

ISSN 2542-2200

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск 2 (2)

Воронеж 2017

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Воронежский государственный технический университет»

ISSN 2542-2200

Журнал издается 2 раза в год

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Редакционная коллегия

Главный редактор

Ответственный секретарь

С. А. Колодяжный, канд. техн. наук, доцент

И. В. Ситников

Члены редакционного совета

В.Н. Азаров – д-р техн. наук, профессор, заслуженный эколог РФ, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области образования, Советник РААСН, Волгоградский государственный технический университет

В.Ф. Асминин – д-р техн. наук, профессор, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова

Н.В. Бакаева – д-р техн. наук, Юго-Западный государственный университет

О.А. Калачева – д-р биол. наук, доцент, Воронежский филиал Московского государственного университета путей сообщения Императора Николая II

А.Н. Камлюк – канд. физ.-мат. наук, полковник внутренней службы, Университет гражданской защиты Республики Беларусь

В.Я. Манохин – д-р техн. наук, профессор, действительный член Российской экологической

академии, Воронежский государственный технический университет

В.Л. Мурзинов – д-р техн. наук, доцент, Воронежский государственный технический университет

С.Л. Пушенко – д-р техн. наук, профессор, Донской государственный технический университет

К.А. Скляров – канд. техн. наук, доцент, Воронежский государственный технический университет (заместитель главного редактора)

Е.А. Сушко – канд. техн. наук, доцент, Воронежский государственный технический университет (заместитель главного редактора)

А.Н. Чукарин – д-р техн. наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, Ростовский государственный университет путей сообщения

Б.Р. Шакиртханов – канд. экон. наук, доцент, Алматинский технологический университет, Республика Казахстан.

Материалы публикуются в авторской редакции, за достоверность сведений, изложенных в публикациях, ответственность несут авторы.

Учредитель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

394026 г. Воронеж, Московский просп., 14

Адрес редакции: 394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, кафедра техносферной и пожарной безопасности

© Комплексная безопасность, 2017

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

М. В. МАНОХИН, В. Я. МАНОХИН, Е. М. ЛОКТЕВ Принцип разработки схемы обращения с твердыми коммунальными отходами	4
М. В. ГОРДЕЕВ, В. Ю. КУРОЧКИН, Е. А. СУШКО Модернизация основных пожарных автомобилей путем применения композитных материалов	11
О.К. АРСЕНКОВА, Т.В. АШИХМИНА, Т.В. ОВЧИННИКОВА, П.С. КУПРИЕНКО Анализ экологических показателей техногенного загрязнения атмосферного воздуха г. Воронежа и Воронежской области	19
С. Д. НИКОЛЕНКО, С. А. САЗОНОВА, М. В. МАНОХИН, В. Я. МАНОХИН Нормирование выбросов и основные нормативные параметры на асфальтобетонных заводах при решении задачи обеспечения безопасности труда	25
С. В. ПАВАЛЯЕВ, С. Д. НИКОЛЕНКО, С. А. САЗОНОВА Анализ качества проектной документации	32
Е. И. ГОЛОВИНА, А. В. МИРОНЕНКО, Н. А. ТАРАСОВА Охрана труда литейных цехов при производстве строительных конструкций	41
В. Л. МУРЗИНОВ, В. Я. МАНОХИН, Е. И. ГОЛОВИНА Модель плотности распределения размера частиц пыли литейного производства	47
Н.В. ДЕНИСЕНКО, Т. В. АШИХМИНА, Т. В. ОВЧИННИКОВА, П. С. КУПРИЕНКО Озеленение санитарно-защитной зоны промышленного предприятия как фактор экологической безопасности техносферного объекта	55
М. В. БЫЧКОВА, С. Д. НИКОЛЕНКО Анализ решений по сносу части зданий бывшего интерната	60
С. В. ТЕПЛОВ, С. Д. НИКОЛЕНКО Особенности ультразвукового контроля качества сварки металлических конструкций	68
С. А. САЗОНОВА, С. Д. НИКОЛЕНКО, В. Я. МАНОХИН, В. И. БУЯНОВ Проблема безопасности труда при определении концентраций пыли и ее дисперсности в выбросах на асфальтобетонных заводах	76
В. Л. МУРЗИНОВ Метод снижения пожарного риска и шума ленточных конвейеров	83
В. Л. МУРЗИНОВ Взрывобезопасное и пожаробезопасное транспортное средство для промышленных предприятий	93

УДК 504.064

ПРИНЦИП РАЗРАБОТКИ СХЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

М. В. Манохин, В. Я. Манохин, Е. М. Локтев

Манохин Максим Вячеславович, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: fellfrostqtw@gmail.com.

Манохин Вячеслав Яковлевич, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: manohinprof@mail.ru.

Локтев Евгений Михайлович, Воронежский государственный технический университет, кандидат педагогических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: loktev@vgasu.vrn.ru.

Устойчивое развитие городских территорий во многом зависит от схем обращения с твёрдыми коммунальными отходами (ТКО, ранее ТБО). Ежегодно в России количество мусора увеличивается на 200 млн. м³ (40 млн. т). На полигонах России в настоящее время скопилось 100 млрд. т. ТБО. Основная часть ТБО складывается на полигонах различного типа и многочисленных свалках. Накопление отходов наносит огромный экологический, экономический и социальный ущерб, снижает потенциал экологической устойчивости РФ.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, транспортирование, технологические схемы, утилизация, рециклинг, рекуперации, управление.

Введение. В реальной практике обращения с ТКО в России характерными являются одни и те же проблемы, в частности:

- недостаточное финансирование экологических программ;
- отсутствие полноценной инфраструктуры;
- отсутствие развитого рынка утилизированного сырья;
- нет единой системы документов регламентирующих обращение с отходами;
- несовершенство системы управления, разграничивающей полномочия и финансирование между федеральными, региональными и местными органами в условиях деятельности предприятий и организаций разных форм собственности;
- неточность расчёта норм накопления отходов и несоблюдение регламента их пересмотра;

- большое влияние стоимости транспортировки ТКО на затратную часть общего бюджета в сфере обращения с отходами;
- трудности в выборе оптимальных и эффективных технологических схем.

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, чем в зависимости академии коммунального хозяйства им. А.К. Памфилова.

Анализ статистики по объёмам накопления отходов в мегаполисах России для жилого сектора и зданий общественного назначения показывает более высокие значения ежегодного прироста, чем в зависимости академии коммунального хозяйства им. А. К. Памфилова.

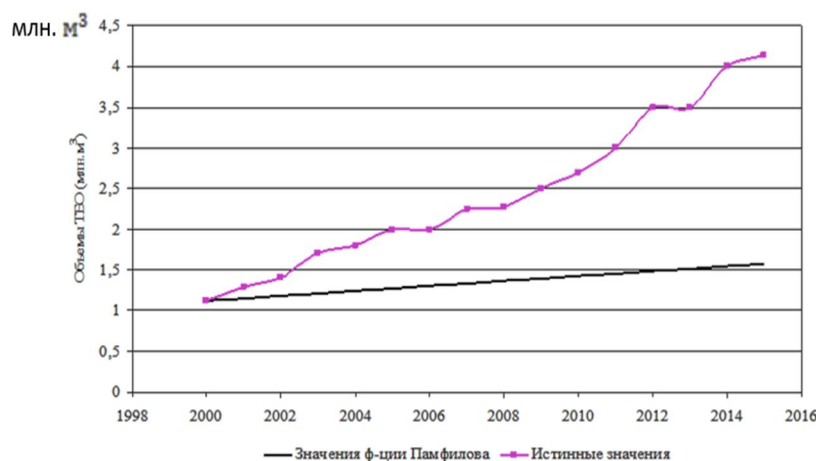


Рис. 1. Фактические объёмы ТКО, поступившие на полигоны

Зависимость (1) построена по формуле (1) АКХ им. А.К. Памфилова, определяющие прогнозные данные при максимальном коэффициенте прироста ТБО 2,65% в год.

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{исх}}(1 + 0,0265t), \quad (1)$$

где t – период прогнозирования, лет.

$N_{\text{исх}}$ – количество отходов от жилого сектора и зданий общественного назначения.

Сравнение данных показывает значительное превышение фактических объемов над прогнозными оценками (рис.1).

Определение аналитического уравнения для прогнозной оценки накопления ТКО.

Поиск более точной приближенной функции, наиболее просто описывающей рост ТКО определяет прямую вида (2)

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{исх}} 0,1739t + 0,8724 \quad (2)$$

Расчет суммы квадратов абсолютных разностей показывает величину $\delta = 0,459$.

Степенная зависимость

$$\tilde{N}_{\text{пр}} = \tilde{N}_{\text{исх}} 0,8052(t + 1)^{0,4809} \quad (3)$$

даёт $\delta = 1,63$.

Предполагая, что экспериментальная зависимость является показательной

$$\tilde{N}_{\text{пр}} = \tilde{N}_{\text{исх}} (1,0858e^{0,083t}), \quad (4)$$

получим наименьшее значение показателя $\delta = 0,161$.

Сравнительное положение графиков показательной зависимости (5) и фактических значений ТКО показано на рис. 2:

Определение оптимальной технологии переработки твердых бытовых отходов.

Переработка отходов так же является одной из наиболее важных проблем обращения с ТКО. Данные по способам переработки ТКО в различных странах значительно различаются и представлены в табл. 1

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: не смотря на простоту, прямое сжигание непеработанных ТБО сопровождается выделением диоксинов, фуранов, сажи, золы и т.п.

Последние годы применяются технологии сжигания ТБО с их газификацией: пиролиз, термохимическая деструкция, получение биогаза, но это связано с увеличением затрат на оборудование.

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 дополнительные затраты на оборудование по безопасности его эксплуатации.

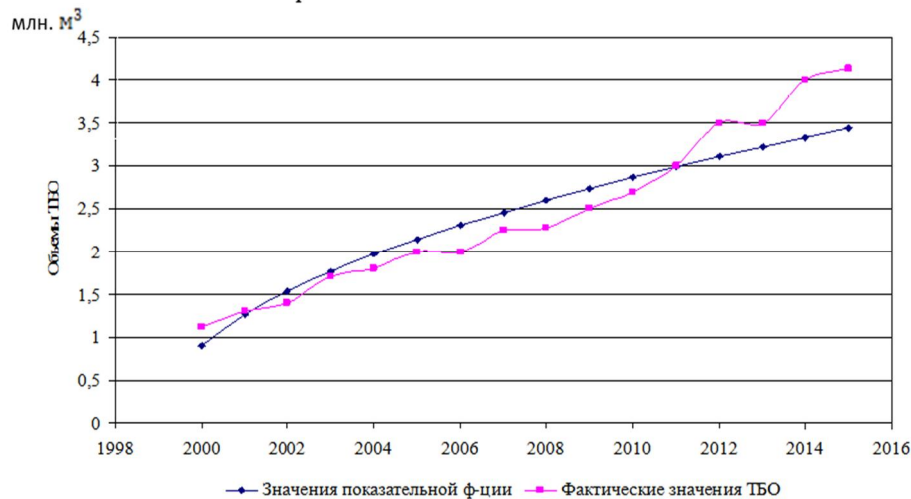


Рис. 2. Расположение графика показательной зависимости относительно фактических значений ТКО

Таблица 1

Способы переработки ТКО в различных странах

Страны	Складирование полигонов	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

При сравнении различных технологий переработки учитываем следующие критерии.

- А. По приведенным затратам технология должна быть наиболее дешевой.
- В. Максимальное использование ценных составляющих ТКО.
- С. Технология переработки ТКО должна быть экологически чистой.
- Д. Конечные продукты переработки (компост, зола, RDF и т.д.) не должны наносить вред окружающей среде.

Е. Учитывает благоприятные социальные и климатические условия.

Для выбора оптимальной технологии обезвреживания и утилизации ТКО для г. Воронежа производим суммарную оценку технологий по всем рассматриваемым критериям (табл. 2 и рис. 3).

Наименьший суммарный индекс определяет оптимальную технологию обезвреживания и утилизации ТКО для г. Воронежа.

Таблица 2

Суммарная оценка технологий обезвреживания ТКО

Технология	Критерий выбора					Σ индексов
	A	B	C	D	E	
1	10	20	20,0	20	15	85
2	17,4	19,8	10,0	12,8	15	75
3	17,4	18,9	19,5	13	20	86,5
4	19,7	14,3	19,5	10,5	10	74
5	14,7	15,2	10,5	10,4	10	60,8
6	10,4	15,6	19,5	12,8	10	68,3
7	11,6	15,3	19,5	12	10	68,4
8	12,1	13,3	14,4	10	10	59,8
9	12,9	18,8	10,7	13	10	65,4
10	20	10	19,6	13	10	72,6
11	15	14	14,5	10	10	63,5
12	20	10	13,1	11,2	10	64,3

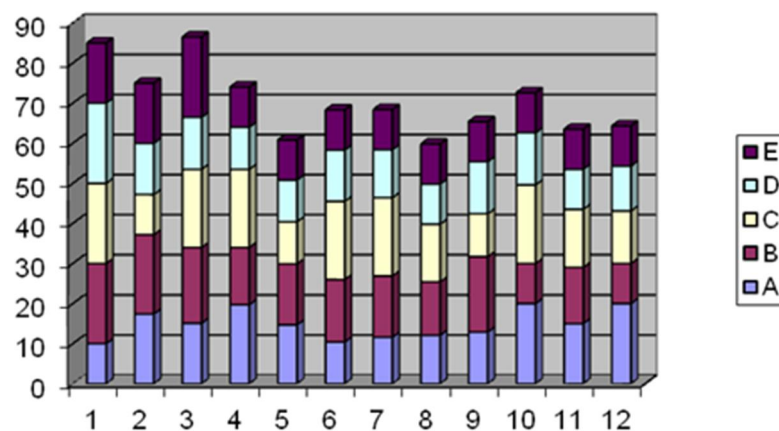


Рис. 3. Интегральная оценка технологий по переработке ТКО г. Воронежа

Разработка модели транспортирования ТКО. Решение задачи предполагает минимизацию затрат на транспортирование отходов с учетом существующих транспортных схем, климатических характеристик, автомобильных “пробок”.

Данные задачи относятся к задачам линейного программирования и могут быть решены симплексным методом. Однако матрица системы ограничений транспортной за-

дачи настолько своеобразна, что для ее решения разработаны специальные методы. Эти методы, как и симплексный метод, позволяют найти начальное опорное решение, а затем, улучшая его, получить оптимальное решение.

В рассматриваемой задаче будут приняты следующие допущения:

- затраты на вывоз ТКО (транспортные расходы) линейно зависят от дальности транспортирования отходов;

- объём накопления отходов постоянен по всему району сбора;
- транспортирование ТКО может осуществляться по любым направлениям.

На втором этапе использовался метод Фогеля при тех же допущениях:

Пусть имеется m пунктов отправления (ПО): $A_1, A_2, \dots, A_m$, в которых сосредоточены запасы каких-то однородных грузов в количестве соответственно $a_1, a_2, \dots, a_m$ единиц. Также имеется n пунктов назначения (ПН): $B_1, B_2, \dots, B_n$, подавших заявки соответственно на $b_1, b_2, \dots, b_n$ единиц груза. Считаем, что сумма всех заявок равна сумме всех запасов (закрытая транспортная задача):

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (5)$$

Обозначим x_{ij} – количество единиц груза, отправляемого из i -го ПО A_i в j -й ПН B_j . Совокупность чисел (x_{ij}) будем называть *планом перевозок*, а сами величины x_{ij} – *перевозками*.

Необходимо найти такой план перевозок (x_{ij}) , при котором целевая функция (суммарная стоимость перевозок) будет минимальной:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (6)$$

В настоящее время в Воронеже имеется 13 крупных источников бытовых отходов. При этом предполагается вывоз отходов на три полигона: 1) полигон ООО «Каскад», 2) "поэтро-полигон" и 3) полигон ООО "Каскад" Новая Усмань вместо «Воронеж-ТКО», который имел ограниченный ресурс.

В соответствие с расстояниями от источников ТКО до полигонов вычислены расходы по транспортировке ТКО от каждого источника отходов до того или иного полигона, вычисленные из расчета на 1м^3 (тарифы перевозок). Соответствующие данные представлены в табл. 2. При этом источникам ТКО и полигонам присвоена соответствующая нумерация.

Таким образом, минимальная суммарная стоимость всех перевозок, соответствует плану X_2 и составляет 131467,21 руб.

Заметим, что суммарные стоимости перевозок для планов X_0, X_1 , незначительно отличаются от суммарной стоимости перевозок, соответствующих плану X_2 и, следовательно, они могут быть признаны вполне приемлемыми.

Решение задачи с рекуперацией сырья из ТКО осуществлялось методом запрещенных клеток. Стоимость перевозки отходов при этом выросло на 16,8 млн. руб., при стоимости извлеченного сырья 342,5 млн. руб.

Управление отходами. Разработка оптимальной схемы управления отходами целесообразно в связи с тем, что в настоящее время в Воронеже обращение с отходами занимаются более 50 предприятий различных форм собственности. Такая ситуация характерна для большинства регионов России.

В работе проанализированы 3 модели управления отходами:

- централизованная модель;
- децентрализованная модель;
- интегрированная модель.

На основе анализа выбрана интегрированная управляющая компания (ИУК).

Преимущества ИУК.

1. Все потоки ТКО управляются единой организацией. Управление ТКО осуществляется в соответствии с политикой Администрации Воронежа, направленной на предотвращение несанкционированных свалок.

2. Важно подчеркнуть, что ИУК не инвестирует свои средства в эти объекты, так как она, во-первых, не обладает финансовыми ресурсами, а во-вторых, является не финансовой, но лишь управленческой компанией, но она привлекает инвесторов т.к. проводит тендерные торги.

3. Оптимальное расширение инфраструктуры переработки ТКО, обеспечивающее возможность планирования развития рынка и сбалансированность между объемами образования и мощностями экологически безопасных объектов обезвреживания отходов.

Выводы.

1. Разработан комплексный метод оценки обращения с ТКО, который включает в себя наиболее проблемные аспекты региональных городских схем санитарной очистки от ТКО.
2. Выведены аналитические зависимости прогнозной оценки накопления отходов для жилого сектора и отдельно-стоящих объектов общественного назначения, торговых и культурно-бытовых учреждений, при этом установлено, что показательная функция является наиболее точной аппроксимацией фактического накопления отходов. Уточнены соответствующие зависимости образования отходов АКХ им.Памфилова, исследован морфологический состав ТКО, предоставлен анализ его соответствия отечественным и зарубежным данным.
3. На основе пяти факторов, учитывающих технические, экономические, экологические, климатические параметры произведен технико-экономический анализ двенадцати технологий переработки ТКО и даны рекомендации по наиболее перспективным для МО г. Воронежа направлениям.
4. Разработана модель транспортирования отходов на основе реальной дорожной схемы, учитывающая климатические условия, “пробки”, размещение инфраструктуры коммунального хозяйства, минимизирующая затраты. При этом апробированы методы минимального элемента и Фогеля, получена численная оценка транспортных затрат для МО г. Воронежа, дающая возможность установления обоснованных тарифов в обращении с ТКО.
5. Разработана оригинальная модель транспортирования отходов с учетом их рекуперации на основе методов заключенных клеток, увеличение транспортных расходов при этом составило 16,759 млн. руб., при стоимости извлеченного из ТКО сырья 342,5 млн. руб.
6. Определена оптимальная схема управления отходами на основе интегрированной управляющей компании (ИУК), исключая недостатки централизованной и децентрализованной систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манохин В.Я. Программа «Комплексное развитие коммунальной инфраструктуры городского округа город Воронеж на период 2010 – 2020 годов» / В. Я. Манохин, И. В. Журавлева // Воронежский курьер. – 2010. - 12 янв.
2. Манохин В.Я. Производственный экологический контроль – необходимое направление деятельности в области природопользования и охраны окружающей среды / В. Я. Манохин, Е. А. Жидко // Высокие технологии в экологии : труды 12-ой междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж, 2009. – С. 102-108.
3. Манохин В.Я. Пути решения проблемы обращения с ТБО / В.Я. Манохин, М.В. Манохин, И.А. Иванова // Актуальные вопросы экологии: материалы VII межрегион. науч.-практ. конф., 24 мая 2012 г. / Администрация городского округа город Воронеж; Управление по охране окружающей среды департамента общественной безопасности. – Воронеж, 2012. – С. 191-194.
4. Щербо А. П. Управление отходами населенных мест: эколого-гигиенические аспекты / А. П. Щербо. – СПб., 2002. - 243 с.
5. Экология и экономика природопользования : учебник / Э. В. Гирусов [и др.], под ред. Э. В. Гирусова, В. Н. Лопатина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : ЮНИТИ: Единство, 2003. — 519 с.
6. Эколого-гигиенические основы мониторинга и охраны городской среды / Н.П. Мамчик [и др.]. - Воронеж: ВГУ, 2002 – 332 с.

THE PRINCIPLE OF DEVELOPMENT OF THE SCHEME OF THE ADDRESS WITH SOLID MUNICIPAL WASTE

M. V. Manohin, V. Ya. Manohin, E. M. Loktev

Manokhin Maxim Vyacheslavovich, Voronezh State Technical University, senior lecturer of technospheric and fire safety department; e-mail: fellfrostqtw@gmail.com.

Manokhin Vyacheslav Yakovlevich, Voronezh State Technical University, doctor of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: manohinprof@mail.ru.

Loktev Evgeniy Mikhailovich, Voronezh State Technical University, candidate of pedagogical sciences, docent of technospheric and fire safety department, e-mail: loktev@vgasu.vrn.ru.

ABSTRACT

Sustainable development of urban areas in many respects depends on schemes of the address with solid municipal waste (before MSW). Annually in Russia the quantity of garbage increases by 200 million m³ (40 million tonnes). On grounds of Russia 100 billion t accumulated now. MSW. The main part of MSW is warehoused on grounds of various type and numerous dumps. Accumulating of waste causes huge ecological, economic and social damages, reduces the potential of ecological stability of the Russian Federation.

Keywords: solid municipal waste, transportation, technological schemes, utilization, recycling, recoveries, management

REFERENCES

1. Manohin V.YA. The program "Integrated development of urban district municipal infrastructure Voronezh for the period 2010 - 2020 years" V.YA Manohin, I.V. Zhuravleva // Voronezh Courier. - 2010 - 12 January.
2. Manohin V.YA Industrial environmental monitoring - a necessary line of action in the field of nature and environmental protection / V.YA Manohin, EA Liquid // High technologies in ecology: Proceedings of the 12th Intern. scientific and engineering. Conf. - Voronezh, 2009. - P. 102-108.
3. Manohin V.YA Ways of solving the problem of solid waste / V.YA Manohin, M.V. Manohin, I.A. Ivanova // Actual questions of ecology: materials Mezregion VII. scientific-practical. Conf, May 24, 2012 / City District Administration of the city of Voronezh.; the Environmental Protection Agency of the Department of Public Safety. - Voronezh, 2012. - P. 191-194.
4. Scherbo A.P. Waste Management populated areas: ecological and hygienic aspects / AP Scherbo. - St. Petersburg, 2002. -. 243 p.
5. Ecology and environmental economics: Textbook / E.V. Girusov [et al.]. ed. E.V. Girusova, V.N. Lopatin. - 2 nd ed., Revised. and ext. - Moscow: UNITY: Unity, 2003. - 519 p.
6. Ecological and hygienic bases of monitoring and protection of the urban environment / N.P. Mamchik [et al.]. - Voronezh: VSU, 2002 - 332 p.

