mathematics / B.P. Demidovits, I.A. Maron.- M.: 1970. - 664 p.

УДК 691.878

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики С.А. Никитин,
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики Н.М. Волков,
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики Д.Н. Дегтев,
Магистранты кафедры строительной техники и инженерной механики Стрельникова С.Ю.
Магистранты кафедры строительной техники и инженерной механики Скрипченков А.В..

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Kand. Tehn. Sciencts, assistant professor of the chair of building technique and mechanics engineering S.A. Nikitin
Kand. Tehn. Sciencts, assistant professor of the chair of building technique and mechanics engineering N.M. Volkov
Kand. Tehn. Sciencts, assistant professor of the chair of building technique and mechanics engineering D.N. Dyogtev
Undergraduate of the pulpit of the chair of building technique and mechanics engineering S.Y. Strelnikova
Undergraduate of the pulpit of the chair of uilding technique and mechanics engineering .V. Scripchenkov

Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-59-18 e-mail: niksal76@mail.ru

Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-59-18 e-mail: niksal76@mail.ru

С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, С.Ю. Стрельникова, А.В. Скрипченков

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ДОРОЖНОЙ ШНЕКОРОТОРНОЙ МАШИНЕ ТИПА ДЭ-210

Представлены результаты и анализ исследований виброакустических характеристик шнекороторного снегоочистителя.

Ключевые слова: вибрация, виброзащита оператора.

S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Degtev, S.Y. Strelnikova, A.V. Scripchenkov

ANALYSIS OF VIBROACOUSTIC RESEARCH RESULTS IN SCREW-ROTARY SNOW REMOVER, MODEL DE-210

The results and analisis of experimental research of vibroacoustic characteristics in screw-rotary snow remover are presented.

Keywords: vibration, vibrodamping of operator.

Среди большого разнообразия вопросов виброакустики строительных и дорожных машин определенное место занимает проблема снижения структурного шума и вибрации кабины. Структурный шум обусловлен звуковой вибрацией панельных и рамных конструкций и во многих случаях является причиной повышенной вибрации и шума в кабине. Со структурным шумом и вибрацией связаны значительные трудности в разработке защитного комплекса.

Создание рабочих машин с активными рабочими органами автомобилей и колесных тягачей неизбежно приводит к повышению вибрации и шума, как в кабине, так и в окружаю-

щем пространстве [1]. В этой связи, разработка мероприятий по снижению виброакустических характеристик рабочих машин до требуемых значений выдвигается на первый план.

Для измерения параметров звуковой вибрации и шума в элементах конструкций разработана специальная методика, базирующаяся на новом способе разделения источников виброакустической энергии, и предусматривающая одновременное измерение параметров в различных точках [2,4,5,7,8]. Схема расстановки датчиков и микрофона представлена на рис. 1.

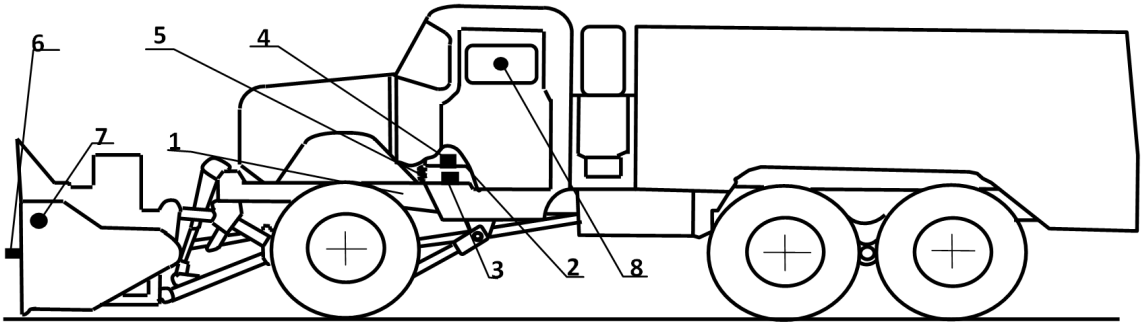


Рис. 1. Схема расстановки датчиков:
1 - рама; 2 - пол кабины; 3, 4 - акселерометры, соответственно, на раме машины и полу кабины; 5 - виброизолятор; 6, 7 - соответственно, датчики частоты вращения шнека и ротора; 8 - микрофон в кабине.

В результате измерений получены спектрограммы, отражающие уровни звуковой вибрации рамы снегоочистителя и пола кабины при различных режимах работы (рис.2 и рис.3).

Как видно из спектрограмм, уровни виброскоростей пола кабины на 15…17 дБ превышают уровни виброскоростей рамы машины в 1/3-октавных полосах со среднегеометрическими частотами в диапазоне 20 - 50 Гц. Но максимальная разница в уровнях виброскоростей достигает 10…17 дБ в 1/3-октаве со среднегеометрической частотой 25 Гц. Данный факт свидетельствует о том, что наибольшая виброакустическая энергия генерируется двигателем, трансмиссией и ротором в основном на низких частотах. Эта частота соответствует угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя и карданной передачи, соединяющей двигатель и коробку скоростей. Необходимо также отметить, что колебания пола, существенно влияющие на формирование звукового поля в кабине, вызваны недостаточной жесткостью конструкции кабины и малой эффективностью работы упругих элементов в опорных связях кабины на низких частотах [3,6].

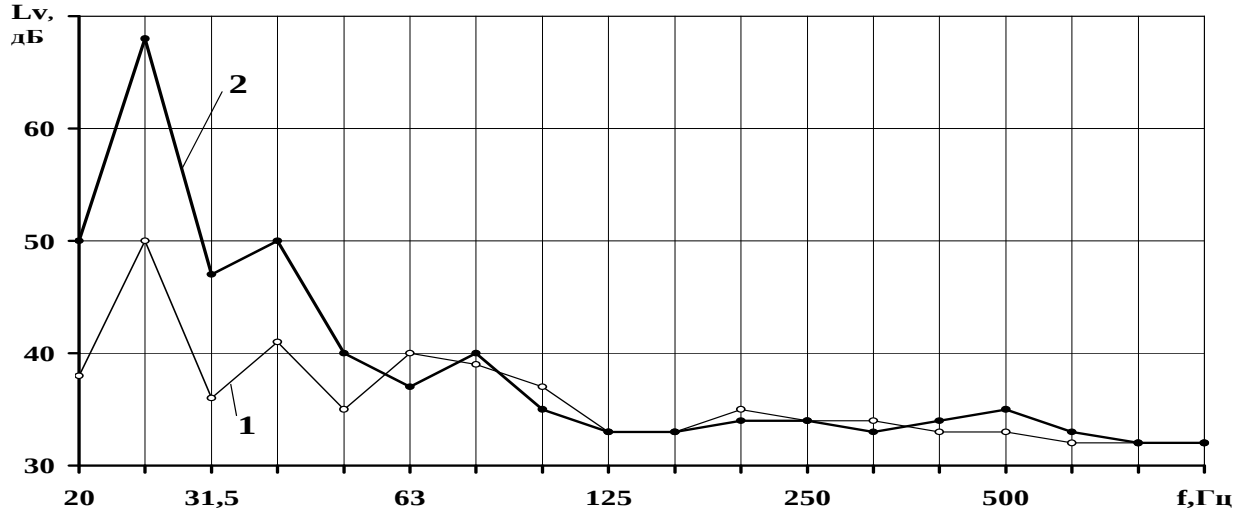


Рис. 2. 1/3 – октавные спектры виброскоростей рамы (1) и пола кабины (2) при включении ДВС

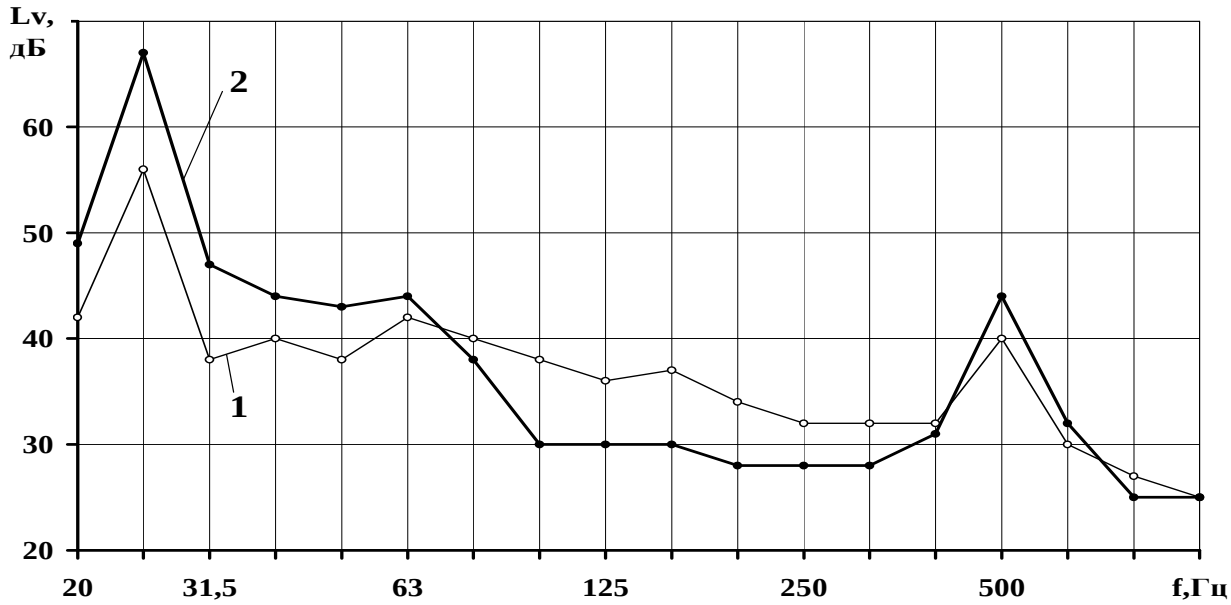


Рис. 3. 1/3 – октавные спектры виброскоростей рамы (1) и пола кабины (2) при включении ДВС, ходовой трансмиссии и ротора рабочего органа

Представленные на рис. 2 и 3 спектрограммы, получены на натурном образце шнекороторной снегоочистительной машины в открытом звуковом поле. При этом использовались прецизионный шумомер типа 2203, набор 1/3-октавных фильтров – 1613, акселерометры – 4332, интегратор – ZR 0020 и др. фирмы ,,Брюль и Кьер" (Дания).

В процессе эксперимента осуществлялись измерения спектров шума, в том числе в кабине оператора (рис. 4) на разных режимах работы снегоочистителя.

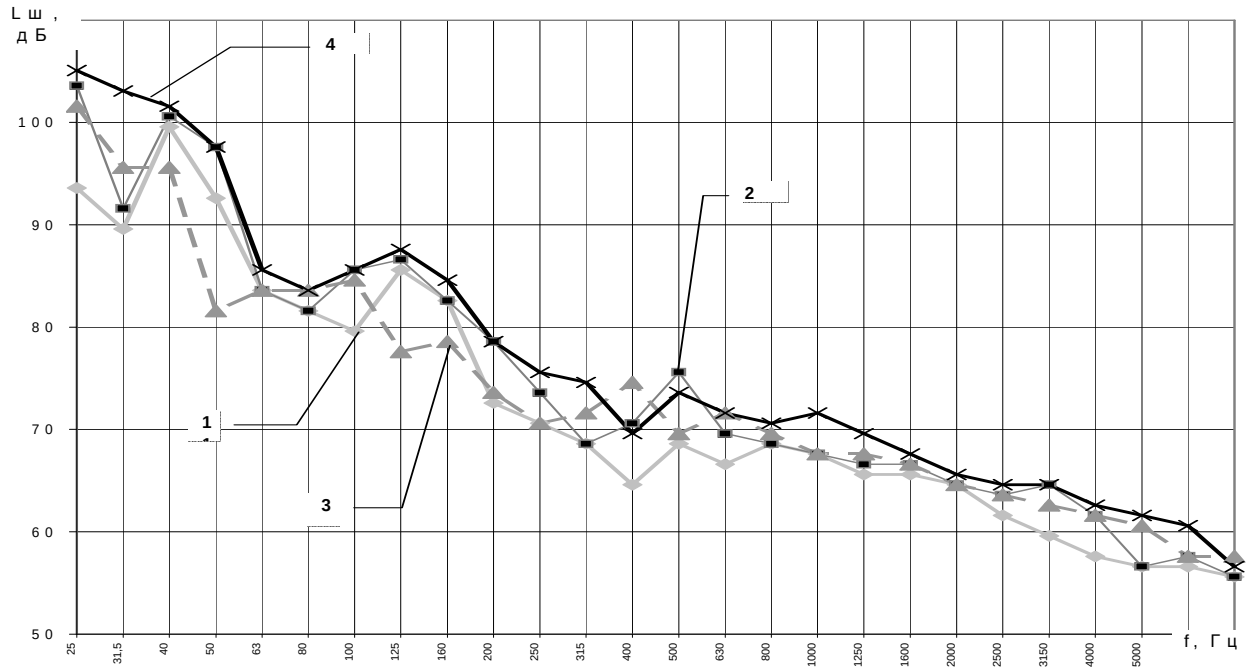


Рис. 4. Спектры шума в 1/3-октавных полосах частот в кабине снегоочистителя при включении последовательно двигателя, трансмиссии, ротора и шнеков:
1 – включен ДВС; 2 – включены ДВС + трансмиссия; 3 – включены ДВС + трансмиссия + ротор; 4 – включены ДВС + трансмиссия + ротор + шнеки.

Проводя анализ 1/3-октавного спектра шума, необходимо отметить, что максимальное значение Lp лежит в 1/3-октавной полосе со среднегеометрической частотой 25 Гц. Следует отметить, что максимальные уровни виброскорости рамы и пола кабины (рис.2 и рис.3) находятся в этой же 1/3-октавной полосе.

Выводы

1. Наибольшие уровни виброскоростей элементов конструкций машины имеют место в диапазоне 20 - 25 Гц 1/3-октавных полос, что соответствует режиму работы двигателя, трансмиссии и ротора машины.

2. Жесткость пола кабины в области низких частот недостаточна; упругие элементы в опорных связях кабины в диапазоне частот 20 - 25 Гц малоэффективны, так как слабо поглощают виброакустическую энергию, поступающую в пол кабины со стороны рамы.

3. Превышение уровней виброскоростей пола кабины над уровнями виброскоростей рамы снегоочистителя свидетельствует о резонансных явлениях в кабине машины.

Библиографический список

1. Жулай В.А. Мощностной и топливный балансы колесных землеройно-транспортных машин / В.А. Жулай, В.Л. Тюнин. – Строительные и дорожные машин. 2014. №9. С. 42-45.

2. Никитин С.А. Шнекороторный снегоочиститель с улучшенными виброакустическими характеристиками. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2004.

3. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Дуплищев С.М., Никитин С.А. Виборизолятор. Патент DE 4340310 A1, МКИЗ F16F 15/02, опубл. 01.06.1995, реферат, 6 с.

4. Дегтев Д.Н. Повышение эффективности виброакустической защиты колесных погрузчиков среднемощностного модельного ряда. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2006.

5. Волков Н.М. Автогрейдеры легкого типа с улучшенными виброакустическими характе- ристиками. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2003.

6. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Никитин С.А. Сравнение результатов виброакустических исследований на дорожной шнекороторной снегоочистительной машине типа ДЭ-210./ Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2010. № 1. С. 223-225.

7. Волков Н.М., Дёгтев Д.Н., Никитин С.А., Труфанов М.С., Радченко И.С. Экспериментальные результаты акустических испытаний колесного погрузчика ПК 27-02./Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. № 1. С. 125-127.

8. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Дуплищев С.М., Кравченко А.А., Никитин С.А., Покачалов А.С. Методология прогнозирования виброакустических параметров тяговых машин. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2003. № 9. С. 121-124.

References

1. V.A. Zhulai. Power and fuel balances of self-propelled wheeled earth-moving machines / Zhulai V.A., Tyunin V.L. Construction and road machines. 2014. №9. P. 42-45.

2. S.A. Nikitin. Loader-mount snowblower with improved vibroacoustic characteristics. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Voronezh, 2004.

3. Y.F. Ustinov, V.A. Muravyev, S.M. Duplishev, S.A. Nikitin. Vibroisolator. Patent DE 4340310 A1, ICI F16F 15/ 02, published 01.06.1995, abstract, with 6.

4. Degtev D.N. Improving the efficiency of vibro-acoustic protection of wheel loaders srednemoschnostnogo lineup. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Voronezh, 2006.

5. N.M. Volkov. Graders light type with improved vibroacoustic characteristics. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Voronezh, 2003.

6. Ustinov Y.F., Nikitin S.A., Volkov N.M., Degtev D.N. Comparison of vibroacoustic research results in screw-rotary snow remover, model DE-210./Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2010. № 1. P. 223-225.

7. Volkov N.M., Degtev D.N., Nikitin S.A., Trufanov M.S., Radchenko I.S. Experimental results of acoustic tests of wheel loader PC 27-02 / Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2013. № 1. P. 125-127.

8. Y.F. Ustinov, D.N. Degtev, S.M. Duplishev, A.A. Kravchenko, S.A. Nikitin, A.S. Pokachalov. Methodology for predicting vibro-acoustic parameters of traction machines. News of higher educational institutions. Construction. 2003. Number 9. P. 121-124.

УДК 621.878.62 (27)

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
д-р. техн. наук, проф.кафедры строительной техники и инженерной механики В.А. Нилов
Адъюнкт ВУНТЦ Федоров Е.В.
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr. Sci. Tech., prof., building engineering and engineering mechanics Dept V.A. Nilov
An adjunct MTSTC E.V. Fedorov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29
e-mail: vladnil1024@mail.ru

В.А. Нилов, Е.В. Федоров

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОПАНИЯ КОВШОМ СКРЕПЕРА С КОМБИНИРОВАННОЙ НОЖЕВОЙ СИСТЕМОЙ

В статье рассмотрены вопросы моделирования копания ковшом скрепера, снабженного ступенчатыми ножами, смонтированными на ковше, и совковым режущим органом, расположенным на передней заслонке. Подтверждена рациональность разработки грунта комбинированной ножевой системой, особенно при копании в условиях свободного резания.

Ключевые слова: совковый режущий орган, комбинированная ножевая система, энергоемкость копания, производительность.

V.A. Nilov, E.V. Fedorov

MODELING DIGGING SCRAPER COMBINED WITH KNIFE SYSTEM

The paper deals with the modeling of digging scraper, provided with a stepped knives mounted on the bucket, and shovels cutting body on the front flap. Confirmed the rationality of excavation combined blade system, especially when digging in a free cutting.

Keywords: shovels cutting body, combined knife system, the energy intensity of digging performance.

Повысить эффективность применения скреперных агрегатов (СА) можно за счет сокращения времени транспортирования и набора грунта. Для каждого из этих направлений существуют свои методы, однако первичным является вопрос быстрого и наименее энергоемкого заполнения ковша. На этом направлении важнейшая роль отводится конструкции ножевой системы, которая обеспечивает отделение грунта от массива и рациональное распределение срезанного грунта по всему объему ковша.

Наибольшее распространение в настоящее время имеют ступенчатые ножевые [1] системы (рис. 1). При всех своих недостатках они обеспечивают высокую прочность и жесткость режущей части ковша, что очень важно в условиях строительства. Уменьшить сопротивление копанию СА возможно за счет применения различной конструкции интенсификаторов копания,

среди которых наиболее простым является сменный совковый режущий орган, рис 2. Совковый режущий орган [2] имеет простую конструкцию, малую стоимость и позволяет уменьшить сопротивление копанию до 40%, рис. 3.

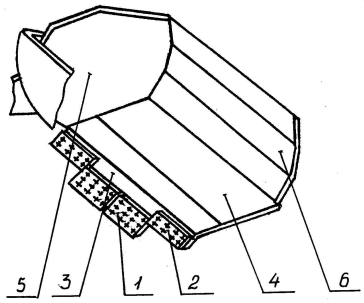


Рис.1. Ступенчатая ножевая система скрепера

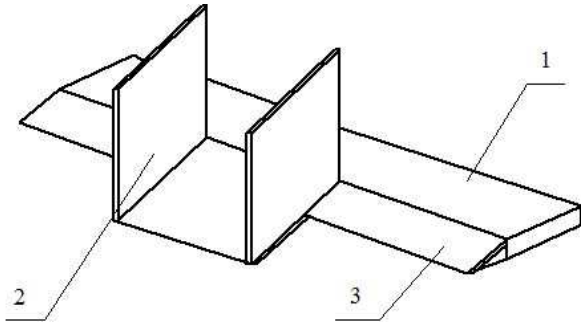


Рис.2. Совковый режущий орган скрепера

К сожалению, совковый режущий орган имеет ряд недостатков, которые препятствуют его широкому применению. Это сменный рабочий орган, который оставляет после выемки грунта очень неровный забой, что требует применения зачистных операций или работы совместно со скреперами со ступенчатой ножевой системой. Для устранения этих недостатков разработана комбинированная ножевая система [3] (рис. 4), особенностью которой является наличие двух раздельно работающих ножевых систем: ступенчатой (рис. 1) и совкового рабочего органа (рис. 2), который смонтирован на передней заслонке. Комбинированная ножевая система позволяет разрабатывать грунт: полной шириной ковша, уменьшенной шириной совковым режущим органом, осуществлять переход с полной на уменьшенную ширину резания и разрабатывать грунта в условиях наименее энергоемкого свободного резания.

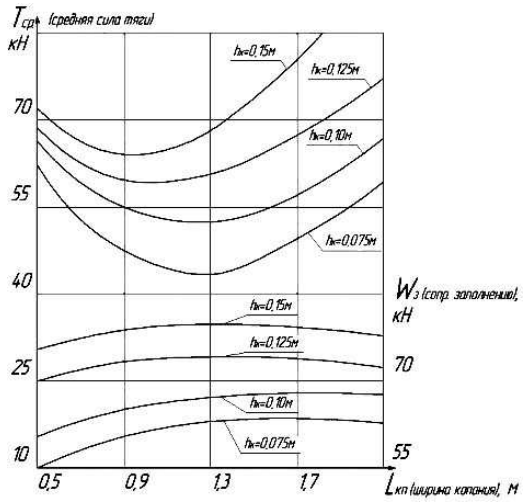


Рис. 3. Влияние ширины резания на сопротивление копанию

Рис. 4. Скрепер с комбинированной ножевой системой

Для изучения всех этих процессов разработана программа моделирования процесса копания грунта комбинированной ножевой системой с визуализацией основных зависимостей процесса (глубина резания, объем срезанного грунта и грунта, набранного в ковш, высоты заполне-

ния ковша, сопротивления копанию и его составляющих, скорости набора грунта, производительности и удельной энергоемкости копания, пути заполнения ковша). Все текущие параметры записываются в блокнот для дальнейшего анализа. Программа позволяет моделировать процессы заглубления и выглубления ковша, а также воспроизводить копание с постоянной шириной резания, копание с переходом с большой на уменьшенную ширину резания и копание при заполнении ковша в условиях свободного резания.

На рис. 6 приведены параметры заполнения ковша полной шириной резания ступенчатой ножевой системой. Заполнение ковша происходит при большом числе (6) изменений глубины резания и заканчивается при глубине резания всего 0,02 м, чего совершенно не достаточно для эффективного проникновения срезанного грунта в ковш на высоту более 1 м. Поэтому завершающая стадия заполнения ковша протекает вяло и заканчивается с высокой энергоемкость 3,18 кНм/(м^3/ч). Производительность заполнения ковша во второй части копания непрерывно уменьшается.

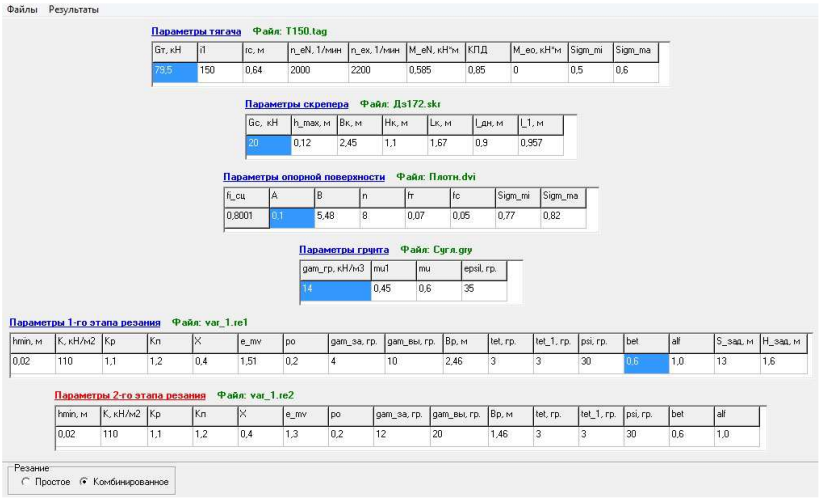


Рис. 5. Исходные данные для моделирования

На рис. 7 показано заполнение ковша в тех же условиях совковым режущим органом при ширине резания 1,46 м. Процесс протекает энергично и завершается при глубине резания около 0,08 м. Количество изменений глубины резания составляет всего 2.

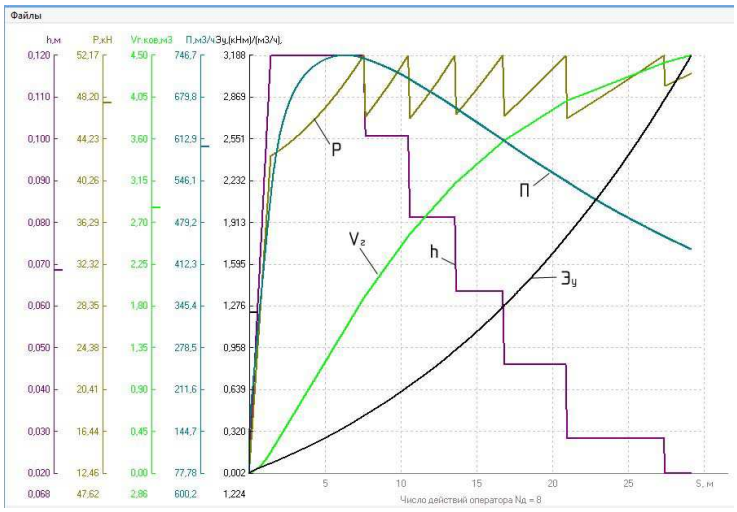


Рис. 6. Заполнение ковша при полной ширине резания, В=2,46 м

Энергоемкость заполнения ковша снижается до 2,41 кНм/(м^3/ч), т.е. на 24,4%, что весьма существенно. Производительность при завершении заполнения ковша близка к максимальному значению.

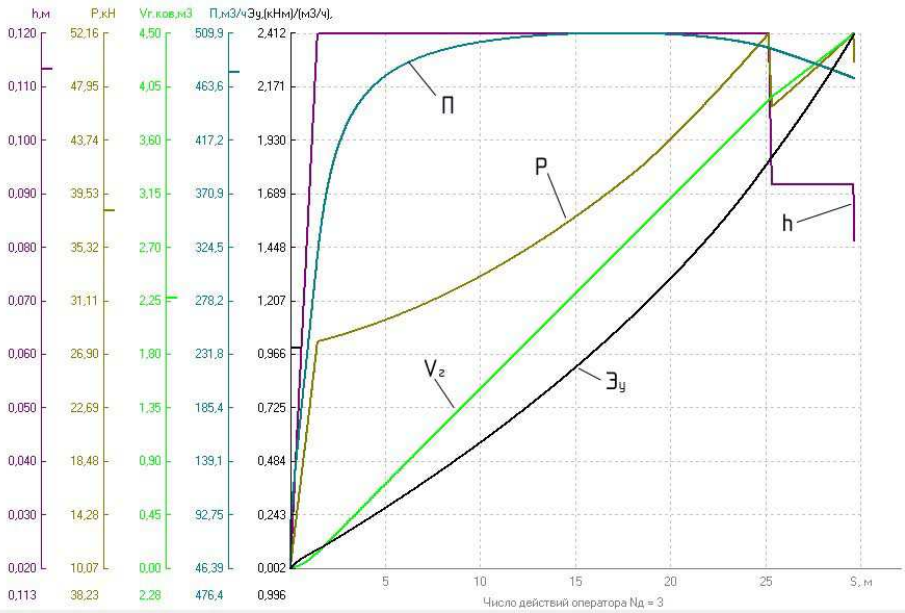


Рис. 7. Заполнение ковша при работе совковым режущим органом, ширине резания В=1,46 м

На рис. 8 показан процесс заполнения ковша скрепера в условиях свободного резания. Этот процесс для скреперов практически не изучен, а количество работ, посвященных исследованию свободного резания очень мало [4, 5].

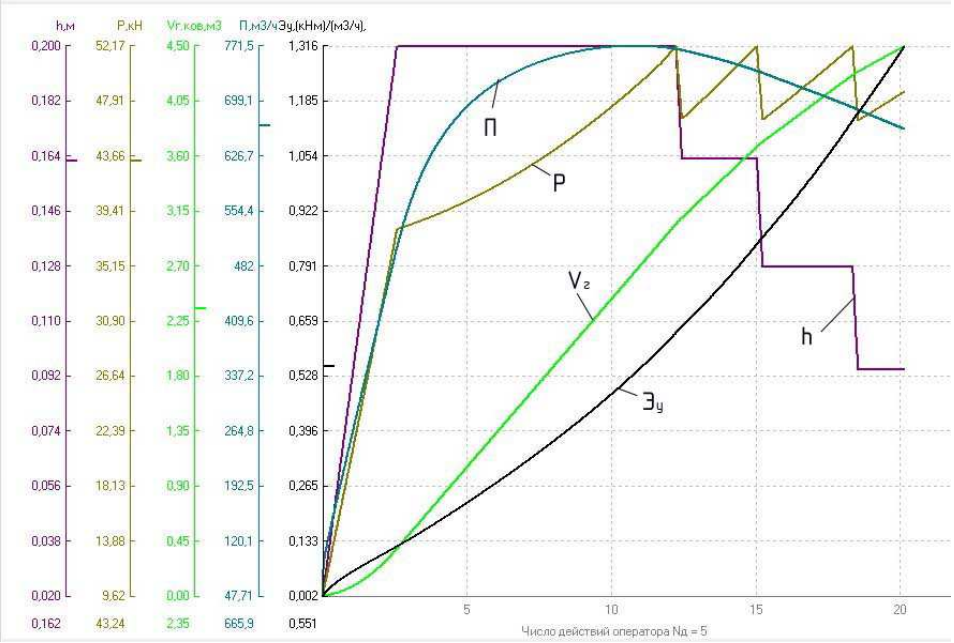


Рис. 8. Заполнение ковша в условиях свободного резания, ширине резания В=1,5 м

Согласно исследованиям [5] по разработке ковшами драглайна (ширина ковша – 0,9 м) грунта зафиксировано уменьшение сопротивления свободному резанию по сравнению с блокированным примерно на 50% (табл. 11, с. 97). Учитывая, что заполнение ковша скрепера существенно отличается от заполнения ковша драглайна, предварительно оцениваем свободное резание только за счет уменьшения сопротивления резанию всего на 15%. В этих условиях энергоемкость копания (при ширине резания 1,5 м) составляет в конце заполнения ковша всего 11,316 кНм/($м^3$/ч), что уже на 58,7% меньше, чем при копании стандартной ступенчатой ножевой системой. Копание происходит при только 3^x ступенях изменения глубины резания и высокой производительности.