УДК 614.8

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М. В. Гордеев, В. Ю. Курочкин, Е. А. Сушко

Гордеев Михаил Викторович, Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России, слушатель факультета заочного обучения, e-mail: gordeev-volgograd@yandex.ru

Курочкин Вадим Юрьевич, Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры эксплуатации пожарной техники, средств связи и малой механизации, e-mail: vyk_@mail.ru

Сушко Елена Анатольевна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук., доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: u00075@vgasu.vrn.ru

Выполнен анализ отказов основных пожарных автомобилей. Описаны преимущества емкостей из стеклопластика для пожарных автомобилей и краткая характеристика стеклопластика. Для проверки возможности внедрения использования стеклопластиковых емкостей при всех видах ремонтов пожарных автомобилей проведен анализ производственной деятельности Федерального автономного учреждения «Центр материально-технического обеспечения Федеральной противопожарной службы по Волгоградской области». Показана возможность совершенствования пожарной техники Волгоградского территориального гарнизона пожарной охраны, выбора оптимального осуществления. Обсуждаются пути дальнейшего совершенствования инженерно-технических решений и их применение.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, модернизация, емкость из стеклопластика, внедрение в производственную деятельность.

Введение. На протяжении сотен лет накапливался опыт тушения пожаров. В течение этого времени создавались различные примитивные средства, облегчающие борьбу с пожарами, создавалась необходимость коллективного противостояния огню. Все это привело к необходимости организации пожарной службы. Ей придали статус государственной службы. Так, в России в 1649 г. вышел указ «Наказ о городском благочинии». В это же время появился и второй указ «Соборное уложение». Основным положением указов было то, что необходимо готовить людей к тушению пожаров: предписывалось иметь различные средства тушения пожаров водой, устанавливались меры по предотвращению возгораний и ответственность за возникновение пожаров.

Обобщая факты убытков от пожаров, государственные чиновники пришли к выводу, что определяющими являются два общих фактора.

Первую группу факторов составляют: горючесть строительных материалов, внутренней «начинки», планировка зданий и сооружений. В соответствии с этим заменялись горючие строительные материалы на негорючие, создавались рациональные планировки зданий, ограничивающие распространение огня, использовались различные препятствия его развитию и распространению.

Эта группа факторов во многом обуславливает условия развития пожаров.

Вторая группа факторов включает: быстроту обнаружения и извещения о пожаре, технические характеристики средств тушения, дорожные условия, водоснабжение и т.д. Эти факторы в значительной степени обеспечивают необходимые условия тушения пожаров.

Постепенно развивалась пожарная техника. В настоящее время она включает первичные средства тушения, пожарные машины, стационарные установки

пожаротушения и средства пожарной связи. Она создавалась и совершенствовалась на основе технического прогресса. Ее развитие осуществлялось на протяжении столетий и прошло большой путь от простого снаряжения до мощных средств тушения пожаров. По мере развития техники создавались новые огнетушащие вещества, средства доставки личного состава и огнетушащих веществ на пожар.

Совершенствование пожарной техники потребовало разработки новых тактических приемов тушения пожаров и совершенствования подготовки специальных кадров [2].

Важнейшую роль в обеспечении пожарной безопасности населения, объектов и территорий играют основные пожарные автомобили (ПА), прежде всего автоцистерны, которые участвуют в тушении свыше 90% пожаров [1].

Модернизация технических средств, в том числе и пожарных автомобилей, как известно, дает хороший экономический эффект. Анализ и расчеты показывают, что стоимость модернизации, с проведением ремонта или заменой отдельных узлов и агрегатов базового шасси, значительно дешевле, чем приобретение нового изделия и составляет от 50 до 70 процентов от стоимости нового пожарного автомобиля аналогичного класса. После модернизации тактико-технические данные автоцистерн не только не ухудшаются, а в ряде случаев улучшаются за счет применения современных насосных агрегатов, применения композитных материалов.

Известно, что сплавы на основе железа (углеродистые стали и чугуны) получили широкое распространение в качестве конструкционных материалов, но данные сплавы обладают невысокой коррозионной стойкостью при воздействии на них неблагоприятных факторов окружающей среды. Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде.

Большинство деталей современных пожарных автомобилей изготавливают из углеродистых, легированных сталей и чугунов,

основным компонентом в которых является железо (Fe). Этим обеспечивается необходимая долговечность деталей, улучшаются их противоизносные, прочностные и другие свойства. Однако у углеродистой конструкционной стали, имеется существенный недостаток, она обладает низкой коррозионной стойкостью. Коррозии способствует соприкосновение деталей машин и механизмов с окружающей средой: с атмосферой, горюче-смазочными материалами, специальными и охлаждающими жидкостями, огнетушащими средствами. По отношению к поверхностям металлических деталей они являются внешней средой. Внешняя среда и металлические поверхности деталей не всегда нейтральны по отношению друг к другу. Поэтому вопросы защиты деталей машин от коррозии на сегодняшний день весьма актуальны, так как создание элементов и узлов машин, не требующих капитальных ремонтов, позволит сэкономить значительное количество материальных средств, трудовых ресурсов и дорогостоящих материалов.

В настоящее время существуют пожарные автомобили (автоцистерны) оснащенные баками для пенообразователя, изготовленными из стеклопластика или баками для пенообразователя из коррозионностойкой стали. Баки для пенообразователя из стеклопластика имеют преимущества перед стальными, а именно: не требуют защиты от коррозии, они легче баков для пенообразователя, изготовленных из углеродистой стали и характеризуются хорошими теплозащитными свойствами. Но проблема заключается в том, что до сих пор еще очень много пожарных автоцистерн, стоящих на боевом дежурстве по всей нашей стране оснащены баками для огнетушащих веществ из коррозионностойкой стали [2].

Весьма актуальной и перманентной проблемой в пожарных частях является появление течи в сварных швах емкостей для ОВ. Технологически очень сложно изготовить бак для пенообразователя из цельного листа нержавеющей стали, поэтому баки для ОВ изготавливаются методом сварки с образованием сварных швов. Такие поверхностные дефекты

сварки, как подрез, ноздреватость поверхности шва, трещины, кратеры снижают его коррозионную стойкость.

Применение современных композиционных материалов позволяет с меньшими затратами эксплуатировать пожарную технику, повысить ее надежность.

Преимущества емкостей из стеклопластика:

- химически устойчивые нержавеющие емкости (срок эксплуатации более 30 лет);
- не требуется применение укрепляющих металлических поясов;
- диаметр крышки позволяет вести обслуживание емкостей изнутри;
- устойчивы к погодным условиям;
- при небольшом удельном весе, 1,5–1,8 г/см³, обладают большой механической прочностью.

На сегодняшний день разработана программа производства изделий из стеклопластика:

- емкости для пожарных автоцистерн;
- пожарные вакуумные насосы (взамен газоструйных насосов) для пожарных цистерн и мотонасосов;
- корпуса кузовов пожарных автомобилей секционного типа;
- емкости для систем автоматического и локального пожаротушения;
- пожарные резервуары;
- емкости (ящики) для песка;
- продукция для использования в быту.

Описание цистерн из стеклопластика для пожарных автомобилей. Пожарные автоцистерны, емкости которых изготовлены из стеклопластика, обладают рядом эксплуатационных преимуществ. Одним из основных преимуществ стеклопластика по сравнению с алюминием и сталью, является меньшая плотность (удельная масса) и повышенная удельная прочность, что позволяет значительно уменьшить собственную массу изделия и следовательно, (при той же полной массе автомобиля), повысить объем вывозимых огнетушащих веществ (воды, пенообразователя, порошка). Наряду с этим пластмассы имеют высокую коррозионную стойкость, сравнительно просто ремонтируются и

не требуют больших эксплуатационных расходов. Цистерны с резервуарами одинаковой вместимости из легких (алюминиевых) сплавов, нержавеющей стали и из стеклопластика дороже, чем из обычной стали соответственно в 1,45, 1,8—2,0 и 1,25 раза. При этом цистерна с пластмассовым резервуаром имеет примерно такую же массу, что и из легких сплавов, а коррозионную стойкость, как и у цистерны с резервуаром из нержавеющей стали. Следует отметить, что при изготовлении емкостей для воды в отечественных серийных пожарных автомобилях, алюминий и нержавеющие стали практически не применяются.

Следует отметить, что ежегодное повышение цен на металл, необходимость привлечения для изготовления цистерн высококвалифицированных специалистов – сварщиков, слесарей – сборщиков сделали практически одинаковой стоимость изготовления емкостей из пластмасс и металла, однако затраты при эксплуатации стеклопластиковых цистерн, значительно ниже, а прочность и долговечность их намного выше.

Краткие характеристики стеклопластика. Композитные материалы, к которым относится и стеклопластик – материал для стеклопластиковых емкостей, представляют собой металлические и неметаллические матрицы (основы) с заданным распределением в них упрочнителей (волокон, дисперсных частиц и др.). При этом композитные материалы позволяют эффективно использовать индивидуальные свойства составляющих композиции. По характеру структуры композитные материалы подразделяются на волокнистые, упрочнённые непрерывными волокнами и нитевидными кристаллами, композитные материалы, созданные путем прессования или прокатки разнородных материалов.

Комбинируя объемное содержание компонентов, можно в зависимости от назначения, получать композитные материалы с требуемыми значениями прочности, жаропрочности, модуля упругости, абразивной стойкости. Области применения композитных материалов многочисленны, кроме авиационно-космической, ракетной, морской и

других специальных отраслей техники, композитные материалы успешно применяются в автомобильной промышленности - для деталей двигателей и кузовов автомашин. Простота изготовления, сравнительно невысокие затраты позволяют даже в условиях малых предприятий, без значительных капитальных вложений при организации производства изготавливать пожарные надстройки и специальные модули для выполнения сезонных аварийно-спасательных работ при наводнениях, спасения утопающих и прочих видов работ.

В настоящее время разработана нормативная и техническая документация и изготовлены опытные образцы емкостей пожарных автомобилей из стеклопластика, которые успешно прошли заводские испытания в соответствии с требованиями технического регламента и норм пожарной безопасности.

Наполнителем для материала, из которого изготовлена стеклопластиковая емкость, служат стеклянные волокна в виде, стекломатов, рубленых волокон, связующим - полиэфирные и эпоксидные смолы. Для стеклопластиков характерно сочетание высоких прочностных, диэлектрических свойств, сравнительно низкой плотности и теплопроводности, высокой атмосферо-, водо- и химстойкости, что ясно отвечает назначениям, которые имеет любая стеклопластиковая емкость. Механические свойства стеклопластиков определяются преимущественно характеристиками наполнителя и прочностью связи его со связующим, а температуры эксплуатации стеклопластика - связующим. Большими механическими свойствами обладают стеклопластики с неориентированным расположением волокон: гранулированные и спутанно-волоконистые пресс-материалы, материалы на основе рубленых волокон, нанесённых на форму методом напыления одновременно со связующим, и на основе холстов (матов). Стеклопластики на основе полиэфирных смол можно эксплуатировать до 60-150, эпоксидных - до 80-200 градусов Цельсия.

Стеклопластики, помимо материала, из которого изготавливаются стеклопластиковые нержавеющие емкости, применяют как

конструкционный и теплозащитный материал при производстве корпусов лодок, катеров, судов и ракетных двигателей, лопастей вертолётов, коррозионного стойкого оборудования и трубопроводов, небольших зданий, бассейнов для плавания.

Стеклопластиковые детали не требуют специального оборудования и помещений. Стеклопластик очень универсальный материал. Из него можно изготовить все, начиная от ресничек на фары и кончая кузовными панелями. Стеклопластиковые детали при правильном изготовлении очень прочны и долговечны. Было бы также полезно знать, что цена таких изделий при самостоятельном изготовлении очень низка, гораздо ниже той, по которой они продаются.

Анализ отказов пожарных автомобилей. Режимы работы пожарных автомобилей, находящихся на дежурстве в подразделении обычно включают:

- ежедневную кратковременную работу двигателя при проверке автомобиля в период смены караулов;
- движение с максимально возможной скоростью при следовании на пожар по сильно-пересеченной местности;
- движение автомобиля в транспортном режиме при возвращении с пожара;
- выезды на учение или занятия;
- стоянку автомобиля в гараже в состоянии готовности к выезду на пожар или ЧС.

Средний годовой пробег основных пожарных автомобилей небольшой и составляет: для автоцистерн – 4406.5км.; средняя годовая наработка двигателей при работе в стационарных условиях для автоцистерн – 360 часов.

Следование автомобиля на пожар является экстремальной ситуацией. В связи с тем, что необходимо прибыть к месту пожара в минимальное время, оно осуществляется на максимально возможной скорости, зачастую пренебрегая пересеченностью местности и качеством дорожного покрытия. Значительную нагрузку несут также детали кабины и кузова, ходовой части автомобиля. Условия работы на пожаре более благоприятны по сравнению с их работой в период следования

их на пожар. В то же время насос и его привод работают в экстремальном режиме.

Возвращение автомобилей с места пожара, движение при выезде на практическое занятие или учение производятся в более спокойной обстановке; в соответствии с общей интенсивностью движения транспорта в режиме.

Из наиболее характерных отказов в результате коррозии металла следует отметить такие: разрыв сварного шва емкости; появление микротрещин, подреза, ноздреватости поверхности шва, трещин, кратеров.

Как следует из анализа приведенных отказов большинство из них не связано с проверками технического состояния автомобиля и качеством его технического обслуживания. Очевидно, что их возникновение является следствием физико-химических свойств материалов, взаимодействия с ними агрессивной среды и условий эксплуатации пожарных автомобилей. Это подтверждается и практикой проведения ежемесячного технического обслуживания автомобилей в подразделениях пожарной охраны. Безотказная работа пожарных автомобилей на всех этапах эксплуатации может быть гарантирована только при условии замены материалов, используемых при изготовлении деталей, подверженных воздействию агрессивных сред и геометрическим нагрузкам. Проводимая в настоящее время диагностика технического состояния пожарных автомобилей также нуждается в

совершенствовании, целесообразна диагностика не столько автомобиля в целом, сколько отдельных его приборов и систем. В условиях насыщения различных агрегатов новых пожарных автомобилей электронными приборами, более широкое применение автоматизированного управления их работой, постановке и осуществление этих вопросов является весьма актуальной.

Анализ производственной деятельности ФАУ «ЦМТО ФПС по Волгоградской области. ЦМТО ФПС по Волгоградской области это специализированное подразделение, целями которого является обеспечение постоянной технической готовности пожарной и спасательной техники, оперативно-служебного транспорта и специального транспорта, пожарно-технического вооружения, плавсредств, средств связи, а также организации и осуществления материально-технического обеспечения подразделений МЧС, расположенных на территории Волгоградской области.

В соответствии с уставом ФАУ «ЦМТО ФПС по Волгоградской области» осуществляются следующие виды деятельности.

1. Техническое обслуживание, ремонт, диагностирование и испытание пожарных автомобилей, аварийно-спасательной техники, оперативно-служебного и специального транспорта, пожарно-технического оборудования и имущества, средств связи, рис. 1.



Рис. 1. Техническое обслуживание, ремонт, диагностирование и испытание пожарных автомобилей, аварийно-спасательной техники, оперативно-служебного и специального транспорта, пожарно-технического оборудования и имущества, средств связи

2. Проведение технического осмотра пожарной, спасательной, специализированной техники и колесных транспортных средств, рис. 2.



Рис. 2. Проведение технического осмотра пожарной, спасательной, специализированной техники и колесных транспортных средств

3. Получение, доставка, хранение и выдача пожарно-технической продукции для подразделений МЧС Волгоградской области, рис. 3.



Рис. 3. Получение, доставка, хранение и выдача пожарно-технической продукции для подразделений МЧС Волгоградской области

4. Разработка и переоборудование пожарной, спасательной и другой специальной техники, оборудования, пожарно-технического вооружения для подразделений МЧС Волгоградской области, рис. 4.



Рис. 4. Разработка и переоборудование пожарной, спасательной и другой специальной техники, оборудования, пожарно-технического вооружения для подразделений МЧС Волгоградской области

5. Освидетельствование и ремонт баллонов высокого давления, используемых в средствах индивидуальной защиты органов дыхания.



Рис. 5. Освидетельствование и ремонт баллонов высокого давления, используемых в средствах индивидуальной защиты органов дыхания

Выводы. Пожарные автоцистерны, емкости которых изготовлены из стеклопластика, обладают рядом эксплуатационных преимуществ. Одним из основных преимуществ стеклопластика по сравнению с алюминием и сталью, является меньшая плотность (удельная масса) и повышенная удельная прочность, что позволяет значительно уменьшить собственную массу изделия и следовательно, (при той же полной массе автомобиля), повысить объем вывозимых огнетушащих веществ (воды, пенообразователя, порошка). Наряду с этим пластмассы имеют высокую коррозионную стойкость, сравнительно просто ремонтируются и не требуют больших эксплуатационных расходов. Цистерны с резервуарами одинаковой вместимости из легких (алюминиевых) сплавов, нержавеющей стали и из стеклопластика дороже, чем из обычной стали соответственно в 1,45, 1,8—2,0 и 1,25 раза. При этом цистерна с пластмассовым резервуаром имеет примерно такую же массу, что и из легких сплавов, а коррозионную стойкость, как и у цистерны с резервуаром из нержавеющей стали. Следует отметить, что при изготовлении емкостей для воды в отечественных серийных пожарных автомобилях, алюминий и нержавеющие стали практически не применяются.

Следует отметить, что ежегодное повышение цен на металл, необходимость привлечения для изготовления цистерн высококвалифицированных специалистов – сварщи-

ков, слесарей – сборщиков сделали практически одинаковой стоимость изготовления емкостей из пластмасс и металла, однако затраты при эксплуатации стеклопластиковых цистерн, значительно ниже, а прочность и долговечность их намного выше.

В результате анализа производственной деятельности ФАУ «ЦМТО ФПС по Волгоградской области», рассмотрев материально-техническое оснащение и штат специалистов, можно сделать вывод о возможности внедрения технологии ремонта пожарных автоцистерн с заменой емкости для огнетушащих веществ, изготовленных с использованием композитных материалов, в производственный процесс ФАУ «ЦМТО ФПС по Волгоградской области» путем доставки произведенных на предприятии ООО «Пожтехника поморье» г. Архангельск. Для дальнейшего совершенствования инженерно-технических решений по модернизации пожарных автомобилей Волгоградского территориального гарнизона пожарной охраны необходимо рассмотреть возможность внедрения в производственный процесс ФАУ «ЦМТО ФПС по Волгоградской области» самостоятельное производство как емкостей для пожарных автомобилей, так и пожарных насосов, корпусов кузовов пожарных автомобилей секционного типа и других изделий из стеклопластика. Это поможет удешевить проведение ремонта и усовершенствовать приносящую доход деятельность ФАУ «ЦМТО ФПС по Волгоградской области».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность. Статистический сборник. Статистика пожаров и их последствий/ Под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО МЧС России, - 2012, - 137 с.
2. Пожарная техника. Учебник/ Под редакцией М.Д. Безбородько. М.: АГПС МЧС России, - 2004, - 3 с.
3. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности";
4. Приказ МЧС России от 18. 09. 2012 г. № 555 «Инструкция по организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

MODERNIZATION OF FIXED FIRE-FIGHTING VEHICLES BY THE USE OF COMPOSITE

MATERIALS

M. V. Gordeev, V. Yu Kurochkin, E. A. Sushko

Gordeev Mikhail Viktorovich, Ivanovo fire and rescue Academy of State fire service of EMERCOM of Russia, students of the faculty of distance learning, e-mail: gordeev-volgograd@yandex.ru.

Kurochkin Vadim Yuryevich, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, senior lecturer of the Department of operation of fire fighting equipment, means of communication and mechanization, e-mail: vyk_@mail.ru

Sushko Elena Anatolievna, Voronezh state technical University, candidat of technical sciences, docent of technospheric and fire safety department, e-mail: u00075@vgasu.vrn.ru.

ABSTRACT

The analysis of the failure of the main fire vehicles. Describes the advantages of fiberglass tanks for fire trucks and brief description of the fiberglass. To check the feasibility of using fiberglass tanks in all types of repairs firefighting vehicles lectern conducted production activities of the Federal Autonomous institution "Center of logistics of the Federal fire service in the Volgograd region". The possibility of improving the fire equipment of the Volgograd territorial garrison of fire protection, the selection of the optimal implementation. Discusses ways to further improve engineering solutions and their application.

Keywords: fire truck, modernization, capacity GRP implementation in the production activities.

REFERENCES

1. Fires and fire safety. Statistical compendium. The statistics of fires and their consequences/ edited by V. I. Klimkin. M.: VNIPO of EMERCOM of Russia, - 2012, - p. 137
2. Fire engineering. The textbook/ Under the editorship of M. D. Bezborodko. Moscow: gallery: handover of cars of EMERCOM of Russia, - 2004, 3 pages
3. Federal law dated 21 December 1994 # 69-FZ "About fire safety";
4. Order of the Ministry of emergency measures of Russia from 18. 09. 2012 No. 555 "regulations on the organization of the logistics system of the Ministry of the Russian Federation for civil defense, emergencies and elimination of consequences of natural disasters".

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. ВОРОНЕЖА И ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

О.К. Арсенкова, Т.В. Ашихмина, Т.В. Овчинникова, П.С. Куприенко

Арсенкова Ольга Константиновна, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры техносферной и пожарной безопасности.

Ашихмина Татьяна Валентиновна, Воронежский государственный технический университет, кандидат географических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: TV6234@yandex.ru

Овчинникова Татьяна Валентиновна, Воронежский государственный технический университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: TV00104@mail.ru.

Куприенко Павел Сергеевич, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, заведующий кафедрой пожарной и промышленной безопасности, e-mail: togochs@mail.ru

Изучена информация о состоянии атмосферного воздуха с 2011 года по 2015 год. Выявлены основные загрязняющие вещества и основные стационарные источники загрязнения атмосферы в Воронежской области. Для определения изменений состояния воздуха произведен анализ показателей. На основании полученных данных предложены и подробно описаны рекомендации по снижению уровня загрязнения атмосферы.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязнение, выбросы, концентрации веществ.

Введение. Загрязнение атмосферного воздуха – это любое изменение его состава и свойств, которые оказывают негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем в целом. Контроль атмосферного воздуха осуществляется с целью установления соответствия его состава и содержания компонентов требованиям охраны окружающей среды и здоровья человека. На территории Воронежской области находится большое количество источников загрязнения, наблюдение и контроль за которыми позволяет оценить обстановку окружающей среды и предпринять необходимые меры для улучшения ее улучшения.

Анализ загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями. Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой и представляет собой смесь газов и аэрозолей приземного слоя атмосферы, сложившуюся в ходе эволюции Земли, деятельности человека и находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений. Результаты экологических исследований, как в России,

так и за рубежом, однозначно свидетельствуют о том, что загрязнение приземной атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на человека, пищевую цепь и окружающую среду.

Воронеж является крупным техногенным и промышленным центром, характеризуется большой концентрацией антропогенных объектов на ограниченной территории, оказывающих негативное воздействие на компоненты природной среды [1]. Суммарная масса выбросов от городских стационарных источников с 2000 года по 2003 год составляла 28,699 тыс. тонн, среди которых твёрдых — 6,794 тыс. тонн, а газообразных — 21,905 тыс. тонн. На территории Воронежской области на 2011 год объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников 1242 хозяйствующих субъектов области составил 68847т.

Мониторинг состояния атмосферного воздуха на территории Воронежской области осуществляет Воронежский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Воронежский ЦГМС) – фи-

лиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» на 5 стационарных постах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ), расположенных в жилых районах в зонах влияния крупных промышленных предприятий городского округа город Воронеж (ЗАО «Воронежский шинный завод» и ОАО «Рудгормаш»; ОАО «Воронежсинтезкаучук» и ТЭЦ-1; механический завод; «Тяжэкс» им. Коминтерна, ОАО «Тяжмехпресс», ТЭЦ-2), и лаборатория ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» на 5 маршрутных мониторинговых точках контроля в городском округе город Воронеж (далее – ГО г. Воронеж) и 33 – в районных центрах области.

По проведенным исследованиям зафиксировано наибольшее загрязнение атмосферы

частицами пыли, формальдегида, диоксида азота на юго-востоке Воронежа, где сконцентрированы ТЭЦ-1, ООО «Воронежский завод по производству шин», ОАО «Воронежсинтезкаучук», а также в местах прохождения магистрали с интенсивным движением автотранспорта.

Основными факторами, формирующими качество воздушного бассейна, являются компоненты выбросов стационарных и передвижных источников, т.е. выбросы промышленных предприятий и автотранспорта. Основной вклад в загрязнение атмосферы на территории Воронежской области, исходя из классификации по 35 отраслям, традиционно вносят предприятия, осуществляющие транспорт продукции по трубопроводам, предприятия по производству строительных материалов, химической, пищевой промышленности, топливно-энергетического комплекса (табл. 1).

Таблица 1

Крупнейшие стационарные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Воронежской области [2]

1	ООО «Газпромтрансгаз Волгоград» – Калачеевское ЛПУМГ	Калачеевский район
2	ОАО «Минудобрения»	Россошанский район
3	ООО «Газпромтрансгаз Волгоград» – Писаревское ЛПУМГ	Кантемировский район
4	ООО «Придонхимстрой Известь»	Россошанский район
5	«Воронежская региональная генерация» (производственные подразделения ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, тепловые сети)	г.Воронеж
6	ООО «Газпром Трансгаз Москва» – Острогожское УМГ	Острогожский район
7	ОАО «Павловскгранит»	Павловский район
8	ЗАО «ЗРМ Бобровский»	Бобровский район
9	ООО «Мострансгаз» – Воронежское УМГ	Семилукский район
10	ООО «Бунге СНГ»	Каширский район
11	ЗАО «Тихий Дон»	Богучарский район
12	ООО «ЛИСКОБройлер»	Лискинский район
13	ЗАО «Копанищенский КСМ»	Острогожский район
14	ОАО «Воронежсинтезкаучук»	г.Воронеж
15	Филиал ООО «РАСКО» Воронежский стеклотарный завод	г.Воронеж
16	ОАО «Елань-Коленовский сахарный завод»	Новохоперский район
17	ЗАО «Маслопродукт-БИО»	Верхнехавский район
18	ОАО «Лискисахар»	Лискинский район
19	ОАО «ВАСО»	г.Воронеж
20	ОАО «Тяжмехпресс»	г.Воронеж

В период с 2012 года по 2015 год работа газоочистного оборудования улучшилась, вследствие чего, выброс загрязняющих веществ стационарными источниками сократился.

Анализ загрязнения атмосферного воздуха автотранспортными средствами. Автотранспорт является одним из основных загрязнителей окружающей среды и источником парниковых газов. На его долю в Воронежской области приходится порядка 60-70% загрязнения атмосферного воздуха.

За последние 5 лет значительно повысилось количество автотранспортных средств на территории Воронежской области.

Основными составляющими выбросов от стационарных и передвижных источников являются следующие вещества:

1. твердые вещества недифференцированного состава;
2. сернистый ангидрид;
3. оксид углерода;
4. диоксид азота;
5. летучие органические соединения.

В период с 2011 по 2015 год наибольшее загрязнение атмосферного воздуха пылью, диоксидом азота, оксидом углерода, формальдегидом наблюдалось в юго-восточной части города на ПНЗ № 7 (ул. Лебедева), где сосредоточены ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук», ЗАО «Воронежский шинный завод» и проходит магистраль интенсивным движением автотранспорта [3].

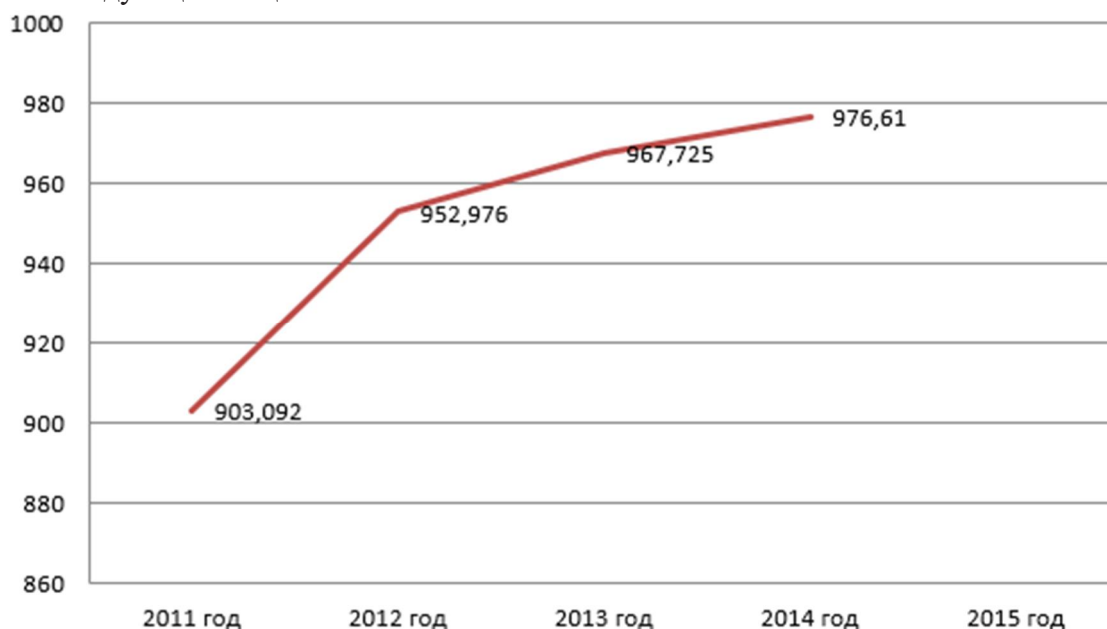


Рис. 1. Количество автотранспортных средств, зарегистрированных на территории Воронежской области (тысяч)

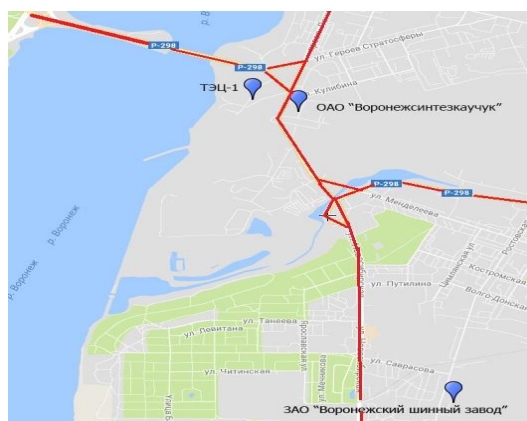


Рис. 2. Юго-Восточная часть города Воронеж

По данным лаборатории Воронежского ЦГСМ, в воздухе ГО г. Воронеж максимально-разовые концентрации основных ЗВ достигали:

Таблица 2

Максимально-разовые концентрации основных ЗВ

Загрязняющее вещество	2011 год	2012 год	2013 году	2014 год	2015 год
Пыль	2,8 ПДК	3,2 ПДК	3,4 ПДК	3,0 ПДК	4,4 ПДК
оксид углерода	2,0 ПДК	1,6 ПДК	1,4 ПДК	1,6 ПДК	1,6 ПДК
диоксид азота	1,8 ПДК	2,4 ПДК	2,05 ПДК	2,05 ПДК	1,85 ПДК
формальдегид	1,0 ПДК	-	1,0 ПДК	-	-

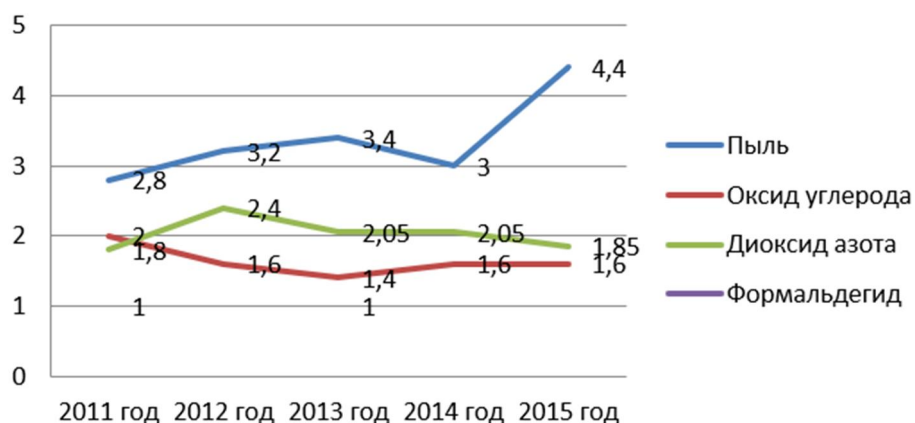


Рис. 3. Максимально-разовые концентрации основных ЗВ

По данным лаборатории Воронежского ЦГСМ, в воздухе ГО г. Воронеж максимально-разовые концентрации основных ЗВ достигали:

Таблица 3

Максимально-разовые концентрации основных ЗВ

Загрязняющее вещество	2011 год	2012 год	2013 году	2014 год	2015 год
Пыль	2,7 ПДК с.с	-	3,3 ПДК с.с	3,3 ПДК с.с.	3,8 ПДК с.с.
оксид углерода	1,0 ПДК с.с	-	3,0 ПДК с.с.	1,0 ПДК с.с.	1 ПДК с.с.
диоксид азота	2,5 ПДК с.с	-	3,0 ПДК с.с.	3,25 ПДК с.с.	3,5 ПДК с.с.
формальдегид	3,0 ПДК с.с.	-	3,0 ПДК с.с.	1,2 ПДК с.с.	1,3 ПДК с.с.

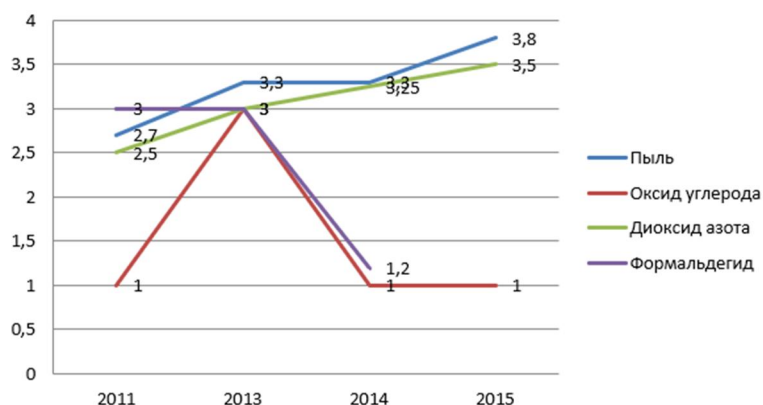


Рис. 4. Среднесуточные концентрации ЗВ в летний период

За последние 5 лет отмечается тенденция к повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха пылью и диоксидом азота, незначительному снижению содержания оксида углерода, а также формальдегида. Содержание в атмосферном воздухе диоксида серы, аммиака, фенола, сажи, оксида азота остается на прежнем уровне и не превышает предельно-допустимых норм. Случаев высокого загрязнения атмосферного воздуха (максимальные разовые концентрации отдельных примесей 10 ПДКм.р. и выше) за период многолетних наблюдений не зафиксировано.

Таким образом, в период с 2011 по 2015 год наибольшее загрязнение атмосферного воздуха пылью, диоксидом азота, оксидом углерода, формальдегидом наблюдалось в юго-восточной части города на ПНЗ № 7 (ул. Лебедева), где сосредоточены ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук», ЗАО «Воронежский шинный завод» и проходит магистраль с интенсивным движением автотранспорта.

Наибольшую опасность вызывает загрязнение атмосферы диоксидом азота. Диоксид азота характеризуется высокой токсичностью. В воздухе, даже находясь в относительно небольших концентрациях, NO₂ способен приводить к существенным изменениям в организме человека. Является острым раздражителем, а также характеризуется общетоксическим действием. Воздействует в основном на органы дыхательной системы. В зависимости от концентраций наблюдаются различные последствия - от слабого раздражения слизистых оболочек глаз и носа до отека легких. Также может приводить к изменениям состава крови, в частности, способствует уменьшению содержания гемоглобина.

Основываясь на полученных результатах, предлагаются следующие рекомендации по снижению уровня загрязнения атмосферы:

- 1) мониторинг;
- 2) контроль работы очистных сооружений на предприятиях;
- 3) регулирование транспортных потоков:
 - регулирование транспортных потоков с помощью управляемых компьютером светофоров, внедрение информационных технологий управления движением (телематике), позволяющих использовать принцип «зеленой волны» для сокращения простоев подвижного состава;
 - выделение в центральной части городов территорий с запретом или ограничением на движение большегрузных автомобилей;
- 4) контроль выхлопных газов:
 - снижение концентраций выхлопных газов в воздухе жилых кварталов может быть достигнуто за счет их рациональной планировки и застройки;
 - строительство жилых зданий в отдалении от транспортных магистралей с соблюдением санитарно-защитных норм; прокладка дорог в обход заповедников и исторически сложившихся памятников; выделение специальных полос для движения городского транспорта и велосипедных дорожек, в целях поощрения жителей к отказу от использования личных автомобилей; учет в планировочных решениях городской застройки мест размещения зеленых насаждений, способствующих снижению загрязнения атмосферного воздуха;
- 5) озеленение городских территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. П.С. Куприенко, Т.В. Ашихмина, Т.В. Овчинникова Оценка антропогенной нагрузки на окружающую природную среду Воронежской области Ecological education and ecological culture of the population: materials of the IV international scientific conference on February 25-26/ 2017. – Prague: Vedecko vydavatelske centrum «Sociosfera – CZ», 2017. P. 217-219.

2. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2013 году / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2014. – 192 с.

3. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2015 году / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. – Ижевск: Издательство ООО «Принт-2», 2016. – 130 с.

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL INDICATORS OF ANTHROPOGENIC POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR IN THE CITY OF VORONEZH AND VORONEZH REGION

O. K. Arsenkova, T. V. Ashihmina, T. V. Ovchinnikova, P. S. Kuprienko

Arsenkova Olga Konstantinovna, Voronezh State Technical University, graduate student of technospheric and fire safety department.

Ashihmina Tatyana Valentinovna, Voronezh State Technical University, candidate of geographical sciences, docent of technospheric and fire safety department, e-mail: TV6234@yandex.ru

Ovchinnikova Tatyana Valentinovna, Voronezh State Technical University, candidate of biological sciences, docent of technospheric and fire safety department, e-mail: TVO0104@mail.ru/

Kuprienko Pavel Sergeevich, Voronezh state technical University, doctor of technical sciences, head. the Department of fire and industrial safety, e-mail: togochs@mail.ru.

ABSTRACT

Studied the information on the state of atmospheric air from 2011 to 2015. Identified major pollutants and major stationary sources of air pollution in Voronezh region. To determine state changes of air, the analysis of indicators. Based on these data is proposed and described in detail recommendations for reducing the level of air pollution.

Keywords: atmospheric air, pollution, discharge, concentration

REFERENCES

1. P.S. Kuprienko, T.V. Ashihmina, T.V. Ovchinnikova Assessment of anthropogenic load on environment prod Boron region Ecological education and ecological culture of the population: materials of the IV international scientific conference on February 25-26/ 2017. – Prague: Vedecko vydavatelske centrum «Sociosfera – CZ», 2017. P. 217-219.

2. A report on the state of the environment in the Voronezh region in 2013/ The Department of natural resources and ecology of the Voronezh region. – Voronezh: Publishing house of VSU, 2014. – 192 p.

3. A report on the state of the environment in the Voronezh region in 2015/ The Department of natural resources and ecology of the Voronezh region. – Izhevsk: Publishing house ООО "Print-2", 2016. – 130 p.

УДК 331.45: 574

НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ И ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДАХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

С. Д. Николенко, С. А. Сазонова, М. В. Манохин, В. Я. Манохин

Николенко Сергей Дмитриевич, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru.

Сазонова Светлана Анатольевна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru.

Манохин Максим Вячеславович, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: fellfrostqtw@gmail.com.

Манохин Вячеслав Яковлевич, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: manohinprof@mail.ru.

Рассматриваются выбросы вредных веществ от производственных процессов на асфальтобетонных заводах, представляющие угрозу здоровью работающему персоналу предприятий и населению близлежащих территорий. В разделе нормирование выбросов пыли на асфальтобетонных заводах приведены соотношения для определения расстояния границы санитарно-защитной зоны от источника выброса до жилых районов и величины предельно допустимых выбросов. Определены величины массового выброса вредного вещества и максимальной приземной концентрации вредных веществ. Приведены параметры пылеуловителей.

Ключевые слова: асфальтобетонные заводы, безопасность труда, вредные вещества, нормирование выбросов, санитарно-защитная зона, параметры пылеуловителей.

Введение. На асфальтобетонных заводах (АБЗ) производственные процессы сопровождаются значительным объемом выбросов вредных веществ, представляющих угрозу здоровью работающему персоналу заводов и населению с прилегающих территорий [1, 2, 3]. Допустимое содержание вредных веществ в атмосфере населенных пунктов и в воздухе рабочей зоны помещений регламентируется нормативами, указывающими предельно допустимые концентрации (ПДК) или ориентировочно безопасные уровни вредности веществ. С целью повышения уровня безопасности труда [4, 5, 6] необходимо провести анализ выделяемых вредных веществ и провести нормирование выбросов.

Нормирование выбросов пыли на АБЗ. В ГОСТ 17.2.3.02-78 "Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями" предусмотрено установление нормативов предельно допустимых

выбросов (ПДВ) для организованных и неорганизованных источников. При этом временно согласованные выбросы (ВСВ) должны пересматриваться не реже 1 раза в 5 лет с учетом новейших достижений в области создания эффективных пылегазоочистительных устройств и передовой технологии. Если же приняты ВСВ на длительный период до установления ПДВ, необходимо для снижения ущерба населению [7, 8, 9] выделить санитарно-защитную зону (СЗЗ) [1].

Расстояние границы СЗЗ от источника выброса до жилых районов определяется по формуле [1]

$$l = L_0 \cdot \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

где L_0 - расчетное расстояние от источника выброса до границы санитарно-защитной зоны при концентрации вредных веществ больше ПДК (без учета поправки на розу ветров), м;

P_0 - среднегодовая повторяемость направленных ветров одного румба при круговой розе ветров (например, при восьмирумбовой розе)

$$P_0 = \frac{100}{8} = 12.5\%$$

Расчеты внешней границы СЗЗ сравниваются с планом территории предприятия. Если в период опасных метеоусловий превышение ПДК пыли наблюдается в жилом массиве, необходимо до достижения предприятием нормативов ПДВ по пыли увеличить площадь санитарно-защитной зоны, а в случае проживания населения в указанных районах принять меры к переселению его в безопасное место [1].

ПДВ источника нагретого выброса вредных веществ в атмосферу из одиночного источника (трубы), при котором обеспечивается соблюдение установленных ПДК вредных веществ, определяется по формуле

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_\phi) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}, \quad (2)$$

где $ПДК$ - максимальная разовая предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³; C_ϕ - фоновая концентрация, мг/м³; H - высота источника над уровнем земли, м; ΔT - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_c и температурой окружающего атмосферного воздуха, T_a , °C [1]; V_1 - объем газовой смеси, м³/с; η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности на рассеивание примесей; A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, $C^{2/3} \text{град.}^{1/3} \text{мг/г}$; C - фактическая концентрация, мг/м³; F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; m , n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из источника выброса.

Анализ формулы (2) показывает, что количество ПДВ зависит от величин, определяемых характеристикой смесителя, и параметров, определяемых по методике инвентаризации [1].

Производить учет неорганизованных

выбросов при определении ПДВ можно с помощью коэффициента K ($K = 0,85; 0,9; 1$) [1]. В этом случае при $C_\phi = 0$ величина ПДВ определяется по формуле

$$ПДВ = \frac{K \cdot ПДК \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}. \quad (3)$$

На основании инструментальных замеров в процессе инвентаризации или балансовым методом [1] определяется величина массового выброса вредного вещества по формуле:

$$M = Q_{cp} \cdot V_1, \quad (4)$$

$$M_r = 3600 \cdot 10^{-6} MT, \quad (5)$$

где M - массовый выброс вредного вещества, г/с; M_r - валовый выброс вещества из источника за год, т/год; Q_{cp} - средняя концентрация вредного вещества, г/м; V_1 - объемная скорость газового потока, м³/с; T - время работы источника выброса в году, час; 3600, 10^{-6} - переводные коэффициенты.

В связи с тем, что процесс приготовления асфальтобетона протекает длительно (до 4 часов), и выбросы вредных веществ в течение этого процесса имеют неравномерный характер в количественном и качественном отношении, величина массового выброса рассчитывается по осредненным значениям величин концентрации Q_{cp} и объемной скорости V_1 .

Для замера этих величин из всего производственного цикла приготовления асфальта выбирается период времени, когда выбросы вредных веществ имеют максимальный характер (с учетом технологии приготовления). Поэтому количество вредных веществ M , рассчитанное по осредненным величинам, считаем максимальным выбросом из данного источника.

Для каждой из имеющихся ступеней очистки вычисляется, средняя эксплуатационная степень очистки в %:

$$\frac{Q_K - Q_H}{Q_H} \cdot 100 \quad (6)$$

Величина максимальной приземной концентрации вредных веществ C_m также как и ПДВ является нормативным параметром и от одиночного источника загрязнения (например, от асфальтосмесительной установки) с

круглым устьем достигается при неблагоприятных метеофакторах на расстоянии X_m и определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (7)$$

Предельно допустимая концентрация пылей в рабочей зоне АБЗ следующая.

1. Кремнийсодержащие пыли.

- кремния двуокись кристаллическая: кварц, кристобалит, тридимит при содержании ее в пыли свыше 70% (кварцит, диас и др.) - 1,0 мг/м³;

- кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 10 до 70% (гранит, шамот, слюда, сырец, углеродная пыль и др.) - 2,0 мг/м³;

- кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 2 до 10% (горючие кулерситные сланцы, медносульфидные руды, углеродная и угольная пыли, глина и др.) - 4,0 мг/м³;

- кремния двуокись аморфная в виде аэрозоля конденсации при содержании ее в пыли свыше 70% (возгоны электротермического производства кремния и кремнистых ферросплавов, аэросил-300 и др.) - 1,0 мг/м³;

- кремния двуокись аморфная в смеси с окислами марганца в виде аэрозоля конденсации с содержанием каждого из них более 10% - 1,0 мг/м³.

2. Силикаты и силикатосодержащие пыли.

- асбест природный и искусственный, а также смешанные асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 10% - 2,0 мг/м³;

- цемент, глина, апатит, форстерит - 6,0 мг/м³.