Выводы

1. Создана конструкция комбинированной ножевой системы скрепера, которая сочетает преимущество стандартной ступенчатой ножевой системы с преимуществами совкового режущего органа.

2. Разработана программа моделирования процесса копания грунта ковшом скрепера, позволяющая исследовать процесс копания с полной, уменьшенной шириной резания, при изменении ширины резания в процессе набора грунта и заполнении ковша при свободном резании.

3. Установлено существенное снижение энергоемкости копания за счет применения комбинированной ножевой системы.

Библиографический список

1. Ульянов Н.А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин. М., «Машиностроение», 1969.

2. Борисенков В.А., Кацин В.А. Исследование работы скрепера с совковым режущим органом //Транспортное строительство. – 1972. - № 12. С.50-51.

3. Пат. 2467129 Российская федерация, МПК[7] E02F 3/64. Ковш скрепера / Нилов В.А., Летуновский К.П., Бударин Р.Э., Нилова В.И.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный технический университет. № 2010102451/03; заявл.25.01.2010; опубл. 20.11.2012, Бюл. № 32. 3 с.

4. Зеленин А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами. М., «Машиностроение», 1968. 376 с.

5. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. М., «Машиностроение», 1977. 288 с.

References

1. Ulyanov N.A. The theory of self-propelled wheeled Earthmovers. M., «Engineering», 1969.

2. Borisenkov V.A., Kathin V.A. Investigation work with shovels scraping cutting body // Transport construction. - 1972. - № 12. p. 50-51.

3. Pat. 2467129 Russian Federation MPK7 E02F 3/64. Scraper / Nilov V.A., Letunovskiy K.P., Budarin R.E., Nilova V.I.; applicant and patentee Voronezh State Technical University. № 2010102451/03; zayav l.25.01.2010; publ. 20.11.2012, Bull. № 32. p. 3.

4. Zelenin A.N. Fundamentals of destruction of soil by mechanical means. M., «Engineering», 1968. 376 p.

5. Fedorov D.I. Working bodies of earthmoving machinery. M., «Engineering», 1977. 288 p.

УДК 622.24

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Инженер Н.Э. Оганнисян
Россия, г. Воронеж, тел. +7(910) 244-44-74
e-mail: jordan14@yandex.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Engineer N.E. Ogannisyan
Russia, Voronezh, tel. +7(910) 244-44-74
e-mail: jordan14@yandex.ru

Н.Э. Оганнисян

ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ДЕБАЛАНСНЫХ ВИБРАТОРОВ

При рассмотрении методов диагностирования и контроля, будут рассмотрены датчики, который являются существенным элементом диагностической системы, правила правильного монтажа используемых датчиков, а также немного об истории возникновения АЦП

Ключевые слова: Аналого-цифровое преобразование, спектральный анализ, акустический сигнал, пьезоэффект, стробатор.

N.E. Ogannisyan

REQUIREMENTS FOR EQUIPMENT FOR VIBRO-ACOUSTIC DIAGNOSTICS OF BEARING UNITS OF UNBALANCE VIBRATORS

In considering methods of diagnosing and monitoring will be reviewed sensors, which are an essential element of diagnosis is achieved, the rules of proper installation of sensors used, and also a little about the history of ADC.

Keywords: Analog-to-digital conversion, spectral analysis, acoustic signal, the piezoeffect, streator.

Современные системы мониторинга строятся на базе неразрушающих методов контроля и диагностирования.

Методы диагностирования, используемые в этих системах, можно разделить на две основные группы. В первую группу входят тестовые методы диагностирования, которые требуют формирования искусственных возмущений, воздействующих на объект диагностики. Во вторую группу входят методы функциональной диагностики, которые используются, в первую очередь, для машин, являющихся источником естественных возмущений в процессе их работы.

Составной частью информационной технологии на базе любого из методов обработки сигналов являются соответствующие средства измерения, анализа и передачи информации.

Можно выделить три основных этапа в развитии технических средств для диагностических информационных технологий. Первый этап относится к начальным шагам в виброакустической диагностике, когда средствами оценки технического состояния машин по их шуму или вибрации были органы чувств человека [1]. Второй этап определяется моментом создания виброакустических приборов для измерения вибрации и шума выше звукового диапазона частот и спектрального анализа виброакустических сигналов, а третьим этапом в создании технических средств диагностики стало бурное развитие компьютерной техники и технологии. В это время появились цифровые анализаторы спектра. Появление мощнейших элек-

тронно-вычислительных машин также дал сильный толчок для разработки новейших информационных технологий на базе статистических методов распознавания образов, которые частично уже используются в задачах виброакустической диагностики машин.

Одно из основных средств измерений это датчик колебаний, который является существенным элементом диагностической системы. От его выбора зависит точность и надежность диагноза. При распространении по механизму упругой волны в каждой его точке происходят изменения состояния материала. В первую очередь, частицы механизма смещаются на определённую величину из положения равновесия, во-вторых, они будут приобретать определённую скорость движения и, в конце перемещаются с определённым ускорением. Существуют датчики, которые способны регистрировать каждый из трёх указанных параметров колебательного движения. Их называют датчиком перемещения, датчиком скорости и датчиком ускорения.

Выбор типа датчика для регистрации акустического сигнала это первое мероприятие по очищению сигнала от помех. Колебания механизма во время его работы вызываются многими причинами.

Частота, на которую приходится максимальная интенсивность колебаний, вызванных соударением деталей, определяется формулой

$$\vartheta_{max} = \frac{0,7}{\tau} \quad (1)$$

А формула устанавливающая связь между амплитудами смещения S и ускорением j , выглядит так

$$j = \omega^2 S \quad (2)$$

В акустической диагностике сигнал с механизма всегда снимается датчиком ускорений. Особенно удобны датчики, которые построенные на использовании пьезоэффекта. Выбор места съёма сигнала обычно выбирается его доступностью, чтобы можно было удобно и быстро смонтировать датчик[2] . Датчик необходимо устанавливать с большой точностью. Ошибка в монтаже датчика приводит к ошибке в диагнозе.

Электрический сигнал на выходе датчика имеет малую величину, и прежде чем подать его в анализирующее устройство, сигнал усиливают. Чтобы усилить сигнал и в то же время не исказить его форму, усилитель должен обладать равномерной частотной характеристикой, т.е. он должен усиливать все частотные составляющие сигнала в одинаковое число раз. Чтобы увеличить сигнал интересующей кинематической пары и в то же время ослабить сигналы от других пар, усилитель должен иметь большой коэффициент усиления для тех частот, которые соответствуют максимуму спектра полезного сигнала, а все остальные колебания ему пропускать не следует. Усилитель должен выполнять роль полосового фильтра. Акустические сигналы механизмов занимают диапазон частот от 1 до 15 тысяч герц.

После частотной фильтрации сигнал подвергается стробированию. Стробатор считают временным фильтром.

Акустический сигнал содержит высокочастотное заполнение, в котором нет информации о соударении деталей, но которое значительно усложняет форму сигнала [3], следовательно, от него надо избавиться. Для этого служат различные способы обработки первичного сигнала для выделения из него диагностических признаков [4,5,6,7].

Основными источниками шума и вибраций строительных и дорожных машин являются зубчатые передачи и подшипники качения, являющиеся элементами механических передач их трансмиссий [8, 9, 10]. Проблемы диагностирования и прогнозирования работоспособности зубчатых передач этих машин достаточно подробно исследованы в работах [11, 12, 13].

Подшипник качения, как известно, служит опорой вращающихся частей механизмов и машин, и он имеет ограниченный срок службы, что, в свою очередь, влияет на работоспособность и долговечность механизма. Поломка подшипников качения влечет за собой аварийные остановки оборудования, сбои в работе, высокую стоимость ремонта. Решение проблемы диагностики состояния подшипников безразборным методом поможет решить задачу

прогнозирования выхода из строя подшипникового узла и своевременное проведение ремонта. В настоящее время срок службы подшипников рассматривают в пять этапов, при этом будем считать, что на первом этапе общее техническое состояние нового подшипника – идеальное, и он работает без дефектов. На втором этапе происходит приработка подшипника. На третьем появляется и начинает развиваться какой-либо дефект. На четвертом ударные импульсы достигают максимального значения. На пятом зона развития дефекта максимально велика, и подшипник перестаёт обеспечивать вращение валов с минимальным трением, это этап ожидания аварии.

Анализ литературных данных показал, что вибродиагносты ожидают наибольшей достоверности и наибольшего эффекта от внедрения диагностики подшипников качения по спектрам виброакустических сигналов. Используемая в этом методе частотная технология обработки и анализа информации предъявляет особые требования к частотному диапазону исходного сигнала, особенно к получаемой максимальной частоте [4]. Для достижения требуемой точности и достоверности первичного диагностического сигнала необходимо использовать такие датчики и информационно-измерительную систему, которые обеспечивают регистрацию колебаний исследуемых механизмов во всем диапазоне частот без искажений [14, 15, 16].

Рассмотрим проведенное экспериментальное исследование работы подшипника качения № 310 (ГОСТ 8338-75) [17]. Основные параметры подшипника № 310: d –50 мм; D – 110 мм; B – 27 мм; r – 3,0 мм; масса – 1,8 кг; N – 6,3. Для записи звука работы интересующих рабочих элементов применялся микрофон направленного действия, который передавал его на персональный компьютер. Затем полученные данные обрабатывались при помощи программы MATLAB и написанного для нее приложения “Spectrogram”, которые позволяют произвести спектральный анализ записи звука работы узла. В исследуемый узел были установлены новые подшипники, находящиеся в идеальном состоянии. В течение всего срока работы данного подшипникового узла систематически производилась запись его работы и обработка результатов. На 1-м этапе разницы между спектральными анализами не наблюдалась. На 2-м этапе в разнице между спектральными анализами звука работы подшипника и вала появляется в виде спектр желтый цвет. На 3-м этапе спектр становится желто- красного цвета, на 4-м этапе – красным.

Также, необходимо упомянуть про аналого-цифровое преобразование – это процесс преобразования входной физической величины в ее числовое представление. Аналого-цифровой преобразователь это устройство, которое выполняет такое преобразование, при котором, входной величиной АЦП может быть любая физическая величина – напряжение, ток, сопротивление, емкость, частота следования импульсов, угол поворота вала и т.п.

АЦП имеет множество характеристик, из которых основными можно назвать частоту преобразования и разрядность.

Самым старым упоминанием АЦП в истории является, вероятно, патент Paul M. Rainey, «Facsimile Telegraph System,» U.S. Patent 1,608,527, Filed July 20, 1921, Issued November 30, 1926.

Таким образом, в соответствии с изложенным для изучения виброакустики подшипниковых узлов и проведения экспериментальных исследований необходимы следующее оборудование и датчики, а именно: пьезоэлектрический датчик виброускорений с рабочим диапазоном частот до 20 кГц и температур окружающей среды от 0 до 260 ° С, аналогово-цифровой преобразователь с максимальной частотой преобразования 500 кГц , цифровой фильтр с частотой до 10000 Гц, пьезоакселерометр с рабочей полосой частот до 12 кГц , а также программное обеспечение – ОС MATLAB.

Библиографический список

1. Павлов Б.В. Диагностика «болезней» машин. – М., «Колос», 1978, – 143 с.

2. Жулай В.А. О возможности диагностирования и прогнозирования работоспособности строительных машин и оборудования // Механизация строительства.– 2014.–№ 1. – С. 44 – 47.

3. Жулай В.А. Определение параметров динамических нагрузок в трансмиссиях землеройно-транспортных машин // Известия высших учебных заведений. Строительство. –2002. – № 9. –С. 104-109.

4. Жулай В.А., Енин В.И. Спектральный анализ виброакустического сигнала зубчатой передачи // Вестник машиностроения. – 2007. – № 1. С. 31–33.

5. Жулай В.А., Авдеев В.П. Обоснование режимов виброакустического диагностирования зубчатых передач строительных и дорожных машин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2010. – № 4. – С. 171-176.

6. Жулай В.А. Выделение диагностических признаков из виброакустического сигнала зубчатой передачи // Вестник машиностроения. – 2007. – № 12. – С. 23-25.

7. Жулай В.А., Устинов Ю.Ф., Енин В.И. Исследование преобразующих свойств элементов зубчатых передач // Строительные и дорожные машины. – 2003. – № 10. – С. 39-41.

8. Устинов Ю.Ф., Жулай В.А. и др. Результаты виброакустических исследований автогрейдера класса 250 // Механизация строительства. – 2014. – № 2 (836). – С. 32-37.

9. Жулай В.А. Определение параметров динамических нагрузок в трансмиссиях землеройно-транспортных машин // Известия высших учебных заведений. Строительство.– 2002. – № 9. – С. 104-109.

10. Жулай В.А., Устинов Ю.Ф. Исследование виброакустических параметров землеройно-транспортных машин // Известия высших учебных заведений. Строительство. –1996. – № 6. – С. 113-118.

11. Жулай В.А. Виброакустическая диагностика износа зубчатых передач строительных машин // Механизация строительства. – 2007. – № 3. – С. 11-13.

12. Жулай В.А., Енин В.И. Результаты экспериментальных исследований ударного воздействия на коробку передач // Строительные и дорожные машины. – 2002. – № 1. – С. 31-32.

13. Жулай В.А. Прогнозирование работоспособности зубчатых передач строительных машин на основе виброакустических методов диагностирования их технического состояния // Механизация строительства. – 2008. – № 10. – С. 16-18.

14. Жулай В.А., Устинов Ю.Ф., Енин В.И., Тепляков И.М. Комплект аппаратуры для измерения и регистрации виброакустических параметров строительных и дорожных машин // Строительные и дорожные машины. – 2002. – № 10. – С. 13-16.

15. Жулай В.А., Щиенко А.Н., Корыпаев А.С. Цифровой информационно-измерительный комплекс для проведения экспериментальных исследований вибрационных процессов карданных передач автогрейдеров // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2012. – № 1. – С. 300-303.

16. Жулай В.А., Василенко А.В., Крестников А.В. Мобильная цифровая система для измерения и регистрации динамических нагрузок в землеройно-транспортных машинах // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2014. – № 1. – С. 177-180.

17. Барков А.В. Численные Диагностирование и прогнозирование состояния подшипников качения по сигналу вибрации // Судостроение. – №3. – 1985. – С. 21-23

References

1. Pavlov B. V. Diagnosis of "disease" of cars. Moscow, Kolos, 1978, - 143 c.

2. July V. A. On the possibility of diagnosing and predicting functional specialization in construction machinery and equipment // Mechanization of construction.- 2014 no. 1. - P. 44 - 47.

3. July V. A. Determination of parameters of dynamic loads transmissions in the earth-Roine-vehicles // news of higher educational institutions. Construction. -2002. - No. 9. Pp. 104-109.

4. July V. A., ENIN V. I. Spectral analysis of vibro-acoustic signal gear // Vestnik mashinostroeniya.-2007.-No. 1. P.31-33.

5. July V. A., Avdeev, V. P. validation of vibro-acoustic modes Diagnostika-ing gears of building and road machines // Scientific Herald of the Voronezh-ski state University of architecture and construction. Construction and architecture. - 2010. - No. 4. - Pp. 171-176.

6. July V. A. Selection of diagnostic features of vibro-acoustic signal gear // Vestnik mashinostroeniya. - 2007. - No. 12. Pp. 23-25.

7. July V. A., Y. F. Ustinov, ENIN, V. I. Investigation of the transformative properties of elements gears // Construction and road machines. - 2003. - No. 10. - Pp. 39-41.

8. Y. F. Ustinov, July V. A. and others. the Results of vibro-acoustic studies of the grader class 250 // Mechanization of construction. - 2014. - № 2 (836). - P. 32-37.

9. July V. A. Determination of parameters of dynamic loads transmissions in the earth-Roine-vehicles // news of higher educational institutions. Construction.- 2002. - No. 9. Pp. 104-109.

10. July V. A., Ustinov, J. F. Study of vibroacoustic parameters excavation-but-vehicles // news of higher educational institutions. Construction. -1996. - No. 6. - S. 113-118.

11. July V. A. Vibroacoustic diagnostics of wear of gears Builder-governmental machines // Mechanization of construction. - 2007. - No. 3. - P.11-13.

12. July V. A., ENIN VI the Results of experimental studies of shock who steps on the gearbox // Construction and road machines. - 2002. - No. 1. Pp. 31-32.

13. July V. A. Forecasting performance gear construction machine on the basis of vibroacoustic methods of diagnostics of technical state // Mechanization of construction. - 2008. - No. 10. Pp. 16-18.

14. July V. A., Y. F. Ustinov, ENIN, V. I., I. M. Teplyakov Set of equipment for measurement and registration of vibroacoustic parameters of construction and road machinery // Construction and road machines. - 2002. - No. 10. Pp. 13-16.

15. July V. A., Schienko A. N., Korypaev A. S. Digital measuring system for experimental studies of vibration-ssion processes of drive shafts of motor graders // Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Series: High technology. Ecology. - 2012. - No. 1. Pp. 300-303.

16. July V. A., A. V. Vasilenko, Krestnikov, A. V. Mobile digital system for measuring and recording dynamic loads in earth-moving machines // Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Series: High technology. Ecology. - 2014. - No. 1. Pp. 177-180 of.

17. Barkov A.V. Numerical Diagnosing and forecasting the condition of rolling bearings by vibration signal // Shipbuilding. - No. 3. - 1985. - P. 21-23.

УДК 624.113

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова
Докт. техн. наук, проф. кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин В.И. Посметьев
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-35-76-08
e-mail: posmetyev@mail.ru
Преподаватель кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин М.А. Латышева
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-53-73-11
e-mail: lrita@bk.ru
Канд. техн. наук, ст. препод. кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин В.О. Никонов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-53-73-11
e-mail: 8888Nike@mail.ru

Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov
Doctor. technical sciences, Prof. the Department of production, maintenance and operation of machines V.I. Posmetyev
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-35-76-08
e-mail: posmetyev@mail.ru
Technical science, senior the teacher. the Lecturer, Department of production, repair and maintenance of machines M.A. Latysheva
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-53-73-11
e-mail: lrita@bk.ru
Department production, repair and maintenance Candidate of machines V.O. Nikonov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-53-73-11
e-mail: 8888Nike@mail.ru

В.И. Посметьев, М.А. Латышева, В.О. Никонов

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ РЫХЛИТЕЛЯ НА ЭТАПЕ ЗАГЛУБЛЕНИЯ С УЧЕТОМ МГНОВЕННОГО ЦЕНТРА ВРАЩЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ ЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Этап заглубления зубьев рыхлителя характеризуется значительными по величине усилиями, действующими на основные элементы его конструкции и машины в целом. Точный учет этих сил позволяет существенно повысить про-дольную устойчивость машины, ее производительность, надежность и качество выполняемой работы.

Ключевые слова: рыхлительное оборудование, этап заглубления зубьев, параметры рыхлителя, мгновенный центр вращения, расчет устойчивости рыхлителя.

V.I. Posmetyev, M.A. Latysheva, V.O. Nikonov

CALCULATION OF STABILITY DURING RIPPERS RECESSED WITH REGARD INSTANTANEOUS ROTATION CENTER LINKS ITS EQUIPMENT

Step ripper tooth penetration is characterized by considerable largest force acting on the main elements of its design and the entire machine. Accurate records of these forces can significantly improve the longitudinal stability of the machine, its performance, reliability and quality of their work.

Keywords: scarifying equipment, stage of penetration of the teeth, the parameters of the ripper, the instantaneous center of rotation, the calculation of the stability of the ripper.

Рыхлители широко и эффективно применяются при разработке скальных и мерзлых грунтов, при разработке котлованов, широких траншей, выемок в строительстве, при прове-

дении вскрышных работ на горных предприятиях, в дорожном строительстве и т. п. Дальнейшее развитие бульдозеров или тракторов с навесным рыхлительным оборудованием (далее рыхлителей) обусловлено значительным ростом мощности базовых тракторов и совершенствованием конструкций навесного рыхлительного оборудования. Основными направлениями повышения производительности, надежности и экономичности создаваемых перспективных конструкций рыхлителей являются: внедрение современных конструкционных материалов, увеличение подвижности звеньев навесных устройств, оснащение совершенными элементами и системами гидроприводов и автоматики [1].

В настоящее время навесное рыхлительное оборудование проектируется в соответствии с традиционными методиками, которые еще не в полной мере учитывают особенности рабочего процесса при рыхлении, в них рассматриваются недостаточно совершенные схемы конструкций, а также часто неоправданно упрощаются или игнорируются значимые факторы и параметры. В этой связи предлагаемая авторами методика расчета, учитывающая влияние на рабочий процесс мгновенного центра вращения (МЦВ) звеньев навесного рыхлительного оборудования, позволяет более точно обосновать основные параметры его конструкции.

Рабочий процесс рыхлителей характеризуется тремя этапами: заглублением, установившимся движением на заданной глубине и выглублением зубьев из грунта. Из них наиболее важным для разработки работоспособной конструкции и сложным для расчета является этап заглубления зубьев рыхлителя [2]. В свою очередь первый этап условно разбивается на две стадии – начальный момент погружения зубьев в грунт в точке C (рис. 1, *а*) и собственно само заглубление, т. е. движение нижних крайних точек зубьев по траектории CD к конечной точке D на заданную глубину z_D (рис. 1, *б*). На обеих стадиях приходиться решать противоречивую задачу: с одной стороны необходимо предусмотреть обеспечение гидроприводом значительных по величине усилий для гарантированного внедрения зубьев в грунт повышенной твердости и устойчивого хода на заданной глубине, а с другой – эти же усилия могут привести к потере продольной, а в ряде случаев и поперечной устойчивости машины, вследствие ее вывешивания относительно крайних точек A и $Б$, т. е. опорной базы гусеничного движителя (рис. 1, *а*).

В зависимости от условий эксплуатации и технологии выполняемых работ этап заглубления зубьев в грунт может происходить как без движения трактора, так и при его движении, а также при вертикальном ($\psi_C = 90^0$) или отклоненном от вертикального положения ($\psi_C \neq 90^0$) балки с закрепленными в ней зубьями в точке C контакта последних с поверхностью грунта. Эти особенности четырехзвенных навесных устройств важно учитывать при определении максимальных значений усилий, действующих на элементы конструкции, как рыхлительного оборудования, так и машины в целом.

В качестве расчетной схемы примем рыхлитель, оснащенный навесным оборудованием с регулируемым углом рыхления, выполненного по четырехзвенной схеме с промежуточным диагональным гидроцилиндром подъема-опускания. Схема аналогична конструкции, например, бульдозера с рыхлителем ДЗ-141, угол рыхления в котором регулируется с помощью гидроцилиндров, установленных вместо верхних тяг (рис. 1). При этом, как один из возможных вариантов исполнения, примем схему, в которой верхние и нижние тяги установлены непараллельно друг другу, т. е. линии продолжения которых сходятся в точке МЦВ, расположенной перед осью O подвеса навесного рыхлительного оборудования. Такая «непараллельная» схема установки тяг имеет свои преимущества перед «параллельной» схемой и, в частности, обеспечивает более компактное компонование рыхлительного оборудования в транспортном положении.

При расчетах движущегося рыхлителя важно учитывать особенности влияния условной силы тяги трактора P_{xz} и равнодействующей R_{xz} реакции грунта при рыхлении на навесное рыхлительное оборудование и машину в целом, которые заключаются в следующем. Равнодействующие P_{xz} и R_{xz}, приложенные к режущим кромкам зубьев, при их движении по траек-

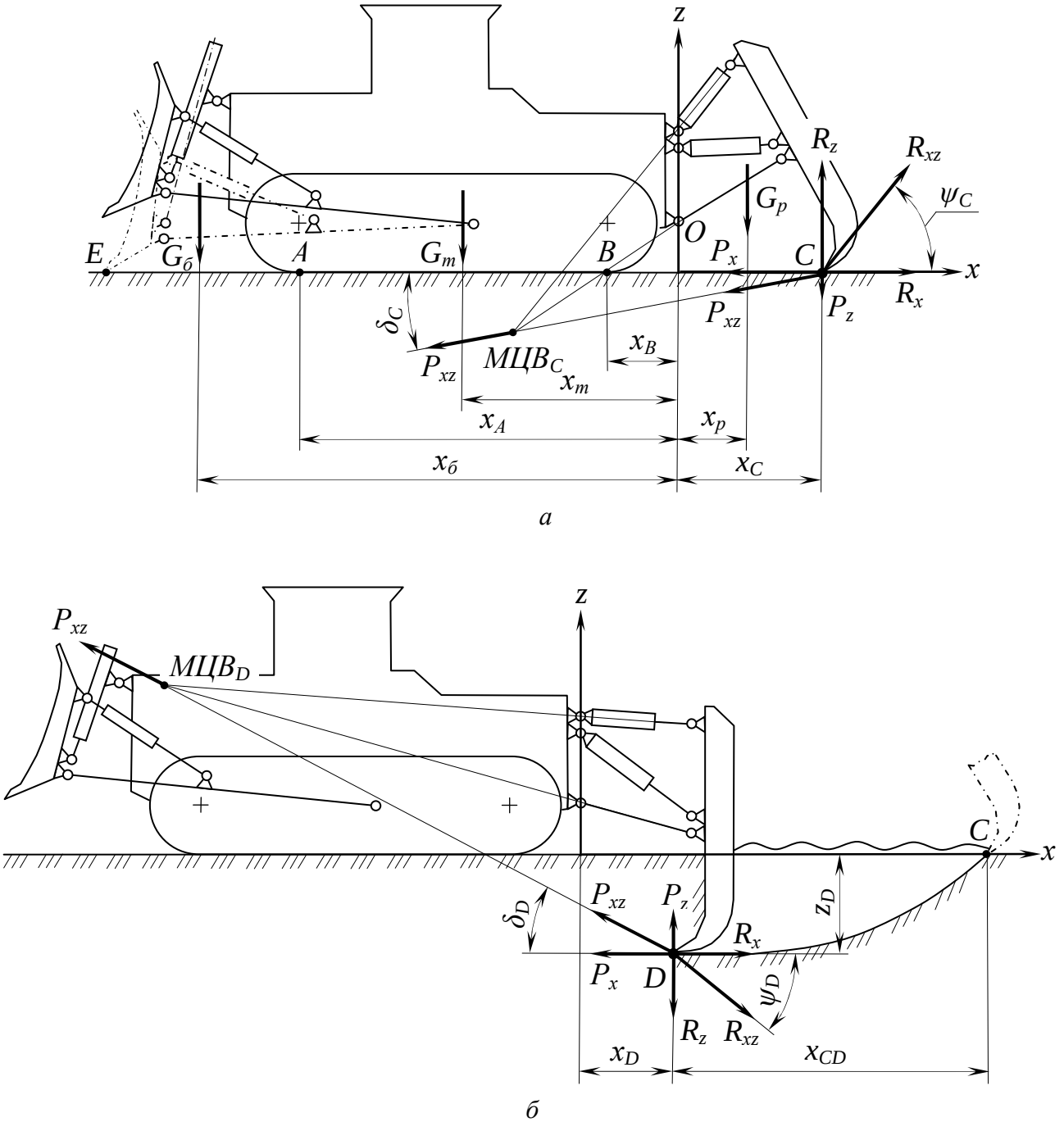


Рис. 1. Схемы к расчету рыхлителя с регулируемым углом рыхления для момента начала входа – *а* и процесса заглубления его зубьев в грунт – *б*

тории *CD*, могут одновременно воздействовать на зубья относительно горизонтальной плоскости под разными по величине углами, соответственно δ и ψ. При этом горизонтальная составляющая P_x силы тяги трактора компенсируется горизонтальной составляющей реакции R_x от рыхления грунта, тогда как вертикальная составляющая P_z, не зависит от величины и направления действия равнодействующей R_{xz} реакции грунта и соответственно от R_x. В зависимости от воздействия на зубья многочисленных внешних факторов P_z может принимать значения и направление действия (вверх или вниз), отличные от значений и направления действия R_x. Согласно принятой схемы четырехзвенного навесного устройства рыхлителя, его МЦВ может располагаться как под (рис. 1, *а*), так и над (рис. 1, *б*) опорной поверхностью

трактора, причем в первом случае P_z будет направлена вниз, а во втором – вверх и соответственно будет либо способствовать, либо препятствовать заглублению зубьев в грунт [3].

Для упрощения расчетов введем следующие общепринятые допущения, существенно не влияющие на точность конечного результата: силы трения в шарнирах и гидроцилиндрах рыхлительного оборудования незначительны и ими пренебрегаем; расчет ведем только сил, действующих в продольно-вертикальной плоскости рыхлителя, т. е. в координатах *xz*; положение высоты оси подвеса рыхлительного оборудовании (точка *O* на рис. 1, *а*) неизменно по величине; поверхность разрабатываемого рыхлителем грунта считаем ровной.

Исходя из принятых выше обоснований и допущений определим устойчивость рыхлителя относительно точек *A* и *B* вначале для случая нахождения режущей кромки зуба в точке *C*, а затем в точке *D*. Для этого, учитывая очевидные из расчетной схемы рыхлителя (рис. 1, *а*) соотношения: $P_x = R_x$, $P_x = P_z/tg\delta_C$, $R_x = R_z/tg\psi_C$ и $P_z = R_z\ tg\delta_C/tg\psi_C$, можем записать уравнение моментов всех сил. действующих на рыхлитель в продольно-вертикальной плоскости относительно точки *A* следующим образом

$$\sum M_A = G_б(x_б - x_A) - G_m(x_A - x_m) - G_p(x_A + x_p) + R_z(x_A + x_C)(1 - tg\delta_C/tg\psi_C) = 0, \quad (1)$$

откуда максимальное усилие по условию устойчивости рыхлителя определится как

$$R_z = [- G_б(x_б - x_A) + G_m(x_A - x_m) + G_p(x_A + x_p)] / (x_A + x_C)(1 - tg\delta_C/tg\psi_C), \quad (2)$$

где $G_б$, G_m и G_p – силы веса бульдозерного оборудования, трактора и навесного рыхлительного оборудования; $x_б$, x_m и x_p – координаты центров тяжести сил $G_б$, G_m и G_p; x_A, x_B, x_C и x_D – координаты точек *A*, *B*, *C* и *D*; δ – условный угол тяги трактора; ψ – угол приложения равнодействующей силы реакции грунта к режущей кромке зуба.

Аналогично определим максимальное усилие по условию устойчивости рыхлителя относительно точки *B*

$$\sum M_B = G_б(x_б - x_B) + G_m(x_m - x_B) - G_p(x_p + x_B) + R_z(x_C + x_B)(1 - tg\delta_C/tg\psi_C) = 0, \quad (3)$$

откуда

$$R_z = [- G_б(x_б - x_B) - G_m(x_m - x_B) + G_p(x_p + x_B)] / (x_C + x_B)(1 - tg\delta_C/tg\psi_C). \quad (4)$$

Максимальное усилие по условию устойчивости рыхлителя для случая нахождения режущей кромки зуба в точке *D* найдем из уравнения моментов всех сил относительно точки *A*

$$\sum M_A = G_б(x_б - x_A) - G_m(x_A - x_m) - G_p(x_A + x_p) - R_z(x_A + x_D)(1 - tg\delta_C/tg\psi_C) = 0, \quad (5)$$

откуда

$$R_z = [G_б(x_б - x_A) - G_m(x_A - x_m) - G_p(x_A + x_p)] / (x_A + x_D)(1 - tg\delta_D/tg\psi_D). \quad (6)$$

Аналогично относительно точки *B*

$$\sum M_B = G_б(x_б - x_B) + G_m(x_m - x_B) - G_p(x_p + x_B) - R_z(x_B + x_D)(1 - tg\delta_C/tg\psi_C) = 0, \quad (7)$$

откуда

$$R_z = [G_б(x_б - x_B) + G_m(x_m - x_B) - G_p(x_p + x_B)] / (x_B + x_D)(1 - tg\delta_D/tg\psi_D). \quad (8)$$

Очевидно, что при расчетах на продольную устойчивость рыхлителя необходимо принимать наибольшее по абсолютной величине положительное значение R_z. В нашем случае, из оценки влияния на рыхлитель сил веса и плеч их действия его частей относительно точек *A* и *B*, можно предположить, что из всех возможных вариантов (выражения (2), (4), (6) и (8)), величина R_z будет наибольшей, полученной из выражения (2). Здесь также следует заметить, что с помощью опущенного на грунт бульдозерного оборудования в точке *E* (рис. 1, *а*) можно еще больше повысить устойчивость рыхлителя в момент начала заглубления зубьев в грунт. Однако на практике, в ряде случаев (уклонах, чрезмерном вывешивании трактора и др.), это может привести к потере также поперечной устойчивости и опрокидыванию рыхлителя, перегрузкам и поломкам элементов его конструкции.

Из сравнительного анализа сил, действующих на движущийся рыхлитель, представленных в расчетных схемах (рис. 1, *а* и *б*) следует, что на этапе начала заглубления зубьев в точке *C* величина реакции R_z значительно превышает величину силы P_z. Однако, по мере заглубления зубьев направление действия этих сил меняется на противоположное, при этом величина P_z существенно увеличивается и в конце заглубления в точке *D* может быть равной величине R_z. Такие изменения величины и направления реакции R_z в основном объясняются соответствующим изменением местоположения *МЦВ* из точки $МЦВ_C$ в точку $МЦВ_D$. Следует так же учитывать, что расчетные зависимости (2), (4), (6) и (8) справедливы только при условии одновременного движения самой машины и повороте рабочей балки рыхлителя с закрепленными на ней зубьями при движении их режущей кромки из точки *C* в точку *D*. Это объясняется тем, что после фиксирования четырехзвенника гидроцилиндром подъема-опускания в нижнем рабочем положении, рыхлительное оборудование условно становится одним телом с трактором и, соответственно, начиная с этого момента МЦВ четырехзвенника уже будет отсутствовать [4].

Влияние углов δ и ψ, представленных в последнем сомножителе $(1 - tg\delta_D/tg\psi_D)$ во всех четырех зависимостях (2), (4), (6) и (8), влияют на работу рыхлителя следующим образом. В общем случае угол δ может принимать значения $60^0 > \delta \geq 0^0$, причем нулю этот угол может быть равен в двух случаях: первый – при одновременном отсутствии движения трактора и поворота звеньев четырехзвенника, второй – при таком возможном местоположении *МЦВ*, когда линии действия сил P_{xz} и P_x совпадают. Как следует из расчетных схем, при отрицательном значении угла δ сила P_z направлена вниз и способствует заглублению зубьев рыхлителя (рис. 1, *а*), а при положительном его значении сила P_z направлена вверх и, наоборот, способствует выглублению рабочих органов (рис. 1, *б*). Представляет интерес случай, когда верхние и нижние тяги навесного устройства рыхлительного оборудования установлены параллельно друг другу. *МЦВ* такого четырехзвенника будет отсутствовать и поэтому условная линия тяги трактора будет представлена отрезком между точками *C*(*D*) и *O*. Расчет и для этого случая ведется аналогичным образом.

При прочих равных условиях влияние угла ψ на рабочий процесс рыхлителя выражено сильнее. Этому способствуют значительные по величине усилия на рабочих органах при разрушении грунтов и особенно на начальном этапе заглубления зубьев (рис. 1, *а*). Величина угла ψ, при этом, может изменяться в широких пределах $90^0 \geq \psi \geq 0^0$ и зависит в основном от геометрических параметров и формы зубьев, твердости разрабатываемой породы, угла рыхления, скорости заглубления рыхлительного оборудования и поступательного движения агрегата, а также других менее значимых факторов. В зависимости от принятой технологии работ заглубление рыхлителя в грунт может производиться: без движения и при движении трактора, при отклоненной (рис. 1, *а*) и не отклоненной от вертикали балки с зубьями. Очевидно, что при движущемся со скоростью v_m трактора и изменяемом при этом угле рыхления ψ, путь заглубления x_{CD} за время $t_з$ будет наибольшим и составит $x_{CD} = x_C - x_D + v_m t_з$. В тоже время в этом случае усилие заглубления будет заметно меньше по величине, что поз-

воляет разрабатывать грунты повышенной твердости.

Как правило, при заглублении зубьев рыхлителя в грунт трактор вывешивается в точке *A*, а при выглублении – в точке *B*, при этом величина усилия заглубления заметно превосходит усилие выглубления рыхлительного оборудования из грунта. В тоже время, вследствие разных причин, на практике встречаются случаи «защемления» зубьев при их выглублении. Поэтому расчет ведут для обоих случаев, а затем и по найденной максимальной величине реакции на зубьях со стороны грунта выполняют силовой расчет основных элементов конструкции рыхлителя.

Выводы

1. Традиционные методики расчета устойчивости рыхлителей на этапе заглубления их рабочих органов в грунт не учитывают существенное влияние МЦВ звеньев навесного рыхлительного оборудования на его силовые характеристики.
2. Полученные зависимости позволяют повысить точность расчетов при определении максимальных значений усилий по условию устойчивости рыхлителей.
3. Благодаря положительному влиянию МЦВ, на начальном этапе входа зубьев рыхлителя в грунт усилие заглубления незначительно, но с увеличением глубины рыхления ее величина заметно уменьшается.
4. Грунты повышенной твердости целесообразнее разрабатывать рыхлителем, выполненным по схеме четырехзвенника с непараллельными верхними и нижними тягами и регулируемым углом рыхления, при этом важно использовать одновременное движение трактора и заглубление зубьев в грунт.

Библиографический список

1. Бульдозеры и рыхлители / Б. З. Захарчук [и др.]. – М. : Машиностроение, 1987. – 240 с.
2. Шестопалов, К. К. Строительные и дорожные машины : учеб. для вузов / К. К. Шестопалов. – М. : Академия, 2008. – 384 с.
3. Z1elikov, V. A. Substantiation Based on Simulation Modeling of Hitch for Tillage Tools Parameters / V. A. Z1elikov, V. I. Posmetiev, M. A. Latysheva // World Applied Sciences Journal. – 2014. – № 30(4) : pp : 486-492.
4. Посметьев, В. И. Оценка влияния мгновенного центра вращения навесного механизма трактора на заглубляющую способность дисковых рабочих органов [Электронный ресурс] / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Воронежский научно-технический вестник. – 2014. – № 2 (8). – С. 38-47. – Режим доступа : http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov

References

1. Bulldozers and rippers / B. Z. Zakharchuk [et al.]. – M : Mechanical Engineering, 1987. – 240 p.
2. Shestopalov, K. K. Building and road machines : Proc. for schools / K. K. Shestopalov. – Moscow : Academy, 2008. – 384 p.
3. Z1elikov, V. A. Substantiation Based on Simulation Modeling of Hitch for Tillage Tools Parameters / V. A. Z1elikov, V. I. Posmetiev, M. A. Latysheva // World Applied Sciences Journal. – 2014. – № 30 (4) : pp : 486-492.
4. Posmetiev, V. I. Assessing the impact of the instantaneous center of rotation of the attachment mechanism of the tractor to bury capacity disk working organs [Electronic resource] / V. I. Posmetiev, V. A. Zelikow, M. A. Latysheva // Voronezh Science and Technology vestnik. – 2014. – № 2 (8). – S. 38-47. – Mode of access : http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov

УДК 621.9.048.6:658.018.2

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики
Ю.Г. Сергеев;
Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики
Д.Н. Дегтев;
Старший преподаватель кафедры строительной техники и инженерной механики
А.В. Ульянов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18
e-mail: ua1980@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of construction machinery and engineering mechanics Y.G. Sergeev;
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the chair of construction machinery and engineering mechanics D. N. Dyogtev;
Senior Lecturer of the chair of construction machinery and engineering mechanics
A.V. Uliyanov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-59-18
e-mail: ua1980@vgasu.vrn.ru

Ю.Г. Сергеев, Д.Н. Дегтев, А.В. Ульянов

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ПЛАНЕТАРНОГО ТИПА ДЛЯ ВИБРООБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Разработано приспособление для зачистки, поверхностного упрочнения и полировки высокоточных, ажурных и ответственных деталей: шестерен, втулок, валов, крыльчаток насосов, мелких и средних корпусных деталей из черных и цветных металлов, пластмасс, которые не допускают в процессе обработки царапин и забоин. Особенностью данного приспособления является возможность съема обработанных деталей без выгрузки рабочей среды и демонтажа приспособления из подшипниковых опор, что сокращает время обработки.

Ключевые слова: зачистка, поверхностное упрочнение, полировка деталей, гранулированная рабочая среда, планетарное приспособление.

Y.G. Sergeev, D.N. Dyogtev, A.V. Uliyanov

PLANETARY-TYPE DEVICE FOR THE VIBROPROCESSING OF DETAILS

A device has been developed for smoothing off a surface strengthening and polishing high-precision, open-work and essential details: gears, bushings, shafts, vane pumps, small and medium casing details from ferrous and nonferrous metal, plastics, which allow no scratches and dents during processing. The peculiarity of this device is that it is possible to remove the processed details without discharging operating surroundings and dismantling the device from bearing supports that diminishes the processing time.

Keywords: smoothing off, surface strengthening, polishing of details, granular operating surrounding, planetary device.

Разработано приспособление планетарного типа для виброобработки деталей, новизна которого состоит в том, что съем обработанных деталей, закрепленных на боковых стенках

контейнера, осуществляется без выгрузки рабочей среды и демонтажа приспособления из подшипниковых опор.

Вибрационная обработка деталей, закрепленных на торцевых стенках U-образного контейнера, широко используется на операциях зачистки, поверхностного упрочнения, шлифования, полирования высокоточных, ажурных и ответственных деталей: шестерен, втулок, валов, крыльчаток насосов, мелких и средних корпусных деталей из черных и цветных металлов, пластмасс, которые не допускают в процессе обработки царапин и забоин. При этом после окончания процесса вибрационная машина останавливается, оснастка демонтируется, гранулированная рабочая среда (абразивные гранулы, стальные шары, литая стальная дробь или другие наполнители) выгружаются из контейнера, что значительно увеличивает время обработки [1].

На рисунке 1 дана схема приспособления планетарного типа для вибрационной обработки деталей с закреплением на боковых стенках контейнера 1, которое может свободно вращаться в подшипниковых опорах 2. Закрепленные на осях 3 обрабатываемые детали 4 крепятся через равные промежутки по периферии фланцев 5 и 6 на расстоянии R от центральной оси 7 приспособления. В процессе обработки за счет движения рабочей среды 8 детали вращаются как вокруг центральной оси 7, так и вокруг сателлитных осей 3 со скоростью 1 – 15 об/мин.

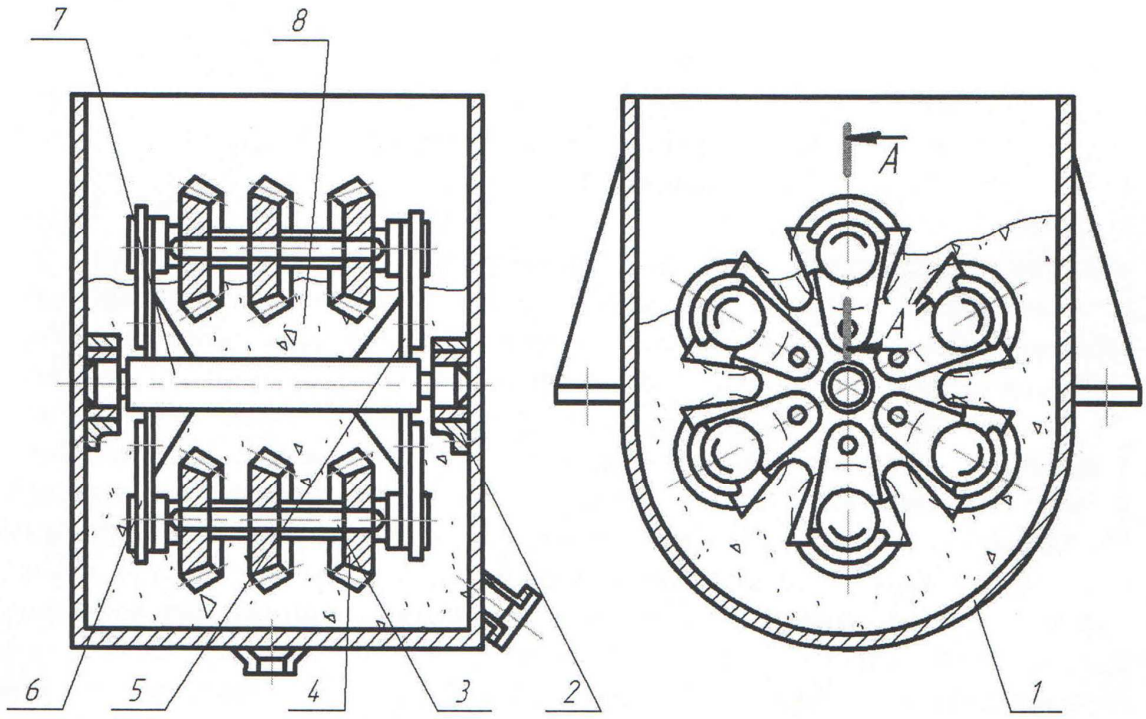


Рис. 1. Схема приспособления планетарного типа для виброобработки деталей

Свободное вращение деталей в процессе виброобработки обеспечивает равномерный съем металла с их поверхностей, а также равномерную глубину наклепа и величину остаточных напряжений сжатия.

Особенностью данного приспособления является возможность съема обработанных деталей без выгрузки рабочей среды и демонтажа приспособления из подшипниковых опор, для чего загрузка рабочей среды в контейнер осуществляется до уровня оси крепежных болтов 9 (рис. 2) при их крайнем верхнем положении.

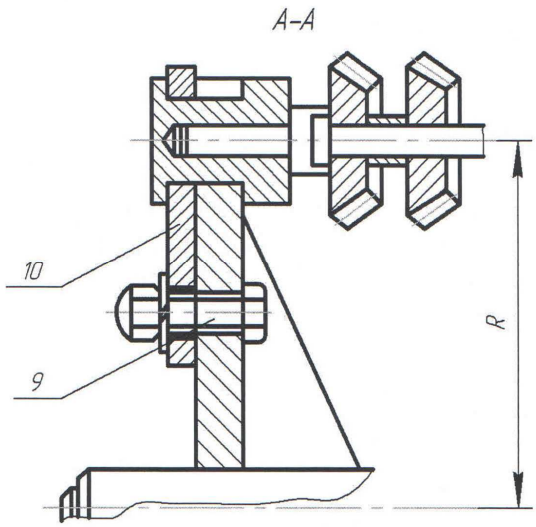


Рис. 2. Схема закрепления обрабатываемых деталей в приспособлении

После достижения требуемых значений показателей качества поверхностного слоя виброобрабатываемых деталей (шероховатости, глубины наклепа, величины напряженного состояния и т.п.), когда в процессе обработки одна из сателлитных осей займет крайнее верхнее положение, выключают вибромашину, ослабляют крепежные болты, откидывают крюки 10, вынимают ось 3 (см. рис. 1) с подшипниковыми опорами и снимают обработанные детали. На освободившееся место устанавливают новую накладку с деталями, подлежащими виброобработке, включают вибромашину и вновь установленные детали под действием энергии движущейся рабочей среды поворачиваются и входят в зону рабочей среды, а их место при крайнем верхнем положении занимает очередная партия обработанных деталей, закрепленных на оси 3. Затем повторяют цикл снятия обработанных деталей и установку на их место другой партии, после чего процесс виброобработки деталей повторяется.

С целью устранения заклинивания вращающихся частей приспособления и обеспечения обработки всех поверхностей гранулы рабочей среды должны вписываться в радиусы сопряжения обрабатываемых деталей и должны быть не менее чем в 1,5 раза больше или в 3 раза меньше величины зазора между вращающимися и невращающимися частями приспособления.

Размеры обрабатываемых деталей, мм: длина – до 500, диаметр – 80. Приспособление позволяет обрабатывать от 6 до 60 деталей в час.

С применением приспособления планетарного типа резко повысилась производительность труда. В одном приспособлении можно одновременно обрабатывать детали, имеющие разные габаритные размеры. Снижена стоимость процесса виброобработки за счет полного исключения вспомогательного времени, затрачиваемого на загрузку и разгрузку рабочей среды, монтаж и демонтаж крепежных приспособлений после обработки каждой партии деталей.

Гранулированная рабочая среда и вращающиеся массы деталей приспособления создают в процессе работы повышенные уровни шума и вибрации. В связи с этим была проведена оценка виброакустических параметров разработанного устройства [2, 3].

Выводы

1. Разработанное приспособление для виброобработки деталей исключает необходимость выгрузки рабочей среды из контейнера, демонтажа и монтажа оснастки после окончания обработки.

2. Приспособление позволяет обрабатывать одновременно несколько типов деталей и за счет их вращения обеспечивать равномерность обработки всех поверхностей деталей.

Библиографический список

1. Картышев Б.Н., Жданкин П.П. Требования к вибрационным машинам и оснастке при объемной вибрационной обработке закрепленных деталей. Научно-технический сборник «Металлорежущие станки и автоматические линии», вып.3, НИИМАШ, 1973.

2. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дёгтев Д.Н. Оценка виброакустических параметров транспортных и транспортно-технологических машин на стадии проектирования. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. № 1. С. 308-312

3. С.А. Никитин, Н.М. Волков, Д.Н. Дегтев, В.О. Воропаев, А.С. Воронов. Численные исследования быстропеременных виброакустических процессов при помощи метода конечных элементов. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. С. 154-160.

References

1. Kartyshev B.N. Zhdankin P.P. Requirements for vibration machines and the tool at a volume vibration processing of the fixed details. Scientific-and research collection “Metal-Cutting Tools and Automatic Lines”, issue 3, Research Institute of Machine-Building, 1973.

2. Ustinov Y.F., N.M. Volkov, D.N. Degtev. Evaluation of vibroacoustic parameters of transport and transport-processing machines at the design stage. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2012. Number 1. pp. 308-312.

3. S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Degtev, V.O. Voropaev, A.S. Voronov. Numerical research of a rapidly varying vibroacoustic processes using the finite element method. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2013. pp. 154-160.

УДК 621.878

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Доктор техн. наук, проф. кафедры строительной техники и инженерной механики Ю.Ф. Устинов
Аспирант кафедры строительной техники и инженерной механики
Д.Н. Гольцов
Аспирант кафедры строительной техники и инженерной механики
Д.И. Чернышев
Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Канд. техн. наук, доц. ,нач. каф. 23
А.А Кравченко
Канд. техн. наук, А.Ю. Харламов
Канд. техн. наук, А.В. Дрозд
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-53-62
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Doctor tehn. sciencts, professor of the pulpit of construction machinery and engineering mechanics Y.F. Ustinov
Post-graduateb student of the pulpit of construction machinery and engineering mechanics D.N. Goltsov
Post-graduateb student of the pulpit of construction machinery and engineering mechanics D.I. Chernyshev
Military and air academy of professor N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Cand. of Tehn. Sciencts, associate professor , chief of chair 23 A.A. Kravchenko
Cand. of Tehn. Sciencts, A.Y. Kharlamov
Cand. of Tehn. Sciencts, A.V. Drozd
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-53-62
e-mail: ust@vgasu.vrn.ru

Ю.Ф. Устинов, А.А. Кравченко, А.Ю. Харламов, А.В. Дрозд, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ СНИЖЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Изложены основные источники и причины генерации виброакустической энергии, описаны основные методы и средства снижения вибрации и шума транспортно-технологических машин на различных режимах работы, определены главные задачи снижения виброакустической энергии.

Ключевые слова: вибрация, шум, методы виброакустической защиты.

Y.F. Ustinov, A.A. Kravchenko, A.Y. Kharlamov, A.V. Drozd, D.N. Goltsov, D.I. Chernyshev

CURRENT STATUS AND PROBLEMS OF REDUCING ENERGY VIBROACOUSTIC TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL CONSTRUCTION MACHINERY

The basic sources and causes the generation of vibro-acoustic energy, describes the basic methods and means of reducing vibration and noise of transport and technological machines for different modes of operation, identified the main challenges to reduce vibro-acoustic energy.

Keywords: vibration, noise, vibroacoustic methods of protection.

В процессе создания новых и совершенствования существующих машин вкладываются всё новые достижения науки, что кардинально изменяет свойства машин, повышает и интенсифицирует их характеристики.

Процесс в создании новых видов техники с форсифицированными рабочими параметрами по скорости, мощности, нагрузкам неизбежно приводит к росту интенсивности вибрационных и акустических полей. Темпы этого роста опережают темпы создания новых методов и средств, обеспечивающих снижение уровней вибрации до безопасных значений.

Не смотря на значительные успехи, достигнутые в последние десятилетия в деле устранения опасных и вредных вибраций, действующих как на человека, так и на элементы конструкций машин, и в настоящее время эта проблема остается одной из наиболее острых, важных и актуальных.

В агрегатах, механизмах и узлах транспортно-технологических машин амплитуды и частоты, действующих сил, носят периодический, непериодический, импульсный, ударный и случайный характер. Отстройка от опасных резонансных режимов и снижение уровня колебаний в реальных конструкциях представляют важную научную проблему [1,3,8].

Взаимодействие человека оператора с новейшими высокопроизводительными и быстроходными машинами с учетом взаимодействия вибрационных и акустических полей связано со здоровьем людей, с нормализацией условий трудовой деятельности человека, разработками рационального развития труда и отдыха, что имеет большое социально-экономическое значение. В этой связи Институтом машиноведения им. А.А. Благонравова еще в конце XX века были определены основные задачи:

−исследования биотехнических систем “человек – машина” с точки зрения возрастающих вибрационных действий;

−исследования в области виброакустической динамики [10].

Дальнейшее изучение и развитие проблем вибрации в различных аспектах позволит решить задачи оптимизации виброакустической защиты систем “человек – машина – среда” и ряд существенных проблем виброакустической диагностики машин и механизмов, использования вибрации в технологических процессах и других [1,7].

Землеройно-транспортные машины (ЗТМ), как известно, предназначены для послойного резания грунта и перемещения его рабочим органом на некоторое расстояние. Таким образом, для ЗТМ характерны два режима работы: тяговый и транспортный, что влечет за собой резко различаемые нагрузки в трансмиссии и двигателе. К землеройно-транспортным машинам непрерывного действия, для которых основной режим работы тяговый, относятся автогрейдеры, грейдер- элеваторы, струги и т.д. Для бульдозеров и погрузчиков характерны в рабочем цикле приблизительно 50% тяговый и 50% транспортный режимы. Такое же распределение режимов работы характерно для машин, работающих на подготовительных работах, например, рыхление и киркование грунта. Для самоходных скреперов процесс копания грунта занимает малую часть в рабочем цикле. Для них характерен транспортный режим в условиях бездорожья.

Специфика работы ЗТМ в различных грунтовых условиях выделяют их в особую группу машин с точки зрения и возникновения и распространения вибрации и шума [7]. Конструкционные особенности ЗТМ в общем случае следующие

−наличие двух рам (основной и рабочего органа), увеличивающих массу и объем металлоконструкций;

−высокая концентрация на основной раме источников виброакустической энергии - двигателя внутреннего сгорания, карданной передачи, коробки передач и т.п., усложняющий колебательный процесс рамы и кабины ЗТМ;

−отсутствие в подвеске мостов упругих и амортизирующих элементов, что влияет на амплитуду и время затухания колебательных процессов в раме;

−отсутствие дифференциала или его блокировка на некоторых ЗТМ увеличивает

амплитуду колебаний моментов на осях ведущих мостов;

−наличие рабочего оборудования и системы управления им для выполнения технологического процесса являются дополнительными источниками виброакустических излучений.

На ЗТМ различают виброакустическую энергию, излучающую в окружающую среду и опорные конструкции механического, электромагнитного, гидродинамического и аэродинамического происхождения. При выполнении технологических операций ЗТМ в общем случае излучение виброакустической энергии обусловлено:

−преобразование одного вида энергии в другой, например, в двигателях внутреннего сгорания, электродвигателях, электрогенераторах, гидромоторах, насосах, гидротрансформаторах и других;

−взаимодействием рабочего органа и движителя с грунтом;

− работой механических передач, в частности, зубчатых в коробках передач, раздаточной и дополнительной;

−работой системы управления рабочим органом;

−недостаточной сбалансированностью деталей и уравновешенностью механизмов.

На представленной схеме видно, что вибрация и шум проникают в кабину двумя путями: по воздушной среде и при передаче вибрации по конструкции ЗТМ. В технической акустике при исследовании шума в кабине структурный шум, вызываемый вибрациями, передаваемыми по конструкции машин, и шум, проникающий в кабину по воздушной среде, считают двумя раздельными источниками шума и их рассматривают независимо [7,8,9].

Основными источниками виброакустического излучения, определяющими вибрацию и структурный шум ЗТМ, являются двигатель внутреннего сгорания, трансмиссия и в меньшей степени, при малых скоростях (до 50 км/ч) неровности поверхности движения - колеса (шины), рабочий орган, гидравлическая система управления и другие [2,4].

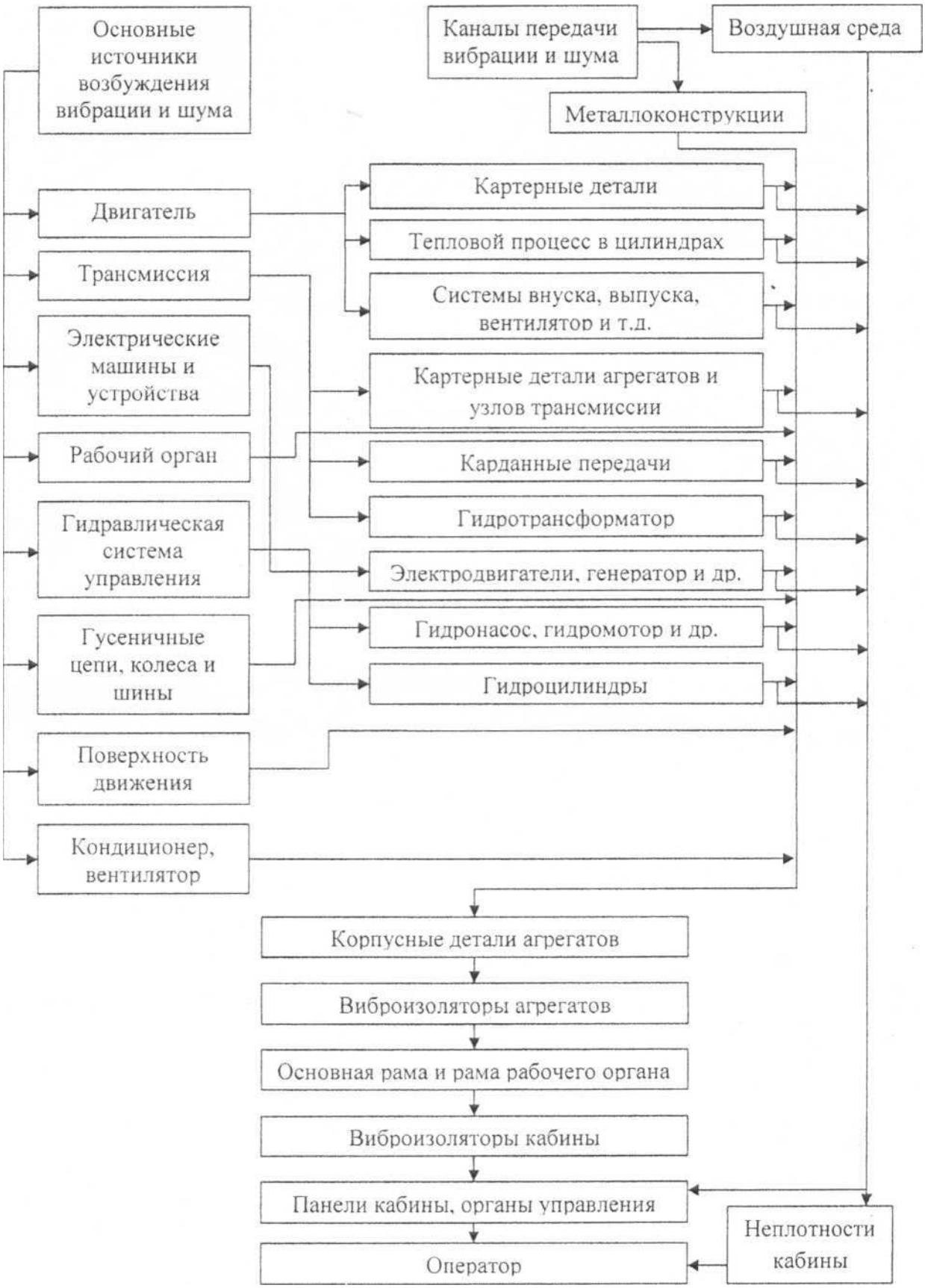


Рис. Принципиальная схема источников вибрации и шума и пути распространения виброакустической энергии на ЗТМ

Рациональность создания виброшумобезопастных машин устанавливается на основе комплексного анализа результатов работы по снижению вибрации и шума и затрат при внедрении их в производство [3,10].