Параметры пылеуловителей. Проблема нормирования выбросов пыли для АБЗ является весьма актуальной. Анализ инвентаризационных данных показывает, что смеситель Д-645-2, например, может выбрасывать в атмосферу свыше 1000 т. в год пыли при неудовлетворительной работе пылеочистительной установки (ПУ) и до 200 т. при работе ПУ со средней эксплуатационной эффективностью.

В условиях работы сушильных барабанов при учете вышеуказанного фракционного

состава исходных материалов от них может удаляться соответственно от 22 до 14,7% пыли от общей массы исходных материалов. Характерным при этом является то, что в отсеиваемом пылесодержании значительно выше, чем в природном песке. Коэффициент уноса (отношение общего количества удаленной пыли, частиц песка в мелкодисперсного щебня к количеству уносимой пыли) изменяется в пределах 1,1-1,3 и прямо пропорционален скорости газа в сушильном барабане $V = 2-3$ м/с. При этом оценка пылевыделения для различных видов асфальтобетонных смесей производится по номограмме для определения пылевыделения из сушильных барабанов [6]. Для этого необходимо по номограмме определить выход пыли отдельно для отсева и природного песка, а затем, суммируя эти две величины, определить общее пылевыделение из сушильного барабана на 1 т. асфальтобетонной смеси.

Пыль на выходе из сушильного барабана относится к третьей среднedisперсной группе, а на входе в мокрый, пылеуловитель - к четвертой мелкодисперсной группе при плотности в среднем $\rho = 2600$ кг/м³. В табл. представлены параметры пылеуловителей, используемых на АБЗ.

По данным инвентаризации, проведенной в [1] по 253 АБЗ России для смесителей с одной ступенью очистки (сухая очистка) среднее значение концентрации пыли до очистки $C_1 = 14,00$ г/м³, после - $C_2 = 3,64$ г/м³. Степень очистки при этом равняется 74%.

По смесителям с двумя ступенями очистки получены следующие характеристики:

$$\bar{C} \approx 6,54 \text{ г/м}^3, \bar{C}_1 \approx 4,87 \text{ г/м}^3, \bar{C}_2 \approx 1,26 \text{ г/м}^3,$$

где $\bar{C}$ - среднее значение первоначальной концентрации, г/м; $\bar{C}_1$ - среднее значение концентрации после первой ступени очистки, г/м³; $\bar{C}_2$ - среднее значение концентрации после второй ступени очистки, г/м.

Степень очистки после первой ступени - 26%, а после второй по отношению к результатам первой - 74%; после первой и второй - 81%.

Параметры пылеуловителей

Марка асфальтосмесительной установки	Производительность вентилятора м³/ч	Предельно допустимые концентрации пыли на выходе из трубы при ПДК, мг/м³.			
		1	2	3	4
Д-225	500	42	42	84	112
ДС-65	7300	39,24	39,24	78,48	104,6
Д597	10000	36	36	72	96
ДС-5 (Д-325)	12000	33,6	33,6	67,2	89,6
Д508-2	20000	30	30	60	80
ДС-117-2Е	20000	-“-	-“-	-“-	-“-
Д617-2	30000	-“-	-“-	-“-	-“-
ДС-118-4	50000	-“-	-“-	-“-	-“-
Д-645-2	60000	-“-	-“-	-“-	-“-
Д-645-3	60000	-“-	-“-	-“-	-“-
ДС-84-2	100000	-“-	-“-	-“-	-“-

Величина ПДВ для одиночного источника или группы близко расположенных источников для выбросов нагретой газовой смеси при наличии фона определяется по формуле (1). Все значения параметров, входящих в (1), кроме m и n заданы. А m , n являются соответственно функциями от f и V_m которые находятся по формулам:

$$f = 10^3 \frac{W_0^2 \times D}{H^2 \times \Delta T} \quad (8)$$

$$V_m = 0.65 \times \sqrt[3]{\frac{V_1 \times \Delta T}{H}} \quad (9)$$

где H - высота источника выброса, м; D - диаметр устья выброса, м; ΔT - разность температур газовой смеси T_e и окру-

жающего воздуха T_a , °С; W_0 - средняя скорость выхода газовой смеси из устья, м/с; V_1 - объем просасываемого воздуха, м³/с.

Формулы для нахождения $m=m(f)$ и $n=n(V_m)$ опускаем. Отметим только, что определение значений m и n связано с вычислением радикалов второй и третьей степени.

В заключение отметим, что своевременное устранение влияния на здоровье людей от выброса вредных и опасных веществ при производстве асфальтобетона позволит обеспечить требуемые уровни экологической безопасности технологических процессов и безопасности труда [10, 11, 12, 13] на опасных и вредных производствах. В работе использованы материалы исследований [14, 15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манохин, В.Я. Научно-практические и методологические основы экологической безопасности технологических процессов на асфальтобетонных заводах / В.Я. Манохин // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 2004.
2. Николенко, С.Д. Защита атмосферного воздуха с целью обеспечения безопасных условий труда на асфальтобетонных заводах / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, М.В. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 66-75.
3. Сазонова, С.А. Расчет рассеивания параметров выброса вредных веществ на промышленной площадке и выбор эффективных мер по обеспечению безопасности труда / С.А. Сазонова, М.В. Манохин, В.Я. Манохин // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 2. - С. 51-54.
4. Манохин, М.В. Защита атмосферы от выбросов и оценка условий труда на асфальтобетонных заводах / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. 2016. Т. 9. № 3. С. 42-45.
5. Сазонова, С.А. Особенности обеспечения безопасности труда и охрана окружающей

среды на асфальтобетонных заводах / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, В.Я. Манохин // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 3. - С. 49-52.

6. Манохин, М.В. Разработка конструктивных решений по охране труда обеспечивающих обезпыливание выбросов на асфальтобетонных заводах / М.В. Манохин, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 60-65.

7. Манохин, М.В. Безопасность труда в технологическом процессе "горячего" приготовления асфальтобетона / М.В. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 76-82.

8. Сазонова, С.А. Создание безопасных условий труда на асфальтобетонных заводах / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, М.В. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 83-88.

9. Сазонова, С.А. Обеспечение пожаровзрывобезопасности и безопасности труда на асфальтобетонных заводах / С.А. Сазонова, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 2. - С. 54-57.

10. Сазонова, С.А. Требования к безопасности труда на асфальтобетонных заводах при погрузочно-разгрузочных работах / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 2. - С. 57-60.

11. Сазонова, С.А. Обеспечение безопасности труда на асфальтобетонных и цементобетонных заводах при эксплуатации машин и оборудования / С.А. Сазонова, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 2. - С. 63-66.

12. Манохин, М.В. Экономическая эффективность мероприятий по безопасности труда в технологическом процессе "горячего" приготовления асфальтобетона / М.В. Манохин, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 89-93.

13. Сазонова, С.А. Влияние запыленности рабочей зоны операторов смесителей асфальтобетонных заводов на оценку безопасности труда / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, М.В. Манохин, В.Я. Манохин // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 3. - С. 53-56.

14. Жидко, Е.А. Информационная безопасность инновационной России: проблема кадров / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. - 2011. - Т. 14. - № 2. - С. 201-208.

15. Жидко, Е.А. Логико-лингвистическая модель интегрированного менеджмента организации в XXI веке / Е.А. Жидко // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С.91-93.

EMISSION REGULATION AND MAIN NORMATIVE PARAMETERS AT ASPHALT CONCRETE PLANTS WHILE SOLVING THE PROBLEM OF SAFETY LABOR

S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova, M. V. Manohin, V. Ya. Manohin

Nikolenko Sergey Dmitrievich, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru.

Sazonova Svetlana Anatol'evna, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, docent of technospheric and fire safety department, e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru.

Manokhin Maxim Vyacheslavovich, Voronezh State Technical University, senior lecturer of technospheric and fire safety department; e-mail: fellfrostqtw@gmail.com.

Manokhin Vyacheslav Yakovlevich, Voronezh State Technical University, doctor of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: manohinprof@mail.ru.

ABSTRACT

Emissions of harmful substances from production processes at asphalt plants are considered, posing a threat to the health of working personnel of enterprises and the population of nearby territories. In the section on rationing of dust emissions in asphalt plants, the relationships for determining the distance between the sanitary protection zone and the source of emissions to residential areas and the maximum permissible emissions are given. The values of the mass emission of a harmful substance and the maximum surface concentration of harmful substances are determined. Parameters of dust collectors are given.

Keywords: labor safety, ecological safety, harmful substances, maximum permissible concentrations, technological processes, asphalt-concrete plants.

REFERENCES

1. Manohin V.Ya. Scientific-practical and methodological foundations of ecological safety of technological processes on asphalt-concrete plants. The dissertation author's abstract on competition of a scientific degree of the doctor of technical sciences, Saint-Petersburg, 2004.
2. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Manohin M.V. Protection of atmospheric air to ensure safe working conditions in asphalt plants. Scientific herald of the Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physicochemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 66-75.
3. Sazonova S.A., Manohin M.V., Manohin V.Ya. Calculation of dispersion of pollutant emission parameters at the industrial site and selection of effective measures to ensure occupational safety. Modeling Systems and Processes, 2016, vol. 9, no. 2, pp. 51-54.
4. Manokhin M.V., Manohin V.Ya., Sazonova S.A. Protection of the atmosphere from emissions and assessment of working conditions in asphalt plants. Modeling systems and processes, 2016, v. 9, no. 3., pp. 42-45.
5. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manokhin V.Ya. Features of labor safety and environmental protection in asphalt plants. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 3, pp. 49-52.
6. Manokhin M.V., Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manokhin V.Ya. Development of constructive solutions for labor protection ensuring the emission of dust at asphalt plants. Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physico-chemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 60-65.
7. Manokhin M.V., Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Manokhin V.Ya. Safety in the process of "hot" preparation of asphalt concrete. Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physicochemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 76-82.
8. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manokhin M.V. Creating safe working conditions in asphalt plants. Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physicochemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 83-88.
9. Sazonova S.A., Manokhin M.V., Nikolenko S.D. Provision of fire and explosion safety and labor safety in asphalt plants. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 2, pp. 54-57.
10. Sazonova S.A., Manokhin V.Ya., Nikolenko S.D. Requirements for labor safety in asphalt plants during loading and unloading operations. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 2, pp. 57-60.
11. Sazonova S.A., Manokhin M.V., Nikolenko S.D. Ensuring labor safety in asphalt concrete and cement-concrete plants in the operation of machinery and equipment. Modeling of systems and

processes, 2016, vol. 9, no. 2, pp. 63-66.

12. Manokhin M.V., Sazonova S.A., Nikolenko S.D. Economic efficiency of safety measures in the process of "hot" preparation of asphalt concrete. Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physicochemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 89-93.

13. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manokhin M.V., Manokhin V.Ya. Influence of dustiness of a working zone of operators of mixers of asphalt-concrete plants on an estimation of safety of work. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 3, p. 53-56.

14. Zhidko E.A., Popova L.G. Information security of innovative Russia: the problem of cadres. Information and Security, 2011, vol. 14., no. 2, pp. 201-208.

15. Zhidko E.A. .Logiko-linguistic model of the integrated management of the organization in the XXI century. Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies, 2016, no. 1 (16), pp. 91-93.

УДК 69.04

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

С. В. Павалаяев, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова

Павалаяев Сергей Владимирович, Воронежский государственный технический университет, магистрант, e-mail: serg-paval@inbox.ru.

Николенко Сергей Дмитриевич, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: nikolenkopb1@yandex.ru.

Сазонова Светлана Анатольевна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru.

Данная статья представляет собой анализ качества проектной документации по объекту «Реконструкция существующего цеха под торговый центр по ул. Среднемосковская, 32Б. Монолитное перекрытие встраиваемого этажа в осях 7-12/А-П. Раздел КР», с целью определения соответствия проектной документации требованиям технических регламентов и других нормативных документов, соблюдение которых является гарантом качества строительства.

Анализ проектной документации проводится на основании приведенного в статье подробного описания проекта, технических регламентов и нормативных документов, а также необходимых для строительной экспертизы расчетов. В результате проводимых исследований автор статьи делает вывод о соответствии данной проектной документации существующим нормам строительства и требованиям безопасности.

Ключевые слова: проектная документация, строительная экспертиза, расчетная нагрузка, проверочный расчет.

Введение. Проектная документация является основой строительства. Поэтому проектная документация подлежит строительной экспертизе. От качества экспертизы во многом зависит качество дальнейшего строительства. В соответствии с Градостроительным кодексом экспертиза проектной документации проводится в форме государственной экспертизы или негосударственной экспертизы. Застройщик или технический заказчик по своему выбору направляет проектную документацию на государственную экспертизу или негосударственную экспертизу. Предметом экспертизы являются оценка соответствия проектной документации требованиям технических регламентов и других нормативных документов.

Целью работы явился анализ экспертизы проектной документации: «Реконструкция существующего цеха под торговый центр по ул. Среднемосковская, 32Б. Монолитное перекрытие встраиваемого этажа в осях 7-12/А-П. Раздел КР». При проведении экспертизы использовалась следующая норматив-

ная литература [1-9] Проектом предусмотрено встраивание перекрытия в объем существующего цеха промышленного здания в осях 7-12/А-П под торговый центр.

Описание объекта. Перекрытия в плане имеет размеры 72х30.9 м. Верх плиты перекрытия имеет отметку 4.620. Перекрытие опирается на колонны имеющих сетку с основным шагом 9.0х8.7м в средних пролетах и 9.0х4.0м – в крайних пролетах. Ригели в крайних пролетах опираются на каменные стены толщиной 380 мм, выполненные из силикатного кирпича.

В конструктивном отношении, встраиваемое перекрытие является монолитным, железобетонным, с неразрезной балочной плитой. Ригели перекрытия железобетонные, монолитно связанные с плитой перекрытия. Толщина плиты перекрытия 200 мм. Ригели располагаются в одном направлении, вдоль буквенных осей. Основной шаг балок – 8.7 м. Балки 5-ти пролетные. Промежуточные пролеты ригелей – 9.0 м, крайние – 4.04 м, 2.86 м, 1.26 м в зависимости от расположения риге-

лей в плане. Ригели неразрезные, размер сечения ребра ригеля – 300х400 мм. Крайними опорами ригелей являются каменные стены из силикатного кирпича толщиной 380 мм. Промежуточными опорами перекрытия являются железобетонные колонны сечением 300х300 мм. Согласно проекту, для конструкций перекрытия предусмотрено использовать бетон марки М300 и стержневую арматуру: класса А - III – для продольного армирования, класса А - I – для поперечного армирования. Армирование ригелей и плит выполняется вязаными сетками и каркасами. Часть надопорной арматуры в ригелях прерывается по мере уменьшения изгибающих моментов. Нижняя арматура принята одинакового сечения в пределах пролетов и соединяется на опорах стыковыми стержнями.

Армирование монолитной плиты – раздельное. Нижнее армирование плиты одинаковое во всех пролетах. Верхнее армирование выполнено в пределах действия надопорных изгибающих моментов. Величина допустимой нагрузки в проекте не указана. Согласно требованиям п. 8.2 СП 22.13330.2012 «Нагрузки и воздействия», нормативная величина временной нагрузки на перекрытие должна составлять не менее 4.0 кПа.

Со стороны оси «7» к перекрытию примыкают аналогичные конструкции в соседнем помещении, опирающиеся на смежную стену при этом общая длина конструкций составляет более 60 м.

Замечания экспертизы. В результате экспертизы предоставленной документации, установлено:

1. Верхняя рабочая арматура на опорах балок не охвачена хомутами поперечного армирования, что не соответствует требованиям п. 10.3.11 СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции».
2. Общая длина конструкций перекрытий, с учетом примыкающих со стороны оси «7», составляет более 60 м при допустимой длине температурного блока 40 м (табл. 3 Пособия «По проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры»). Таким образом, узел опирания балок на смежную стену одновременно

является температурным швом перекрытия. При этом устройство деформационного шва в стене не предусмотрено, что противоречит требованиям п. 9.80 СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции».

3. Установки дополнительной верхней арматуры на опоре ригеля РМ8 на стену лестничной клетки предусматривает защемление ригеля в стене с передачей изгибающего момента 49.3 тсхм, что не соответствует требованиям п.7.10, 9.44 СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции».

4. Выполнение проверочных расчетов. На рис.1 изображен план расположения ригелей и монолитной плиты. Сбор нагрузок осуществляется в соответствии с табл. 1. Погонная распределенная нагрузка на ригели РМ9-РМ11 от перекрытия:

- постоянная нагрузка:
- $8.7 \times 7.79 = 67.77$ кН/м, где 8.7 м – шаг ригелей перекрытия;
- временная нагрузка: $8.7 \times 4.8 = 41.76$ кН/м;
- полная нагрузка: $8.7 \times 12.59 = 109.53$ кН/м.

Назначение расчетных сечений ригелей. Шаг ригелей РМ9-РМ11 составляет 8.40 м в свету и 8.70 м в осях. Высота ригелей с учетом толщины плиты – $h = 600$ мм, ширина сечения ригелей – $b = 300$ мм, толщина плиты перекрытия $t = 200$ мм. По проекту прочность бетона соответствует марке бетона М300. Пролеты ригелей РМ9-РМ11 в осях колонн соответствуют схеме: 120—1260—9000—9000—9000—2880—120, где 120 мм – расстояние от грани стены до центра площадки опирания. Размеры колонн – 300х300 мм.

Для учета совместной работы ригелей с монолитной плитой, назначается тавровое расчетное сечение. В соответствии с требованиями п. 8.1.11 СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции», ширина свеса полки расчетного таврового сечения ригеля не должна превышать $1/6$ пролета ригеля и быть не более $1/2$ расстояния в свесе между ребрами балок при толщине свесов более 0.1 h; $0.1 h = 0.1 \times 600 = 60$ мм, условие $t = 200$ мм $> 0.1 h = 60$ мм – условие выполняется. Расчетная ширина свесов таврового сечения для пролетов ригелей в свету 9.0 м, принимается равной $9.0/6 = 1.5$ м из 1-го условия, $8.40/2 =$

4.20 м – из второго условия. Поскольку $4.20 \text{ м} > 1.5 \text{ м}$, для расчетов принимается величина 1.5 м. Таким образом, ширина полки расчетного таврового сечения ригеля в пролете 9.0 м принимается равной $1.5 \times 2 = 3.0 \text{ м}$, для пролета 1.38 м: $1.38/6 \times 2 = 0.46 \text{ м}$, для пролета

2.88 м: $2.88/6 \times 2 = 0.96 \text{ м}$. Аналогичным образом назначаются параметры сечений и для других ригелей.

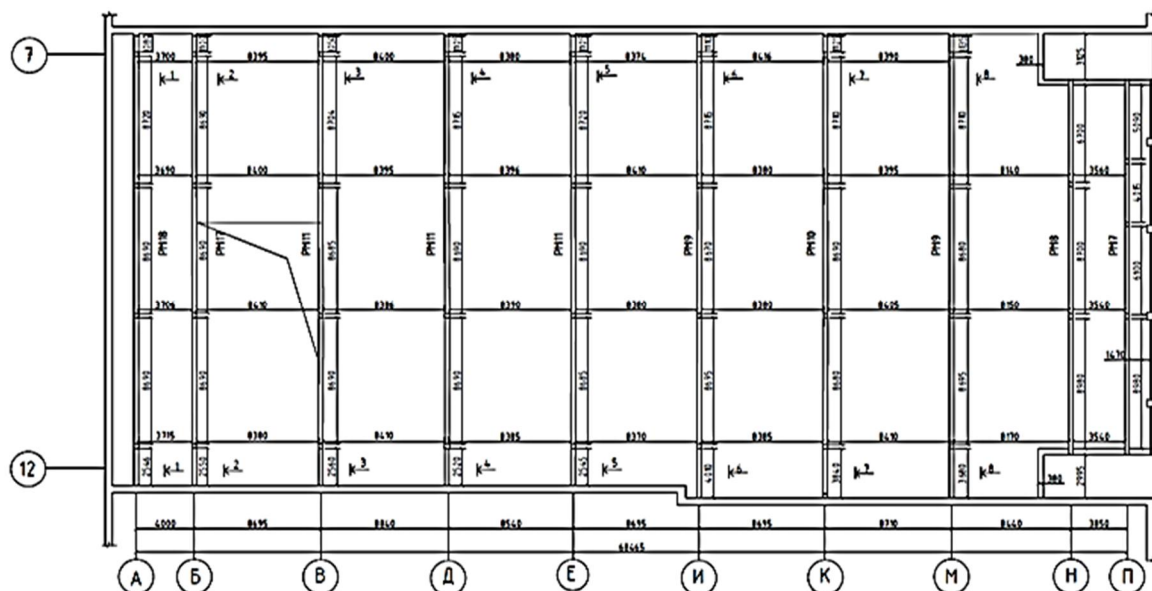


Рис. 1. План расположения ригелей и монолитной плиты

Таблица 1

Значение нагрузок

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка (кН/м.п.)	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка (кН/м.п.)
Постоянная нагрузка Монолитная плита перекрытия, $t=200 \text{ мм}$, $\gamma = 25 \text{ кН/м}^3$	5.0	1.1	5.5
Цементно-песчаная стяжка, $t=100 \text{ мм}$, $\gamma = 18 \text{ кН/м}^3$	1.8	1.2	2.16
Линолеум, $t=6.0 \text{ мм}$	0.108	1.2	0.13
Временная нагрузка по п. 8.2 СП 22.13330.2012 «Нагрузки и воздействия»	4.0	1.2	4.8
Итого, временная нагрузка:	4.80 кН/м.п		
Итого, постоянная нагрузка:	7.79 кН/м.п		
Итого, полная нагрузка на балки:	12.59 кН/м.п		

Назначение расчетного сопротивления бетона и арматуры. Согласно табл.6 ГОСТ 2633-91, бетон марки М300 соответствует по прочности классу бетона В22.5. По табл. 6.11 СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции», расчетное сопротивление для класса бетона В20 составляет 11.5 МПа, для бетона класса В25 – 14.5

МПа. Расчетное сопротивление для бетона класса В22.5 определяется из выражения: $(11.5+14.5)/2 = 13 \text{ МПа}$, модуль упругости находится как среднее значение по табл. 6.11 СП 63.13330.2012: $(27.5+30.0)/2 = 28.75 \text{ МПа}$. Согласно проекту, продольное армирование выполняется арматурными стержнями класса А-III с расчетным сопротивлением $R_s = 360$

МПа, поперечное армирование – арматура класса А-I с расчетным сопротивлением $R_s = 225$ МПа, $R_{sw} = 175$ МПа (при использовании в качестве хомутов).

Способ выполнения расчетов. Расчет плиты и ригелей перекрытия выполняется в соответствии с требованиями п. 6.2.15, 8.1.1, 8.1.32, 8.1.33 СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции», п.6.1, 6.2 СП 52-103-2007 «Железобетонные монолитные конструкции зданий» в том числе с учетом трехлинейной диаграммы работы бетона в соответствии с п.6.1.20 СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции».

Для получения расчетных усилий в сечениях ригелей, рассматривалось наиболее невыгодное положение временной нагрузки в соответствии с требованиями п.6.1 СП 20.13330.11 «Нагрузки и воздействия», 6.3.1. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований». При этом

рассматривались наиболее неблагоприятные комбинации следующих нагрузок:

- постоянная нагрузка во всех пролетах;
- временная нагрузка в двух рядом расположенных пролетах №1;
- временная нагрузка в четных пролетах;
- временная нагрузка в нечетных пролетах;
- временная нагрузка в двух рядом расположенных пролетах №2;
- временная нагрузка во всех пролетах.