В общем случае результат создания малошумных машин представляет собой совокупность научного, технического, организационного, социального и экономического эффектов. Он может включать эффекты специального характера: удовлетворение высоким качеством техники потребителей, снижением негативного влияния на окружающую среду и другие.

При анализе вариантов малошумных машин применяются технические показатели, характеризующие эксплуатационные, конструктивные и технологические свойства, которые используются в качестве исходных данных для расчета экономического эффекта. Недостатком технических показателей при сравнении вариантов машин с точки зрения их виброакустических характеристик является то, что они непосредственно не выражают затрат общественного труда и поэтому не позволяют рассчитать численное значение достигаемого экономического эффекта.

Организационная целесообразность изготовления вариантов малошумных транспортно-технологических машин заключается в установлении возможности производства в требуемом объеме и в более короткие сроки при существующей организационной структуре отделов проектирования, цехов и производственных участков на предприятии. Организационные показатели не выражают затрат общественного труда, обусловленных применением тех или иных способов и средств при изготовлении малошумных машин.

Социальная и экологическая целесообразность вариантов виброшумобезопастных транспортно-технологических машин базируется на сопоставлении и анализе следующих показателей:

- изменение профессионального и квалификационного состава работников, занятых в проектировании и производстве машин, так как внедрение численных исследований и расчета виброакустических характеристик, например, с использованием МКЭ влечет за собой повышение уровня программистови удельного веса инженеров-специалистов по виброакустической динамике машин;
- повышение уровня и степени автоматизации труда при проектировании и производстве виброшумобезопастных машин;
- улучшение условий труда операторов транспортно-технологических машин за счет снижения негативного влияния вибрации и шума в кабине;
- повышение экологической безопасности, выражающейся в уменьшении акустического загрязнения окружающей среды, за счет снижения внешнего шума машин.

Анализ перечисленных показателей необходим для объективной оценки рациональности намечаемых и осуществляемых задач по прогнозированию вибрации и шума транспортно-технологических машин [3].

Генерация звуковой вибрации и шума в коробках передач

Виброакустическая энергия, генерируемая в коробках переменных передач (КПП), раздаточных коробках (РК) и дополнительных коробках (ДК) весьма существенна. Излучателями шума в таких системах являются ограждающие конструкции. От зубчатых передач шум через воздушный промежуток и ограждения проникает в окружающее пространство – это воздушный шум [1,6].

Колебания от зубчатых передач через опорные конструкции и стыковые соединения могут передаваться на внешние ограждающие конструкции, которые излучают структурный шум.

В кожухах КПП, РК, ДК имеются технологические отверстия (смотровые окна, отверстия для смазывания и т.д.). Шум таких систем слагается из шума, излучаемого кожухом, колеблющимся под действием шума внутри него и вследствие передающихся на него вибраций, а также воздушного шума, проходящего через отверстия и неплотности.

Несмотря на различное назначение и конструктивное исполнение, коробки имеют ряд общих характерных особенностей:

– зубчатые передачи и ограждающие конструкции размещены на общей раме;

– кожухи имеют небольшие габариты и внутренняя воздушная полость систем относится к классу «малых» акустических объемов, размеры которых меньше длины волны на низких и средних частотах;

– ограждающие конструкции жестко связаны с металлическими опорными конструкциями;

– общий уровень излучаемого коробками шума определяется уровнем шума, излучаемого корпусом.

Шум зубчатых передач вызывается колебаниями колес и элементов конструкций, сопряженных с ними. Причинами этих колебаний являются: взаимное соударение зубьев при входе в зацепление, переменная деформация зубьев, вызванная непостоянством сил, приложенных к ним, кинематические погрешности зубчатых колес, переменные силы трения.

Спектр шума занимает широкую полосу частот, особенно значителен он в диапазоне 2000 – 5000 Гц. На фоне сплошного спектра имеются дискретные составляющие, основными из которых являются частоты, обусловленные взаимным соударением зубьев, действием ошибок в зацеплении и их гармониками.

Составляющие вибрации и шума от деформации зубьев под нагрузкой имеют дискретный характер с основной частотой, равной частоте пересопряжения зубьев,

$$f_z = \frac{zn}{60}; \qquad (1)$$

где z – число зубьев колеса; n – частота вращения , об/с.

Частота действия накопленной ошибки зубчатого колеса кратна частоте вращения:

$$f_i = \frac{in}{60}; \qquad (2)$$

где i = 1, 2, 3 …

Однако, имеются случаи, когда накопленная ошибка окружного шага не совпадает с частотой вращения; в этом случае будет существовать еще одна дискретная частота, равная частоте действия ошибки.

Колебания возбуждаются также с частотами, определяемыми погрешностями зубчатой пары (перекос осей, отклонение от межцентрового расстояния и т.п.).

Зубчатое зацепление представляет собой систему с распределенными параметрами и имеет большое количество собственных частот колебаний. Это приводит к тому, что практически на всех режимах работа зубчатого зацепления сопровождается возникновением колебаний на резонансных частотах[1,6].

Снижение уровня шума может быть достигнуто снижением величины действующих переменных сил, снижением коэффициента передачи звуковых колебаний от мест возникновения к местам излучения, снижением колебательных скоростей за счет улучшения конструкции колеблющегося тела, сокращением поверхности излучения, увеличением внутреннего трения материала колес.

Для изготовления зубчатых колес в основном используется углеродистые и легированные стали. В тех же случаях, когда необходимо обеспечить менее шумную работу передачи, для зубчатых колес используются неметаллические материалы, применяются косозубые зубчатые передачи или передачи с криволинейным зубом.

Технология изготовления зубчатых колес, принцип зубообразования, вид инструмента для нарезания, припуски на обработку, точность станков не только определяют качество по отклонениям в отдельных элементах зацепления, но и предопределяют кинематическое взаимодействие элементов зацепления.

Накопленные ошибки в окружном шаге зубчатых колес и сочетание этих ошибок вызывают, как правило, низкочастотные колебания. К низкочастотным возбуждениям систем приводят также местные, накопленные и единичные ошибки на профиле зуба, расположение которых по обороту колеса носит случайный характер. Неравномерности на поверхности зуба возникают прежде всего при обработке колес. Дефекты работы червячной передачи зуборезного станка (неточность шага червячного колеса, биение червяка) вызывает образование на поверхности зубьев возвышений или переходных площадок (волн).

Расстояние по окружности между линиями неровностей соответствует шагу зубьев делительного колеса станка, в связи с чем частота колебаний этого вида зависит от $z_д$ – числа зубьев делительного колеса зуборезного станка:

$$f_д = z_д n i \qquad (3)$$

Интенсивный шум в области высоких частот обусловливается наличием отклонений от эвольвенты, размеров, формы и шага зубьев. В этих случаях направления действия сил, приложенных к зубьям, могут отличаться от направления теоретического действия сил в идеальном зацеплении. Это приводит к возникновению других форм колебаний: крутильных, поперечных с частотами, отличных от рассмотренных.

Кроме рассмотренных ошибок накопления, носящих циклический характер, имеют место так называемые ошибки обката.

Одним из способов уменьшения вибрации и шума зубчатых колес является повышение точности их изготовления. Точность изготовления обеспечивается правильным выбором технологического процесса нарезания и доводочной обработкой венца (шевингованием, притиркой, тонким шлифованием и полированием). В результате применения этих операций величина циклических действующих ошибок уменьшается, и тем самым значительно снижается шумообразование (до 5 – 10 дБ).

Исключение и снижение циклических ошибок в элементах зацепления зубчатых колес достигаются повышением точности изготовления профиля зубьев и точности основного шага. Ошибка основного шага должна быть меньше деформации под нагрузкой или температурной деформации и поэтому не приведет к заметной дополнительной динамической нагрузке.

Уровень шума снизится, если изготовлять зубья колес максимально упругими за счет высокой коррекции или модифицировать их по высоте профиля.

Существенным фактором повышения качества зубчатых колес является увеличение точности кинематической цепи обкатки и цепи подачи зубофрезерных станков, а также обеспечение постоянства температуры в процессе зубообработки. Величина циклической ошибки на нарезаемом колесе быстро убывает с ростом числа зубьев делительного колеса станка. Поэтому применяют станки с большим числом зубьев делительного колеса.

При работе зубчатого механизма при малых частотах вращения (без размыканий и ударов) частотный спектр шума соответствует спектру кинематической погрешности зубчатой передачи. Амплитуды составляющих спектра определяются при этом величинами допущенных погрешностей и условиями излучения звуковых волн в окружающую среду.

При работе зубчатого зацепления с размыканием, имеющим место при повышенных скоростях и переменных нагрузках, возникают кратковременные импульсы с широкими спектрами частот, которые способствуют возрастанию уровня шума в отдельных случаях на 10 – 15 дБ. Величина этих импульсов и интервалы между ними могут быть переменными.

Известно, что увеличение частоты вращения в 2 раза должно привести к возрастанию уровня шума на 5 – 6 дБ.

При постоянной частоте вращения увеличение передаваемого момента вдвое приводит к удвоению линейных деформаций и амплитуды колебаний. Излучаемая звуковая мощность

пропорциональна квадрату нагрузки. Поэтому шум и вибрация зависят от нагрузки примерно так же, как от частоты вращения.

Снижение шума передачи может быть достигнуто уменьшением частоты вращения зубчатых колес. Например, за счет применения двухступенчатых передач, уменьшения модуля, изменения числа зубьев.

На увеличение уровня шума зубчатых передач существенное влияние оказывают также монтажные и эксплуатационные дефекты. Монтажным дефектам относят повышенные зазоры в подшипниках, перекос осей, невыдержка межцентровых расстояний спариваемых зубчатых колес, неточное центрирование их, биение соединительных муфт. К эксплуатационным факторам, влияющим на шум зубчатых колес относят изменение передаваемого крутящего момента (в частности, его колебания), износ и режимы смазывания и количество смазочного материала. Изменение передаваемого крутящего момента, порождает ударный характер взаимодействия зубьев в зацеплении. Отсутствие или недостаточное количество смазочных материалов металлических зубчатых колес приводит к повышению трения и, как следствие, к увеличению уровней звукового давления на 10 – 15 дБ.

Снижение интенсивности низкочастотных составляющих шума достигается повышением качества сборки и динамической балансировки вращающихся деталей. Введение упругих элементов в систему снижает динамические нагрузки на зубья колес.

Расположение зубчатых колес возле опор на двухопорных валах по возможности на неподвижной посадке без зазоров в опорах также приводит к снижению шума.

Уменьшение зазоров между зубьями заметно уменьшает амплитуду вибраций зубчатых колес, вызванных внешними причинами, однако уменьшение зазора до значений, меньших допустимого нормами, вызовет заметное ухудшение в работе передачи. Современный и высококачественный ремонт зубчатых передач, при котором зазоры во всех сочленениях доводятся до предусмотренных допусками, необходим для снижения уровня шума и вибрации.

Вибрация и шум подшипников

Интенсивным источником механической вибрации и шума транспортно-технологических машин являются подшипники качения. Внутренние силы, вызывающие вибрацию подшипников качения, обусловлены отклонениями элементов подшипника и монтажных размеров, зависящими от точности, принятой при изготовлении деталей. Силы возникают от разностенности колец подшипников, овальности и разноразмерности тел качения, волнистости на дорожках качения, радиального и осевого зазоров между телами качения и кольцами, а также зазора в гнездах сепаратора [1,6].

Колебания подшипников качения проявляются в широкой области от десятков до десятков тысяч Гц, наиболее энергоемкие колебания сосредоточены в области, начиная от частоты вращения вала.

Следует отметить, что изготовленный с высокой точностью подшипник может стать источником интенсивной вибрации и шума, если будет неправильно установлен. Другой фактор, влияющий на уровень шума от подшипника – качество его смазывания.

Подшипники скольжения значительно менее виброактивны, чем подшипники качения, особенно на высоких частотах. Основная причина шума, создаваемого подшипниками скольжения – силы трения между поверхностями подшипника и шейки вала, возникающие в результате неравномерного и неправильного смазывания подшипников. В неправильно смазанных подшипниках возникает контакт поверхностей вала и подшипника и появляется «скрип» в результате скачкообразного движения шейки вала и поверхностей опоры. Эти колебания происходят на субгармониках частоты вращения $1/2\ f_0$ или $1/3\ f_0$.

Проблема снижения шума от подшипников включает три самостоятельных задачи: применение подшипников качения с улучшенными шумовыми характеристиками; вибродемпфирование и виброизоляция колебаний, передаваемых на корпус машины; создание наиболее благоприятных условий работы подшипников в машине.

Для снижения шума лучше всего применять однорядные радиальные шариковые подшипники; подшипники других типов создают более высокий уровень шума и вибрации. Так, уровень вибрации роликовых подшипников выше, чем у шариковых на 5 дБ и более. Такую же величину составляет превышение уровней вибрации подшипников тяжелой серии по сравнению с подшипниками средней серии [1,6].

Шум и вибрация подшипников качения определяются степенью отклонения элементов подшипников от идеальных геометрических форм, величиной радиального зазора между кольцами и телами качения. Это обстоятельство важно при выборе класса точности подшипников и ряда радиального зазора.

Причинами вибрации и шума в подшипниках качения могут быть механическая неуравновешенность деталей, смешение центра масс деталей относительно геометрической оси вращения, что проявляется на частоте

$$f = k\frac{n}{60}, \tag{4}$$

где n – частота вращения детали в подшипниках, мин$^{-1}$; k=1,2,3… - номер гармоники.

В подшипниках качения могут быть и другие причины генерации вибрации и шума[1,6]

Неуравновешенность и вибрация карданных передач

Остаточная неуравновешенность вращающегося вала карданной передачи является одной из наиболее распространенных причин вибрации машин, а вследствие ее и излучаемого шума. Она характеризуется несовпадением главной оси инерции вала с осью вращения. В зависимости от взаимного расположения этих осей неуравновешенность жесткого вала разделяют на три вида [5,8,9].

При статической неуравновешенности ось вращения вала и его главная центральная ось инерции параллельны. Приведение всех неуравновешенных сил от дисбалансов к центру масс вала дает только главный вектор дисбалансов

$$\overline{F} = m\bar{e}_{cm}\omega^2; \tag{5}$$

где m – масса вала; $\bar{e}_{ст}$ – удельный дисбаланс вала (эксцентриситет массы вала m относительно оси вала); ω – угловая скорость вала.

Причинами статической неуравновешенности телескопического вала, кроме дисбалансов. вызванных разностью масс конструктивных элементов, находящихся на противоположных сторонах вала, могут быть несоосность поверхности внешнего вала с поверхностью внутреннего вала, прогиб вала и др.

Моментальная неуравновешенность вала возникает, когда ось вала и его главная центральная ось инерции пересекаются в центре масс вала. При этом приведение всех неуравновешенных сил к центру массы вращающегося вала дает только главный момент.

Когда ось вала и его главная центральная ось инерции пересекаются не в центре масс или перекрещиваются, возникает динамическая неуравновешенность вала. Она состоит из статической и моментной неуравновешенности и полностью определяется главным вектором и главным моментом дисбалансов. Типичный случай динамической неуравновешенности имеет место, когда отбалансированный на станке вал соединяют с другими фланцами на машине [7].

Помимо сил от дисбалансов, появляются силы, возникающие вследствие прогиба вала.

Вибрация, вызываемая неуравновешенностью вала, имеет частоту колебаний

$$f = \frac{n}{60}, \tag{6}$$

где n – частота вращения вала (об/мин).

В общем случае, когда вал карданной передачи имеет эксцентриситет массы $e_{ст}$ и прогиб h, при вращении вала с угловой скоростью ω возникает центробежная сила инерции $\overline{F}_{ц}$,

$$\overline{F}_{ц} = m(h + \bar{e}_{ст})\omega^2, \quad (7)$$

До критической частоты вращения вала действует закон Гука, когда прогиб не превышает предел упругости вала. В этом случае сила $\overline{F}_{ц}$ уравновешивается силой упругости вала $F_{уп}$. Из литературных источников известно[5],

$$F_{уп} = kh\frac{EJ_n}{L^3} = kh\frac{cJ_n}{L^2 S}, \quad (8)$$

где k – коэффициент равный 77 для валов, свободнолежащих на опорах и равный 384 для валов, закрепленных в опорах;

E –модуль упругости, для стали $E=2\cdot10^5$ МПа;

J_n – полярный момент инерции вала;

L – длина вала;

S – площадь сечения вала;

c – изгибная жесткость вала, $c = \frac{ES}{L}$.

Приравнивая $\overline{F}_{ц} = F_{уп}$ после преобразования имеем при $\omega=2\pi f$

$$4(h + \bar{e}_{ст})\pi^2 f^2 = kh\frac{cJ_n}{mL^2 S} = f_0^2 k\frac{hJ_n}{L^2 S}, \quad (9)$$

здесь $f_0^2 = \frac{c}{m}$ - собственная частота колебаний вала.

Из выражения (5) видно, что резонансные колебания вала наступают при $f = f_0$,если

$$4(h + \bar{e}_{ст})\pi^2 = kh\frac{J_n}{L^2 S} \quad (10)$$

Критическая частота вращения вала карданной передачи определяется выражением

$$n_{кр} = \frac{30}{\pi L}\sqrt{\frac{kEJ_n}{Lm}}, \quad (11)$$

Для снижения вибрации длинного карданного вала, например, на автогрейдерах рекомендуется производить дополнительную динамическую балансировку непосредственно на месте их установки. Способ динамической балансировки карданных передач непосредственно на машине известен (Патент на изобр. №210926 РФ. Способ динамической балансировки преимущественно карданного механизма/ Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, опубл. 20.04.98, Бюл. №11)

Двигатели внутреннего сгорания

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) является сложным источником виброакустической энергии, так как ее излучение складывается из нескольких потоков от разных механизмов и процессов, происходящих в двигателе.

Рассмотрение спектра шума и вибрации ДВС позволяет заключить, что виброакустическая энергия содержит тональные составляющие и сплошную область. Наличие большого количества составляющих и сплошной области излучения в спектрах указывает на большое количество источников выброакустической энергии в ДВС и причин, которые приводят их появлению.

Главными причинами, вызывающими шум и вибрацию в ДВС являются следующие [4]:

1. Сила давления газа в цилиндрах и возмущения, возникающие при перетекании газов в системах впуска и выпуска. Моменты от газовых сил также вызывают вибрацию и шум двигателя;

2. Центробежные силы инерции и моменты этих сил;

3. Сила инерции и моменты этих сил возвратно- поступательно движущихся масс;

4. Давления, возникающие при впрыске в топливоподводящей системе.

Источники шума и вибрации возникают в системах впуска и выпуска двигателя, системе охлаждения, в двигателе в процессе сгорания топлива в цилиндрах, механизмах двигателя при соударениях относительно перемещающихся деталей и в результате трения сопрягаемых элементах.

Периодичность излучения виброакустической энергии в процессе рабочего цикла-основное качество всех источников ДВС [4].

Результаты исследования и шума впуска в цилиндры двигателя показывают возможность его снижения за счет конструктивных параметров впускных систем: активная длина впускной трубы; радиус впускной горловины; геометрические размеры впускных патрубков в головках блока; размеры воздухоочистителя и др.

Причиной появления шума выпуска служит истечение отработавших газов, обладающих высокой энергией при открытии выпускных клапанов в головке блока цилиндров. Уровни шума при этом могут достигать 125- 130 дБ[4].

В выпускных системах многоцилиндровых двигателей турбулентные шумы возникают при срыве вихрей в трубах при обтекании тел потоком газа и при течении газа у стенок (шум пограничного слоя), а также за счет перемешивания потоков газа, движущихся с различными скоростями.

В выпускной системе, непосредственно за клапаном, происходит формирование волны давления со значительной амплитудой. Волна с таким перепадом давления не является звуковой, но она моет вызвать колебания конструктивных элементов труб и глушителя.

Известно, что заглушающие свойства выпускной системы лучше в том случае, когда собственные колебания входной и выходной от глушителя труб не совпадают между собой. Оптимальным оказывается тот случай, когда длина выходной трубы составляет менее половины длины входной трубы, при этом заглушение оказывается лучшим при любой конструкции глушителя.

Величина заглушения шума выпуска определяется конструкцией глушителя. Необходимо отметить, что часто наблюдается снижение заглушающих свойств глушителя на переменных режимах работы транспортно – технологических строительных машин.

На протяжении рабочего цикла, силы действующие во всех сопряжениях кривошипно-шатунного механизма ДВС, многократно меняют свой знак. Изменение направления действия силы приводит к соударению относительно перемещающихся звеньев и появлению вибрационных импульсов. Удары могут возникать в шатунных подшипниках коленчатого вала, в сопряжении шатун – поршневой палец – поршень, а также между поршнем и гильзой цилиндра. Такие удары приводят к появлению шума и вибрации двигателя.

В моменты рабочего цикла, когда происходит изменение знака боковой силы, возникает удар поршня о стенку цилиндра и его интенсивность растет с увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Помимо скоростного режима интенсивность удара определяется величиной зазора в сопряжении поршень – гильза, весом деталей, совершающих возвратно-поступательное движение, произведение поршня на диаметр. Увеличение всех перечисленных параметров приводит к более интенсивному удару, а значит к возрастанию звуковой вибрации и шума.

В хорошо уравновешенных ДВС существенно снижается составляющие спектра шума.

Рационально спроектированная подвеска позволяет значительно снизить шум в соответствующих полосах частот спектра и сгладить негативные последствия недостатков в организации рабочего процесса, динамической несбалансированности и неуравновешенности двигателя.

Требование, предъявляемое к подвеске, состоит в том, чтобы обеспечить собственные частоты в узкой полосе и колебания двигателя в пространстве сделать несвязанными. Для

этого опоры следует располагать в плоскости, проходящей через главную ось инерции и симметрично относительно нее [4].

Еще одним источником шума ДВС является газораспределительный механизм, в котором развиваются значительные силы, возбуждающие колебательные движения деталей механизма – пружин , коромысел, штанг, клапанов.

Ударная посадка клапанов в гнезде, удары, возникающие при выборе зазоров в толкателях и других сопрягаемых деталях механизма, вызывают появление вибрационных импульсов в блоке и головке, которые излучаются наружными поверхностями двигателя. Это приводит к появлению значительного шума по уровню и с неблагоприятным спектром в высокочастотной области [4].

Применение гидравлических толкателей позволяет создать минимальный тепловой зазор в механизме, что обеспечивает посадку клапанов с минимальными скоростями.

Использование различных материалов для головок блока приводит к существенному снижению шума и вибрации двигателя. Особенно большое влияние это оказывает на шум от газораспределения. Чугунные головки снижают шум лучше алюминиевых сплавов.

На снижение шума также влияет тщательный выбор параметров упругих прокладок между крышками механизма газораспределения и блоком, между крышками головок блока и головками блока [4].

Методы исследования динамических систем

Землеройно-транспортные машины, имеющие высокую концентрацию агрегатов, механизмов и узлов на основной раме в сочетании с рабочим органом, системой управления и пневмоколесным движителем, представляют собой сложную динамическую систему. Исследование динамических систем включает определение параметров виброакустических процессов на основе выбранного метода.

Выбор метода исследований и поиск оптимальных решений сложных динамических систем – процесс трудоемкий и во многих практических случаях не реализуемый из-за невозможности предугадать форму и точность решений.

На практике в различных отраслях машиностроения используются методы исследования и расчета параметров быстропеременных процессов, основные из которых следующие:

1. Метод решения задач динамики сложных механических систем на основе классической теории колебаний, например, с использованием уравнений Лагранжа второго рода, в которых учитываются лишь основные параметры систем (масса, жесткость, демпфирование и др.), оказывающие влияние на конечный результат. Эта теория, хорошо описывающая динамику простейшей механической системы, применительно к сложным системам типа ЗТМ не обеспечивает достаточной точности решений из-за отличия реальных граничных условий от математической модели.

2. Метод, базирующийся на теории звуковых колебаний и волн. Механические системы рассматриваются как среда, в которой распространяются различные типы волн, отражающиеся во всех местах нарушения сплошности среды, особенно на краях свободных поверхностей и в местах соединений элементов. Данный метод представляет собой расчет распространения волн в различных средах, однако в некоторых случаях применительно к механическим системам он приводит к трудоемким расчетам и не высокой точности расчета.

3. Геометрический (лучевой) метод расчета УЗД и УЗ, устарел в следствии большой погрешности.

4. Энергетический метод исследования быстропеременных процессов, основанный на законах статистической физики. Этот метод удовлетворительно описывает усредненные виброакустические характеристики элементов динамических систем при условии большого количества резонансных частот элементов в исследуемом диапазоне частот.

5. Метод модального анализа, основанный на теории электрических цепей, позволяет описать быстропеременные процессы сложных динамических систем. Практическая ценность метода состоит в том, что для расчетов используется теория матриц

6. Численные методы и в частности метод конечных элементов (МКЭ). На современном этапе развития науки и техники МКЭ является самым мощным численным методом решения дифференциальных и векторных уравнений в различных отраслям машиностроения. Этот метод позволяет исследовать и оптимизировать виброакустические процессы в динамических системах практически любой сложности при использовании ЭВМ последних моделей. МКЭ в своей структуре содержит целый ряд формальных процедур и способов построения математических моделей механических систем и обеспечен численными методами исследований математических моделей.

7. Экспериментальный метод исследования служит для определения параметров виброакустических процессов. Обычно данный метод используется для проверки результатов аналитических исследований и расчетных параметров систем. Вместе с тем часто аналитические модели, отражающие в полной мере реальные процессы, отсутствуют и найденные экспериментально некоторые виброакустические характеристики служат основой последующих расчетов и проектирования рациональных конструкций. Метод конечных элементов является предпочтительным на заключительной стадии проектирования ЗТМ, когда определены все параметры машины и рассчитаны на прочность элементы конструкции. Данный метод позволяет аппроксимировать дискретной моделью реальные конструкции, изменять структуру моделей для поиска альтернативных решений с целью выбора оптимальных.

Экспериментальный метод, позволяющий подтвердить или опровергнуть результаты аналитических исследований виброакустических параметров ЗТМ, а также выявить некоторые закономерности и способы снижения вибрации, воздушного и структурного шума на машинах

Заключение

Создание новой более совершенной и производительной строительной и дорожной техники требует инновационного подхода к решению проблем виброакустической динамики машин. При этом необходимо решать задачи в следующих научно- технических направлениях:

1. Разработка новых и совершенствование существующих методов расчета виброакустических параметров с использованием численных методов и векторной анимации (мультимедийных технологий), учитывающих особенности рамных, пластинчатых, оболочечных и других конструктивных элементов машин;

2. Создание более эффективных материалов виброизляторов из виброзвукопоглощающих конструкций с использованием принципов бионики и нанотехнологий, позволяющих изменять характеристики вибрации и шума в зависимости от режима работы транспортно- технологических машин;

3. Разработка автоматизированных способов управления массовыми, жесткостными, диссипативными параметрами виброзвукозащитных элементов.

4. Создание более совершенных методов оптимизации виброшумозащитных комплексов транспортно-технологических машин в условиях рыночной экономики и высоких требований к безопасности техники.

Библиографический список

1. Вибрация в технике. Справочник,т.3. М.:”Машиностроение”,1980,-544с.

2. Жулай В.А., Тюнин В.Л., Малофеев А.В.Анализ мощностного баланса землеройно-транспортных машин//Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология. 2012.№1.с.296-299.

3. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник. – М.: Университетская книга, Логос, 2008. – 424с.

4. Луканин В.Н. Шум автотракторных двигателей внутреннего сгорания. М.:"Машиностроение",1971,-272с.

5. Маслов Г.С. Расчеты колебаний валов. М.:"Машиностроение",1968,-271с.

6. Справочник по судовой акустике/под ред.И.И.Клюкина и И.И.Боголепова.Л.: Судостроение,1978,-504с.

7. Устинов Ю.Ф. Концептуальные принципы создания виброшумобезопасных машин строительного комплекса// Промышленное и гражданское строительство.2010.№9.с.23-27.

8. Устинов Ю.Ф., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И. Виброакустические характеристики автогрейдера с колесной формулой 1х2х3// Научный вестник Воронежского ГАСУ. Высокие технологии. Экология. 2013. №1 с.181-188.

9. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Покачалов А.С., Гольцов Д.Н., Чернышев Д.И.. Виброакустические характеристики автогрейдеров// Строительные и дорожные машины. 2015.№1.с.7-10.

10. Устинов Ю.Ф. Механические колебания и виброакустическая защита транспортно – технологических строительных машин: учеб.пособие/Устинов Ю.Ф., Воронежский ГАСУ.- Воронеж, 2015,-239с.

References

1. Vibration technique. Handbook, Volume 3. M.: "Engineering", 1980, -544s.

2. Zhulai VA, Tyunin VL, Malofeev A.V.Analiz power balance zemleroyno- transport machines // Scientific Herald of the Voronezh GASU. High tech. Ecology. 2012.№1.s.296-299.

3. Ivanov NI Engineering acoustics. Theory and practice of noise control: a tutorial. - M .: University Book, Logos, 2008. - 424c.

4. Lukanin VN Noise automotive internal combustion engines. M.: "Engineering", 1971, -272s.

5. Maslov GS Calculations oscillation shafts. M.: "Engineering", 1968, -271s.

6. Reference ship acoustics / under red.I.I.Klyukina and I.I.Bogolepova.L .: Shipbuilding, 1978, -504s.

7. Yu Ustinov Conceptual principles of machine building complex vibroshumobezopasnyh // Industrial and civil stroitelstvo.2010.№9.s.23-27.

8. Ustinov YF, Goltsov DN, Chernyshev DI Vibroacoustic characteristics grader wheel formula 1h2h3 // Scientific Herald of the Voronezh GASU. High tech. Ecology. 2013. №1 s.181-188.

9. Ustinov YF, NM Volkov, Pokachalov AS, Goltsov DN, Chernyshev DI .. vibroacoustic characteristics graders // Building and road machines. 2015.№1.s.7-10.

10. JF Ustinov. Mechanical oscillations and vibro-acoustic protection of transport - technological construction machinery: Textbooks / Yu.F.Ustinov Voronezh Voronezh GASU.-, 2015, -239s.

УДК 628.517.2(031)

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д-р тех. наук, проф., Ю.Ф. Устинов;
Канд. тех. наук, доц., В.А. Муравьев;
Аспирант Д.Н. Гольцов;
Аспирант Д.И. Чернышев.
Россия, Воронеж, тел. 8(4732)71-59-18
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., Y.F. Ustinov;
Kand. Sci. Tech. V.A. Muravyov;
Post-graduateb student D.N. Goltsov;
Post-graduateb student D.I. Chernyshev.
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18;
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru

Ю.Ф. Устинов, В.А. Муравьев, Д.Н. Гольцов, Д.И. Чернышев

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛАСТОМЕРОВ

Рассматривается определение динамического модуля упругости виброизоляторов регулируемой жесткости.

Ключевые слова: виброзащита машин, виброизолятор, регулируемая жесткость, динамический модуль упругости, эластомеры.

Y.F. Ustinov, V.A. Muravyov, D.N. Goltsov, D.I. Chernychev

THE METHOD OF DETERMINING THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF ELASTOME

The definition of the dynamic modulus of elasticity of the vibration isolators adjustable stiffness.

Keywords: vibroprotection machines, shock absorbers, adjustable stiffness, storage modulus, elastomers.

В транспортном и строительно-дорожном машиностроении актуальной является задача использования виброизоляторов регулируемой жесткости для повышения звукоизоляционных и виброизоляционных качеств кабин операторов мобильных машин, режим работы которых по технологическим причинам необходимо изменять.

При изменении режима работы машины, когда изменяются частота и амплитуда колебаний рамы машины, возникает необходимость изменения жесткости в опорных связях защищаемого объекта с целью снижения вибрационных характеристик до нормативных значений.

Для решения поставленной задачи представляют интерес составные резинометаллические виброизоляторы с упругими элементами, работающими на сжатие-растяжение и коаксиальное кручение. Их применяют в устройствах для крепления кабины на раме транспортного средства [1], [2].

Известный способ испытаний эластомеров [3] позволяет определять динамические характеристики упругих элементов, работающих на сжатие-растяжение, например, в устройствах [4], [5] и [6]. Однако этот способ не позволяет получить динамические характеристики упругих элементов, которые при выполнении машиной технологических операций с изменением режима работы скручивают по отношению к защищаемому объекту, плавно изменяя жесткость виброизоляторов и снижая вибрации защищаемых объектов.

Авторами предложен новый способ определения динамических характеристик таких эластомеров. Способ реализуется следующим образом.

От каждой партии эластомеров отбирают для испытаний не менее шести образцов. Количество одновременно испытываемых образцов принимают две штуки.

Испытываемые образцы эластичного материала в виде двух цилиндрических втулок 1 (рис. 1), одетых на валы 2 рычагов 3, устанавливают в симметрично расположенные относительно оси У-У столика 4 вибратора 5 отверстия В и С приспособления 6.

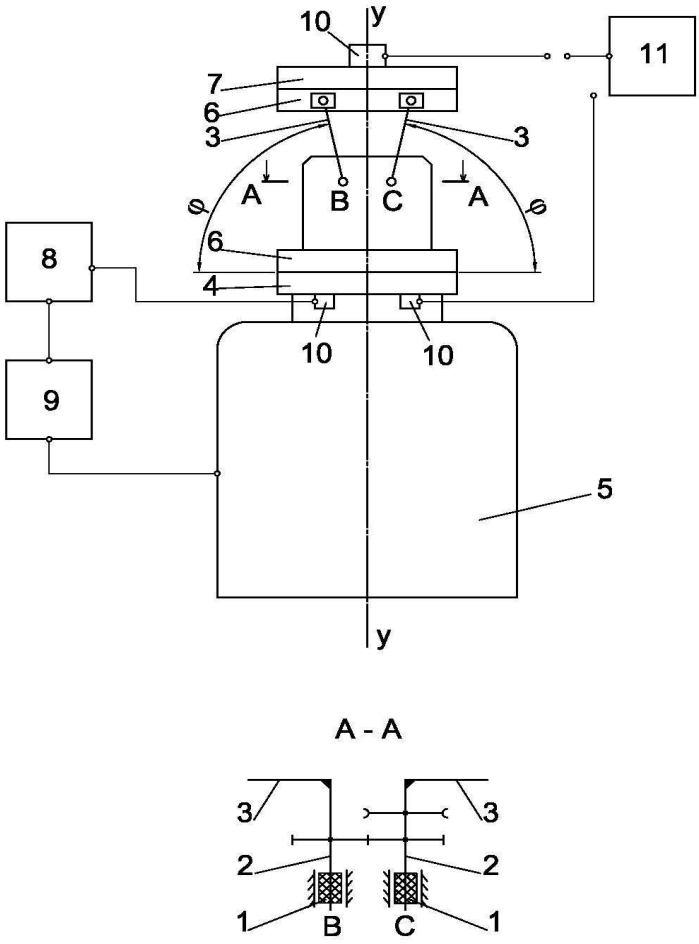


Рис. 1. Схема устройства для определения динамических характеристик эластомеров

Приспособление 6 обеспечивает возможность синхронного изменения и фиксации равных углов φ наклона рычагов 3 к поверхности столика 6 вибратора 5 в интервале от 0° до 90°.

Испытываемые образцы 1 эластичного материала вулканизацией или склеиванием жестко прикрепляют к валам 2 рычагов 3 и к внутренней поверхности отверстий В и С приспособления 6.

Известно, что упругие свойства эластомеров характеризуются большим различием модулей объемного сжатия и сдвига, который имеет место при коаксиальном кручении. Например, для резин их отношение лежит в пределах от 500 до 5000 [7, с. 21]. При угле $\varphi = 0°$ наклона рычагов 3 эластомеры 1 работают только на коаксиальное кручение, а при угле наклона $\varphi = 90°$ они работают только на сжатие-растяжение. При угле φ наклона рычагов, который больше 0°, но меньше 90°, эластомеры работают одновременно на сжатие-растяжение и коаксиальное кручение.

При изменении угла наклона рычагов будет изменяться и значение динамического модуля упругости этих материалов.

Над испытываемыми образцами эластичного материала 1 устанавливают первый груз 7. Приводят столик 4 вибратора с нагруженными образцами материала 1 в вертикальное колебательное движение, установив на измерительном усилителе 8 режим автоматического поддержания постоянной амплитуды ускорения груза 7. С помощью низкочастотного измерительного устройства 9 устанавливают колебания частотой 5 Гц.

Плавно изменяют частоту колебаний и определяют частоту резонанса f, при которой амплитуда ускорения груза 7 становится максимальной. Амплитуду ускорения регистрируют с помощью акселерометров 10 и виброизмерителя 11.

По частоте резонанса f вычисляют динамический модуль упругости $E_Д$ (Н/м^2) эластомера по формуле [3, с. 4]

$$E_Д = \frac{4\pi^2 f^2 Mh}{F}, \qquad (1)$$

где f - частота резонанса, Гц;

M - масса груза, кг;

h - толщина втулки образца эластомера под нагрузкой, м;

F - общая площадь поверхности одновременно испытываемых образцов, воспринимающая нагрузку, м^2.

Изменяя массу M груза 7, определяют в перечисленной последовательности значение динамического модуля упругости $E_Д$.

Испытания в той же последовательности проводят для других отобранных образцов рассматриваемой партии эластичных материалов.

Для каждой партии материала и конкретной массы M груза вычисляют среднее арифметическое значение величин динамического модуля упругости.

Последовательно изменяют и фиксируют с помощью приспособления 6 угол φ наклона рычагов 3 к поверхности столика 4 вибратора 5 в интервале от 0^0 до 90^0 и изменяют массу M груза 7.

При каждом установленном значении угла φ наклона рычагов 3 и массе M груза 7 определяют в перечисленной последовательности значение динамического модуля упругости, а для каждой партии материала – среднее арифметическое значение величин модуля упругости.

В результате проведения испытаний на вибрационном электродинамическом стенде ВЭДС-10А в соответствии с заявляемым способом определения динамических характеристик эластомеров были получены экспериментальные данные для резины марки 1378.

По полученным частотам резонанса f по формуле (1) вычислялись значения динамического модуля упругости испытываемых образцов резины и средние арифметические значения модуля упругости исследуемой партии резины.

На фиг. 2 показана полученная зависимость динамического модуля упругости $E_Д$ от угла φ наклона рычагов 3 к поверхности столика 6 вибратора 5.

В качестве испытываемых образцов использовались втулки из резины, имеющие длину 50 мм, наружный диаметр 50 мм, отверстие 20 мм.

Нагрузка на образцы была принята 10 КН/м^2.

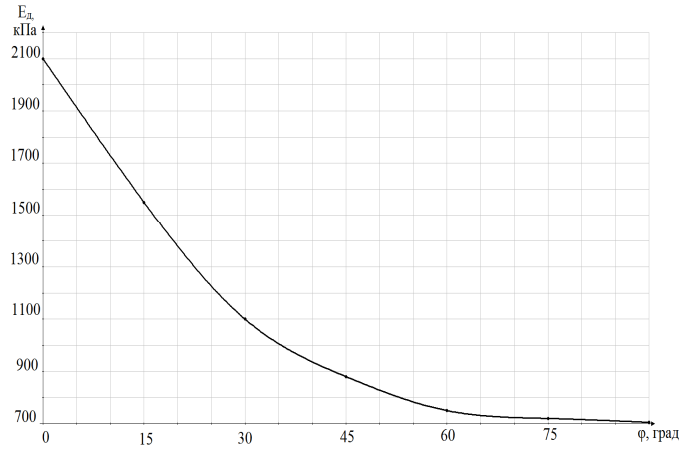


Рис. 2. Зависимость среднего арифметического значения величин модуля упругости эластомеров от угла наклона рычагов к поверхности столика вибратора

Выводы

1. Предложенный способ определения динамических характеристик эластомеров с использованием вибродинамического стенда позволяет получить зависимость динамического модуля упругости $E_Д$ от угла φ скручивания упругих элементов по отношению к защищаемому от вибрации объекту, которую необходимо иметь при проектировании виброизоляторов с регулируемой жесткостью.

2. С увеличением угла φ скручивания испытываемых образцов резины значение динамического модуля упругости $E_Д$ снижается.

3. Наибольшее изменение значения динамического модуля упругости $E_Д$ образцов резины имеет место при изменении угла φ скручивания этих образцов в интервале от 0 до 30 градусов.

Библиографический список

1. Авторское свидетельство СССР на изобретение № 300368. Устройство для крепления кабины на раме автомобиля / Францев Л.Г., Злодырев А.Д., Черняев А.П., Рыбаков В.П. и Орлов Б.Н. Опубл. 07.04.1971. Бюл. № 13.

2. Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1604653. Устройство для крепления кабины на раме транспортного средства / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Фролов И.А., Антипов Л.А., Епифанов В.С. Опубл. 07.11.1990. Бюл. № 41.

3. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. ГОСТ 16297-80. Издание официальное. Государственный строительный комитет СССР. М. Издательство стандартов, 1988.

4. Патент РФ на изобретение № 2310781. Способ виброзащиты мобильных технологических машин / Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Жулай В.А., Тимошинов В.Г., Головач К.И., Дрозд А.В., Зеленин Д.А. Опубл. 20.11.2007. Бюл. № 32.

5. Устинов Ю.Ф., Жулай В.А., Муравьев В.А., Тимошинов В.Г., Головач К.И., Дрозд А.В., Зеленин Д.А. Способ виброзащиты мобильных технологических машин / Материалы 12-ой Межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». Научный вестник ВГАСУ, Воронеж, 2009.

6. Устинов Ю.Ф., Муравьев В.А., Щиенко А.Н., Копаев А.В. Виброзащита на транспортно-технологических машинах / Материалы 15-ой Межрегиональной научно-

практической конференции «Высокие технологии в экологии». Научный вестник ВГАСУ, Воронеж, 2012.- С. 316-321.

7. Ляпунов В.Т., Лавендел Э.Э., Шляпочников С.А. Резиновые виброизоляторы. Справочник – Л.: Судостроение, 1988, - 216 с.

References

1. Author's certificate of the USSR № 300368, The device for mounting the cab to the vehicle frame / Frantsev L.G., Zlatarev A. D., Chernyaev A. P., Robakov V. P. and Orlov B. N. Publ. 07.04.1971. Bull. № 13.

2. Author's certificate of the USSR № 1604653, The device for mounting the cab on the frame of the vehicle / Ustinov Y.F., Muravyov V.A., Frolov I.A., Antipov L.A., Epifanov V.S. Publ. 07.11.1990. Bull. № 41.

3. Materials are sound-proof and sound-proof. Test methods. GOST 16297-80. Official edition. State building Committee of the USSR. M. Publishing house of the standards, 1988.

4. Russian Federation patent for invention № 2310781. Way vibroprotection mobile technological machines / Ustinov Y.F., Muravyov V.A., Zhulay V.A., Timoshinov V.G., Golovach K.I., Drozd A.V., Zelenin D.A. Publ. 20.11.2007. Bul. № 32.

5. Ustinov Y.F., Zhulay V.A., Muravyov V.A., Timoshinov V.G., Golovach K.I., Drozd A.V., Zelenin D.A. Way vibroprotection mobile technological machinery / Materials of the 12th Interregional scientific-practical conference « High technologies in ecology ». Scientific Herald VGASU, Voronezh, 2009.

6. Ustinov Y.F., Muravyov V.A., Scienco A.N., Kopaev A.V. Vibration protection of the TRANS-port-technological machines / Proceedings of the 15-th inter-regional scientific-practical conference «High technologies in ecology». Scientific Herald VGASU, Voronezh, 2012. - C. 316-321.

7. Lyapunov V.T., Lavendel E.E., Shlyapochnikov S.A. Rubber vibration isolators. Reference – HP.: Shipbuilding, 1988, - 216 p.

УДК 62-231.311

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Д-р. техн. наук, проф. кафедры строительной техники и инженерной механики Ю.Ф. Устинов,
канд. техн. наук, доц. кафедры высшей математики Е.И. Ханкин,
канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики А.Н. Щиенко
Россия, Воронеж, тел. 8(4732)71-59-18
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr. Sci. Tech., professor of the pulpit of construction machinery and engineering mechanics Yu.F. Ustinov,
D.Sc. (Engineering), PhD prof. E.I. Khankin,
Kand. Tehn. Sciencts, assistant professor of the pulpit of construction machinery and engineering mechanics A.N. Shchiyenko
Russia, Voronezh, tel. 8(4732)71-59-18
E-mail: ust@vgasu.vrn.ru

Ю.Ф. Устинов, Е.И. Ханкин, А.Н. Щиенко

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДВУХМАССОВОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С УПРУГОЙ СВЯЗЬЮ

Представлен анализ механизма передвижения мостового крана с целью повышения его надежности путем снижения динамической нагруженности на трансмиссионные валы, что также позволяет на стадии проектирования осуществлять синтез новых механизмов.

Ключевые слова: мостовой кран, надежность, динамическая нагруженность, упругие деформации, анализ, синтез механизмов.

Y.F. Ustinov, E.I. Khankin, A.N. Shchiyenko

DYNAMIC ANALYSIS OF TWO-MASS MECHANICAL SYSTEM WITH ELASTIC COMMUNICATION

The article deals with the analysis of the mechanism of the bridge crane movement for the purpose of increasing its reliability by decreasing dynamic loading on transmission shafts. That method also allows to carry out synthesis of new mechanisms at a design stage.

Keywords: bridge crane, reliability, dynamic loading, elastic deformations, analysis, synthesis of mechanisms.

Для обеспечения эффективной эксплуатации погрузочно-разгрузочных и транспортно-технологических машин надежность имеет первостепенное значение. Надежность машин в целом определяется надежностью всех ее агрегатов и механизмов. Одним из путей повышения надежности механизмов является снижение динамической нагруженности при импульсном и периодическом действии возмущающих сил.

Существуют различные способы снижения динамической нагруженности на механизмы и детали машин: применение ограничителей крутящего момента в виде гидравлических и механических муфт предельного момента, наличие в гидроприводах предохранительных клапанов и другие устройства.

Конструктивно более простыми и имеющими широкий диапазон применения являются устройства, содержащие упругие элементы.

Наряду с импульсными нагрузками на звенья механизмов действуют и периодические возмущающие силы, это вибрации от двигателей, колебательные процессы от несбалансированных деталей (маховики, барабаны, карданные передачи и другие).

В этой работе рассматривается динамика двухмассовой системы, например механизма передвижения мостового крана при симметричном расположении электродвигателя (рис. 1, 2), состоящим из двух масс m_1 и m_2 связанных упругим элементом с коэффициентом жесткости C под влиянием двух разночастотных периодических сил $F_1 = H_1 \sin p_1 t$ и $F_2 = H_2 \sin p_2 t$ [1].

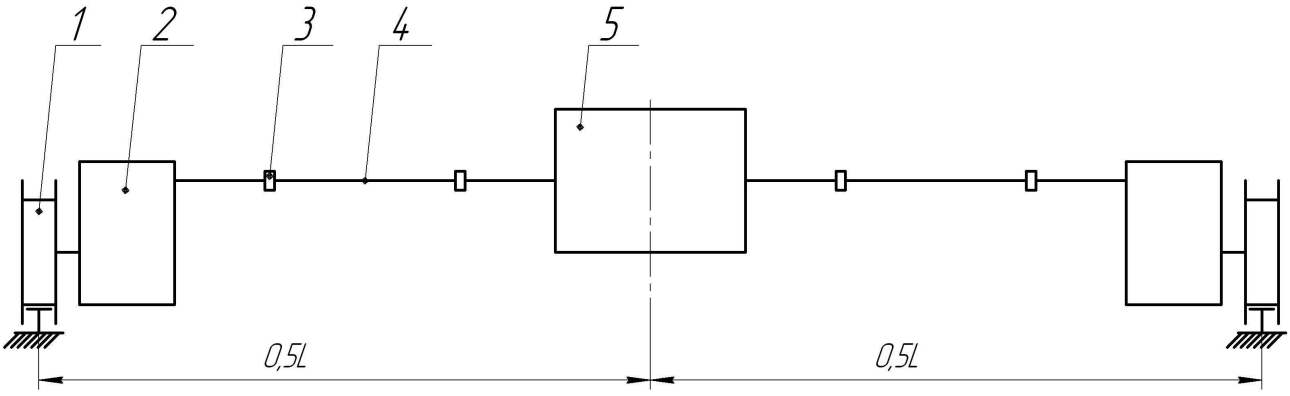


Рис.1. Схема механизма передвижения мостового крана при симметричном расположении электродвигателя: 1 – колесо; 2 – редуктор; 3 – жесткая муфта; 4 – трансмиссионный вал; 5 – электродвигатель

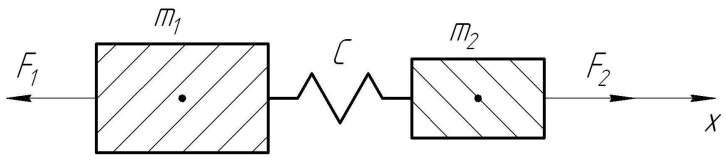


Рис.2. Приведенная расчетная схема механизма передвижения мостового крана

Очевидно, что данная на рисунке 1 модель является механической системой с двумя степенями свободы, где обобщенными координатами являются x_1, определяющая положение массы m_1, и x_2, определяющая - m_2.

Заметим сразу, что рассматриваемая расчетная модель проста, но полученные результаты исследования легко могут быть транспонированы на другие плоские механизмы, например, двухкривошипные, кривошипно-коромысловые и другие, если вместо масс рассматривать моменты инерций, а за обобщенные координаты – углы φ_1 и φ_2, образованные ведущим и ведомым звеньями с осью связанной со стойкой.

Выразив кинетическую (рис. 2.)

$$T = \frac{m_1 \dot{x}_1^2}{2} + \frac{m_2 \dot{x}_2^2}{2} \tag{1}$$

и потенциальную

$$П = \frac{c}{2}(x_1 - x_2)^2 \tag{2}$$

энергии и используя уравнение Лагранжа 2-го рода, получим систему дифференциальных уравнений, описывающих движение исследуемой механической системы [2]

$$\begin{cases} m_1\ddot{x}_1 + cx_1 - cx_2 = H_1 \sin p_1 t \\ m_2\ddot{x}_2 + cx_2 - cx_1 = H_2 \sin p_2 t \end{cases}, \tag{3}$$

Решение системы (3) слагается из общего решения однородной системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} m_1\ddot{x}_1 + cx_1 - cx_2 = 0 \\ m_2\ddot{x}_2 + cx_2 - cx_1 = 0 \end{cases}, \tag{4}$$

и частного решения системы (3).

Для решения системы (4) из первого уравнения выразим x_2, дважды продифференцируем и подставим во второе уравнение

$$\begin{aligned} x_2 &= \frac{m_1}{c}\ddot{x}_1 + x_1, \\ \ddot{x}_2 &= \frac{m_1}{c}x_1^{IV} + \ddot{x}_1, \end{aligned}, \tag{5}$$

откуда следует

$$\frac{m_1 m_2}{c}x_1^{IV} + (m_1 + m_2)\ddot{x}_1 = 0. \tag{6}$$

Упростив, получим

$$x_1^{IV} + \frac{c}{m_1 m_2} + (m_1 + m_2)\ddot{x}_1 = 0. \tag{7}$$

Характеристическое уравнение для уравнения (7) будет иметь вид

$$\bar{\kappa}^4 + \frac{c}{m_1 m_2} + (m_1 + m_2)\bar{\kappa}^2 = 0. \tag{8}$$

Определив его корни по формуле

$$\bar{\kappa}_{1,2} = \pm\sqrt{-\frac{c}{m_1 m_2}(m_1 + m_2)} = \pm\sqrt{-c\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)} = \pm\kappa i. \tag{9}$$

где $\kappa = \sqrt{\frac{c(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}}$; $\bar{\kappa}_3 = \bar{\kappa}_4 = 0$, найдем общее решение однородной системы (4)

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= C_1 \cos\kappa t + C_2 \sin\kappa t + C_3 t + C_4 \\ \dot{x}_2 &= C_1\left(1 - \frac{m_1\kappa^2}{c}\right)\cos\kappa t + C_2\left(1 - \frac{m_1\kappa^2}{c}\right)\sin\kappa t + C_3 t + C_4 \end{aligned} \tag{10}$$

или

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= C_0 \sin(\kappa t + \alpha) + C_3 t + C_4 \\ \dot{x}_2 &= -\frac{m_1}{m_2}C_0 \sin(\kappa t + \alpha) + C_3 t + C_4, \end{aligned} \tag{11}$$

где $C_0 = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$ и $tg\alpha = \frac{C_1}{C_2}$.

Уравнения описывают собственное движение механической системы.

Частное решение неоднородной системы дифференциальных уравнений (3) будем искать в виде

$$\begin{aligned} \ddot{x}_1 &= A_1 \sin p_1 t + B_1 \sin p_2 t \\ \ddot{x}_2 &= A_2 \sin p_1 t + B_2 \sin p_2 t. \end{aligned} \tag{12}$$

Дважды продифференцировав выражение (12), подставив результат в систему (3) и, используя метод неопределенных коэффициентов, найдем значения

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{H_1\left(m_2 p_1^2 - c\right)}{c p_1^2 (m_1 + m_2) - m_1 m_2 p_1^4}, \\ A_2 &= \frac{H_1 c}{c p_1^2 (m_1 + m_2) - m_1 m_2 p_1^4}, \\ B_1 &= \frac{H_2 c}{m_1 m_2 p_2^4 - c p_2^2 (m_1 + m_2)}, \\ B_2 &= \frac{H_2\left(m_1 p_2^2 - c\right)}{c p_2^2 (m_1 + m_2) - m_1 m_2 p_2^4}. \end{aligned} \tag{13}$$

Найденные частные решения системы (3)

$$\begin{aligned} \ddot{x}_1 &= \frac{H_1\left(m_2 p_1^2 - c\right)}{c p_1^2 (m_1 + m_2) - m_1 m_2 p_1^4} \sin p_1 t + \frac{H_2 c}{m_1 m_2 p_2^4 - c p_2^2 (m_1 + m_2)} \sin p_2 t, \\ \ddot{x}_2 &= \frac{H_1 c}{c p_1^2 (m_1 + m_2) - m_1 m_2 p_1^4} \sin p_1 t + \frac{H_2\left(m_1 p_2^2 - c\right)}{c p_2^2 (m_1 + m_2) - m_1 m_2 p_2^4} \sin p_2 t \end{aligned} \tag{14}$$

описывают вынужденные колебания механической системы в случае, когда частоты p_1 и p_2 возмущающих сил не совпадают с собственной частотой – κ системы.

Таким образом, движение механической системы в данном случае будет описываться уравнениями

$$\begin{aligned} x_1 = {} & C_0 \sin(\kappa t + \alpha) + C_3 t + C_4 + \frac{H_1\left(m_2 p_1^2 - c\right)}{c p_1^2 (m_1 + m_2) - m_1 m_2 p_1^4} \sin p_1 t + \\ & + \frac{H_2 c}{m_1 m_2 p_2^4 - c p_2^2 (m_1 + m_2)} \sin p_2 t, \end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned} x_2 = {} & -C_0 \frac{m_1}{m_2} \sin(\kappa t + \alpha) + C_3 t + C_4 + \frac{H_1 c}{c p_1^2 (m_1 + m_2) - m_1 m_2 p_1^4} \sin p_1 t + \\ & + \frac{H_2\left(m_1 p_2^2 - c\right)}{c p_2^2 (m_1 + m_2) - m_1 m_2 p_2^4} \sin p_2 t. \end{aligned} \tag{16}$$

Рассмотрим теперь случай, когда $p_1 = \kappa$.

Заменим систему дифференциальных уравнений (3) уравнением

$$x_1^{(IV)} + \frac{c}{m_1 m_2}(m_1 + m_2)\ddot{x}_1 = H_1\left(\frac{c - m_2 p_1^2}{m_1 m_2}\right)\sin p_1 t + \frac{c}{m_1 m_2} H_2 \sin p_2 t, \qquad (17)$$

которое может быть получено, если из первого уравнения системы (3) выразить $\boldsymbol{x_2}$, дважды продифференцировать по времени и полученные результаты подставить во второе уравнение.

Если $p_1 = \kappa$, то решение уравнения (17) примет вид

$$\ddot{x}_1 = \frac{H_1\left(c - m_2 p_1^2\right)}{2 p_1\left[2 p_1^2 m_1 m_2 - c(m_1 + m_2)\right]} t \cos p_1 t + \frac{H_2 c}{p_2^2\left[p_2^2 m_1 m_2 - c(m_1 + m_2)\right]}\sin p_2 t, \qquad (18)$$

или, учитывая что

$$p_1 = \kappa = \sqrt{\frac{c}{m_1 m_2}(m_1 + m_2)}, \qquad (19)$$

$$\ddot{x}_1 = \frac{H_1\left[c - m_2 \dfrac{c}{m_1 m_2}(m_1 + m_2)\right] t \cos p_1 t}{2\sqrt{\dfrac{c}{m_1 m_2}(m_1 + m_2)}\left[\dfrac{2c}{m_1 m_2}(m_1 + m_2) m_1 m_2 - c(m_1 + m_2)\right]} + \frac{H_2 c}{p_2^2\left[p_2^2 m_1 m_2 - c(m_1 + m_2)\right]}\sin p_2 t \qquad (20)$$

или, упростив, получим

$$\ddot{x}_1 = \frac{H_2 c}{p_2^2\left[p_2^2 m_1 m_2 - c(m_1 + m_2)\right]}\sin p_2 t - \frac{H_1 m_2}{2\sqrt{c\left(\dfrac{1}{m_1} + \dfrac{1}{m_2}\right)}\left(m_1^2 + m_1 m_2\right)} t \cos p_1 t. \qquad (21)$$

Аналогично найдем $\ddot{x}_2$

$$\ddot{x}_2^{(IV)} + \frac{c}{m_1 m_2}(m_1 + m_2)\ddot{x}_2 = \frac{c}{m_1 m_2} H_1 \sin p_1 t + \frac{c}{m_1 m_2} H_2\left(1 - \frac{m_1 p_2^2}{c}\right)\sin p_2 t; \qquad (22)$$

$$\ddot{x}_2 = \frac{H_1}{c(m_1 + m_2)\sqrt{c\left(\dfrac{1}{m_1} + \dfrac{1}{m_2}\right)}} t \cos p_1 t + \frac{H_2\left(c - m_1 p_2^2\right)}{p_2^2\left[m_1 m_2 p_2^2 - c(m_1 + m_2)\right]}\sin p_2 t. \qquad (23)$$

Уравнение движения механической системы в этом случае будет

$$x_1 = C_0 \sin(\kappa t + \alpha) + C_3 t + C_4 + \frac{H_2 c}{p_2^2\left[p_2^2 m_1 m_2 - c(m_1 + m_2)\right]} \sin p_2 t -$$

$$- \frac{H_1 m_2}{2\sqrt{c\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)\left(m_1^2 + m_1 m_2\right)}} t \cos p_1 t. \tag{24}$$

$$x_2 = -C_0 \frac{m_1}{m_2} \sin(\kappa t + \alpha) + C_3 t + C_4 + \frac{H_1}{2(m_1 + m_2)\sqrt{c\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)}} t \cos p_1 t +$$

$$+ \frac{H_2\left(c - m_1 p_2^2\right)}{p_2^2\left[p_2^2 m_1 m_2 - c(m_1 + m_2)\right]} \sin p_2 t. \tag{25}$$

Очевидно, что при $p_2 = \kappa \neq p_1$ уравнения движения механической системы будут аналогичны (24) и (25).