Расчеты выполняются методом конечных элементов с использованием вычислительного комплекса «ЛИРА-САПР» с выполнением контроля вручную в сечениях с максимальным моментом.

Анализ результатов выполненных расчетов. Анализ результатов расчета без учета перераспределения моментов (в упругой стадии) представлен в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов

Наименование элемента конструкции	Максимальное проектное армирование (см ²)	Армирование требуемое по расчету (см ²)	Выводы
Монолитный ригель РМ9 (РМ10)	Армирование над опорой – 32.17 Армирование в пролете – 24.63	53.2 27.65	Армирование недостаточно
Монолитный ригель РМ11	Армирование над опорой – 32.17 Армирование в пролете – 24.63	53.2 27.3	Армирование недостаточно
Монолитный ригель РМ7	Армирование над опорой – 10.18 Армирование в пролете – 8.04	7.83 18.27	Армирование недостаточно
Монолитный ригель РМ8	Армирование над опорой – 24.63 Армирование в пролете – 29.12	44.8 32.17	Армирование недостаточно
Монолитный ригель РМ17	Армирование над опорой – 24.63 Армирование в пролете – 19.63	35.84 21.28	Армирование недостаточно
Монолитный ригель РМ18	Армирование над опорой – 10.18 Армирование в пролете – 8.04	20.46 8.68	Армирование недостаточно
Монолитная плита перекрытия	Армирование над опорой – 19.0 Армирование в пролете – 10.05	18.1 10.9	Армирование достаточно

Примечание 1: поперечное армирование, установленное в сечении ригелей РМ9-РМ11, не отвечает требованиям прочности наклонных сечений под полные расчетные нагрузки.

Примечание 2 при установке дополнительной продольной арматуры, требуемой из расчета, сечение ригелей должно быть увеличено.

Примечание 3 сечения ригелей РМ9, РМ10, РМ11 с наибольшей поперечной силой не отвечают требованиям п.8.1.32 СП 63.13330.2012.

Выводы по результатам расчета.

1. Прочность ригелей по нормальным сечениям под полные расчетные нагрузки не обеспечена.
2. Прочность ригелей РМ9, РМ10, РМ11 по наклонным сечениям под полные расчетные нагрузки не обеспечена.

3. Прочность монолитной плиты перекрытия под полные расчетные нагрузки обеспечена.

Анализ результатов расчета с учетом перераспределения моментов. Расчет №1. Проектное армирование на опоре ригеля РМ11 составляет – 32.17 см² (4Ø32). Изгиба-

ющий момент, воспринимаемый опорным сечением с проектным армированием:

$$M_{оп} = R_s A_s (h_0 - 0.5x) = 360 \times 32.17 \times 10^{-4} \times (0.54 - 0.5 \times 0.296) = 45.4 \text{ тсхм},$$

$$x = R_s A_s / R_{bb} = 360 \times 32.17 \times 10^{-4} / 13 \times 0.3 = 0.296 \text{ м}.$$

Проектное армирование в пролете составляет – 24.63 см² (4Ø28).

Изгибающий момент, воспринимаемый пролетным сечением с проектным армированием:

$$M_{пр} = R_s A_s (h_0 - 0.5x) = 360 \times 24.63 \times 10^{-4} \times (0.56 - 0.5 \times 0.023) = 48.6 \text{ тсхм},$$

$$x = R_s A_s / R_{bb} = 360 \times 24.63 \times 10^{-4} / 13 \times 3.0 = 0.023 \text{ м}.$$

Согласно указаниям п. 3.6 «Руководства по расчету статически неопределимых железобетонных конструкций», в упругой системе может быть учтено перераспределение моментов путем прибавления к суммарным

эпюрам от постоянной нагрузки и невыгодно расположенной временной нагрузки треугольных эпюр с ординатами различного знака.

Максимальный момент на третьей опоре справа получается суммированием загрузки №1 (постоянная нагрузка) и загрузки №2 (временная в двух рядом расположенных пролетах). В результате:

- опорный момент составит: $-50.1 - 34.1 = -84.2$ тсхм;

- пролетный момент во втором пролете справа составит: $28.7 + 17.6 = 43.3$ тсхм;

- опорный момент на правой опоре составит: $-33.1 - 17.9 = -51$ тсхм.

Поскольку моменты на третьей опоре превышают допустимые ($84.2 > 45.4$), для перераспределения моментов с левой опоры во второй пролет, прибавляется треугольная эпюра с ординатами, указанными на рис. 2.

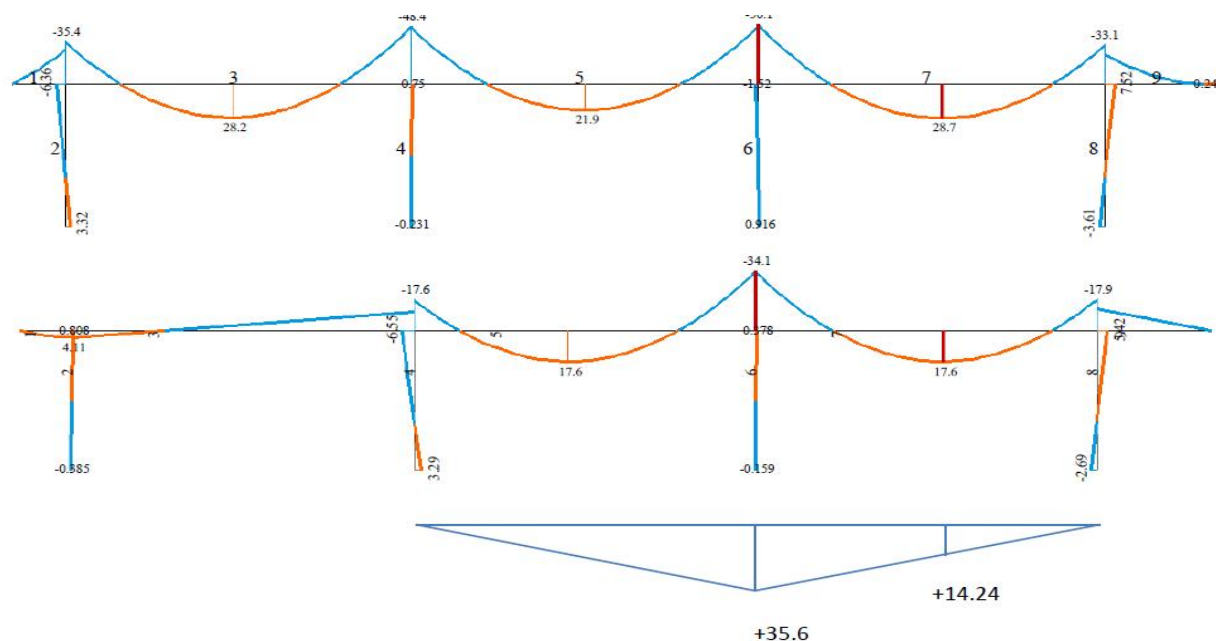


Рис. 2. Эпюры моментов в пролетных сечениях по расчету №1

В результате, значение момента уменьшается: $-84.2 + 35.6 = 45.4$ тсхм. Сечение с максимальным пролетным моментом находится на расстоянии от опоры 5.4 м, значение выравнивающего момента в сечении составит: $(9.0 - 5.4) \times 35.5 / 9.0 = 14.24$ тсхм.

В сумме, пролетный момент составит: $46.3 + 14.24 = 60.54$ тсхм, что превышает несущую способность сечения ($60.54 \text{ тсхм} > 48.6$

тсхм). Поскольку прочность нормальных сечений в пролете не обеспечена, требуется перераспределение момента на правую опору. Однако ресурсов для перераспределения моментов не остается, т.к. суммарный момент на правой опоре уже превышает несущую способность сечения ($51 \text{ тсхм} > 45.4 \text{ тсхм}$). Таким образом, при расчетах с учетом перераспределения моментов, прочность так же не обеспечена.

Выводы по результатам расчета: прочность ригелей по нормальным сечениям под полные расчетные нагрузки от торгового зала не обеспечена.

Расчет №2. Проектное армирование на опоре ригеля РМ7 составляет – 10.8 см² (4Ø18).

Изгибающий момент, воспринимаемый опорным сечением с проектным армированием:

$$M_{оп} = R_s A_s (h_0 - 0.5x) = 360 \times 10.8 \times 10^{-4} \times (0.54 - 0.5 \times 0.1) = 19.05 \text{ тсхм},$$

$$x = R_s A_s / R_{bb} = 360 \times 10.8 \times 10^{-4} / 13 \times 0.3 = 0.1 \text{ м}.$$

Проектное армирование в пролете составляет – 8.04 см² (4Ø16).

Изгибающий момент, воспринимаемый пролетным сечением с проектным армированием:

$$M_{пр} = R_s A_s (h_0 - 0.5x) = 360 \times 8.04 \times 10^{-4} \times (0.56 -$$

$$0.5 \times 0.05) = 15.48 \text{ тсхм},$$

$$x = R_s A_s / R_{bb} = 360 \times 24.63 \times 10^{-4} / 13 \times 2.2 = 0.05 \text{ м}.$$

Максимальный момент в крайнем пролете справа получается суммированием загрузки №1 (постоянная нагрузка) и загрузки №2 (временная нагрузка). В результате:

- опорный момент составит: $-9.04 - 1.2 = -10.24$ тсхм,

- пролетный момент составит: $25.4 + 6.88 = 32.28$ тсхм,

Поскольку пролетный момент превышает допустимый ($32.28 > 13.75$), для перераспределения моментов с пролета на опору, прибавляется треугольная эпюра с ординатой, соответствующей возможному увеличению момента на опоре $19.05 - 10.24 = 8.81$ тсхм (рис. 3).

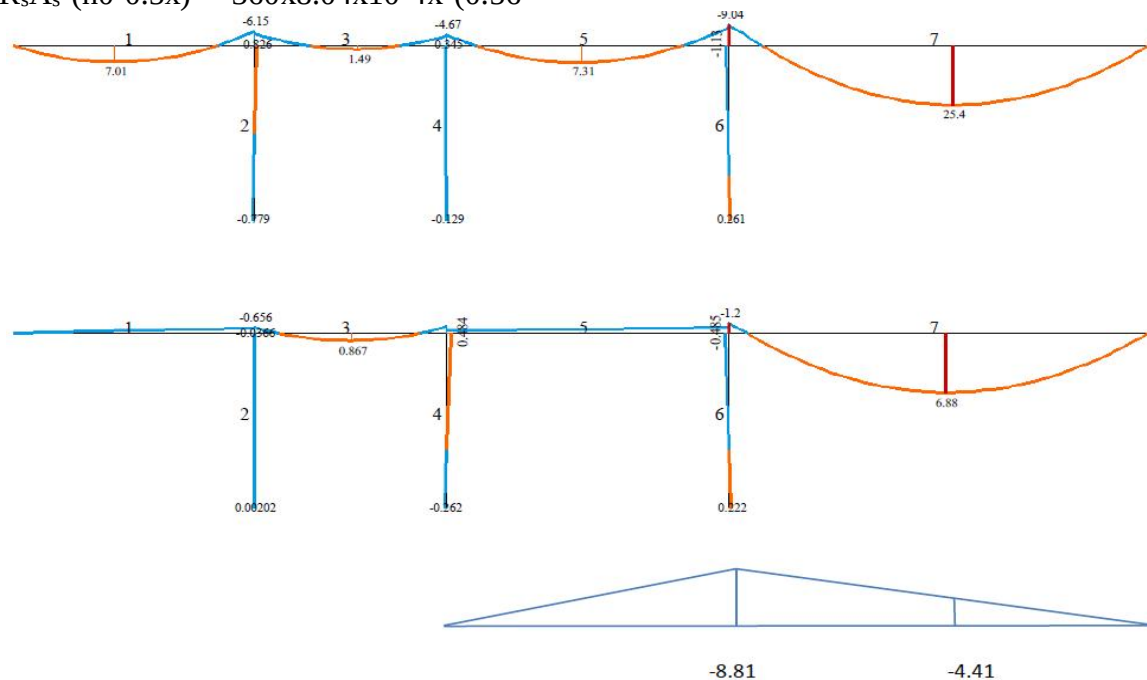


Рис. 3. Эпюры моментов в пролетных сечениях по расчету №2

Момент в пролете составит $32.28 - 4.41 = 27.87$ тсхм, что превышает несущую способность пролетного сечения. Если предположить, что балка имеет достаточное защемление в стене лестничной клетки для восприятия момента 19.05 тсхм, пролетный момент может быть уменьшен на величину $(8.81 + 19.05) / 2 = 13.93$ тсхм. В этом случае момент в пролете составит $32.28 - 13.93 = 18.35$ тсхм, что также превышает несущую способность пролетного сечения ($18.35 > 13.75$ тсхм).

Выводы по результатам расчета. Прочность ригеля РМ7 по нормальным сечениям под полные расчетные нагрузки от офисных помещений не обеспечена.

Выводы. В результате проведенного анализа проектной документации «Реконструкция существующего цеха под торговый центр по ул. Среднемосковская, 32Б. Монолитное перекрытие встраиваемого этажа в осях 7-12/А-П. Раздел КР» выявлено:

- прочность монолитной плиты перекрытия

достаточна для восприятия полных расчетных нагрузок;

- прочность ригелей перекрытия по нормальным сечениям под полные расчетные нагрузки не обеспечена, что противоречит требованиям п.3.6 ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»;

- прочность ригелей РМ9, РМ10, РМ11 по наклонным сечениям под полные расчетные нагрузки не обеспечена, что противоречит требованиям п.3.6 ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»;

- сечения ригелей РМ9, РМ10, РМ11 с наибольшей поперечной силой не отвечают требованиям п.8.1.32 СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции»

- при проектировании ригелей не учтены комбинации наиболее неблагоприятных загружений, что не соответствует требованиям п. 6.3.1. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований», п.8.2 СП 22.13330.2012 «Нагрузки и воздействия»;

- на опорах ригелей на стены создаются значительные обратные реакции (направлены вверх) которые при неблагоприятных комбинациях могут составлять 20 тс. При этом узлы опирания на каменную стену не запроектированы для передачи такого вида усилий.

Представленная проектная документация не отвечает требованиям следующих нормативных документов: п.8.1.32, 10.3.11 СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции»; п.7.10, 9.44, 9.80 СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции»; п.8.2 СП 22.13330.2012 «Нагрузки и воздействия»; п. 3.6, 6.3.1. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований», ст.7 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

Повысить прочность расчетных сечений возможно применением дисперсного армирования. Об эффективности такого армирования сказано в работах [10,11,12].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 31.12.2017). – М., 2017. – 92 с. <http://www.consultant.ru/>
2. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – М., 2011. – 85 с. <http://dokipedia.ru/>
3. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – М., 2012. – 113 с. <http://dokipedia.ru/>
4. СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». – М., 2012. – 152 с. <http://dokipedia.ru/>
5. СП 15.13330.2012 «СНиП П-22-81* Каменные и армокаменные конструкции» (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. N 635/5 с изм. от 18 августа 2016 г.). – М., 2016. – 78 с. <http://dokipedia.ru/>
6. СП 22.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. – М., 2011. – 166 с. <http://dokipedia.ru/>
7. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований». – М.: Стандартинформ, 2015. – 23 с. <http://www.gost.ru/>
8. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (ред. от 02.07.2013). – М., 2013. – 22 с. <http://www.consultant.ru/>
9. Пособие «По проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры» (к СНиП 2.03.01-84). – М., 1984. – 281 с. <http://gost.rf.com/>
10. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 (ред. от 12.11.2016, с изм. от 28.01.2017) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». – М., 2017. – 33 с. <http://www.consultant.ru/>

11. Николенко, С.Д. Экспериментальное исследование работы фибробетонных конструкций при знакопеременном малоцикловом нагружении / С.Д. Николенко, Г.Н. Ставров // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 1986. - № 1. - С. 18-22.

12. Николенко, С.Д. Применение фибробетона для обеспечения безопасности зданий и сооружений в чрезвычайных ситуациях / С.Д. Николенко // В сборнике: Наука и инновации в строительстве SIB - 2008, материалы Международного конгресса. - 2008. - С. 262-267.

13. Николенко, С.Д. Применение фибрового армирования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах / С.Д. Николенко // В сборнике: 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.

ANALYSIS OF THE QUALITY OF PROJECT DOCUMENTATION

S. V. Pavalyaev, S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova

Pavalyaev Sergey Vladimirovich, Voronezh State Technical University, graduate student, e-mail: serg-paval@inbox.ru.

Nikolenko Sergey Dmitrievich, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru.

Sazonova Svetlana Anatol'evna, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, docent of technospheric and fire safety department, e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru.

ABSTRACT

This article is an analysis of the quality of design documentation for the facility "Reconstruction of the existing shop for a shopping center on the st. Srednemoskovskaya, 32B. Monolithic overlap of the built-in floor in the axes 7-12 / A-P. Section CS", in order to determine the compliance of the project documentation with the requirements of technical regulations and other normative documents, the observance of which is the guarantor of the quality of construction.

Analysis of project documentation is carried out on the basis of the detailed description of the project, technical regulations and regulatory documents detailed in the article, as well as calculations necessary for the construction expertise. As a result of ongoing research, the author of the article concludes that this project documentation is in accordance with the existing construction norms and safety requirements.

Keywords: project documentation, construction expertise, design load, verification calculation.

REFERENCES

1. "Urban Development Code of the Russian Federation" of 29.12.2004 N 190-FZ (as amended on December 31, 2017). - Moscow, 2017. - 92 p. <http://www.consultant.ru/>
2. Joint venture 20.13330.2011 "Loads and impacts". Updated version of SNiP 2.01.07-85*. - Moscow, 2011. - 85 p. with. <http://dokipedia.ru/>
3. JV 131.13330.2012 "Construction climatology" Actualized edition of SNiP 23-01-99*. - Moscow, 2012. - 113 p. <http://dokipedia.ru/>
4. SP 63.13330.2012 "SNiP 52-01-2003. Concrete and reinforced concrete structures. Basic provisions ». - Moscow, 2012. - 152 p. <http://dokipedia.ru/>
5. JV 15.13330.2012 "SNiP P-22-81 * Stone and reinforced-stone constructions" (approved by the order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation dated December 29, 2011 No. 635/5 as amended on August 18, 2016). - Moscow, 2016. - 78 p. <http://dokipedia.ru/>
6. SP 22.13330.2011 "Loads and effects" Updated version of SNiP 2.01.07-85. - Moscow, 2011. - 166 with. <http://dokipedia.ru/>

7. GOST 27751-2014 "Reliability of building structures and foundations". - Moscow: Standartinform, 2015. - 23 p. <http://www.gost.ru/>
8. Federal Law of 30.12.2009 N 384-FZ "Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures" (as amended on 02.07.2013). - Moscow, 2013. - 22 p. <http://www.consultant.ru/>
9. Manual "On the design of concrete and reinforced concrete structures from heavy and light-weight concrete without prestressing the reinforcement" (to SNiP 2.03.01-84). - Moscow, 1984. - 281 p. <http://gostrf.com/>
10. Decree of the Government of the Russian Federation No. 87 of 16.02.2008 (as amended on 12.11.2016, as amended on 28.01.2017) "On the composition of sections of project documentation and requirements for their content". - Moscow, 2017. - 33 p. <http://www.consultant.ru/>
11. Nikolenko S.D., Stavrov G.N. Experimental study of the work of fiber-reinforced concrete structures under alternating low-cycle loading. News of higher educational institutions. Building, 1986, no 1, pp. 18-22.
12. Nikolenko S.D. Application of fiber-reinforced concrete for the safety of buildings and structures in emergency situations. In the collection: Science and innovations in construction SIB - 2008 materials of the International Congress, 2008, pp. 262-267.
13. Nikolenko S.D. The use of fiber reinforcement in buildings and structures located in seismic areas. In the collection: Life support and emergency management systems, interuniversity collection of scientific papers. Voronezh State Technical University, International Academy of Ecology of Human and Nature Safety; VI Fedyanin is a responsible editor. Voronezh, 2006, pp. 38-46.

УДК 504: 351.77

ОХРАНА ТРУДА ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е. И. Головина, А. В. МIRONENKO, Н. А. Тарасова

Головина Елена Ивановна, Воронежский государственный технический университет, заместитель декана по учебной работе факультета инженерных систем в строительстве, e-mail: u001111@vgasu.vrn.ru.

Мироненко Анна Вячеславовна, Воронежский государственный технический университет, студент, e-mail: any199606@yandex.ru.

Тарасова Надежда Александровна, Воронежский государственный технический университет, студент, e-mail: tna.396@yandex.ru.

Охрана труда является важным условием как для высокой производительности, так и для здоровья человека, особенно, если идет речь о таких сложных и многофункциональных процессах как производство конструкций. При изготовлении строительных конструкций в литейных цехах появляется не только новая продукция, но и скапливаются вредные вещества, одним из которых является пыль. Пыль, образующаяся в процессе литейного производства, является одним из широко распространенных неблагоприятных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье рабочих. Целый ряд технологических процессов сопровождается образованием мелких частиц твердого вещества (пыли), которые попадают в воздух производственных помещений и довольно длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии. Наличие в воздухе частиц размером менее 10 мкм приводит к увеличению риска развития профессиональных заболеваний. Для охраны здоровья рабочих вводится ряд определенных технологических мероприятий, направленных на уменьшение запыленности в литейных цехах.

Ключевые слова: охрана труда, пыль, литейное производство, здоровье человека, заболевания, технологические мероприятия.

Литейное производство на протяжении многих десятилетий обеспечивает необходимым человеку строительным материалом. Однако, несмотря на все плюсы, данное производство очень пагубно влияет на окружающую среду в целом и на человека в частности, выделением вредных веществ. На данный момент проблема экологии является главенствующей во всем мире, поэтому общество ищет способы разрешить эту ситуацию, проводя ряд мероприятий по ее улучшению.

Среди отечественных ученых к вопросам, связанным с воздействием вредных производственных факторов на рабочих, обращались А. В. Румянцева [1], Г. В. Пачурин, А. А. Филиппов [2], И. Е. Доронин, А. Е. Свяжин [3], А. М. Лазаренков и С. А. Хорева [4].

Проблемы охраны труда на литейных производствах обсуждаются в работах зарубежных ученых А. Omidianidost, М. Ghasemkhani, F. Golbabaie, M.R. Azari [12], J. Gomes, O. Lloyd, N. Norman [13], M.G.

Ribeiro, W.R.P. Filho [14], D. RosenmanKenneth, ReillyMaryJo, RiceCarol, HertzbergVicki, TsenChin-Yu, A. AndersonHenry [15], которые провели некоторые исследования, касающиеся данной темы.

Зарубежные технологические мероприятия практически не отличаются от отечественных, однако есть ученые, которые предлагают уже на стадии проектирования исключить возможное распространение пылевых частиц в литейных цехах.

Охрана труда в строительстве состоит из системы различных мероприятий, которые взаимосвязаны. К таким мероприятиям относятся законодательные, социально-экономические, технические, гигиенические и организационные. Основной целью охраны труда является защита здоровья рабочих от производственных негативных факторов и несчастных случаев, а также обеспечение таких условий для трудящихся, которые были бы благо-

приятны и способствовали повышению производительности труда и качества изготавливаемой продукции.

Охрана труда включает в себя вопросы трудового законодательства, техники безопасности, санитарно-гигиенических мероприятий, противопожарной безопасности, а также надзор и контроль за выполнением требований норм и правил по охране труда [5]. Органы законодательной и исполнительной власти обеспечивают государственное управление охраной труда. Соблюдение норм, санитарных правил и гигиенических нормативов на производственных объектах обеспечивается органами местного самоуправления. Контроль играет значительную роль в реализации управления охраной труда. Государственный надзор, ведомственный и общественный контроль осуществляют контроль за состоянием охраны труда [6,7].

Металлургическое производство пагубно влияет на организм человека. Для снижения причиняемого ущерба проводят ряд санитарно-гигиенических мероприятий, к которым можно отнести обустройство всем необходимым рабочих мест и бытовых помещений, создание благоприятной воздушной среды и степени освещенности, снижение уровня шума и вибрации [5].

Технологические процессы, которые сопровождают производство строительных конструкций в литейных цехах, влекут за собой не только получение требуемой продукции, но и выделение различных вредных для здоровья человека веществ, к которым относится пыль.

Пыль – это взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы, которые имеют размеры от нескольких десятков долей мкм, их основной составляющей частью, зачастую, являются железо, фтор и кремнезём. Многие виды производственной пыли представляют собой аэрозоль.

Образование пылевых частиц в производственных помещениях происходит на стадиях промежуточной подготовки сырьевых материалов, готовой продукции, при перегрузке и выпуске продуктов плавки, а также других процессах переработки и обработки металла [8].

Характер негативного воздействия пыли на организм определяют следующие показатели: токсичность, дисперсность, концентрация, а также физико-механические свойства пылевых частиц. В зависимости от происхождения различают органическую, неорганическую и смешанную пыль. При взаимодействии человека с пылевыми частицами во время производственного процесса возникает риск развития заболеваний дыхательной системы, наиболее распространенными из которых являются пневмокониоз и силикоз [9].

От размера частиц пыли зависит, как долго они будут находиться в воздухе во взвешенном состоянии, (это повышает вероятность их вдыхания человеком), а также смогут ли они проникнуть в дыхательные пути и, если смогут, то насколько глубоко. Когда человек вдыхает частицы размером до 5 мкм, они проникают в альвеолы и поражают их, считается, что наиболее негативно на здоровье человека влияет пыль с размерами частиц от 0,1 до 10,0 мкм [10].

Существуют различные формы частиц пыли (сферическая, плоская, неправильная), от вида которых зависит ее поведение в организме человека. Частицы сферической формы более легко проникают в легочную ткань, а похожие на кристаллы с рваными гранями приводят к более сильному раздражению, когда попадают на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. Электрически заряженные частицы в 2,5 раза больше задерживаются в дыхательных путях. Наиболее опасные последствия для организма человека приносит токсичная пыль (аэрозоли металлов и т.п.) своим физико-химическим влиянием на ткани верхних дыхательных путей и легких [9,10].

Для охраны здоровья человека проводится следующий ряд технологических мероприятий, направленных на уменьшение запыленности в литейных цехах.

1. Переход на литье в металлические формы: кокиль, центробежное литье, литье под давлением и др.
2. Автоматизация и герметизация процессов, сопровождающихся выделением пыли, таких как приготовление формовочной

смеси в бегунах, распределение ее по бункерам, прием и отвод горелой смеси из-под выбивных решеток; применение накатных укрытий у выбивных решеток и др.

3. Применение гидравлической и песко-гидравлической очистки литья.

4. Применение гидравлической, электрокоронной или воздушной регенерации отработанной смеси и воздушная сепарация свежего песка для отделения частиц размером менее 60 мкм.

5. Применение дробеметной и дробеструйной обработки отливок.

6. Применение пневматического транспорта для перемещения пылящих сухих сыпучих материалов.

7. Использование плакированных песков для приготовления смесей.

8. Использование газа в сушилах для разогрева и сушки ковшей.

9. Исключение процессов сушки, где это возможно, и применение смесей, самотвердеющих на воздухе.

10. Установка технологического оборудования с встроенными укрытиями для местного отсоса выделяющихся в процессе работы вредных веществ.

11. Замена песчанниковых абразивных кругов искусственными (в пыли этих кругов содержится только до 3,5% свободной кремниевой кислоты).

12. Применение способа всасывания (пылесосов) для уборки пыли с металлоконструкций и машин из форм и отливок.

13. Применение водовоздушного орошения на участках выделения пыли, применение дождевальных устройств для полива пола в цехе перед уборкой (кроме технологических участков, где установка таких устройств недопустима).

14. Выделение в самостоятельные пролеты (крылья) или даже здания отделений: обрубно-очистных, землеприготовительных, формовочных, плавно-заливочных и выбивных.

15. Изоляция пыльных процессов, сопровождающихся выделением особо агрессивно действующей пыли, от менее пыльных и агрессивных, например, пескоструйной

очистки литья и очистки литья в барабанах от обдирки его на наждачных точилах.

Все рабочие в литейных цехах должны быть укомплектованы спецодеждой из водонепроницаемых тканей (прорезиненные, пропитанные полимеризованными растительными маслами или другими водоупорными пропитками, брезентовые и хлопчатобумажные ткани), такими же рукавицами и резиновой обувью и обеспечены средствами индивидуальной защиты. При пескоструйной очистке свободной струей, а также при работе на больших камерах с заходом в последние пескоструйщики должны работать в специальных шлемах с подводкой в пространство шлема чистого подогреваемого в зимнее время воздуха в объеме 12 - 15 м³/час [10,11].

Особое внимание за границей уделяется производственной пыли, содержащей свободный диоксид кремния. Речной песок, который используется во многих литейных цехах, примерно на 95% состоит из диоксида кремния; гранит содержит от 25 до 40 %, сланец - 22 %, а песчаник - 67 %. Форма кремнезема во всех этих материалах представляет собой кварц, кристаллическую структуру. Две другие кристаллические формы кремнезема, кристобалит и тридимит, менее распространены. Кристобалит иногда встречается в литейном цехе, потому что он может быть образован при воздействии на кварц высокой температуры. Тридимит обычно не встречается на литейных производствах.

Существует большое количество исследований, связанных с воздействием пылевых частиц на организм рабочего литейного производства. Ученые утверждают, что основным фактором, который приводит к развитию такого профессионального заболевания как силикоз, можно назвать превышение предельно допустимого значения вдыхаемого человеком диоксида кремния. Отличительной особенностью данного заболевания является образование узелков и диффузное разрастание соединительной ткани в легких, это приводит к тому, что в легких снижается уровень переработки кислорода. Эта патология необратима и неизлечима, она может перерасти в такие серьезные недуги как бронхит, эмфиземалёгких и даже привести к развитию рака

легкого. Диоксид кремния встречается практически повсеместно на земной поверхности, он присутствует в большинстве скальных пород, гравии, песке, и почве. Однако размеры частиц должны быть меньше или равны 5 мкм, чтобы стать опасными для здоровья человека. Литейное производство осуществляет выбросы частиц такого размера. Благодаря научным исследованиям данной проблемы и введению на производствах определенных мер безопасности, смертность от силикоза резко снизилась за последние 50 лет. Кроме того, уровень воздействия диоксида кремния на рабочих также снизился за последние 30 лет. Учитывая, что существует длительный латентный период между воздействием вредных частиц и развитием заболевания, вероятно, что в будущем уровень заболеваемости снизится еще больше [16].

Выводы. Установлено, что промышленная пыль, образующаяся при производстве в литейных цехах, отрицательно влияет на состояние дыхательной системы человека. Степень воздействия пыли на организм зависит от ее физико-химических свойств, токсичности, дисперсности и концентрации. Наиболее опасна для здоровья рабочего пыль с размерами частиц от 0,1 до 10 мкм, а также токсичная пыль. Решением данной проблемы занимаются научные сообщества и организации охраны труда всего мира. Отечественные и зарубежные ученые выявили ряд технологических мероприятий, которые способствуют снижению риска развития профессиональных заболеваний, что дает позитивный прогноз на его сведение к минимуму в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Румянцева А. В. Разработка проекта правил по охране труда в литейном производстве машиностроительных организаций -.Всероссийский научно-исследовательский институт труда. – 2017. - № 2 (27) – С.37-50.
2. Пачурин Г. В., Филиппов А. А. Влияние комплексного воздействия вредных факторов литейного производства на уровень профессионального риска / Журнал ХХIвек.Техносферная безопасность. - :Иркутский национальный исследовательский технический университет, – 2017. - № 2 – С.10-17.
3. Доронин И. Е., Свяжин А. Г. Свойства и механизм образования пыли в сталеплавильном производстве / Журнал Металлург. – М.:Металлургиздат, - 2011. – № 12 - С.37-43.
4. Лазаренков А. М. Комплексная оценка рабочих мест литейного производства по условиям труда / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева // Охрана труда и социальная защита. - 2009. - № 11. - С. 21 - 26.
5. Атаев С.С., Данилов Н.Н., Прыкин Б.В. и др. Технология строительного производства. – М.: Стройиздат, 1984. - С.35-36.
6. Трудовой кодекс Российской Федерации ст.216.
7. Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» ст. 11.
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при получении, транспортировании, использовании расплавов черных и цветных металлов и сплавов на основе этих расплавов.
9. Большаков А. М. Общая гигиена / НовиковаИ. М. — М.: Медицина, 2002. — С.186-188.
10. Радоуцкий В. Ю. Производственная санитария и гигиена труда / РадоуцкийВ. Ю., Партигул Е. О., ЯнишинВ. В. // Учебно-методический комплекс БГТУ им. Шухова. – 2005. – С. 38-41.
11. Правила по охране труда в литейном производствеПОТ Р М-002-97.
12. Omidianidost A., Ghasemkhani M., Golbabaei F., Azari M.R. Assessment of occupational exposure to dust and crystalline silica in foundries / Tanaffos – 2015. - № 11– pp. 208-212.

13. Gomes J., Lloyd O., Norman N. The health of the workers in a rapidly developing country: effects of occupational exposure to noise and heat / Occupational medicine // Oxford University Press – 2002. – № 3 - p. – 121.
14. Ribeiro M.G., Filho W.R.P. Risk assessment of chemicals in foundries: the international chemical toolkit pilot-project / Journal of hazardous materials // Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2006. – № 3 - pp. – 432-437.
15. Rosenman Kenneth D., Reilly Mary Jo, Rice Carol, Hertzberg Vicki, Tsen Chin-Yu, Anderson Henry A. Silicosis among foundry workers: implication for the need to revise the OSHA standard / American journal of epidemiology // Oxford University Press. – 1996. - № 9 – p. – 890.
16. Robert C. Scholz. Control silica exposure in foundries / Thomas J. Slavin, Kay Rowntree – 2007. – C. 1-1, 1-6, 1-14.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH OF FOUNDRY OF BUILDING STRUCTURES

E. I. Golovina, A. V. Mironenko, N. A. Tarasova

Golovina Elena Ivanovna, Voronezh state technical University, deputy dean for academic affairs faculty of engineering systems in construction, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru.

Mironenko Anna Vyacheslavovna, Voronezh State Technical University, graduate student, e-mail: any199606@yandex.ru.

Tarasova Nadezhda Aleksandrovna, Voronezh State Technical University, graduate student, e-mail: tna.396@yandex.ru.

ABSTRACT

Occupational safety and health is an important condition for both high productivity and human health, especially when it comes to such complex and multifunctional processes as metallurgy. In the manufacture of building structures in foundries, not only new products appear, but harmful substances also accumulate, one of which is dust. Dust is one of the widely spread adverse factors that have a negative impact on the health of workers. A number of technological processes are accompanied by the formation of small particles of solid material (dust) that get into the air of working area and remain in it for a long time in a suspended state. The presence in the air of particles smaller than 10 microns leads to an increased risk of developing occupational diseases. To protect the health of workers, a number of specific technological measures are introduced to reduce dustiness in foundries.

Keywords: occupational safety and health, dust, foundry, human health, diseases, technological measures

REFERENCES

1. Rumyantseva A. Development of project of rules on labor protection in the foundry of machine-building organizations -: All-Russian Research Institute of Labor. - 2017. - No. 2 (27) - pp. 37-50.
2. Pachurin GV, Filippov AA Influence of complex impact of harmful factors of foundry manufacture on the level of occupational risk / XXI century. Technospheric security. -: Irkutsk National Research Technical University, - 2017. - № 2 - pp.10-17.
3. Doronin IE, Svyazhin AG Properties and mechanism of dust formation in steelmaking production / Journal of Metallurg. - M.:Metallurgizdat, - 2011. - № 12 - pp.37-43.
4. Lazarenkov, AM, Comprehensive Assessment of Foundry Workplaces in Working Conditions / AM Lazarenkov, SA Khoreva // Labor Protection and Social Protection. - 2009. - No. 11. - pp. 21-26.
5. Atayev S.S., Danilov N.N., Prykin B.V. et al. Technology of construction manufacture.– M.: Stroyizdat, 1984. - pp.35-36.
6. The Labor Code of the Russian Federation, item 216.
7. The Federal Law "On the Fundamentals of Labor Protection in the Russian Federation", item 11.

8. Federal rules and regulations in the field of industrial safety "Safety rules for the receipt, transportation, use of melts of ferrous and non-ferrous metals and alloys based on these melts.
9. Bol'shakov A. M. General Hygiene / Novikova I. M. — M.: Meditsina, 2002. — pp.186-188.
10. Radoutskiy V. YU. Occupational sanitation and occupational health / Radoutskiy V. YU., Partigul Ye. O., Yanishin V. V. // Training and methodology complex BSTU named after Shukhov. — 2005. — pp. 38-41.
11. Rules for labor protection in the foundry industry POT P M-002-97.
12. Omidianidost A., Ghasemkhani M., Golbabaei F., Azari M.R. Assessment of occupational exposure to dust and crystalline silica in foundries / Tanaffos — 2015. - № 11 — pp. 208-212.
13. Gomes J., Lloyd O., Norman N. The health of the workers in a rapidly developing country: effects of occupational exposure to noise and heat / Occupational medicine // Oxford University Press — 2002. — № 3 - p. — 121.
14. Ribeiro M.G., Filho W.R.P. Risk assessment of chemicals in foundries: the international chemical toolkit pilot-project / Journal of hazardous materials // Elsevier Science Publishing Company, Inc. — 2006. — № 3 - pp. — 432-437.
15. Rosenman Kenneth D., Reilly Mary Jo, Rice Carol, Hertzberg Vicki, Tsen Chin-Yu, Anderson Henry A. Silicosis among foundry workers: implication for the need to revise the OSHA standard / American journal of epidemiology // Oxford University Press. — 1996. - № 9 — p. — 890.
16. Robert C. Scholz. Control silica exposure in foundries / Thomas J. Slavin, Kay Rowntree — 2007. — pp. 1-1,1-6,1-14.

УДК 504:351.77

МОДЕЛЬ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ПЫЛИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. Л. Мурзинов, В. Я. Манохин, Е. И. Головина

Мурзинов Валерий Леонидович, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры пожарной и промышленной безопасности, e-mail: dr.murzinov@yandex.ru

Манохин Вячеслав Яковлевич, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: manohinprof@mail.ru.

Головина Елена Ивановна, Воронежский государственный технический университет, заместитель декана по учебной работе факультета инженерных систем в строительстве, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru.

К опасным и вредным факторам литейного производства относятся высокие концентрации пыли и вредных газов, выделяющихся на различных этапах технологического процесса. Определение гранулометрического состава предоставленной пробы порошка проводилась методом лазерной дифракции, реализуемой на лазерном анализаторе частиц Fritsch NanoTec «ANALISSETTE 22». Анализ пыли, образующейся на дробеструйном участке в процессе гранулометрического анализа, показал, что существует непосредственная угроза для органов дыхания. В процессе дробления 86,2 % выделяемой пыли имеют размер фракций менее 100 мкм. Эти фракции относятся к средней и тонкой пыли, проникающей в легкие и осаждающейся в них. По мнению специалистов, наличие в воздухе пыли размером менее 10 мкм увеличивает опасность получения профзаболеваний таких, как силикоз, бронхит, дерматит, конъюнктивит. Получена модель распределения частиц пыли по размерам.

Ключевые слова: рабочая зона, пыль, литейное производство, гранулометрический состав, гамма-распределение, метод фиксированных точек.

Введение. В технологии литейного производства на различных этапах технологического процесса, выделяются высокие концентрации пыли и вредных газов. Целью исследования является оценка дисперсного состава пыли, который определяет гигиеническое состояние рабочей зоны литейного производства.

При выполнении технологических процессов изготовления отливок, которые характеризуются большим числом операций, выделяются пыль, аэрозоли и газы [1]. Литейный цех машиностроительного производства располагается в городской застройке. Степень экологической безопасности определяется микроклиматом в зоне дробеструйной установки и межкорпусной зоне завода (при рассеивании выбросов) [2]. Состояние воздуха рабочей зоны литейного производства, как правило, не соответствует нормативным гигиеническим требованиям. Это определяется сложностью технологических процессов производства в целом [3].

Пыль, основной составляющей которой является кремнезём, образуется при приготовлении и регенерации формовочных и стержневых смесей, плавке литейных сплавов в различных плавильных агрегатах, выпуске жидкого металла из печи, внепечной обработке его и заливке в формы, на участке выбивки отливок, в процессе обрубки и очистки литья, при подготовке и транспортировке исходных сыпучих материалов.

Опасность пыли для здоровья определяется ее гранулометрическим составом, т.е. количественным соотношением в ней фракций пыли различных размеров [4, 5, 6, 7].

Описание лабораторной установки. Для определения размеров частиц пыли использовался метод гранулометрического анализа. Определение гранулометрического состава предоставленной пробы порошка проводилась в Воронежском государственном техническом университете в центре коллективного пользования им. проф. Ю.М. Борисова.



Рис. 1. Общий вид лазерного анализатора Fritsch NanoTec «ANALISSETTE 22»

Был применён метод лазерной дифракции, реализуемой на лазерном анализаторе частиц Fritsch NanoTec «ANALISSETTE 22» (рис. 1) с пакетом управляющих программ Fritsch Mas control, в соответствии с требованиями ISO 13320-2009.

Принцип дифракции лазерного излучения на дисперсных образцах заключается в том, что при попадании на частицу порошка лазерный луч отклоняется на некоторый угол, зависящий от размера частицы. Далее рассеянный луч попадает на детектор. Измерение интенсивности излучения, попавшего на каждый элемент детектора, и последующая математическая обработка сигнала позволяют определить размер частиц образца и оценить их форму.

Для исследования частиц в анализаторе осуществлялось сравнение лазерного излучения от образцов и объекта исследования. При этом использовалась дифракционная модель Фраунгофера. Данная модель применяется только для образцов с частицами крупнее 0,1 мкм (100 нм).

Обработка полученных результатов. По результатам проведенного анализа определен гранулометрический состав представленной пробы. Результаты, сформированные программным обеспечением анализатора Fritsch NanoTec «ANALISSETTE 22», приведены в табл. 1.

В табл. 1 для фиксированного значения долевого содержания частиц определён максимальный её размер. В результате исследования состава пыли установлено, что частицы размером меньше или равно 115.049 мкм в пробе содержится около 90 %, а крупных частиц (более 115.049 мкм) 10%. Наиболее опасными для человека являются пыли, частицы которых имеют размер от 0,2 мкм до 10 мкм, так как вызывают пневмокониозы, а при наличии пленки SiO₂ силикозы.

В табл. 2 показаны результаты обработки исходного статистического материала для получения эмпирической зависимости, связывающей доленое содержание и размер частиц предоставленной пробы.

Таблица 1

Гранулометрический состав пробы

Значение, %	размер частиц, мкм	Значение, %	размер частиц, мкм	Значение, %	размер частиц, мкм
5.0%	<= 19.285 мкм	10.0%	<=26.295мкм	15.0%	<=30.679мкм
20.0%	<=34.802мкм	25.0%	<=38.617мкм	30.0%	<=42.615мкм
35.0%	<=46.354мкм	40.0%	<=50.105мкм	45.0%	<=53.895мкм
50.0%	<=57.549мкм	55.0%	<=61.440мкм	60.0%	<=65.570мкм
65.0%	<=70.497мкм	70.0%	<=75.998мкм	75.0%	<=82.355мкм
80.0%	<=89.220мкм	85.0%	<=97.614мкм	90.0%	<=115.049мкм
95.0%	<=162.398мкм	99.0%	<=189.947мкм		

Таблица 2

Долевое содержание частиц зафиксированного размера в пробе

i	Исходные данные		j	Результат вычислений	
	Φ_i , долевое содержание частиц	d_i , размер частиц, мкм		$d_j = \frac{d_i + d_{i+1}}{2}$, мкм	$f_s(d_j) = \frac{\Phi_{i+1} - \Phi_i}{d_{i+1} - d_i}$
0.	0,0	0,0	0	—	—
1.	0,05	≤ 19,29	1	9,6	0,0026
2.	0,1	≤ 26,30	2	22,8	0,0071
3.	0,15	≤ 30,68	3	28,5	0,0114
4.	0,2	≤ 34,80	4	32,7	0,0121
5.	0,25	≤ 38,62	5	36,7	0,0131
6.	0,3	≤ 42,62	6	40,6	0,0125
7.	0,35	≤ 46,35	7	44,5	0,0134
8.	0,4	≤ 50,11	8	48,2	0,0133
9.	0,45	≤ 53,90	9	52,0	0,0132
10.	0,5	≤ 57,55	10	55,7	0,0137
11.	0,55	≤ 61,44	11	59,5	0,0129
12.	0,6	≤ 65,57	12	63,5	0,0121
13.	0,65	≤ 70,50	13	68,0	0,0101
14.	0,7	≤ 76,00	14	73,2	0,0091
15.	0,75	≤ 82,36	15	79,2	0,0079
16.	0,8	≤ 89,22	16	85,8	0,0073
17.	0,85	≤ 97,61	17	93,4	0,0060
18.	0,9	≤ 115,05	18	106,3	0,0029
19.	0,95	≤ 162,40	19	138,7	0,0011
20.	0,99	≤ 189,95	20	180,7	0,0014

Для большей наглядности, данные таблицы 2 представлены в графическом виде на рис. 2 и рис. 3.

Моделирование гранулометрического состава пыли. Подходы к моделированию состава пыли были осуществлены в работах [9, 10]. В этих работах показано, что в рабочей зоне литейных цехов кроме пыли выделяется значительное количество загрязняющих веществ. Наиболее неблагоприятными

участками с позиции выделения пыли являются камеры и решетки. Однако с позиции моделирования отмечено, что в составе пыли весовое содержание фракций с диаметром до 20 мкм достигает 43,8% по массе. Даная пыль наиболее опасна для здоровья работающего персонала и создает проблемы при очистке воздуха.