И, наконец, если возмущающие силы равны по модулю, но в противоположных фазах $F_1 = -F_2 = H \sin pt$, то вынужденные движения масс будут описываться уравнениями

$$\ddot{x}_1 = -\frac{H m_2 p^2}{m_1 m_2 p^4 - c p^2 (m_1 + m_2)} \sin pt, \tag{26}$$

$$\ddot{x}_2 = \frac{H m_1 p^2}{m_1 m_2 p^4 - c p^2 (m_1 + m_2)} \sin pt. \tag{27}$$

Заключение

1. Колебательное движение каждой массы (рис. 2.) свободной двухмассовой механической системы под воздействием двух разночастотных периодических возмущающих сил $\boldsymbol{F_1}$ и $\boldsymbol{F_2}$ слагается из одночастотного собственного колебания системы и двух гармоник с частотами возмущающих сил.

2. Движения масс в собственном колебании системы находится в противофазах

$$\dot{x}_1 = C_0 \sin(\kappa t + \alpha),$$

$$\dot{x}_2 = -C_0 \frac{m_1}{m_2} \sin(\kappa t + \alpha). \tag{28}$$

3. Амплитуды собственных колебаний обратно пропорциональны их массам

$$\frac{a_{\dot{x}_1}}{a_{\dot{x}_2}} = \frac{C_0}{C_0 \frac{m_1}{m_2}} = \frac{m_2}{m_1}. \tag{29}$$

4. Если жесткость упругого элемента, частоты возмущающих сил и величины масс точек связаны соотношением

$$\frac{m_i}{m_j} = \frac{P_i^2}{P_j^2} \text{ и } m_i p_j^2 = c\,,\ (i \neq j,\quad i,j = 1,2). \tag{30}$$

то наступит явление взаимного динамического демпфирования тех колебаний, которые вызываются силами, приложенными к каждой из данных масс механической системы (14), так как при условии (30)

$$m_2 p_1^2 - c = m_1 p_2^2 - c = 0\,. \tag{31}$$

5. Вынужденные колебания каждой массы системы (21, 23) слагаются из двух гармоник с частотами возмущающих сил, при этом, в зависимости от соотношения механических параметров системы фазы этих гармоник могут совпадать или быть в противофазах с возмущающими силами.

6. В случае совпадения одной из частот возмущающих сил с частотой собственных колебаний наступает явление резонанса, при котором нарастающие по амплитуде колебания сдвинуты по фазе (14), (18) относительно возмущающей силы на $\pi/2$.

7. В случае одночастотного резонанса исключается возможность динамического демпфирования колебаний резонансной частоты (21), (23).

8. Собственные колебания одночастотны (11) в отличие от несвободной механической системы с двумя степенями свободы, где собственные колебания представляют сумму двух разночастотных гармоник.

9. Полученное решение поставленной задачи и его анализ позволяет синтезировать на стадии проектирования механизмы с необходимыми законами движения его звеньев с учетом упругих деформаций.

Библиографический список

1. Комаров М.С. Динамика механизмов и машин / М.С. Комаров. – М.: «Машиностроение», 1969. - 296 с.

2. Левитский Н.И. Теория машин и механизмов / Н.И. Левитский. – М.: «Наука», 1990. – 592 с.

3. Устинов Ю.Ф. Математическая модель кривошипно-ползунного механизма с учетом влияния упругой деформации шатуна // Ю.Ф. Устинов, Е.И. Ханкин, А.Н. Щиенко // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия «Высокие технологии. Экология». 2013. – С. 189-194 с.

References

1. Komarov M.S. Dinamika mekhanismov y mashin / M.S.Komarov. – M.: «Mashinostroyenye», 1969.-296s.

2. Levitsky N.I. Teorya mashin y mekhanismov / N.I. Levitsky. – M.: «Nauka», 1990.-592 s.

3. Ustinov Y.F. Matematicheskaya model krivoshipno-polzunnogo mekhanisma s uchotom vliyanya uprugoy deformacyi shatuna // Y.F. Ustinov, E.I.Khankin, A.N.Shchiyenko // Nauchny vestnik Voronezhskogo GASU. Serya «Vysokye technology. Ekologya». 2013. – S. 189-194.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

УДК 504.03

Воронежский государственный архитектурно- строительный университет
Канд.физ.-мат.наук, проф. В.С. Муштенко;
Канд.техн.наук, проф. Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, тел. 8(4732) 713000

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr.es sience, Sci.fisic. prof. V.S.Mushtenko;
Канд. Sci. Tech, lecturer E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, ph. 8 (4732) 713000

Е.А. Жидко, В.С. Муштенко

ПРИНЦИПЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ

В статье рассматривается возможность применения комплекса принципов оптимизации для формирования научно-методического обеспечения программы исследований информационной безопасности объектов защиты, их систем информационной безопасности на основе единого алгоритма и единой шкалы оценки состояний устойчивости их развития в контексте противоборства договаривающихся сторон на политической арене и конкурентной борьбы между ними в социально-эколого-экономическом аспекте в условиях информационной войны.

Ключевые слова: Информационная безопасность, принципы оптимизации, эколого-экономический аспект

E.A. Zhidko, V.S. Mushtenko

PRINCIPLES OF OPTIMIZATION FOR QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ASSESSMENT OF THE STATE OF SUSTAINABILITY OF GROWTH AND DEVELOPMENT

The article discusses the possibility of using complex optimization principles for the formation of scientific-methodological support of the research program of information security of objects of protection of their information security systems based on a single algorithm and a single scale assessment of the state of sustainability of their development in the context of the confrontation between the Contracting parties in the political arena and the competition between them in the socio-ecological-economic aspect in the information war.

Keywords: Information security, principles of optimization, ecological and economic aspects

Одной из актуальных проблем является обеспечение информационной безопасности (ИБ) экономически важных и экологически опасных объектов (далее объекты защиты) в контексте противоборства договаривающихся сторон на политической арене и конкурентной борьбы между ними в социально-эколого-экономическом аспекте в условиях информационной войны.

Под информационной безопасностью понимается состояние защищенности национальных интересов в информационной сфере, определяющихся совокупностью сбалансированных интересов личности, общества, государства (ЛОГ).

Экономически важными производствами (объектами) целесообразно считать те из них, которые способны обеспечить: потребности ЛОГ в необходимом и достаточном уровне, качестве и безопасности жизни; их устойчивое антикризисное развитие в новых условиях XXI века. *Экологически опасными* являются те экономически важные производства, которые оказывают на окружающую среду антропогенное воздействие, уровень которого превышает нормы экологической безопасности, создаёт угрозы качеству и безопасности жизни человека и природы.

Согласно проведенным выше исследованиям [1-3] и следуя принятой методологии исследований ИБ объектов защиты (ОЗ), формирование единой шкалы базируется на интегральном (глобальном) критерии оптимизации способов и средств достижения требуемого уровня защищённости в процессе реализации объектом формы хозяйствования 5С [4]. В интересах такой оптимизации на основе логико-вероятностно-информационного подхода шкала должна обеспечить диагностику состояний устойчивости, их экспертизу на соответствие требуемому (задачи *анализа* ситуации и результатов), адекватную реакцию (задачи *синтеза* способов и средств достижения целей объекта) на угрозы нарушения устойчивости с негативными последствиями.

Интегральная (главная) цель глобальной оптимизации – обеспечение требуемого уровня устойчивости в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного периодов XXI века. Интегральная цель достигается её ветвлением на частные цели, включая:

- формирование стратегического видения перспективных направлений роста, развития и защиты объекта, его системы информационной безопасности (СИБ);
- адекватное им концептуальное проектирование и перепроектирование облика объекта, его СИБ, программирование и перепрограммирование траектории их развития;
- оперативное управление антикризисным функционированием этих объектов в реальном и близком к нему масштабе времени (т.е. в краткосрочном периоде) по ситуации и результатам в статике условий XXI века;
- стратегическое управление проектами облика и траектории развития объектов по ситуации и результатам в статике и динамике среднесрочного и долгосрочного периодов XXI века;
- обеспечение управления циклами информационной и интеллектуальной поддержки защищенности (ИИПЗ) объектов от угроз нарушения их ИБ с негативными последствиями для ЛОГ.

Достижение каждой такой цели базируется на адекватных им частных интегральных критериях оптимизации, аналогичных принятому выше глобальному. Осуществляется дальнейшее ветвление частных целей на задачи, решением которых в определённой последовательности они достигаются. Каждая задача является многофакторной, многоразмерной и многокритериальной, имеющей многоальтернативные решения [1-3].

В интересах их эффективного решения необходимо заранее предусмотреть возможность разрешения проблемы глобальной оптимизации на основе:

- обоснованного выбора схем компромисса для своевременного принятия правильных управленческих решений, базирующихся на адекватных схемам локальных критериях оптимизации способов и средств достижения частных интегральных целей;
- нормализации локальных критериев с учётом их приоритетов.

В результате применения сформированной таким образом системы критериев оптимизации окончательно формируется научно-методическое обеспечение Программы исследова-

ний ИБ ОЗ, их СИБ на основе Единого алгоритма и Единой шкалы оценки состояний устойчивости их развития в заданном контексте, аспектах и условиях.

Однако на современном этапе остаётся проблемным вопрос обеспечения глобальной оптимизации на основе математического моделирования изучаемых процессов и обеспечения автоматизации исследований ИБ ОЗ, его СИБ в интересах адекватной реакции на угрозы её нарушения. В то же время оценка состояния вопроса по проблеме и результаты проведенных исследований [1-3] позволяют наметить путь разрешения такой проблемы.

Действительно. В работе [5] впервые был предложен комплекс принципов оптимизации противоборства сторон А и В в информационной войне в мирное время. Каждый из них проиллюстрирован логико-математической моделью требуемого целевого и функционального назначения [3,6,7]. В интересах разрешения информационного конфликта между сторонами А и Б в комплекс вошли следующие принципы: разумной достаточности, последовательных уступок и равенства, максимального приближения к реальности, гарантированного уровня и гибкого приоритета. Рассматривались, как наиболее сильные, стратегии поведения сторон, отвечающие схеме «ИЛИ – И». В результате были получены следующие логико-математическое моделирование (ЛММ) названных принципов.

1.Принцип разумной достаточности

$$R_{\text{А}}(\text{T}_{0,N}) = R_{\text{А ВВТ}}(\text{T}_{0,N}) \cdot R_{A\,C}(\text{T}_{0,N}) = 1 - R_{\text{Б}}(\text{T}_{0,N}) == \left[1 - R_{\text{Б ВВТ}}(\text{T}_{0,N}) \cdot R_{\text{Б}\,C}(\text{T}_{0,N})\right] \geq 0{,}5 \pm 0{,}3$$

$$R_{\text{А}}(\text{T}_{0,N}) \geq R_{\text{Б}}(\text{T}_{0,N}).$$

2. Принцип равенства

$$R_A\left(\frac{E_A^{(u)}}{E_{\text{Б}}^{(3)}}, \text{T}_{0,N}\right) = R_A\left(\frac{E_A^{(3)}}{E_{\text{Б}}^{(u)}}, \text{T}_{0,N}\right) \geq 0{,}7.$$

3.Принцип последовательных уступ

$$R_{\text{Ц}} \in \Omega_{R_{\text{Ц}}}^{(1,2)},\ R_i \in \Omega_{R_i}^{(1,2)},\ R_{ij} \in \Omega_{R_{ij}}^{(1,2)}.$$

$$R_A\left(E_A^{(u)}, E_A^{(3)}, \text{T}_{0,N}\right) = \left[1 - R_{\text{Б}}\left(E_{\text{Б}}^{(u)}, E_{\text{Б}}^{(3)}, \text{T}_{0,N}\right)\right] \geq 0{,}5 \pm 0{,}3.$$

$$R_A\left(E_A^{(u)}, E_A^{(3)}, \text{T}_{0,N}\right) = R_A\left(\frac{E_A^{(u)}}{E_{\text{Б}}^{(3)}}, \text{T}_{0,N}\right) \cdot R_A\left(\frac{E_A^{(3)}}{E_{\text{Б}}^{(u)}}, \text{T}_{0,N}\right).$$

4. Принцип максимального приближения к реальности

$$R_A\left(\frac{E_A^{(u)}}{E_{\text{Б}}^{(3)}}\right) = \frac{R_A\left(E_A^{(u)}\right) \cdot R_{\text{Б}}\left(\frac{E_{\text{Б}}^{(3)}}{E_{\text{A}}^{(u)}}\right)}{\sum_{i=1}^{J} R_A\left(E_{Ai}^{(u)}\right) \cdot R_{\text{Б}}\left(\frac{E_{\text{Б}}^{(3)}}{E_{Ai}^{(u)}}\right)} = \frac{R_A\left(E_A^{(u)}\right) \cdot \left[1 - R_A\left(\frac{E_A^{(u)}}{E_{\text{Б}}^{(3)}}\right)\right]}{\sum_{i=1}^{J} R_A\left(E_{Ai}^{(u)}\right) \cdot \left[1 - R_A\left(\frac{E_{Ai}^{(u)}}{E_{\text{Б}}^{(3)}}\right)\right]} \geq 0{,}7.$$

$$R_A\left(E_A^{(u)}, \text{T}_{0,N}\right) = 1 - \prod_{m=1}^{M} \prod_{n=1}^{N} R_{mn}\left(E_{Am}^{(u)}, \tau_n \in \text{T}_{0,N}\right).$$

$$E_{Б}^{(з)} \rightsquigarrow \{H_{Б}\} \rightarrow R_A(H_{Б}) \rightarrow R_A\left(\frac{E_A^{(и)}}{E_{Б}^{(з)}}\right) \rightarrow \overline{R_A}\left(H_A^*, \frac{H_{Б}^*}{E_A^{(и)}}\right).$$

$$\overline{R_A}\left(H_A^*, \frac{H_{Б}^*}{E_A^{(и)}}\right) = \frac{R_A(H_{Б}) \cdot \overline{R_A}\left(\overline{E_A^{(и)}}, \frac{H_{Б}^*}{H_A^*}\right)}{\sum_{l=1}^{L} R_{Al}(H_{Б}) \cdot R_{Al}\left(E_{Al}, \frac{H_{Бl}^*}{E_{Al}^{(и)}}\right)}.$$

$$R_A(H_{Б}) = 1 - \frac{(a+в)^M}{Ml} e^{-(a+в)}.$$

5. Принцип гарантированного уровня развития

$$R_A\left(\frac{E_A^{(з)}}{E_{Б}^{(и)}}\right) = 1 - \frac{R_{Б}\left(E_{Б}^{(и)}\right) \cdot \left[1 - R_{Б}\left(\frac{E_{Б}^{(и)}}{E_A^{(з)}}\right)\right]}{\sum_{j=1}^{j} R_{Б}\left(E_{Бj}^{(и)}\right) \cdot \left[1 - R_{Б}\left(\frac{E_{Бj}^{(и)}}{E_A^{(з)}}\right)\right]} \geq 0{,}7.$$

$$R_{Б}\left(E_{Б}^{(и)}, T_{0,N}\right) = 1 - \prod_{m=1}^{M} \prod_{n=1}^{N} R_{mn}\left(E_{Am}^{(и)}, \tau_n \in T_{0,N}\right).$$

$$E_A^{(з)} \rightsquigarrow \{H_A\} \rightarrow R_{Б}(H_A) \rightarrow R_{Б}\left(\frac{E_{Б}^{(и)}}{E_A^{(з)}}\right) \rightarrow \overline{R_{Б}}\left(H_{Б}^*, \frac{H_A^*}{E_{Б}^{(и)}}\right).$$

$$\overline{R_{Б}}\left(H_{Б}^*, \frac{H_A^*}{E_{Б}^{(и)}}\right) = \frac{R_{Б}(H_A) \cdot \overline{R_{Б}}\left(\overline{E_{Б}^{(и)}}, \frac{H_A^*}{H_{Б}^*}\right)}{\sum_{l=1}^{L} R_{Бl}(H_{AL}) \cdot R_{Бl}\left(E_{Бl}^{(и)}, \frac{H_{Al}}{H_{Бl}}\right)}.$$

$$R_{Б}(H_A) = 1 - \frac{(a+в)^M}{Ml} e^{-(a+в)}.$$

В приведенных логико-аналитических выражениях рассматриваемых принципов приняты следующие обозначения:

R – вероятности достижения целей конкурирующими сторонами в условиях их состязательности и информационной войны между ними;

E – предпринимаемые ими стратегии действий в рассматриваемый период времени;

H – имеющаяся в их распоряжении мера информации в тот же период.

Более глубокое изучение накопленной базы знаний и ресурса по проблеме глобальной оптимизации показало, что в интересах разрешения проблемы управления циклами ИИПЗ ОЗ в рассматриваемом нами контексте, аспектах и условиях целесообразно усовершенствовать приведенный комплекс принципов и критериев оптимизации по следующим направлениям.

1. Принять за основу в качестве главного – принцип преемственности накопленной базы знаний и ресурса при условии их усовершенствований и дальнейшего развития в рамках структуры пространства стратегических_направлений, а необходимых и достаточных для разрешения проблемы устойчивости развития ОЗ, его СИБ в заданном контексте, аспектах и условиях.

2. Ввести принцип технико-экономической целесообразности выбора антикризисных мер, методов и систем защиты информации, базирующихся на законах и закономерностях.

3. Принцип последовательных уступок и равенства целесообразно усовершенствовать и привести в виде:

- последовательных справедливых относительных суммарных уступок, согласно [5] в интересах определения допустимой, критической и/или их неприемлемой цены в возможных значениях показателей защищённости объектов от угроз нарушения их ИБ;

- принципа квазиравенства в интересах обоснования допустимой, критической и/или неприемлемой нечёткости (т.е. неопределенности) границ между двумя соседними значениями возможных состояний защищенности объекта. Фактически здесь речь идёт о допустимых, критических и/или неприемлемых уровнях информационных рисков, их последствий и порождающих их причинах, как следствия, адекватных им ошибок ЛПР.

4. Принцип максимального приближения к реальности целесообразно заменить принципом необходимого и достаточного приближения реально достижимого и потенциально возможного к необходимому. Его целесообразно комплексировать с принципом гарантированного уровня развития образования, науки, техники и технологий по проблеме в интересах «прорыва» на перспективных направлениях стратегических позиций в инновационно-инвестиционном пространстве.

5. Принцип гибкого приоритета целесообразно ассоциировать в контексте:

- прямой исторический ход в фазе эволюции – необходимое и достаточное приближение реально достижимого к потенциально возможному и необходимому (модернизации в рамках нового поколения продукции, реинжиниринг);

- обратный исторический ход в фазе скачка («прорыва») – необходимое и достаточное приближение реально достижимого «И» потенциально возможного к необходимому.

Согласно проведенным выше исследованиям, принятый комплекс принципов оптимизации окончательно поможет сформировать научно-методическое обеспечение Программы исследований ИБ ОЗ, их СИБ на основе Единого алгоритма и Единой шкалы оценки состояний устойчивости их развития в заданном контексте, аспектах и условиях.

Библиографический список

1. Барковская С.В. Интегрированный менеджмент XXI века: проектное управление устойчивостью развития: учебное пособие / С.В. Барковская, Е.А. Жидко, В.И. Морозов, Л.Г. Попова; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. –Воронеж, 2011. -168 с.

2. Барковская С.В. Интегрированный менеджмент XXI века: парадигма безопасного и устойчивого развития (антикризисного) развития: монография / С.В. Барковская, Е.А. Жидко, В.И. Морозов, Л.Г. Попова; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. –Воронеж, 2011. -168 с.

3. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Информационная безопасность: концепция, принципы, методология исследования: монография/ Е.А. Жидко, Л.Г. Попова; Воронеж. гос. арх -строит. ун-т. - Воронеж, 2013. - 175 с.

4. Ефремов В.С. Стратегическое планирование в бизнес – системах. – М.: Издательство «Финпресс» 2001. – 240 с.

5. Саркисян С.А., Лисичкин В.А., Минаев Э.С.и др. Теория прогнозирования и принятия решений/ С.А. Саркисян, В.А. Лисичкин, Э.С. Минаев. М.: Высшая школа, 1977.

6. Сазонова С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 5. С. 68-71

7. Колодяжный С.А., Сушко Е.А., Сазонова С.А., Седаев А.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2013. № 4 (32). С. 25-33.

8. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Информационные риски в экологии XXI века: концепция управления// Информация и безопасность. 2010. Т. 13. № 2. С. 175-184

9. Жидко Е.А., Кирьянов В.К. Эмпирические методы измерения погрешностей при взаимосвязанном развитии внешней и внутренней среды Хозяйствующих субъектов/ Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2013. № 4 (13). С. 53-60.

References

1. Barkovsky S. C. Integrated management of the XXI century: design and management of sustainable development: a training manual / S. C. Barkovsky, E. A. Zhidko, B. I. Morozov, L., Popov; Voronezh. state architect-builds. UN-so-Voronezh, 2011. -168 C.

2. Barkovsky S. C. Integrated management of the XXI century: paradigm safe and sustainable development (crisis) development: monograph / S. C. Barkovsky, E. A Zhidko, B. I. Morozov, L., Popov; Voronezh. state architect-builds. UN-so-Voronezh, 2011. -168 C.

3. Zhidko E. A., Popova, L. Information security: the concept, principles, research methodology: monograph/ E. A. Zhidko, L., Popov; Voronezh. state architect-builds. University, Voronezh, 2013. 175 C.

4. Efremov C. C. Strategic planning in business systems. - M.: Publishing House "Inpress" 2001. - 240 S.

5. Sargsian S. A., A. C. A., Mina E. S., and others, the Theory of forecasting and decision making/ S. A. Sarkisian, C. A. A., E. S. Minaev. M.: Higher school, 1977.

6. Sazonova S. A. The results of the development of mathematical models of flow analysis for heat / Herald of the Voronezh state technical University. 2011. So 7. No. 5. S. 68-71

7. S. A., Sushko E. A., Sazonova, S. A., sedev A. A. the Solution of the static assessment of gas supply systems / Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Construction and architecture. 2013. № 4 (32). S. 25-33.

8. Zhidko E. A., Popova L., Information risks in the environment of the XXI century: the concept of management// Information and security. 2010. So 13. No. 2. S. 175-184

9. Zhidko E. A., Kiryanov C. K. Empirical methods of measurement errors related development of the external and internal environment of Business entities/ Scientific journal. Engineering systems and structures. 2013. No. 4 (13). S. 53-60.

УДК 728.5:338.46(470.324)

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, профессор кафедры проектирования зданий и сооружений Ф.М. Савченко;
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений Е.Е. Прокшиц
Россия, г. Воронеж, тел. 8 919 238 78 74

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Cand. Tech. Sci., associate prof. of the designing of buildings and constructions faculty F.M. Savchenko;
Master of the designing of buildings and constructions faculty E.E.Prokshits
Russia, Voronezh, tel. 8 919 238 78 74

Ф.М. Савченко, Е.Е. Прокшиц

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ ГОСТИНИЦ В Г. ВОРОНЕЖЕ

Статья посвящена анализу текущего положения гостиниц в городе Воронеже. Рассмотрены некоторые гостиницы. Проведена сравнительная характеристика стоимости одноместного стандартного и люкс номера.

Ключевые слова: Воронеж, гостиница, текущее положение, номера класса люкс.

F.M. Savchenko, E.E. Prokshits

ANALYSIS OF EXISTING HOTELS IN VORONEZH

The article is devoted to analysis of the current situation of hotels in the city of Voronezh. Discusses some of the hotel. The comparative characteristic value single standard and deluxe rooms.

Keywords: Voronezh, hotel, position, suites.

Состояние гостиничного бизнеса в регионах определяется различными факторами, влияющими на динамику турпотоков по этому направлению. Наиболее мощные потоки определяют и формируют соответствующие объемы базы размещения. Цели поездок диктуют набор услуг, необходимых клиентам гостиниц, и уровень обслуживания. Здесь выделяются гостиницы, обслуживающие туристов и отдыхающих, и отели для деловых поездок.

Рынок гостиничной недвижимости Воронежа в настоящее время представлен 37 объектами (гостиницами, мини-отелями) с совокупным номерным фондом около 1 600 номеров. Таким образом, коэффициент обеспеченности гостиничными номерами на 1 000 жителей составляет 1,6 номера. Рынок гостиничной недвижимости Воронежа представлен преимущественно гостиницами 2-3*. Доля отелей 3-4* составляет порядка 78% общего объема номерного фонда. В Воронеже представлено 3 гостиницы категории 5* общим номерным фондом 121 номеров (Арт-отель, 56 номеров, Петровский пассаж, 41 номер и Бутик отель Ветряков,24 номера).

Из представленных в городе гостиниц 23 отеля можно отнести к сегменту мини-отелей (с номерным фондом менее 50 номеров), на их долю приходится 27% от совокупного номерного фонда города. Ниже представлена таблица текущего предложения по категориям (табл. 1).

Таблица

Анализ текущего положения и стоимости номеров в г. Воронеже

№	Название	Кол-во звезд	Кол-во номеров/этажность	Удаленность от центра	Стоимость стандартного одноместного номера, руб.	Стоимость номера люкс, руб.
1	Бутик отель Ветряков	5	24/2	19 км	4800	15800
2	АЗИМУТ	3	342/11	0,2 км	2520	6600
4	Бенефит Плаза Конгресс Отель	4	175/6	4 км	4040	7200
5	Дегас	4	121/4	0,1 км	3700	8000
6	Холидей Инн Экспресс	3	145/6	1 км	3650	-
7	Воронеж	4	38/7	0,1 км	3000	6000
8	АМАКС Парк Отель	3	143/8	8 км	3000	5500
9	Версаль	3	92/4	0,3 км	3000	5000
10	Hampton by Hilton	3	148/11	1,8 км	5400	6700
11	Арт Отель	5	56/5	0,1 км	4950	9000
12	Петровский Пассаж	5	41/5	1.6 км	4600	8000
13	Отель Бронзовый кабан	4	40/2	2,1 км	2900	5500
14	Отель Украина	3	79/7	1.8 км	3000	5500
15	Токио	3	50/5	6,9 км	2500	4700
16	Отель Норд	2	18/2	5,7 км	1500	4000
17	O'Hara Hotel	4	22/5	5,8 км	4000	6000
18	Италия	2	49/6	2.2км	2500	4000
19	Астерия	2	7/3	3,3 км	1500	5000
20	Дубрава	2	5/2	7,5 км	2000	3000

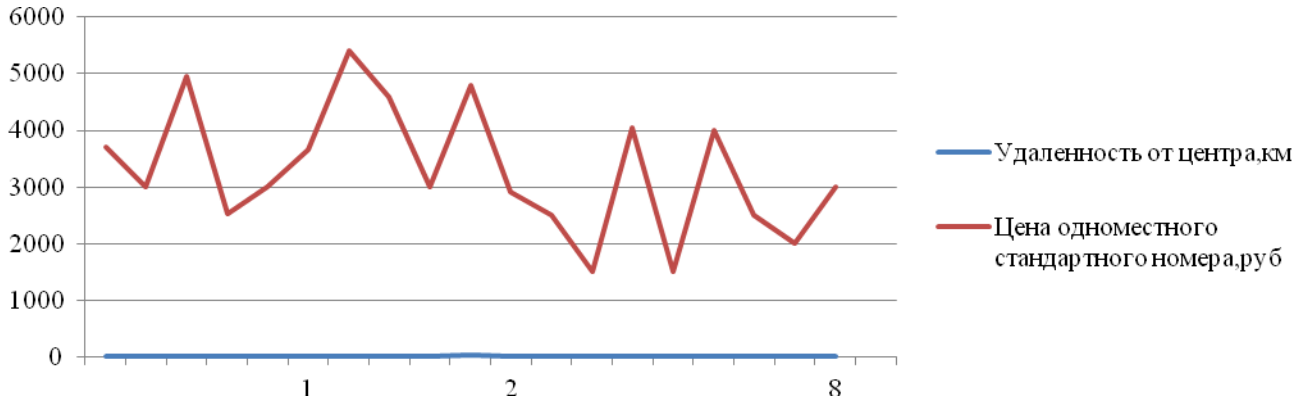


Рис. Зависимость стоимости номера от удаленности от центра города

Стоимость гостиничного номера зависит от категории гостиницы и типа номера (стандартный, номер-люкс, номер-апартаменты и т.п.), а также места расположения. Средняя стоимость размещения в одноместном стандартном номере в гостиницах категории 4* находится в пределах от 3700 руб. до 12450 руб., в гостиницах категории 3* - от 2 520 руб. до 4 700 руб. Для отелей уровня 1-2* этот показатель находится в диапазоне от 650 руб. до 2 500 руб. Гостиниц категории 5* от 4600 до 5000 руб. В стоимость номера в большинстве случаев включен только завтрак. Пользование другими видами услуг оплачивается отдельно.

На рынке гостиничного бизнеса в городе Воронеже появляется все больше гостиниц всемирно известных брендов. Первые шаги внедрения иностранных гостиничных компаний в России относятся к началу 1990-х годов. До распада СССР в стране существовала единственная гостиничная цепь - цепь гостиниц «Интурист». В 1970 г. она занимала 23-е место среди крупнейших цепей мира и насчитывала свыше 27 тыс. номеров. Хотя эти гостиницы были лучшими в стране уровень обслуживания в них был значительно ниже мировых стандартов.

Из проведенного анализа следует, что на данный момент в Воронеже ощущается потребность в гостиницах и отелях эконом класса. Так как в скором времени ожидается переизбыток гостиничных номеров уровня 3*-4*.

Библиографический список

1. Каурова О.В. Определение составляющей переменных затрат на содержание номеров в гостиницах и аналогичных средствах размещения // Народное хозяйство. Вопросы инновационного развития. – 2010. - № 2.

2. Методические рекомендации по статистике туризма, 2008 г.

3.http://www.101hotels.ru/main/cities/Voronej?gclid=CNadjPzH5MQCFUHMtAodrU0A7g.

References

1. Kaurova O.V. Definition component of variable costs for the maintenance of rooms in hotels and similar accommodation facilities // National Economy . Questions innovation. - 2010. - № 2.