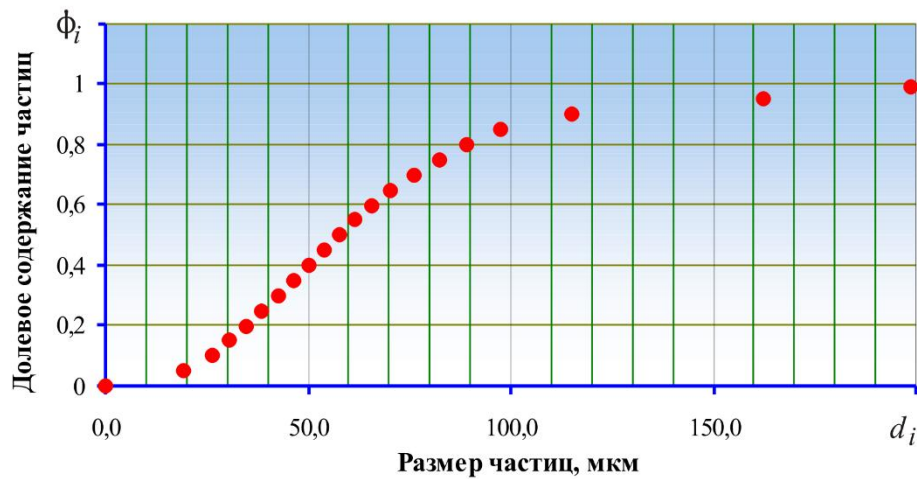


Рис. 2. Графическое представление данных табл. 2 (аналог функции распределения [8]).

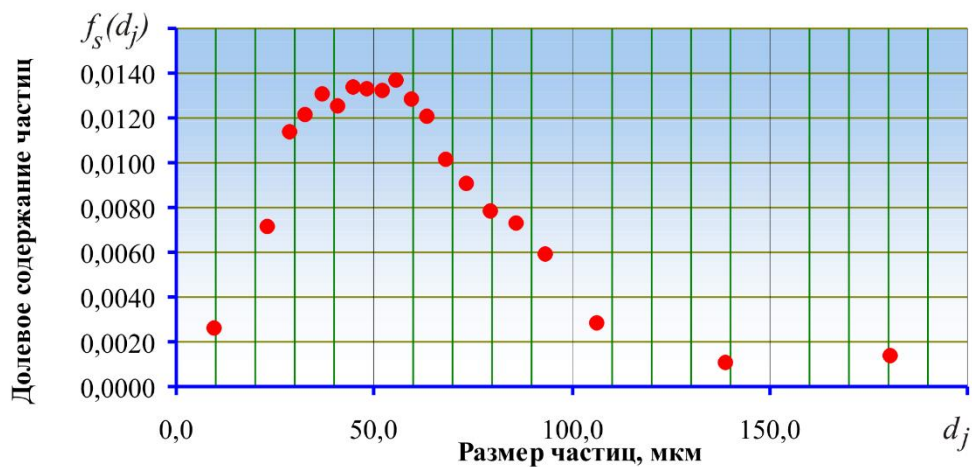


Рис. 3. Графическое представление данных табл. 2 (аналог функции плотности распределения [8]).

Для построения эмпирической зависимости, связывающей размер частицы и её долевое содержание в предоставленной пробе, были приняты следующие условные обозначения:

ϕ_i – долевое содержание частиц в предоставленной пробе;

d_i – фиксированный диаметр, полученный на лазерном анализаторе частиц пыли Fritsch NanoTec «ANALISETTE 22» с пакетом управляющих программ Fritsch Mas control, мкм;

$Q_S(d_i)$ – эмпирическая функция, построенная по значениям табл. 3, является аналогом функции распределения для случайной величины;

$Q_N(d_i)$ – функция нормального закона распределения;

$Q_U(d_i)$ – функция нормального усечённого закона распределения;

$Q_\Gamma(d_i)$ – функция Гамма-распределения;

$Q_B(d_i)$ – функция распределения Вейбулла;

$f_S(d_j)$ – эмпирическая функция плотности распределения, являющейся статистическим аналогом функции плотности распределения;

$f_N(d_j)$ – функция плотности нормального закона распределения;

$f_U(d_j)$ – функция плотности нормального усечённого закона распределения;

$f_\Gamma(d_j)$ – функция плотности Гамма-распределения;

$f_B(d_j)$ – функция плотности распределения Вейбулла;

d_j – средний диаметр, полученный в результате вычисления $\frac{d_i + d_{i+1}}{2}$, показан в табл.2, мкм.

Расположение точек на графике на рис. 2 и рис. 3 по своей сущности представляют собой функцию распределения и функцию плотности распределения, которые являются основополагающими в теории вероятности. Существуют различные виды функций распределения. Наиболее употребительными, обладающими высокой гибкостью, является функция нормального распределения; функция нормального усечённого распределения; функция гамма-распределения; функция распределения Вейбулла.

Анализ применения таких функций как, степенные, логарифмические, показательные и т.д., показал, что эмпирические зависимости, построенные на этих функциях, недостаточно качественно описывают статистические данные.

Вид графического представления статистики очень напоминает функцию распределения, относящуюся к теории вероятности. Поэтому можно с большой долей уверенности использовать законы распределения из теории вероятности для моделирования granulометрического состава пыли. Были рассмотрены наиболее употребительные законы распределения, такие как

1) нормальный закон распределения:

$$Q_N(d) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf} \left(\frac{d - m_x}{\sigma_x \sqrt{2}} \right), \quad (1)$$

где $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-t^2) dt$ – функция ошибок,

m_x и σ_x – параметры распределения.

$$f_N(d) = \frac{\partial}{\partial d} [Q_N(d)] = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{(d - m_x)^2}{2\sigma_x^2} \right), \text{ мкм}^{-1} \quad (2)$$

2) усечённый нормальный закон распределения:

$$Q_U(d) = 1 - \frac{1 - \operatorname{erf} \left(\frac{d - m_x}{\sigma_x \sqrt{2}} \right)}{1 + \operatorname{erf} \left(\frac{m_x}{\sigma_x \sqrt{2}} \right)}. \quad (3)$$

$$f_U(d) = \frac{\partial}{\partial d} [Q_U(d)] = \frac{\sqrt{2}}{\sigma_x \sqrt{\pi}} \frac{\exp \left(-\frac{(d - m_x)^2}{2\sigma_x^2} \right)}{1 + \operatorname{erf} \left(\frac{m_x}{\sigma_x \sqrt{2}} \right)}, \text{ мкм}^{-1}. \quad (4)$$

3) Закон гамма-распределения:

$$Q_\Gamma(d) = \frac{\lambda^k}{\Gamma(k)} \int_0^d t^{k-1} \exp(-\lambda \cdot t) dt, \quad (5)$$

где $\Gamma(k) = \int_0^1 \left(\ln \left(\frac{1}{x} \right) \right)^{k-1} dx$ – гамма-функция, λ

и k – параметры распределения.

$$f_\Gamma(d) = \frac{\partial}{\partial d} [Q_\Gamma(d)] = \frac{\lambda^k}{\Gamma(k)} d^{k-1} \exp(-\lambda \cdot d), \text{ мкм}^{-1}. \quad (6)$$

4) Закон распределения Вейбулла:

$$Q_B(d) = 1 - \exp(-\lambda \cdot d^k). \quad (7)$$

$$f_B(d) = \frac{\partial}{\partial d} [Q_B(d)] = \lambda \cdot d^{k-1} \exp(-\lambda \cdot d^k), \text{ мкм}^{-1} \quad (8)$$

Наиболее эффективным оказалось гамма-распределение. Для получения эмпирической зависимости на основе функции Гамма-распределения применялся метод выбранных точек. В качестве пробных точек были выбраны точки: 0,35(46) и 0,65(70). Подставляя в уравнение (5) выбранные точки составим систему двух уравнений

$$\left. \begin{aligned} 0.35 &= \frac{\lambda^k}{\Gamma(k)} \int_0^{46} t^{k-1} \exp(-\lambda \cdot t) dt \\ 0.65 &= \frac{\lambda^k}{\Gamma(k)} \int_0^{70} t^{k-1} \exp(-\lambda \cdot t) dt \end{aligned} \right\}, \quad (9)$$

решением которой будет: $k = 3.1$; $\lambda = 0.048 \text{ мкм}^{-1}$, и подставляя эти параметры в формулу (5), получим эмпирическую зависимость для исходного статистического материала

$$Q_\Gamma(d) = \frac{(0.048)^{3.1}}{\Gamma(3.1)} \int_0^d t^{3.1-1} \exp(-0.048 \cdot t) dt \quad (10)$$

Функция (10) показана на рис. 5 совместно с экспериментальными точками из табл. 2.

Для получения функции плотности распределения в уравнение (6) подставим найденные параметры $k = 3.1$; $\lambda = 0.048 \text{ мкм}^{-1}$ и получим

$$f_\Gamma(d) = \frac{(0.048)^{3.1}}{\Gamma(3.1)} d^{3.1-1} \exp(-0.048 \cdot d) \quad (11)$$

График функции (11) и статистические данные из табл. 2 показаны на рис. 5. Сходимость экспериментальных и теоретических

значений проверялась с использованием критерия Пирсона χ^2 . Теоретическое значение χ_T^2 при числе степеней свободы 17 и уровню значимости 0,1 получается $\chi_T^2 = 24,7$. Для функции (10) критерий Пирсона составит

$\chi_{10}^2 = 0,257$, для функции (11) – $\chi_{11}^2 = 0,097$, что значительно меньше теоретического значения. Следовательно, предложенная модель описания распределения частиц по размеру в пробе не отвергается.

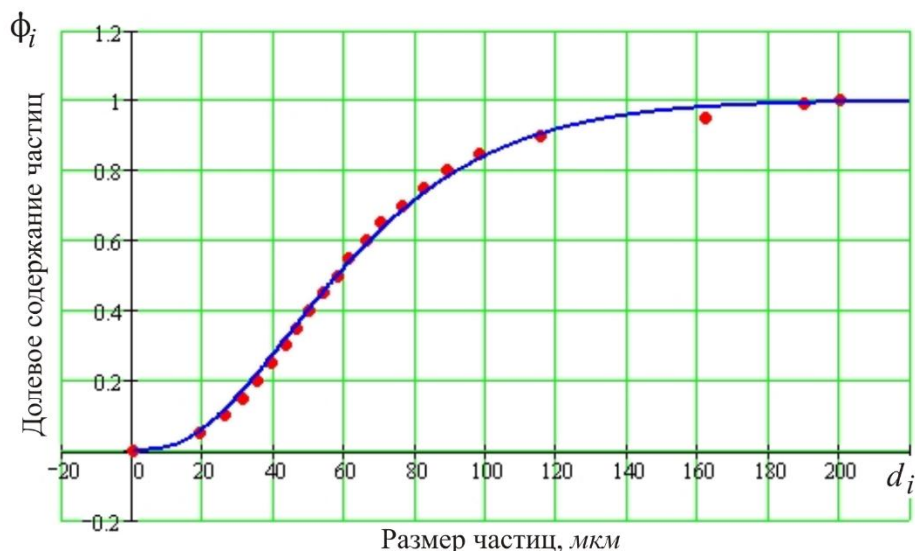


Рис. 4. Гамма-распределение. Функция распределения с параметрами $k = 3.1$; $\lambda = 0.048 \text{ мкм}^{-1}$

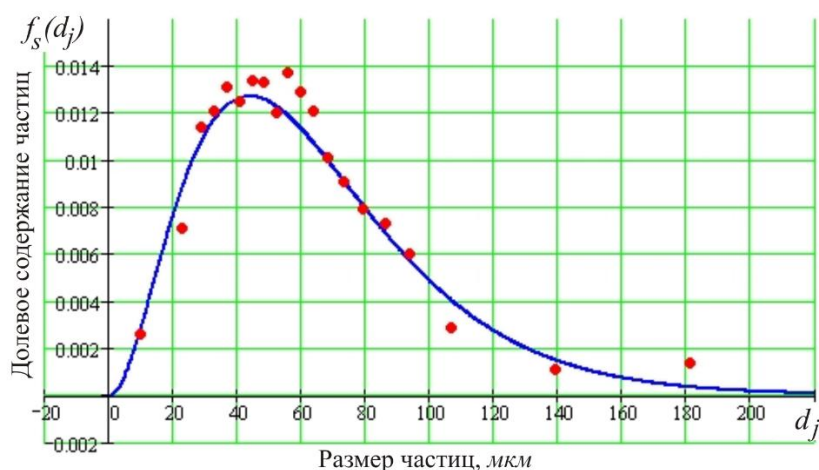


Рис. 5. Гамма-распределение. Функция плотности распределения с параметрами $k = 3.1$; $\lambda = 0.048 \text{ мкм}^{-1}$

Выводы. Статистические данные по гранулометрическому составу пыли, полученные на лазерном анализаторе частиц пыли Fritsch NanoTec «ANALISSETTE 22» с пакетом управляющих программ Fritsch Mas control мало информативны. Проведя статистическую обработку исходных данных и используя известные законы распределения: нормальный, нормальный усечённый, гамма-распределения, распределение Вейбулла, удалось получить эмпирическую зависимость

плотности распределения количества частиц в зависимости от их размера. Полученные эмпирические зависимости (5) и (6) показали хорошую сходимость со статистическими данными, что подтверждается критерием Пирсона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головина Е.И. Опасные и вредные факторы литейного производства и их влияние на состояние атмосферы в рабочей зоне // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19, № 23 – С. 126–131.
 2. Трухов Ю.А. Технология литейного производства: литье в песчаные формы / А.П. Трухов, Ю.А. Сорокин, М. Ю. Ершов; под ред. А.П. Трухова. – М.: Академия, 2005. – 524 с.
 3. Болдин, А.Н. Литейное производство с точки зрения экологии / А.Н. Болдин // Литейное производство. – 2005. – № 3. – С. 33-34.
 4. Головина Е.И., Манохин В.Я., Иванова И.А. Оценка опасных факторов литейного производства // Комплексные проблемы техносферной безопасности – материалы Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 170–173.
 5. Иванова И.А. Определение коэффициента экологической опасности литейного производства // Вестник ДГТУ. – 2010. – Т.10, №3 (46). – С. 406–409.
 6. Иванова И.А. Оценка дисперсного состава пыли участка черного литья / И.А. Иванова, В.Я. Манохин // Вестник ДГТУ. – 2010. – Т.10, №2 (45). – С. 200–204.
 7. Иванова И.А., Манохин В.Я., Головина Е.И. Оценка запыленности рабочей зоны дробеструйного участка и выбивных решеток литейного производства. Комплексные проблемы техносферной безопасности - материалы XI Международной научно-практической конференции. г. Воронеж, 2015.
 8. Королук В.С. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / В.С. Королук, Н.И. Портенко, А.В. Скороход, А.Ф. Турбин. – М.: Наука, 1985. – 640 с.
 9. Мурзинов В.Л. Модель идентификации процесса запылённости воздуха рабочей зоны в литейном производстве / В.Л. Мурзинов, В.Я. Манохин, И.А. Иванова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №10(74). С. 233 – 244. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/14.pdf> , 0,75 у.п.л.
 10. Манохин В.Я. Модели и методы систем управления экологической безопасностью литейного производства / В.Я. Манохин, В.Ф. Асминин, В.Л. Мурзинов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №10(74). С. 104 – 112. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/11.pdf> , 0,5 у.п.л.
-

THE MODEL DENSITY DISTRIBUTION OF THE PARTICLE SIZE OF DUST FOUNDRY

V. L. Murzinov, V. Ya. Manohin, E. I. Golovina

Murzinov Valery Leonidovich, Voronezh state technical University, doctor of technical Sciences, professor of fire and industrial safety, e-mail: dr.murzinov@yandex.ru

Manokhin Vyacheslav Yakovlevich, Voronezh State Technical University, doctor of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: manohinprof@mail.ru.

Golovina Elena Ivanovna, Voronezh state technical University, deputy dean for academic affairs faculty of engineering systems in construction, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru.

ABSTRACT

Dangerous and harmful factors of the foundry are high concentrations of dust and harmful gases emitted at different stages of the process. Determination of granulometric composition of given sample of powder was carried out using laser diffraction, implemented on a laser particle analyzer Fritsch NanoTec "ANALISSETTE 22". Analysis of dust from the blasting area during the granulometric analysis showed that there is an immediate threat to the

respiratory system. In the process of crushing 86.2% of emitted dust have a particle size less than 100 microns. These fractions refer to medium and fine dust penetrating into the lungs and are deposited in them. According to experts, the presence in the air of dust smaller than 10 μm increases the danger of getting occupational diseases such as silicosis, bronchitis, dermatitis, conjunctivitis. The resulting model distribution of dust particles in size.

Keywords: working area, dust, foundry, particle size distribution, gamma distribution, the method of fixed points

REFERENCES

1. Golovina E. I. Dangerous and harmful factors of the foundry and their influence on the state of the atmosphere in the working area // Bulletin of technological University. – 2016. – Vol. 19, No. 23 Pp. 126-131.
2. Trunov Yu. A. Foundry Technology: sand casting / Trunov A. P., Y. A. Sorokin, M. Yu. Ershov; ed. by A. P. Trunova. – M.: Academy, 2005. – 524 p.
3. Boldin, A. N. The foundry from the point of view of ecology / A. N. Boldin // Foundry production. – 2005. – No. 3. – Pp. 33-34.
4. Golovina E. I., Manokhin V. Ya., Ivanova I. A. Assessment of dangerous factors in foundry // the Complex problems of technosphere safety – materials of International scientific-practical conference. – 2016. – S. 170-173.
5. Ivanova I. A. Determination of environmental hazards of foundry production // Herald DGTU. – 2010. – Vol. 10, No. 3 (46). – S. 406-409.
6. Ivanova I. A. Estimation of disperse composition of dust section of the black casting / I. A. Ivanov, V. I. Manokhin // Herald DGTU. – 2010. – Vol. 10, No. 2 (45). – S. 200-204.
7. Ivanova I. A., Manokhin V. J., Golovina, E. I., assessment of the dustiness of the working area of the blast site and kick gratings foundry. Complex problems of technosphere safety - proceedings of the XI International scientific-practical conference. Voronezh, 2015.
8. Korolyuk, V. S., Handbook on probability theory and mathematical statistics / V. S. Korolyuk, N. And. Portenko, A. V. Skorokhod, And A. F. Turbin. – M.: Nauka, 1985. – 640 p
9. Murzinov V. L. Model identification of the process of air dustiness of the working area in foundry / V. L. Murzinov, Manohin V. I., Ivanov I. A. // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University (the Scientific magazine of Kubsau) [an Electronic resource]. – Krasnodar: Kubsau, 2011. – №10(74). P. 233 – 244.
10. Manokhin V. J. Models and methods systems of environmental control, foundry / V. I. Manokhin, V. F. Osminin, V. L. Murzinov // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University (the Scientific magazine of Kubsau) [an Electronic resource]. – Krasnodar: Kubsau, 2011. – №10(74). P. 104 – 112.

УДК 628.4

ОЗЕЛЕНЕНИЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОСФЕРНОГО ОБЪЕКТА

Н.В. Денисенко, Т. В. Ашихмина, Т. В. Овчинникова, П. С. Куприенко

Денисенко Надежда Владимировна, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры техносферной и пожарной безопасности

Ашихмина Татьяна Валентиновна, Воронежский государственный технический университет, кандидат географических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: TV6234@yandex.ru

Овчинникова Татьяна Валентиновна, Воронежский государственный технический университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: TVO0104@mail.ru.

Куприенко Павел Сергеевич, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, заведующий кафедрой пожарной и промышленной безопасности, e-mail: togochs@mail.ru

В статье рассмотрены проблемы благоустройства санитарно-защитной зоны Борисоглебского мясокомбината, а также разработан проект озеленения данного предприятия. Зеленые насаждения и оборудованные места отдыха способствуют снижению негативного воздействия и созданию комфортного микроклимата.

Ключевые слова: санитарно-защитная зона, благоустройство, промышленное предприятие.

В современных условиях повышения техногенной нагрузки на окружающую среду особое значение приобретают вопросы экологической защиты среды обитания человека. Обязательным элементом любого объекта, который является источником воздействия на среду обитания и здоровье человека является санитарно-защитная зона.

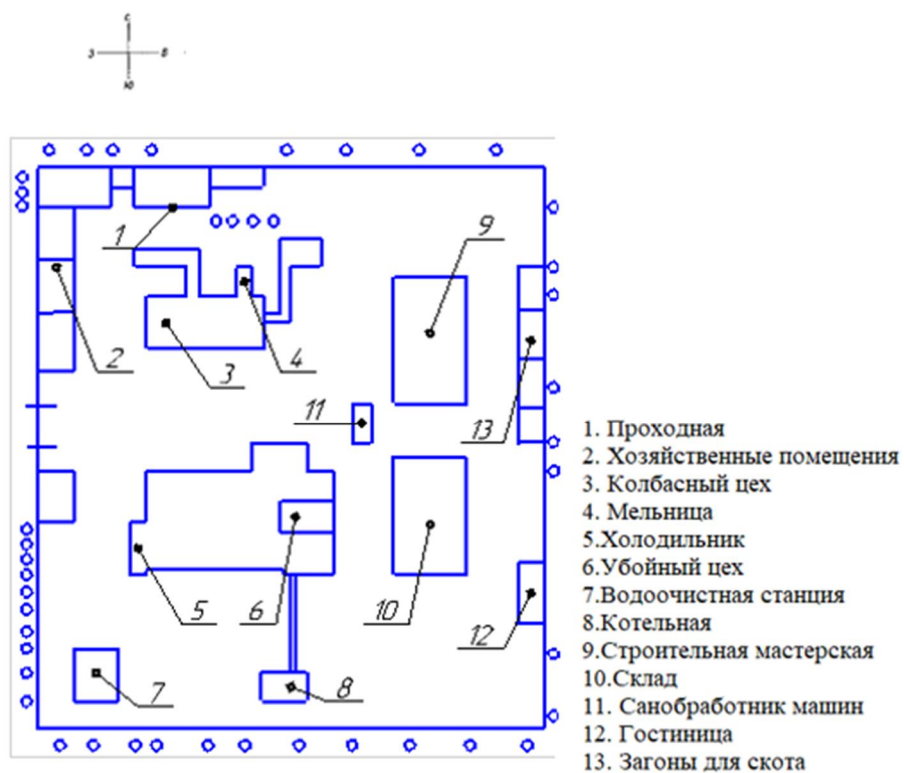
В проекте ССЗ огромное значение отводится озеленению ее территории. Зеленые насаждения способствуют снижению негативного воздействия промышленного объекта на окружающую природную среду, а оборудованные места отдыха для персонала предприятия создают комфортный микроклимат.

В практике проектирования и строительства промышленных предприятий удельный вес насаждений на заводских территориях различен. По нормам проектирования промышленных предприятий площадь озеленения должна составлять не менее 15—20 % площади территории предприятия [1].

Зеленые насаждения на территории предприятий высаживают в различных комбинациях, чередуя по возможности деревья с кустарниками и газонами. Благоприятно влияют на микроклимат территории промышленного предприятия открытые водоемы, фонтаны и брызгальные бассейны [2].