2. Guidelines for Tourism Statistics 2008.

3. http://www.101hotels.ru/main/cities/Voronej?gclid=CNadjPzH5MQCFUHMtAodrU0A7g.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

УДК 692.232:69.059.38

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук кафедры проектирования зданий и сооружений А. Н. Гойкалов
Магистр кафедры проектирования зданий и сооружений Ю. С. Куликова
Россия, г. Воронеж, тел. +7(951) 869-67-76
e-mail: yulya-016@mail.ru

VoronezhState University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D. of the department of building design and structures A.N. Goykalov
Master of the departmentof building design and structures Y. S. Kulikova
Russia, Voronezh,tel. 8(951)869-67-76
e-mail: yulya-016@mail.ru

Ю.С. Куликова, А.Н. Гойкалов

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ РЕШЕНИЙ УТЕПЛЕНИЯ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

Рассмотрены современные способы проектирования ограждающих конструкций жилых зданий. Сделан вывод о том, какой из вариантов конструкций наружных стен наиболее практичен и выгоден в случае реставрации. На основании этого более целесообразным методом реставрации здании был выделен метод облицовки фасада клинкерной плиткой.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, облицовочные материалы, реконструкция жилых зданий, клинкерная плитка

Y.S. Kulikova, A.N. Goykalov

ASSESSMENT OF MODERN DESIGN METHODS FOR INSULATION OF FACADES OF BUILDINGS IN THEIR RECONSTRUCTION

The modern ways of designing walling residential buildings. The conclusion is made about which of the options exterior walls the most practical and advantageous in the case of restoration. Based on this, a more appropriate method of restoration of the building was allocated a method of cladding of the facade clinker tiles.

Keywords: walling, facing materials, reconstruction of a residential building, clinker tiles.

Функция ограждающих конструкций - поддерживать внутри здания заданный температурно-влажностный режим, который влияет на комфортность проживания и зависит от теплотехнических свойств строительного материала, из которого выполнены ограждающие конструкции. Стены являются многофункциональной конструкцией и больше всего подвержены всем природным явлениям, вследствие чего быстро изнашиваются и разрушаются, поэтому к ним предъявляются определенные требования:

- по архитектурной выразительности, привлекательности и красоте;
- по прочности;
- по долговечности, что связано, в основном со свойствами применяемых материалов и их морозостойкостью;
- по санитарно-гигиеническим требованиям, или экологичности;
- по пожарной безопасности;
- по воздухопроницанию;
- по паропроницаемости;
- по звукоизоляции;
- по теплоустойчивости;
- по теплозащите и связанной с ней экономией энергоресурсов.

По конструктивному решению стены классифицируются по трем типам:

- однослойные без дополнительного утеплителя, например, кирпичные, блочные из легких бетонов, пористопустотных камней, в том числе с защитным слоем из кирпича;
- двухслойные в виде несущей части стены из различных материалов с наружным слоем эффективного утеплителя, защитного слоя с мокрой штукатуркой или облицовкой отделочными материалами заводского изготовления по несущему каркасу, что называется навесным вентилируемым фасадом (НВФ);
- трехслойные, в которых утеплитель находится внутри стены, например, кирпичных, монолитных железобетонных или из легкобетонных блоков в сочетании с защитным слоем из кирпича.

Каждый из этих типов стен имеет свои преимущества и недостатки в теплотехническом и конструктивном отношениях.

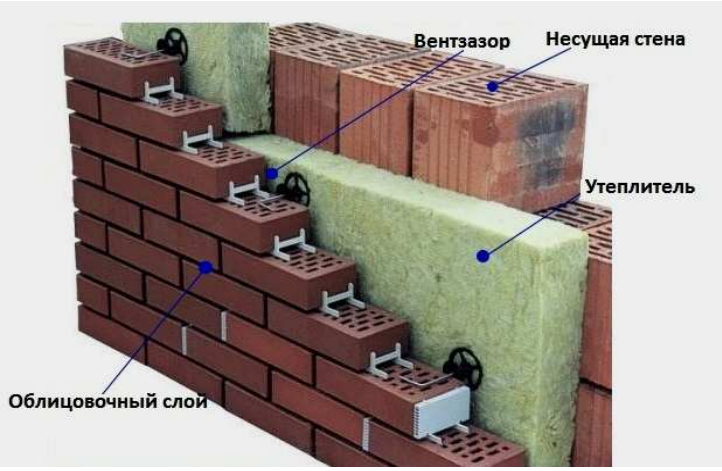


Рис. 1. Схема трехслойной конструкции стены

Традиционная конструкция возведения трехслойных стен из кирпича (рис. 1) наиболее широко известна и не смотря на чрезвычайно дорогие и трудоемкие ремонтно — восстановительные работы такой конструкции повсеместно применяема.

Основное достоинство подобного типа кладки кирпича — выполнение государственных норм по качеству теплоизоляции помещений. Также нельзя оставить без внимания такое немаловажное преимущество как низкая стоимость строительных материалов.

Среди недостатков кирпичной кладки в 3 слоя можно выделить:

1. достаточно сложная конструкция, а также относительная недолговечность стены, из-за содержания в них материалов, которые имеют различный срок службы. Если сам кирпич

может выполнять свои непосредственные функции в течение нескольких веков, то вещества, используемые для теплоизоляции, изнашиваются и приходят в негодность после 25-30 лет эксплуатации;

2. окупаемость ремонта. Срок окупаемости такой стеновой конструкции более длинный, чем срок службы самого утеплителя. Иными словами, желание снизить затраты на тепло при эксплуатации дома заменяется на необходимость в затратах на ремонт.

3. резкое ухудшение экологичной и и санитарно-гигиенической безопасности здания. Если кирпич можно отнести к экологически чистым материалам, то все утеплители содержат полимеры. Полимеры — это такие вещества, которые в атмосферных условиях подвергаются термоокислительной деструкции.

Также получили широкое распространение однослойные стены из ячеистых бетонов (например, кладка из газосиликатных блоков). В состав таких блоков входит кварцевый песок, известь, цемент, вода и алюминиевая пудра. При плотности этого материала не более 500 кг/м^3, толщине стены 500 мм и расчетном значении коэффициента теплопроводности не более 0,15 Вт/(м·°С) возможно его использование в районах с ГСОП до 6000-6500. Стены из ячеистобетонных блоков проектируют как самонесущие с поэтажным опиранием на элементы перекрытия, с обязательной защитой от внешних атмосферных воздействий (облицовка, штукатурный слой и т. п.). Для однослойных стен также целесообразно применение и других бетонных материалов плотностью не более 600-700 кг/м^3 (легкие бетоны, пенобетоны и т.п.). Основным недостатком ячеистого бетона является относительно невысокая прочность на сжатие, однако данная проблема может быть решена применением армирования кладки из ячеистобетонных блоков [2].

Такой материал в последнее время обретает большую популярность, хоть и появился на рынке относительно недавно. А все потому, что он имеет преимущество по ряду параметров, а именно:

1. Благодаря тому, что при производстве газосиликатных блоков, они не поддаются обработке никакими токсическими веществами, то такой материал считается экологически чистым;

2. «Легкость» материала способствует созданию микроклимата схожего с микроклиматом деревянных домов;

3. Блоки из газосиликата отлично пропускают кислород, благодаря чему в помещении отсутствует затхлый воздух;

4. Так же за счет своей структуры, стены из газосиликата не подвержены гниению и различного рода плесени;

5. За счет ровности граней в блоках, они не требуют дополнительных шлифовочных работ;

6. Имеют относительно малый вес.

Как и любой другой материал, газосиликатные блоки имеют свои недостатки:

1. Не самые высокие показатели прочности и морозостойкости данного материала. В этом материале трудно использовать дюбели, так как при заворачивании их пластиковый элемент раскрашивает окружающую ткань материала;

2. Высокое поглощение влаги. Теоретически, этот материал может быть полностью пропитан водой, значит, его следует тщательно изолировать от струйной влаги;

3. Склонность к образованию грибка благодаря пористой и рыхлой структуре стройматериала, грибок же образуется только при намокании материала.

Вентилируемый фасад, это конструкция, состоящая из несущей системы каркасной обрешетки и облицовочного материала (рис. 2). Устанавливается всё таким образом, чтобы между металлоконструкцией и облицовочным материалом, проходил воздушный поток для вентиляции.

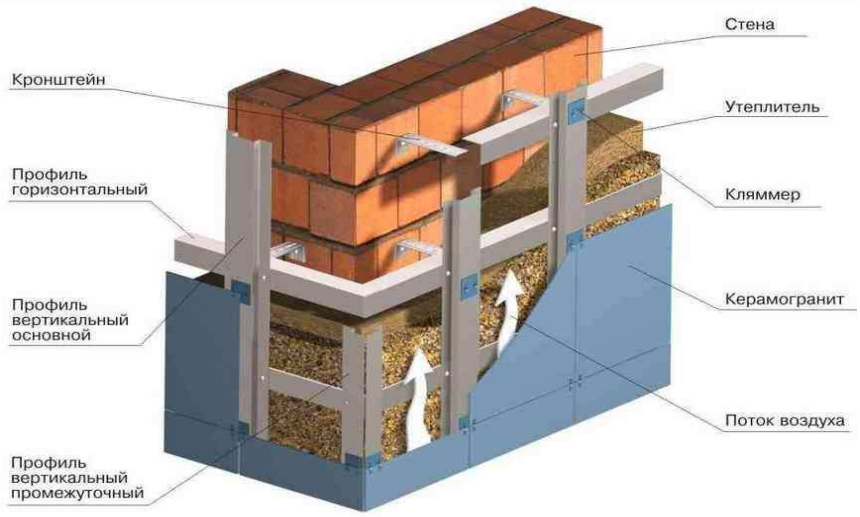


Рис. 2. Схема стены с вентилируемым фасадом

Основные преимущества вентилируемых фасадов зданий:

1. Красота. Одно из главных достоинств навесных фасадов — это безграничные возможности выбора современных фасадных материалов, форматов и цветов;

2. Долговечность. Навесной вентилируемый фасад из керамогранита не требует ремонта и не теряет свои качества в течении долгого времени. Стоимость вентилируемого фасада сопоставима со стоимостью качественного оштукатуривания, однако значительно превосходит ее по срокам безремонтной эксплуатации. Фасадные панели в течение многих лет не теряют эксплуатационные свойства под воздействием солнечного света, осадков, атмосферной пыли, кислот и солевых взвесей. Применение металлических панелей позволяет снизить цену;

3. Монтаж в любое время. Благодаря отсутствию «мокрых» процессов монтаж практически не зависит от погодных условий и может проводиться в любое время года. Все крепления фасада производятся механически;

4. Возможность выравнивания значительных неровностей стены. Навесной фасад позволяет скрыть не только все строительные дефекты стены, но и выровнять значительные неровности фасада, что сделать с применением штукатурок часто сложно и дорого, а в некоторых случаях невозможно технологически;

5. Защита объекта от влаги. Накопление влаги в стене здания приводит к ее ускоренному разрушению в результате повторяющегося цикла замерзания и оттаивания, существенно снижает теплоизоляционные свойства стены. В итоге в помещении формируется комфортный микроклимат, не происходит отсырения стен и появления грибков и плесени, с другой стороны, не возникает и чрезмерной сухости воздуха в помещениях;

6. Улучшение теплоизоляции. Использование системы вентилируемого фасада из керамогранита позволяет значительно улучшить показатели теплоизоляции ограждающих конструкций. Для решения вопроса утепления стены снаружи размещается теплоизоляционный слой необходимой толщины, что позволяет надежно защитить ее от нежелательного перегрева и переохлаждения. Кроме этого, наружная теплоизоляция позволяет существенно усилить теплоаккумулирующую способность массива стены. Данное преимущество навесного фасада широко используется при реконструкции зданий, стены которых требуют дополнительного утепления;

7. Улучшение звукоизоляции. Существенно повышаются также звукоизоляционные характеристики стены, поскольку фасадные панели теплоизоляция обладают звукопоглощающими свойствами в широком диапазоне частот;

8. Пожароустойчивость. Панели отделки вентилируемого фасада соответствуют современным противопожарным требованиям;

9. Минимальный уход в процессе эксплуатации. Системы вентилируемых фасадов домов легко очищаются от осевшей на них пыли и агрессивных налетов обычной воды;

10. Легкость ремонта. Конструкция навесного вентилируемого фасада позволяет быстро, без демонтажа всей конструкции проводить ремонт и замену отдельных его частей, что значительно удешевляет и уменьшает объем ремонтных работ.

Основные недостатки вентилируемых фасадов зданий:

Единственным существенным недостатком вентфасадов можно назвать их относительно высокую стоимость. С другой стороны, известно, что такие фасады окупают затраты на свое сооружение не более, чем за 5 или 6 лет. Если в качестве облицовочного материала рассматривать керамогранит, то можно выделить, что керамогранит удобен не только в строительстве новых зданий, но и в реставрации новых.

В последнее время широкое распространение получает отделка фасадов зданий клинкерной плиткой (рис. 3). Клинкерная плитка это разновидность облицовочной керамики с улучшенными характеристиками, которые достигаются благодаря особому способу обработки глины, который заключается в ее длительном обжиге высокой температурой. В результате такой обработки глина практически полностью оплавляется. Получается плитка, которая практически не впитывает в себя воду, что позволяет эксплуатировать при любых погодных условиях.

Рис. 3. Облицовка стены клинкерной плиткой

Преимущества клинкерной плитки для фасадов:

1. Морозостойкость;

2. Прочность, которая достигается длительной высокотемпературной обработкой. Получаемый на ее поверхности слой оплавленной глины не ломается, мало того, его даже трудно поцарапать. Клинкерная плитка способна прослужить очень долгое время;

3. Устойчивость к ультрафиолету. Клинкерная плитка под кирпич или любая другая вообще не выгорает на солнце. Этот материал можно назвать идеальным для уличных работ;

4. С клинкерной плиткой достаточно легко работать — она идеально ровная и не доставляет никаких проблем при укладке;

5. Легкость и простота дополнительного утепления при реконструкции здания.

Недостатки клинкерной плитки:

1. Хрупкость. Клинкер — это керамика, а она боится ударов;

2. Стоимость. По сравнению с обычной керамической плиткой, цена клинкера превосходит ее в несколько раз. На этот факт оказывает влияние сложная и длительная

технология изготовления и высокое качество материала.

Реставрация зданий – это тонкий и сложный в реализации процесс. Хочется отметить проблему очистки фасадов и утеплении старых зданий без нарушения их внешнего вида.

На данный момент рекомендуемым методом реставрации зданий и очистки фасадов является бластинг, по скольку традиционный метод кварцевым песком (пескоструйная очистка) запрещен к применению в условиях городской среды без специальной изоляции места проведения работ постановлением главного санитарного врача Геннадия Онищенко от 26.05.2003 № 100 о введении в действие санитарно-эпидемиологических правил СП 2.2.2.1327–03. Пескоструйные работы кварцевым песком образуют высокий уровень пыли с недопустимым ядовитым содержанием кварца. Такая пыль оседает в организме и вызывает смертельную болезнь силикоз легких. Таким образом, многие компании вынуждены искать законные пути решения задач промышленной очистки в условиях городской среды.

Мягкий бластинг и бластинг без пыли с водой позволяют реставрировать здания без создания угроз для здоровья людей при лучшем качестве очистки поверхностей. Цена реставрации фасада здания таким методом практически не отличается от стоимости работ пескоструйным методом.

Бластинг без пыли позволяет использовать практически любой абразив и смешивать его с водой. Таким образом, в зависимости от выбранного абразива и режима работы аппарата можно добиться различной степени очистки от различных загрязнений. Благодаря использованию воды, подобная очистка совершенно не создает облаков пыли, поэтому ее можно применять на территориях с особыми требованиями к безопасности.

Выводы

Решением проблемы реставрации зданий с возможностью их утепления можно считать облицовку клинкерной плиткой. Этот способ подходит, прежде всего, для тех случаев, когда необходима дополнительная теплоизоляция и не производятся существенные конструктивные изменения фасада. Благодаря небольшой толщине и малому весу, клинкерная плитка идеально подходит для утепления и украшения фасада одновременно. Толщина клинкерной плитки, как правило, составляет 8-14 мм. Она может применяться как заключительный слой поверх изоляционного вместо штукатурки. Клинкерная плитка, также как и клинкерный кирпич, является натуральным строительным материалом, а многообразие форматов, цветов и фактур предоставляет возможность создания индивидуального стиля.

Библиографический список

1. Шубин И.Л., Спиридонов А.В. Законодательство по энергосбережению в США, Европе и России. Пути решения» // Вестник МГСУ, 2011, 15с.

2. Гойкалов, А.Н. Несущая способность стен из мелких ячеистобетонных блоков с косвенным армированием / А.Н.Гойкалов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2005, №12. – С.20-21.

3. Авдеев Г.К. Тепловая эффективность наружных стеновых панелей. В кн.: Тепловая эффективность наружных ограждающих конструкций. М., МНИИТЭП, 1988, с.9.

4. Чиненков Ю.В., Король Е.А. Результаты испытаний трехслойных железобетонных ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем из полистиролбетона // Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе. Труды годичного собрания РААСН. Москва-Казань, 2003, 162с.

References

1. Choubin I.L., Spiridonov A.V. The legislation on energy saving in the USA, Europe and Russia. Solutions"//MGSU Bulletin, 2011, 15s.

2. Goykalov, A.N. Bearing ability of walls from small cellular-concrete blocks with indirect reinforcing / A.N. Goykalov // Building materials, the equipment, technologies XXI century, 2005, №12. - P.20-21.

3. Avdeev G. K. Thermal efficiency of external wall panels. In book: Thermal efficiency of the external protecting designs. M, MNIITEP, 1988, page 9.

4. Chinenkov Yu.V., the King E.A. Rezultaty of tests of the three-layer ferroconcrete protecting designs with a heat-insulation layer from polysterene concrete//Resource-and energy saving as motivation of creativity in architectural and construction process. Works of year meeting of PAACN. Moscow-Kazan, 2003, 162s.

УДК 621.791.75

Воронежский государственный Архитектурно-строительный университет
Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой металлических конструкций и сварки в строительстве А.С. Орлов;
Канд. техн. наук, доц. кафедры металлических конструкций и сварки в строительстве А.С. Померанцев;
Аспирант кафедры металлических конструкций и сварки в строительстве С.В. Сизинцев;
Россия, г. Воронеж тел. 8(473)271-59-24;
e-mail: svarka@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Dr.Sci.Tech., prof., head of the chair of metal structures and welding in the construction A.S. Orlov;
Kand. Tehn. Sciencts, associate professor of the chair of metal structures and welding in the construction A.S. Pomerantsev;
Post graduate of the chair of metal structures and welding in the construction S.V. Sizintsev;
Russia, Voronezh, tel. 8(473)271-59-24;
e-mail: svarka@vgasu.vrn.ru

А.С. Орлов, А.С. Померанцев, С.В. Сизинцев

МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФОРМОЙ СВАРНОГО ШВА ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ (ОБЗОР)

В статье представлен анализ существующих методов электромагнитного управления формой сварного шва при дуговой сварки плавлением. Автор приходит к выводу, что наиболее актуальным является метод с использованием высокочастотных аксиальных электромагнитных полей.

Ключевые слова: дуговая сварка, электромагнитное управление, форма сварного шва, высокочастотное аксиальное электромагнитное поле.

A.S. Orlov, A.S. Pomerantsev, S.V. Sizintsev

METHODS OF ELECTROMAGNETIC FORM WELD MELTING IN ARC WELDING (REVIEW)

The analysis of existing methods for controlling the shape of the electromagnetic weld in arc fusion welding. The author concludes that the most urgent is the method of using a high axial magnetic fields.

Keywords: arc welding, the electromagnetic control, weld shape, the high axial magnetic field.

Известно [1], что при совершенствовании и повышения эффективности технологических процессов сварочного производства, необходимо обеспечить требуемое качество сварного шва. Такая задача не всегда является выполнимой в рамках традиционных способов сварки и требует дополнительных технологических мероприятий.

Одним из таких технологических приемов является использование внешнего магнитного поля, который привлекает простотой исполнения и позволяет бесконтактно влиять на процессы в зоне горения дуги.

Обзорный анализ, проведенный в работе [2], показал большое многообразие конфигураций магнитных полей, как по форме магнитного поля, так и по характеру электромагнитного воздействия.

Основным признаком, различающим формы электромагнитного воздействия, является направление вектора электромагнитного поля по отношению к объекту воздействия. Поэтому признаку различают аксиальное (продольное) и радиальное (поперечное) магнитное поле [2], у которых ось вектора магнитной индукции соответственно параллельно или перпендикулярно оси электрода. Также известно применение комбинированных магнитных полей.

По характеру электромагнитного воздействия различают: постоянное и переменное магнитные поля.

При этом применяемые переменные электромагнитные воздействия, условно можно разделить на низкочастотные (1 - 25 Гц), промышленной частоты (50 Гц) и высокочастотные (от 200 Гц и выше). Вместе с этим низкочастотные характеризуется диапазоном индукции 5 - 50 мТл, а промышленной частоты и высокочастотные 50 - 200мТл.

Известно, что характерным объектом воздействия для продольного магнитного поля является: сварочная дуга, сварочная ванна и массоперенос электродного металла. Применение поперечного магнитного поля в основном связано с воздействием на сварочную дугу.

Анализируя реализацию различных форм магнитного поля, необходимо отметить, что для генерации продольного поля не требуется сложного и дорогостоящего, по сравнению с поперечными магнитными полями, оборудования. В тоже время использование продольного магнитного поля позволяет воздействовать практически на все процессы в зоне горения дуги. Что делает такую конфигурацию более универсальной, чем поперечное и комбинированное магнитные поля.

Кроме того, как видно из обзорного анализа, именно аксиальное магнитное поле позволяет эффективно управлять формой шва.

Известно [3], что при наложении в зону горения дуги аксиального переменного (50 Гц) магнитного поля в расплаве сварочной ванны возникают индукционные токи. Взаимодействие магнитного поля с этими токами приводит к появлению дополнительного индукционного давления на расплав сварочной ванны, значительная часть которого приходится на хвостовую часть расплава. Наличие данного эффекта приводит к торможению потоков расплава, увеличению толщины жидкой прослойки под дугой, и как следствие, уменьшению глубины проплавления. В работах [4] показано, что наложение переменного (50 Гц) продольного магнитного поля позволяет в широких пределах изменять геометрические параметры сварного шва не зависимо от вида электрода (плавящийся или неплавящийся) и способа защиты (флюс, аргон).

В последние годы, вследствие развития силовой электроники стало доступным использование источников питания, позволяющих генерировать продольное магнитное поле высокой частоты в диапазоне от десятков до сотен килогерц. Вместе с этим в работе [2] обоснована актуальность применения магнитных полей в таком частотном диапазоне, так как его применение должно приводить к появлению новых эффектов, позволяющих оптимизировать как процесс управления формой шва, так и массогабаритные показатели генератора магнитного поля.

Вывод

В результате анализа выяснилось, что в литературе отсутствуют сведения об использовании высокочастотного (50 – 300 кГц) магнитного поля и его влияния на процессы в зоне горения дуги. В связи с этим, задача исследования такого влияния представляет научный и практический интерес.

Библиографический список

1. Патон Б.Е. Некоторые итоги и пути развития дуговой сварки. К., «Автоматическая сварка», 1978, №10, 1 с.

2. Рыжов Р.Н., Кузнецов В.Д. Внешние электромагнитные воздействия в процессах дуговой сварки и наплавки (обзор). К., «Автоматическая сварка», 2006, №10, 36 с.

3. Болдырев А.М., Биржев В.А., Померанцев А.С. Особенности движения расплава сварочной ванны под действием аксиального переменного (50 Гц) магнитного поля. П., сб.статей 6 Всероссийского научно-технической конференции «Современные технологии в машиностроении-2003» 2003, 313 с.

4. Биржев В.А., Черных А.В., Померанцев А.С. Влияние внешнего переменного магнитного поля на глубину проплавления при дуговой наплавке неплавящимся электродом. В., «Сварка и родственные технологии в машиностроении и электронике», 2000, 15 с.

References

1. Paton B.E. Some results and the development of arc welding. Kiev, «Automated welding», 1978, №10, 1 sec.

2. Ryzhov R.N., Kuznetsov V.D. The external electromagnetic influences during arc welding and surfacing (review). Kiev, «Automated welding», 2006, №10, 36 sec.

3. Boldyrev A.M., Birzhev V.A., Pomerantsev A.S. Properties of the melt weld pool under the action of an axial alternating (50 Hz) of the magnetic field. Penza, sb.statey 6 All-Russia scientific-technical conference «Modern Technologies in Mechanical Engineering 2003» 2003, 313 sec.

4. Boldyrev A.M., Cheryh A.V., Pomerantsev A.S. Influence of an external alternating magnetic field to a depth of penetration in the non-consumable electrode arc surfacing. Voronezh, «Welding and related technologies in mechanical engineering and electronics», 2000, 15 sec.

УДК 692.23:699.86

Воронежский государственный Архитектурно-строительный университет
К.т.н., доцент В.В.Власов;
Старший преподаватель М.В. Агеенко;
Магистр В.А. Провоторов.

Voronezh State Architecture and Civil Engineering Ph.D., Associate Professor V.V.Vlasov;
Senior Lecturer M.V. Ageenko;
Master V.A. Provorotov

В.А. Провоторов, М.В. Агеенко, В.В. Власов

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКУУМНЫХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Дан краткий обзор, в которм проанализированы перспективы применения вакуумных теплоизоляционных панеленй для повышения термического сопротивления ограждающих конструкций. Приведено сравнение теплотехнических характеристик вакуумных панелей различных производителей.

Ключевые слова: вакуумные понели, теплоизоляция, теплопроводность, наполнитель, непроницаемая оболочка.

PROSPECTS OF APPLICATION VACUUM PANELS TO DECREASE HEAT LOSS FENCING STRUCTURES

V.A. Provorotov, M.V. Ageenko, V.V. Vlasov

A brief review, which analyzed the prospects for the application of vacuum thermal insulation paneleny to improve the thermal resistance of walling. The comparison of thermal characteristics of various fillers for vacuum panels.

Keywords: walling, vacuum panel insulation, thermal conductivity, a filler, an impenetrable shell.

На отопление зданий в нашей стране расходуется более 30 % теплоты от всей произведенной тепловой энергии. Такой расход энергоресурсов обусловлен значительными теплопотерями через ограждающие конструкции: стены, кровлю, оконные и дверные проемы, вентиляцию [1].

Одно из перспективных направлений снижения теплопотерь и повышения термического сопротивления ограждений – использование вакуумных прослоек в ограждающих конструкциях [2]. Физические принципы такого типа изоляции были разработаны еще в 60-ых годах прошлого столетия, однако широко использовалась она лишь как хладоизоляция в установках глубокого охлаждения. Современные достижения в технологии изготовления пленочных упаковочных материалов позволяют использовать теплоизоляцию с вакуумированием для массового применения в строительстве [4-9].

Теплоизолирующие свойства и продолжительность эксплуатации вакуумной изоляционной панели определяются многими факторами: начальным уровнем вакуума в панели; проницаемостью оболочки; свойствами наполнителя; количеством и эффективностью поглотителя остатков газа; размером и толщиной панели; условиями ее работы.

Вакуумная изоляция практически исключает все три механизма теплопередачи. Самый

известный пример вакуумной изоляции - термос. В термосе, в пространстве между двойными стенками сосуда создается глубокий вакуум порядка 10^{-2} Па. Поэтому передача теплоты теплопроводностью и конвекцией почти отсутствуют. А вот излучение лучше всего передается через вакуум, где нет ничего, чтобы могло ему препятствовать. Для снижения радиационного переноса тепла между стенками термоса, а также для предотвращения разгерметизации сосуда его стенки должны быть абсолютно газо- и влагонепроницаемы, поэтому перечень используемых материалов ограничен металлом и стеклом с металлическим напылением [10].

Теплоизоляционная вакуумная панель состоит из непроницаемой оболочки из которой откачивается воздух до остаточного давления в 1 мбар (10^{-4} МПа), после чего оболочка герметизируется. Обеспечить высокую степень вакуума в межстеночном пространстве панели без создания внутреннего каркаса даже за счет увеличения толщины металла оболочки в течение всего срока эксплуатации достаточно сложно. Появление же небольшого давления приводит к существенному (на порядки) ухудшению теплоизоляции. К тому же значительная доля теплоты в таких панелях будет передаваться через толстые стенки металлической оболочки.

Поэтому более перспективным направлением является создание вакуумных изоляционных панелей с наполнителем из пористых материалов — мелких порошков или аэрогелей. Использование мелкодисперсных пористых материалов позволяет создать внутренний каркас, обеспечивающий необходимую жесткость конструкции при требуемой степени разряжения воздуха и решить задачу создания утеплителей с чрезвычайно малым значением коэффициента теплопроводности.

Требования к свойствам наполнителей для вакуумной теплоизоляции и основы расчета теплоизоляционных систем указанного типа разработаны в 60-е годы прошлого века, в том числе в исследованиях наших ученых [2-3].

Основную роль в процессе передачи теплоты в пористых порошковых структурах играет газ, находящийся в порах. Установлено, чем меньше размеры пор или пустот материала, тем раньше в нем достигается условие высокого вакуума и лучше его теплофизические свойства [2].

В настоящее время в качестве наполнителей для вакуумных панелей примненяют пенополистирол, пенополиуретан, но наиболее широко используют дымный и осажденный кремнезем, перлит, кремнегели. Теплопроводность мелкодисперсного песка (0,4-0,104 Вт/м•град), порошкообразного плексигласа (0,09-0,0107 Вт/м•град), мало изменяется при изменении давления и на порядок выше чем у аэрогелей и дымного кремнезема. Теплопроводность перлита заметно меняется в зависимости от его пористости (0,0279-0,027 Вт/м•град). Дымный кремнезем и аэрогели превосходят все типы наполнителей даже при относительно высоких давлениях - до 1000 Па (10^{-3} МПа) внутри пакета. Возможность сравнительно высокого начального давления обеспечивает увеличение продолжительности жизни теплоизоляционного пакета.

Наиболее перспективными представляются кремнегели с размером частиц $5 \cdot 10^{-3}$ мм и пористостью до 95%, а также перлит с высокой степенью пористости до 95%. Коэффициент теплопроводности этих материалов не превышает 0,003 Вт/(м•К) до значений давления газа 100 Па для кремнегеля и 10 Па для перлита, что на порядок ниже чем у традиционно используемых теплоизоляционных материалов [4].

Большинство материалов, помещенных в оболочку с низким давлением, выделяют газы. Выделенные газы могут внести существенный вклад во внутреннее давление (или снижение вакуума в панели). Газовые молекулы проникают как через оболочку, так и через сварное соединение. Поэтому для удаления нежелательных газов и влаги, которые способствуют теплопередаче в пределах пространства оболочки и тем самым уменьшают срок службы вакуумной панели, необходимо вводить химические поглотители. Наполнитель на основе пенопластиков не может адсорбировать ни газов, ни влаги. В этом случае его необходимо вводить в оболочку панели. Мелкопористые наполнители на основе кремнезема сами по себе являются естественными адсорбентами или поглотителями. Следовательно, поглотитель в

панелях на основе этих материалов не требуется даже при эксплуатационном периоде 10–20 лет, если используется соответствующий материал оболочки.

Пленка-оболочка - материал, из которого формируются стенки вакуумной изоляционной панели. Она состоит из нескольких слоев, каждый слой представляет собой очень тонкую металлическую пленку (алюминий, нержавеющая сталь), на которую с обеих сторон нанесен слой пластика [4]. Она имеет превосходные барьерные характеристики, но может проводить заметное количество тепла через торцы. Этот “краевой эффект” значительно снижает эффективность панелей.

Чем больше панель, тем больше соотношение между ее поверхностью и поверхностью сварного шва и наоборот. Таким образом, выбор подходящего материала оболочки требует, чтобы ее свойства и свойства шва соответствовали типу и размеру панелей. Более заметное влияние на их эффективность имеет толщина. Ее уменьшение в 2 раза на столько же сокращает время службы панелей, поскольку размер поверхности и сварных соединений остается прежним, а изоляционный объем вдвое меньше [6].

Если применена подходящая оболочка, условия эксплуатации влияют на срок службы изделий, поскольку проницаемость их оболочки и сварного соединения для водяных паров и газов изменяется с температурой.

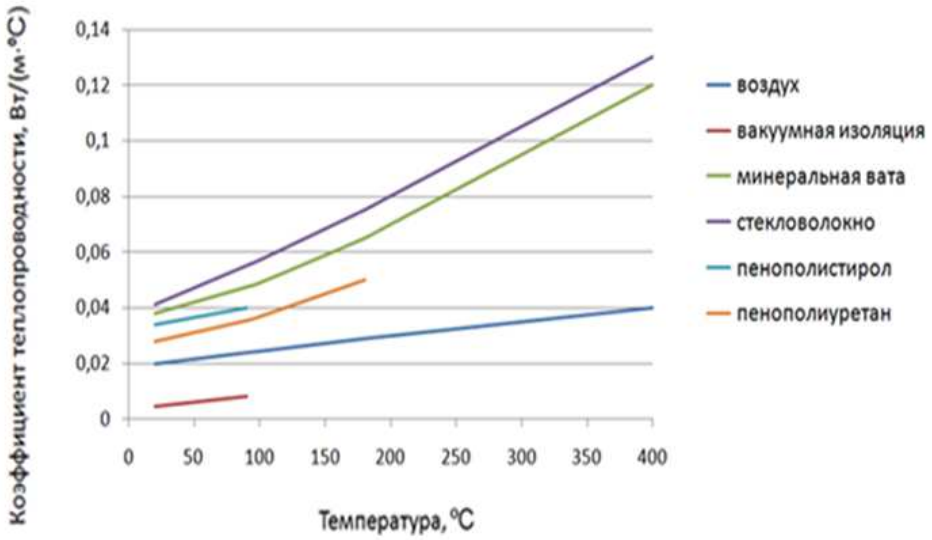


Рис.1. Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры для различных теплоизоляционных материалов

Для обеспечения одного и того же термического сопротивления теплопередаче R_o применение вакуумной изоляции позволяет уменьшить толщину изоляционного слоя в 6 - 10 раз по сравнению с другими материалами (таблица). Например, для обеспечения термического сопротивления теплопередаче R_o равного 10, необходимо выложить 4.6 м кирпичной кладки, а можно применить вакуумную изоляционную панель толщиной всего 4.6 см.

При использовании вакуумных теплоизоляционных панелей необходимо учитывать обязательное требование сохранения их герметичности. Это накладывает определенные ограничения на конструкцию систем утепления и первостепенные сферы применения таких изделий, в частности в трехслойных стеновых панелях [6]. Если в их современной конструкции необходим слой утеплителя не менее 15 см, то благодаря вакуумным панелям его толщина уменьшится до 2 см. При этом изделие будет защищено с двух сторон от механических повреждений слоями бетона. Упростится конструкция системы утепления, так как снизятся требования к прочности гибких связей между слоями бетона.

Таблица

Изменение толщины различных материалов при сопротивлении теплопередачи, R_o равного 10 ($м^2 \cdot ℃$)Вт

Материал	Толщина материала, σ, м	Коэффициент теплопроводности, λ, Вт/м·℃	Сопротивление теплопередаче, R_o, ($м^2 \cdot ℃$) Вт	Коэффициент теплопередачи, К, Вт/($м^2 \cdot К$)
Вакуумная теплоизоляция	0,046	0,0046	10	0,1
Пенополиуретан	0,28	0,028	10	0,1
Пенопорлистирол	0,30	0,030	10	0,1
Минеральная вата	0,46	0,046	10	0,1
Стекловата	0,48	0,048	10	0,1
Кирпичная кладка	4,6	0,46	10	0,1

Возможно использование вакуумных панелей между слоями кирпичной кладки, а также для утепления перекрытий верхнего и пола первого этажей, утепления фасада здания (рис.2), устранения перегрева здания [5,7].

Рис.2. Схема наружного утепления здания с применением вакуумных теплоизоляционных панелей

По сравнению с традиционными преимущества нового теплоизоляционного материала неоспоримы. Он позволяет уменьшить толщину слоя утеплителя при увеличении сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции.

Ниже приведены технические характеристики вакуумной панели отечественного производителя: ООО «СПУ СИСТЕМС», г. Санкт –Петербург.

В качестве материала-наполнителя используется нанопористый диоксид кремния SiO2, состоящий из частиц размером 5 - 20 нм, которые объединены в каркас с характерными размерами пор 20 - 150 нм.

Тех.характеристики:

Размер:

1200мм/1000мм, 1000мм/6000мм, 1200мм/500мм, 1000мм/300мм, 600мм/500мм, 600мм/250мм

Толщина: 10мм, 15мм, 20мм, 25мм, 30мм

Предел прочности :

При растяжении 850 -кгс/см2

При сжатии -1100 -кгс/см2

При изгибе -740 -кгс/см2

Плотность - от 300-400 кг/м3,

Коэффициент теплопроводности: λ = 0,0046 Вт/кв.м$^{\circ}$C.

Цена вакуумной теплоизоляционной панели: 46,75 доллара за кв.м.

Таким образом, современное состояние техники упаковочных материалов позволяет реализовать вакуумную теплоизоляцию на основе порошковых материалов. Эта технология сегодня успешно продвигается на рынках Западной Европы и употребляется как в новом строительстве, так и при выполнении работ по тепловой модернизации зданий [8]. Сегодня, на наш взгляд, имеется настоятельная необходимость организации серийного выпуска вакуумной теплоизоляции для массового использования в строительстве.

Библиографический список

1. Рахимов Р.З., И.С. Шелихов И.С. Современные теплоизоляционные материалы: Учебное пособие.- Казань: КГАСУ, 2006-392 с.

2. Кокоев М.Н., Федоров В.Т. Вакуумное теплоизоляционное изделие. Патент РФ 2144595. Бюл. №220.01.2000.

3. Васильев Л.Л. Теплопроводность неметаллических зернистых систем // Строительная теплофизика. М., Л.: Энергия, 1966. С. 48–56.

4. Дульнев Г.Н., Сигалова Г.В. Теплопроводность моно- и полидисперсных зернистых материалов // Строительная теплофизика. М., Л.: Энергия, 1966. С. 40–47.

5. Caps P., Фрике J. KONZEPTE für ден EINSATZ, фон evakuirten Dämmungen бай Passivhäu-Sern. 4 Passivhaus Tagung, Кассель, марз 2000 С. 171-177.

6. Крышки Р., Friscke J. Vakuumdämmungen в дер Anvendung. 5 Passivhaus Tagung, Реут-Линген, Февраль 2001 С. 247-254.

7. Армин Binz Hightech-Materialen фон дем Durchbruch. 9 Passivhaus Tagung, Ludvigshafen 2005 С. 219-224. 8. Ferle A. Einsatz фон Vacuumdämmung в Hochbau.

8. Europäische Passivhaustagung 2004 г. Кремс, Австрия. С. 171-177. 9. Oehler C. Münsterländer Hof renoviert.

9. Internationale Passivhaustagung 2006 Ганновер. С. 57-62.

10. Diefernbach H. Modernisierung фон Zweifamilienhäusern Auf unterschiedliche Energe-Tische Стандарты унтер einzatz фон Großelementen мит Vakuumdämmung. 9 Internationale Пasivhaustagung 2006 Ганновер. С. 63-68.

References

1. Rahimov RZ, IS Shelikhov IS Modern insulation materials: Study posobie.- Kazan: KGASU, 2006-392 with.

2. Kokoyev MN, Fedorov VT Vacuum thermal insulation products. RF Patent 2144595. Bull. №220.01.2000.

3. LL Vasiliev The thermal conductivity of non-metallic granular systems // Builder Nye thermal physics. M, L .: Energy, 1966. S. 48-56.

4. Dulnev GN, Sigalova GV The thermal conductivity of mono- and polydisperse granular materials // Building Thermal Physics. M, L .: Energy, 1966. S. 40-47.

5. Caps R., Friscke J. Konzepte für den Einsatz, von evakuirten Dämmungen bei Passivhäusern. 4 Passivhaus Tagung, Kassel, Marz 2000. S. 171–177.

6. Caps R., Friscke J. Vakuumdämmungen in der Anvendung. 5 Passivhaus Tagung, Reutlingen, Februar 2001. S. 247–254.

7. Armin Binz Hightech-Materialen von dem Durchbruch. 9 Passivhaus Tagung, Ludvigshafen 2005. S. 219–224.

8. Ferle A. Einsatz von Vacuumdämmung in Hochbau. 8 Europäische Passivhaustagung 2004. Krems, Austria. S. 171–177.

9. Oehler S. Münsterländer Hof renoviert. 9 Internationale Passivhaustagung 2006. Hannover. S. 57–62.

10. Diefernbach N. Modernisierung von Zweifamilienhäusern auf unterschiedliche energetische Standards unter einzatz von Großelementen mit Vakuumdämmung. 9 Internationale Passivhaustagung 2006. Hannover. S. 63–68.

УДК 621.791.001

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Канд. техн. наук, доцент кафедры строительной техники и инженерной механики
И.А. Фролов
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-59-18

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph.D. in Engineering docent of construction engineering and engineering mechanics faculty
J.A. Frolov
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-59-18

И.А. Фролов

МЕДНО-СТАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В УЗЛАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ОБЩЕМ НАГРЕВЕ ДЕТАЛЕЙ ЧЕРЕЗ ПРОСЛОЙКИ БОЛЕЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ СПЛАВОВ (ПРИПОЕВ)

Рассмотрены некоторые способы получения медно-стальных соединений. Подробно уделено внимание получению соединений через прослойку марганца.

Ключевые слова: припой, прослойка марганца, контактное плавление, вкладыш.

J.A. Frolov

COPPER-STEEL CONNECTIONS IN THE KNOTS RECEIVED AT THE GENERAL HEATING OF DETAILS THROUGH LAYERS OF MORE FUSIBLE ALLOYS (SOLDERS)

Some ways of receiving copper-steel connections are considered. The attention to receiving connections through a manganese layer is in detail paid.

Keywords: solder, manganese layer, contact melting, insert.

Медно-стальные узлы представляют собой двухоболочковые детали, одна из которых (внутренняя ребристая из медного сплава), а другая – наружная, гладкая, стальная, соединенные через прослойку легкоплавкого сплава (припоя или контактно-плавящейся прослойки металла при их общем нагреве).

Для получения медно-стальных соединений широко применяют компактные припои в виде тонкой фольги медно-серебряного сплава типа ПСр 37,5 толщиной $\leq 0{,}10$ мм. Однако, технология пайки этим припоем не может обеспечить высокого качества паяным соединениям из-за специфических свойств сплава, содержащего эвтектику Ag-Cu: в каналах узла при рентгенопросвечивании наблюдались скопления, а при металлографическом исследовании соединений часто выявлялись «подрезы» [1;2]. Кроме того, при сборке изделий методом сварки в ряде случаев наблюдалось частичное разрушение паяного шва, содержащего легкоплавкую составляющую припоя (рис.1) [3].

Недостатки паяных соединений, выполненных медно-серебряными припоями, устранялись применением фольги более тугоплавкого припоя ПМ-17, однако эта технология требовала предварительного никелирования внутренней стальной поверхности деталей, более высокой температуры нагрева, увеличенной длительности выдержки на режиме, что, однако не устраняло твердых остатков припоя в каналах узла [4].

а) б) в)

Рис.1. Влияние воздействия сварочной дуги на паяные швы:
а) шов выполнен припоем типа ПМ-17 или через прослойку марганца; б) шов, выполненный припоем $ПС_р37,5$ частично разрушен: не наблюдается эвтектики медь-серебро; в) схема сварки: 1,4 – стальные рубашки типа 10Х21Н5Т; 2 – вольфрамовый электрод; 3 – керамический насадок; 5 – оболочка из медного сплава типа БрХ0,8

Известно, что получение фольги припоя связано с металлургическим циклом: выплавкой сплава заданного состава, разливкой его в слитки и последующей прокаткой их до заданной толщины (≤ 0,10мм), что сопряжено с большими материальными затратами.

Для получения медно-стальных узлов можно использовать прослойку марганца, которая термовакуумным методом наносится на ребристую медную деталь, а внутренняя поверхность стальной оболочки перед сборкой подвергается полировке (электрополировке) [5]. Затем медную и стальную детали собирают, внутреннее пространство узла вакуумируют до остаточного давления $\leq 5*10^{-2}$ мм рт. ст. и нагревают до температуры выше контактного плавления марганца с медью (870°С). Возникающая жидкая фаза прослойки легируется компонентами стали(Ni, Cr, Fe и др.) вследствие растворно-диффузионных процессов при заданных режимах пайки, образуя припой высокой прочности [6].

Кроме исходной толщины прослойки марганца, количество жидкой фазы при контактном плавлении определяется как скоростью нагрева выше температуры 870°С, так и температурой перегрева.

Уравнение для постоянного источника диффузии в бесконечном объеме растворителя можно использовать для определения оптимальной скорости нагрева в интервале температур 870-1000°С, активно влияющих на образование паяных соединений [7]:

$$c = \frac{Q}{\sqrt{\pi D \tau_{пр}}} * \exp(-\frac{x^2}{4D\tau_{пр}}) \qquad (1)$$

где Q- количество металла, диффундирующее через единицу площади поперечного сечения в г/см^2; D- коэффициент диффузии металла в медь в см^2/с; $\tau_{пр}$ -время выдержки, приведенное к температуре процесса в с; с – содержание диффундирующего металла в рассматриваемом микрообъеме меди в г; х – глубина диффузии в см.

Поскольку при контактно-реактивной пайке температура процесса являлась функцией времени $t = f(\tau)$, кривая нагрева разбивалась на ряд участков, в каждом из которых температура и время приводились к условиям эксперимента (метод приведения):

$$t_{пр} = \frac{\int_{\tau_1}^{\tau_2} t d\tau}{\tau_2 - \tau_1}; \quad \tau_{пр} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} \tau dt}{t_2 - t_1}. \qquad (2)$$

Толщина жидкой прослойки для условий, исключающих растворение тонкостенных элементов паяемых деталей для интервала температур от 870 до 1000°С, рассматривалась по уравнению:

$$h_L = \frac{\gamma_{Mn} \cdot \delta_{Mn}}{c_i \cdot \gamma_i} \cdot 100\%, \qquad (3)$$

где h_L - толщина медно-марганцевой прослойки;

γ_{Mn}, δ_{Mn} - соответственно плотность и толщина прослойки марганца в исходном состоянии;

c_i - содержание Mn в сплавах, соответствующих точкам пересечения изотерм нагрева с линией ликвидуса части диаграммы состояния Cu-Mn, ограниченной с одной стороны Cu, а с другой – сплавом, состав которого соответствует точке сходимости линий ликвидуса и солидуса;

γ_i - плотность сплавов в зоне диффузии, определенная методом аддитивности.

В момент контактного плавления жидкая Cu-Mn фаза находится в более активированном состоянии, чем готовый припой аналогичного состава, поэтому она и разрушала на поверхности стали окислы, для вывода которых в галтели соединения процесс вели при сдавливании деталей инертным газом аргоном(Ar) ($P_{изб} \approx 5 МПа$).

Микрорентгеноспектральным анализом установлено более глубокое проникновение Mn в Cu по сравнению с расчетной глубиной (рис.2).

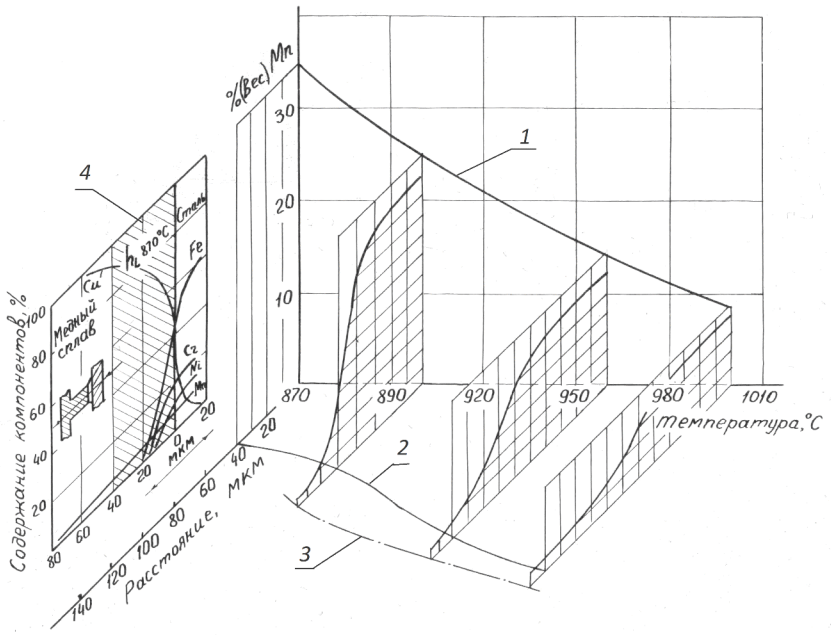


Рис. 2. Анализ контактного плавления прослойки марганца толщиной ≈15мкм от температуры нагрева: 1 – содержание Mn в микрообъемах медного сплава, граничащих со сталью; 2 – глубина сплавления Mn с Cu, определенная расчетным методом; 3 – содержание Mn в микрообъемах медного сплава, определенная микрорентгеновским методом (на установке МАР-2); 4 – распределение компонентов припоя в паяном шве высокой прочности

На рис.2 кривые 1 и 2 построены по расчетным данным, а 3 и 4 – по данным микрорентгеноспектрального анализа. Это объясняется инерционностью системы нагрева и, как

следствие, увеличением продолжительности растворно-диффузионных процессов контактно-плавящихся металлов.

Несмотря на высокую прочность соединений через прослойку марганца, для деталей сложной конструкции следует применять некоторые технологические приемы для обеспечения высокого качества паяным соединениям в зоне вакуумирования внутренних полостей узла, разделенных кольцевой промежуточной перемычкой [8].

К качеству паяного шва кольцевой перемычки узла предъявлялись повышенные требования как по прочности, так и по герметичности соединения, т.к она определяла надежность всего изделия при его работе.

В процессе пайки остаточное давление воздуха во внутренней полости узла при его вакуумировании ограничено величиной $P \leq 5*10^{-2}$ мм рт. ст., которое измеряется непосредственно у вакуумного насоса в так называемой «холодной зоне», т.к непосредственно в зоне нагрева узла измерение выполнить невозможно.

Согласно закону изохорического процесса при V=const (закон Шарля), изменение давления в зависимости от температуры нагрева подчиняется выражению:

$$P_t = P_0(1 + \frac{t}{273}), \tag{4}$$

где P_t - давление остаточного газа при температуре пайки;

P_0 - давление остаточного газа в полости узла до начала нагрева ($P_0 \leq 5*10^{-2}$ мм рт. ст.)

t - температура, °С при пайке (1000±10°С).

Из выражения следует, что при температуре пайки остаточное давление газа в полости узла возрастает ~ в 5 раз. А при одновременном вакуумировании двух разновеликих объемов полостей

$$V_A >>> V_B$$

между ними неизбежен перепад давлений. При зазоре между стальной и медной деталями, обусловленного условиями сборки, кислород остаточного газа вакуумируемой полости, перетекая из полости А в полость В будет окислять марганец, вызывая ослабление паяного шва перемычки. Окислы марганца имеют низкое давление диссоциации и для них достаточно ничтожно малое содержание кислорода в окружающей металл газовой среде, чтобы вызвать их образование [9].

Установлено, что толщина прослойки слоя марганца для достижения оптимального качества паяных соединений в медно-стальных узлах не должна превышать 10-15мкм [10], что исключало возможность сборки деталей с гарантированным натягом. Охлаждение медной детали вызывает неизбежное образование конденсата влаги, а предварительный нагрев стальной детали – цвета побежалости.

Оба рассмотренных варианта неприемлемы из-за неизбежного ослабления паяных соединений влагой конденсата на марганце или оксилами на стальной полированной поверхности. Поэтому повышение качества паяного шва перемычки, разделяющей два разновеликих объема, было достигнуто установкой технологического вкладыша, исключившего окисление марганца кислородом остаточного газа при вакуумировании. Вкладыш устанавливался симметрично штуцеру, соединяющему полость узла с вакуумной магистралью: при этом поверхности соприкосновения кольцевой выточки и технологического вкладыша были эквидистантны (рис.3).

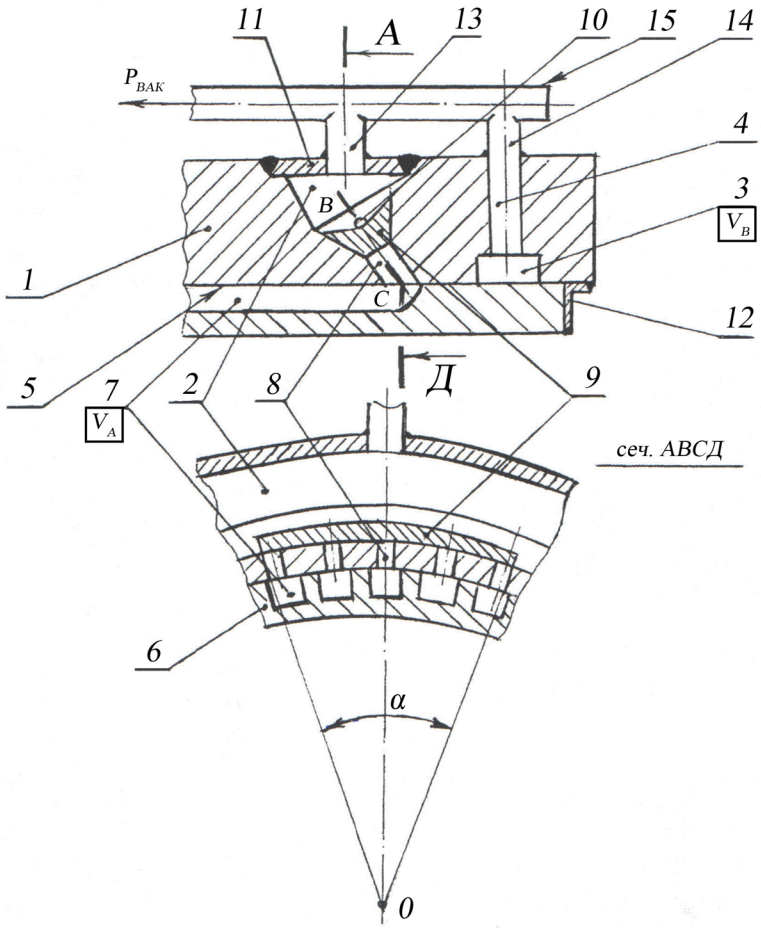


Рис. 3. Схема вакуумирования узла и установка вкладыша ($V_A >>> V_B$):
1 – стальная деталь 07Х25Н16АГ6Ф-Ш(ЭП750); 2,3 – кольцевые полости в стальной детали; 4,5,7,8,13 – вакуумируемые полости при пайке; 6 – ребристая деталь из медного сплава; 9 – технологический вкладыш; 10 – метод крепления вкладыша (проволока); 11,12 – технологические элементы для герметизации узла;14,15 – трубки вакуумирования

Минимальная длина дуги вкладыша определялась по величине максимального зазора, обусловленного условиями сборки деталей под пайку:

$$S^{\max} = D_{ст}^{\max} - d_{Cu}^{\min} = ES_{ст} - ei_{Cu}, \quad (5)$$

где S - зазор;

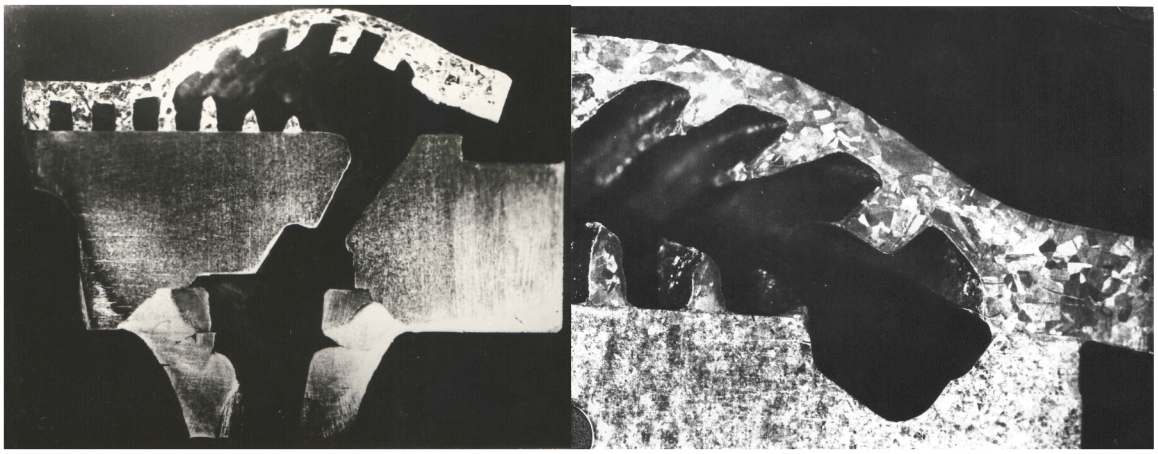
D, d - диаметры стальной и медной деталей;

ES, ei – соответственно верхнее и нижнее предельные отклонения стальной и медной деталей [11].

В дальнейшем, расчет выполняли по известным математическим выражениям для дуги центрального угла α или по формуле Х.Гюйгенса для дуги окружности сегмента круга [12].

По завершении процесса пайки вкладыш извлекался, а узел подвергался операциям обработки согласно технологическому циклу.

Детали, спаянные с применением вкладыша, имели высокое качество: при специальных испытаниях на прочность разрушение происходило по ребрам медной детали без нарушения паяных швов и герметизирующей перемычки (рис.4).



а) б)

Рис.4. Характер разрушения узла при испытании на прочность:
а) без установки вкладыша: перемычка разрушена; б) с установкой вкладыша: разрушились ребра, перемычка не разрушилась

Выводы

1. Рассмотрены некоторые варианты получения медно-стальных соединений методом пайки.

2. При пайке деталей с одновременным вакуумированием разновеликих полостей $V_A >>> V_B$ через прослойку марганца следует использовать технологические вкладыши.

Библиографический список

1. Кудашов О.Г., Фролов И.А. Обратная ликвация при пайке медно-серебряными припоями./ Производственно-технический бюллетень.-М., 1967, №4, с.20-21.

2. Фролов И.А. Особенности паяных соединений, выполненных медно-серебряными припоями./ Экологический вестник черноземья.- Воронеж, 2001, Вып.11 с. 52-55.

3. Фролов И.А., Муравьев В.А., Нилов В.А. К выбору рационального способа получения медно-стальных узлов методом пайки. В сб. «Высокие технологии в экологии». Труды 9й международной научно-практической конференции 17-19 мая 2006г. Воронеж, 2006; с.102-107.

4. Фролов И.А., Кудашов О.Г. Анализ паяных соединений медно-стальных узлов, выполненных припоями $ПС_р$ 37,5 и ПМ-17./ Производственно-технический опыт.-М., 1967, №4.

5. Фролов И.А., Ермолов В.Г. и др. Способ пайки а.с. 48400.

6. Ермолов В.Г., Лякин В.М., Александров Ю.Г. и др. Припой а.с. 203438.

7. Герцрикен С.Д и Дехтяр И.Я. Диффузия в металлах и сплавах в твердой фазе. М.:Металлургиздат, 1960.

8. Фролов И.А., Кудашов О.Г. и др. Патент на изобретение способа пайки №2.297.905 С2 от 18.07.2006.

9. Лоцманов С.Н., Петрунин Н.Е. Пайка металлов.-М.: 1966, с.57.

10. Фролов И.А. Контактно-реактивная пайка меди со сталью через прослойку марганца./ Сварочное производство.-М.: 1972, №10, с 16-18.

11. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.-М.: Машиностроение, 1979, с.171-172.

12. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике.-М.: 1975, с.268.

References

1. Kudashov O.G, I.A Frolov. Contact segregation when soldering copper-silver solders. / Technical byulleten.-M., 1967, №4, p.20-21.

2. Frolov I.A. Features of solder joints made of copper-silver solders. / Ecological Bulletin black territory. - Voronezh, 2001, p.52-55.

3. Frolov, I. A., Muravjev V. A., Nilov V. A. To the choice of rational method for copper-steel nodes by soldering. In: "High technologies in ecology". Proceedings of the 9th international scientific and practical conference 17-19 may 2006. Voronezh, 2006; p. 102-107.

4. Frolov I.A, Kudashov O.G. Analysis of solder joints copper-steel nodes, complement-solders Silver 37.5 and PM-17. / Technical opyt.-M., 1967, №4.

5. Frolov I.A, Yermolov V.G. and others. The soldering a.s. 48400.

6. Ermolov V.G., Lyakin V.M., Alexandrov J.G. and others. Solder a.s. 203438.

7. Gertsriken S.D. and Dekhtyar I.J. Diffusion in metals and alloys in the solid phase. M.: Metallurgy, 1960.

8. Frolov I.A., Kudashov O.G. and others. The patent for the invention, a method of soldering №2.297.905 C2 on 18.07.2006.

9. Lotsmanov S.N., N.E Petrunin. Brazing metallic. M.: 1966, p.57.

10. Frolov I.A. Contact-reactive brazing copper to steel through a layer of manganese. / welding production. M.: 1972, №10, p.16-18.

11. A.J. Yakushev. Interchangeability, standardization and technical measurements. M.: Mechanical Engineering, 1979, p.171-172.

12. Vygodskii M.J. Handbook of elementary mathematic. M.: 1975, p.268.