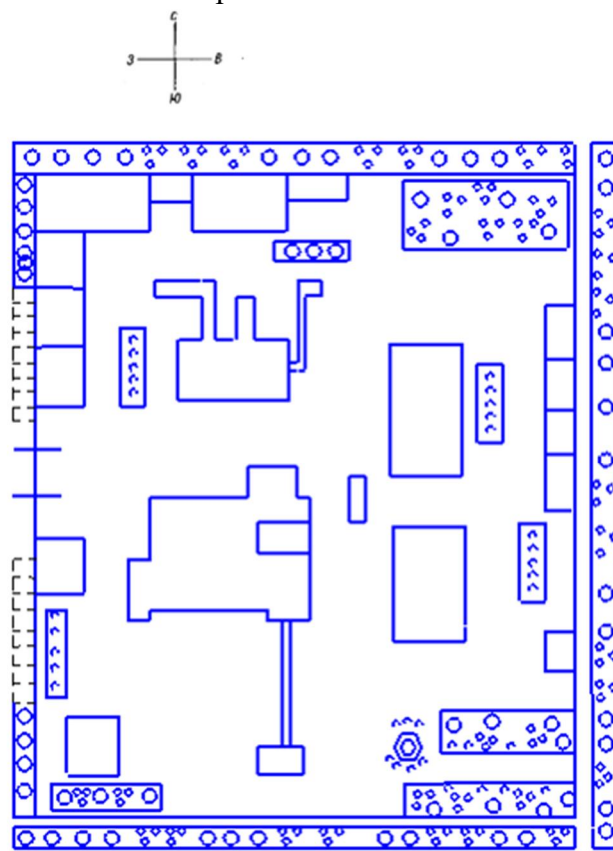
Нами разработаны предложения по озеленению санитарно-защитной зоны предприятия пищевой промышленности - Борисоглебского мясокомбината (рис.1,2).

На территории данного предприятия озеленению подлежат следующие участки фабрично-заводских территорий: площади перед входом на предприятие и перед его общественными и административными зданиями; места отдыха рабочих и служащих; внутризаводские дороги; свободные пространства вокруг отдельных производственных складских и подсобных зданий. В систему озеленения предприятия включены также защитные посадки на его территории и вне границ предприятия.



Масштаб 1:5000

Рис. 1. План Борисоглебского мясокомбината



Масштаб 1: 5000

Рис. 2. План благоустройства Борисоглебского мясокомбината

Для защиты от неблагоприятных климатических факторов, обеспечено создание затененных зеленым пешеходных дорожек, фонтанов (для повышения влажности воздуха на территории), защитных зон от ветров и т.д.

Потоки пешеходного и грузового движения на предприятии могут быть разделены при помощи зеленых насаждений, а в других случаях — организацией движения в двух уровнях.

Зеленые насаждения, фонтаны и прочие элементы благоустройства и декоративного оформления мясокомбината разместили с таким расчетом, чтобы не удлинять грузопотоки или не препятствовать движению пешеходов на производственной территории [3]. Например, между цехами, тесно связанными друг с другом в процессе производства, кустарник, полосы газона или цветы размещают вдоль тротуара и у стен зданий, но так, чтобы насаждения не увеличивали разрыва между зданиями. Между взаимосвязанными цехами нецелесообразно сажать высокие деревья, так как по противопожарным и агротехническим нормам оптимальное расстояние между ними и стенами зданий не менее 7 м. Соблюдение этого правила приведет к увеличению разрывов между цехами и соответственно к удлинению пути перемещения грузов.

Зона отдыха на территории промышленного предприятия — очень важный вопрос. Зеленый и цветы создают в них здоровую обстановку для отдыха в обеденный перерыв, а также благоприятные в санитарном отношении условия для общественной работы до и после смены. Поэтому места отдыха размещают в стороне от наиболее вредных цехов и магистралей с интенсивным движением транспорта, но не слишком далеко от цехов с наибольшим числом рабочих, изолируя от остальной территории плотными посадками [3].

По обеим сторонам дороги размещены деревья в один ряд газон.

На перекрестках посадка деревьев недопустима, так как они мешают водителю видеть дорогу. Здесь следует ограничиться посадкой кустарника.

При озеленении пешеходных дорог применяют следующие правила: посадку деревьев с одной или с обеих сторон; посадку деревьев и полосы кустарника с одной или с обеих сторон; устройство полосы газона с одной или с обеих сторон; посадку цветов с одной или с обеих сторон. Перечисленные приемы применяют в разнообразных сочетаниях. При большой протяженности пешеходной дороги использование одного и того же приема озеленения создает впечатление монотонности, поэтому приемы рекомендуется чередовать. Так, если большая часть дороги обсажена с двух сторон деревьями и полосой кустарника, целесообразно через каждые 80—100 м делать разрывы в линейной посадке и заполнять их газонами и цветами (рис.3).

Ширина пешеходных дорог промышленного предприятия определяется мощностью потока пешеходов и архитектурно-планировочными соображениями. На ровном рельефе прямая дорога большой протяженности, обсаженная с двух сторон деревьями (при недостаточной ее ширине), создает впечатление узкого коридора. Поэтому рекомендуется следующее соотношение длины и ширины пешеходных дорог: при длине до 50 м ширина должна быть не менее 3 м, до 300 — не менее 5, до 600 — не менее 8, до 1000 м — не менее 10 м.

В озеленении промышленных предприятий особое место занимают защитные зоны между промышленными предприятиями и городом. Необходимо не только оставлять требуемый по санитарным нормам разрыв между промышленным предприятием и жилой застройкой, но и благоустраивать эту территорию. Для этого по внешнему периметру зоны мясокомбината нужно разместить деревья и кустарники, образующие заслон необходимой плотности, а также для дополнительного озеленения территории использовали газон.

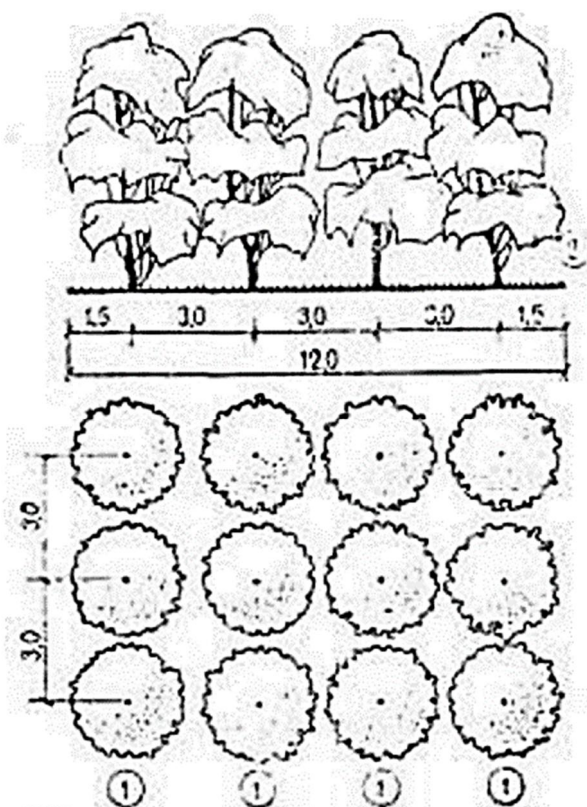


Рис. 3. Конструкция лесозащитной полосы фильтрующего типа:
1 - деревья главной породы; 2 – газон

Рациональное и экономное размещение зеленых насаждений проведено с использованием местных видов растений с учетом окружающего ландшафта, климатических и почвенных условий, санитарно-защитных и декоративных свойств растений, а также устойчивости древесно-кустарниковых пород против вредного воздействия газов, дыма, пыли и других особенностей химических предприятий [2].

Для озеленения территории мясокомбината предложены следующие виды деревьев и кустарников: черемуха, береза, вяз

обыкновенный, клен, тополь бальзамический и канадский, боярышник, жимолость, сирень, осина, айва, шиповник, дуб красный.

Озеленение СЗЗ промышленных объектов наряду с использованием инженерного экозащитного оборудования является обязательным природоохранным условием. Проектирование зеленых насаждений с учетом специфики предприятия позволяет существенно снизить загрязнение окружающей среды в зоне его воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заиченко А.И. Санитарные правила для предприятий мясной промышленности (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 27.03.1985 N 3238-85, Минмясомолпромом СССР 05.08.1985).
2. Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий - М.: Стройиздат, 1984.- 53 с.
3. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. Проектирование садов и парков / В.Ф. Гостев, Н.Н. Юскевич – М.: Стройиздат, 2012. – 344с.

GREENING OF THE SANITARY - PROTECTIVE ZONE OF INDUSTRIAL ENTERPRISE AS A FACTOR OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE TECHNOSPHERIC OBJECT

N.V.Denisenko, T.V. Ashihmina, T.V. Ovchinnikova, P.S. Kuprienko

Denisenko Nadezhda Vladimirovna, Voronezh State Technical University, graduate student of technospheric and fire safety department.

Ashihmina Tatyana Valentinovna, Voronezh State Technical University, candidate of geographical sciences, docent of technospheric and fire safety department, e-mail: TV6234@yandex.ru

Ovchinnikova Tatyana Valentinovna, Voronezh State Technical University, candidate of biological sciences, docent of technospheric and fire safety department, e-mail: TVO0104@mail.ru/

Kuprienko Pavel Sergeevich, Voronezh state technical University, doctor of technical sciences, head. the Department of fire and industrial safety, e-mail: togochs@mail.ru.

ABSTRACT

The article discusses the problems of improving the sanitary protection zone of the Borisoglebsk meat-packing plant, and also the greening project of the enterprise. Green areas and equipped recreation facilities contribute to reducing the negative impact and creating a comfortable microclimate.

Keywords: sanitary protection zone, accomplishment, industrial enterprise.

REFERENCES

1. Zaichenko A.I. Health regulations for the enterprises of the meat industry (it is approved as the Chief state health officer of the USSR 27.03.1985 N 3238-85, Minmyasomolprom of the USSR 05.08.1985)
2. Guide to projection of sanitary protection zones production the enterprises - M.: Stroyizdat, 1984. - 53 pages.
3. Gostev V.F., Yuskevich N.N. Projection of gardens and parks / V.F. Gostev, N.N.Yuskevich – M.: Stroyizdat, 2012. – 344 pages.

УДК 69.059.62

АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ ПО СНОСУ ЧАСТИ ЗДАНИЙ БЫВШЕГО ИНТЕРНАТА

М. В. Бычкова, С. Д. Николенко

Бычкова Марина Викторовна, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры техносферной и пожарной безопасности.

Николенко Сергей Дмитриевич, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: nikolenkopb1@yandex.ru.

Выполнен анализ решений по сносу части зданий бывшего интерната перед строительством детского сада. Подробно проанализирован основной метод сноса зданий, а именно, механический метод. Произведены расчеты опасных зон при демонтаже в зависимости от высоты демонтируемых объектов и зон возможного развала стен сносимых зданий. Обосновано решение по безопасным методам ведения работ.

Ключевые слова: демонтаж, методы сноса, механический метод, опасные зоны.

Введение. Снос здания — контролируемая ликвидация здания путём разборки и обрушения. Снос считается исключительной мерой, связанной с объективными обстоятельствами (например, высокий физический и моральный износ, аварийное состояние). Снос зданий имеет четко выраженную стратегическую направленность. Это обусловлено тем, что демонтаж сооружений представляет собой первое звено в цепочке строительных работ на определенном участке. Он включает в себя целый спектр работ. Это, например: демонтаж фундамента, стен и старых инженерных коммуникаций.

Часто для постройки нового здания необходимо снести старые постройки, если это предусмотрено проектом. Именно такой вариант мы рассмотрим в данной работе. При освобождении строительной площадки для нового строительства, часто выполняют работы по разборке существующих зданий.

При проведении анализа решений по сносу части зданий бывшего интерната использовалась нормативная, методическая и научная литература [1-5].

Характеристика сносимых зданий. Для анализа возможности постройки детского сада, была рассмотрена площадка, с расположенными на ней зданиями бывшего интерната (рис.1). Сносимые здания показаны заштрихованными и имеют нумерацию.

Согласно заданию на проектирование, демонтажу подлежат три нежилых здания, два туалета, столовая, склад, здание гаражей с котельной, дымовая труба, ограждение из деревянных панелей по металлическим столбам, ограждение из деревянных панелей по кирпичным столбам. Характеристика сносимых объектов приведена далее.

Разбираемое здание №1 имеет сложную форму с максимальными размерами в плане 30.0х18.7м, деревянные стены, деревянные полы, бутовый фундамент, деревянную стропильную систему, обрешётку из досок, обшивку фронтонов досками, покрытие кровли из металлических листов.

Разбираемое здание №2 размерами в плане 8.15х7.75м, имеет деревянные стены, деревянные полы, бутовый фундамент, кирпичный цоколь, кровлю из металлических листов по деревянной стропильной системе.

Разбираемое здание №3 имеет сложную форму с максимальными размерами в плане 21.95х12.6м, деревянные стены, деревянные полы, бутовый фундамент, кирпичный цоколь, деревянную стропильную систему, обрешётку из досок, обшивку фронтонов досками, покрытие кровли из металлических листов.

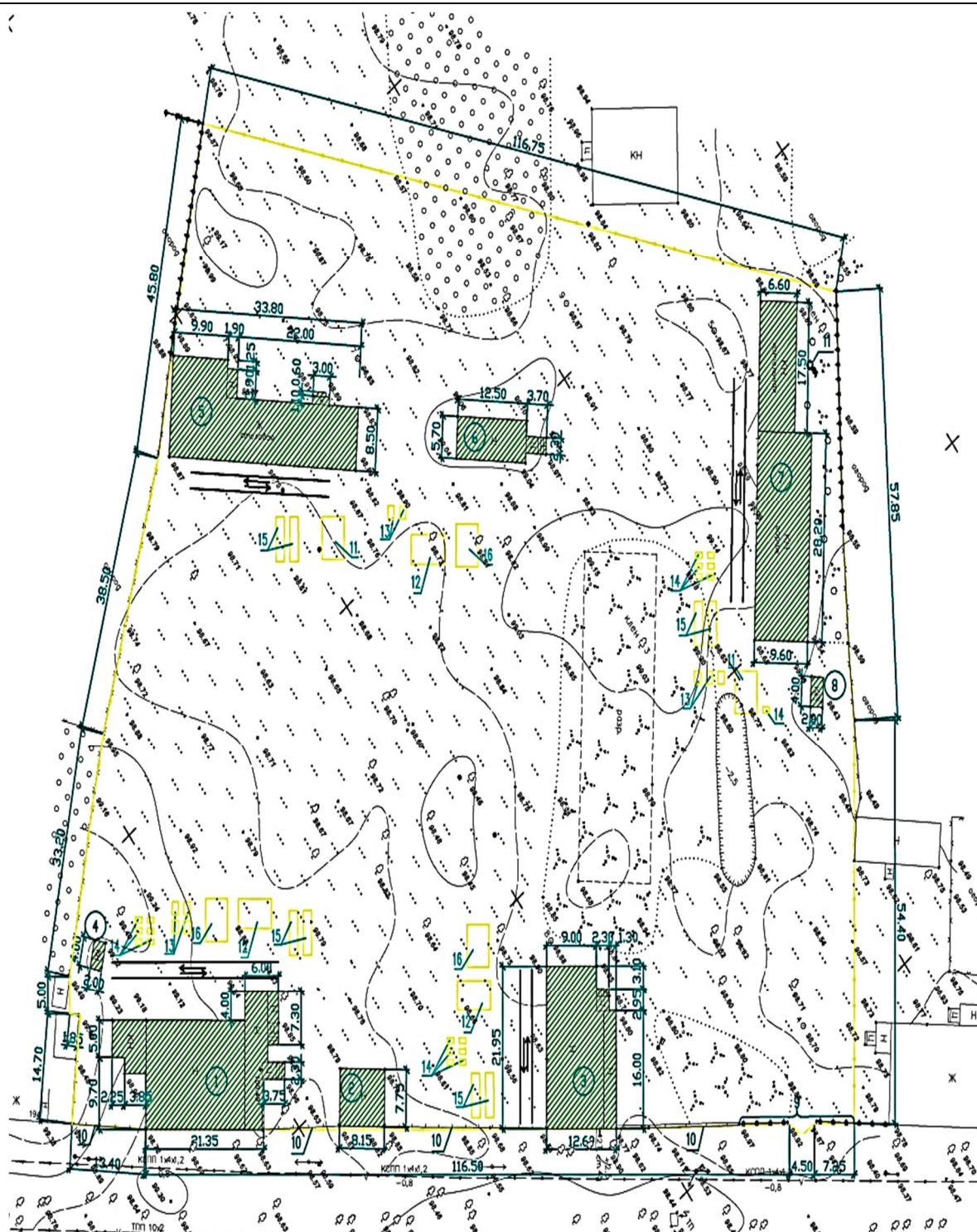


Рис. 1. Схема расположения сносимых зданий

Разбираемое здание №4 (туалет) размером в плане 4.0х2.0м имеет кирпичные стены, бетонное основание, покрытие кровли из волнистых асбестоцементных листов по деревянному настилу.

Разбираемое здание №5 (столовая) здание имеет сложную форму с максималь-

ными размерами в плане 33.8х13.6м, деревянные стены, деревянные полы, бутовый фундамент, деревянную стропильную систему, обрешётку из досок, обшивку фронтонов досками, покрытие кровли из металлических листов. Частично обшит металлом.

Разбираемое здание №6 (склад) размером в плане 12.5х5.7м, имеет деревянные

стены, деревянный пол, бутовый фундамент, деревянную стропильную систему обрешётку из досок, обшивку фронтонов металлическими листами покрытие кровли из волнистых асбестоцементных листов.

Разбираемое здание №7 (гаражи с котельной) размером в плане 12.5х5.7м, имеет деревянные стены, деревянный пол, бутовый фундамент, деревянную стропильную систему обрешётку из досок, обшивку фронтонов металлическими листами покрытие кровли из волнистых асбестоцементных листов.

Разбираемое здание №8 (туалет) размером в плане 4.0х2.0м имеет кирпичные стены, бетонное основание, покрытие кровли из волнистых асбестоцементных листов по деревянному настилу.

Демонтируемая дымовая металлическая труба имеет диаметр $\varnothing=630$ мм и высоту $h=15$ м.

Демонтируемое ограждение из кирпича и деревянных панелей представляет собой кирпичные столбы 380х380 мм, установленные с шагом 2300мм, между которыми выполнены панели из досок. Высота ограждения-2.5м, общая длина ограждения-20м.

Демонтируемое деревянное ограждение по металлическим столбам представляет собой металлические столбы диаметром 80 мм (шаг столбов-2400мм), по которым выполнена обшивка из досок. Высота ограждения-2.0м, длина ограждения-77м.

На момент обследования демонтируемые объекты не эксплуатируются. Здания, подлежащие демонтажу, находятся в частично разрушенном состоянии и не подключены к сетям водопровода, канализации и энергосбережения. Территория производства работ по демонтажу давно заброшена и не эксплуатируется.

Описание принятого метода сноса.

Процесс разборки состоял из двух этапов - подготовительного и основного. На подготовительном этапе подрядная организация на основании проектно-сметной документации, совместно с представителями заказчика и проектной организации произвела обследование сносимых строений.

Во время обследования определили: состояние зданий в целом и их элементов; методы производства и объемы работ; выход материала и конструкций от разборки, пригодных для последующего использования; надежность отключения инженерных сетей; факторы, которые могут отрицательно повлиять на производство работ; мероприятия по сохранению расположенных рядом построек; сроки начала и окончания работ.

В нашем случае проект организации работ по сносу или демонтажу зданий объектов капитального строительства выполнялся на основании задания на проектирование, выданного заказчиком. В целях обеспечения защиты демонтируемых зданий от проникновения людей или животных в опасную зону и внутрь объекта предусматривается ограждение площадки на период производства работ по демонтажу. В местах демонтажа существующего ограждения устраивалось временное ограждение строительной площадки, которое использовалось в дальнейшем на всё время планирования территории для строительства. Ворота имели запорные устройства. Организована охрана территории площадки. Все деревья, произрастающие на площадке демонтажа, подлежали вырубке.

После окончания сноса существующих зданий бывшего интерната план размещения детского сада будет иметь следующий вид (рис.2).

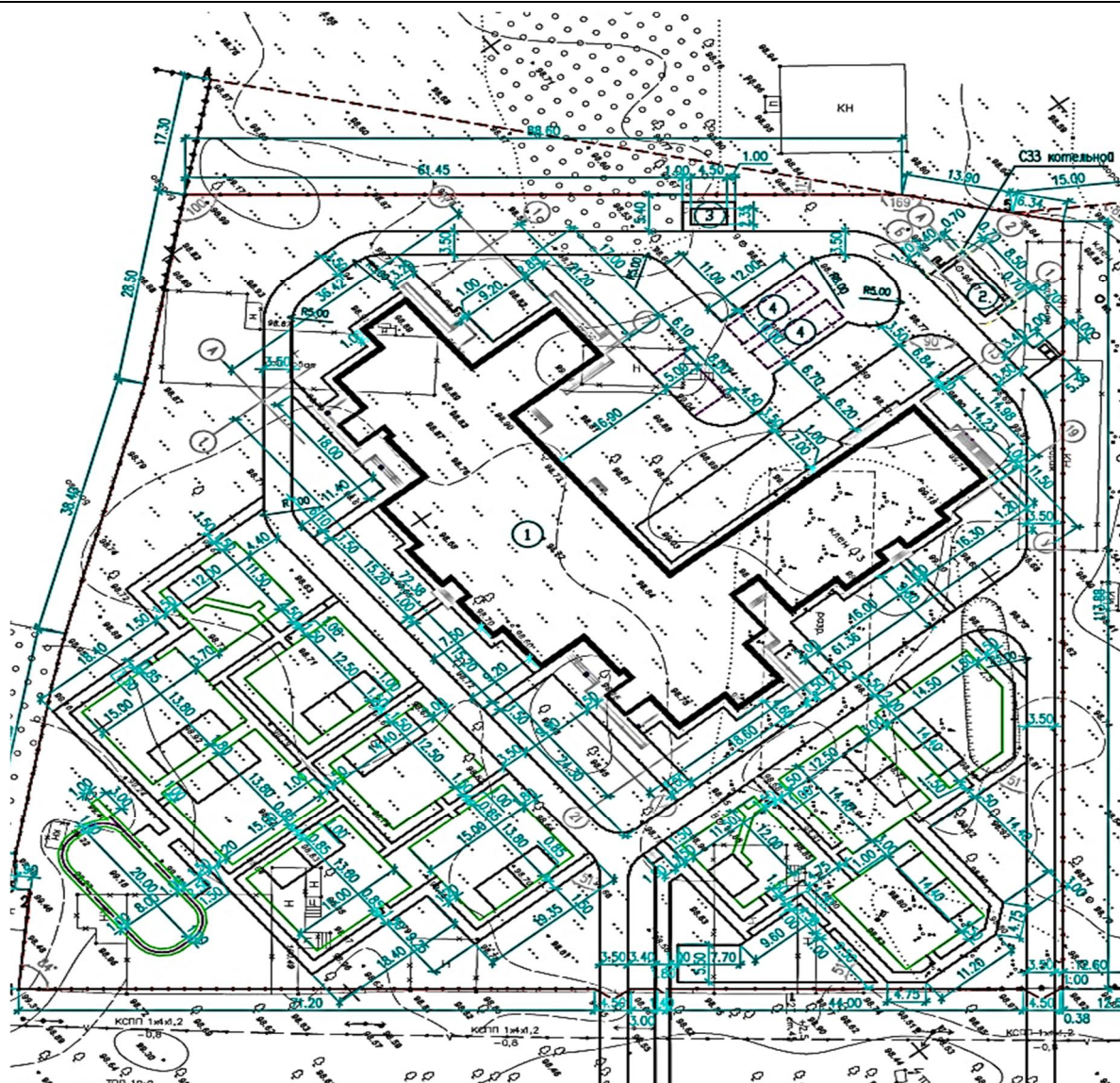


Рис. 2. Схема размещения детского сада на очищенной площадке

Согласно заданию заказчика, принят метод механической разборки объектов. Демонтаж зданий производится в следующем порядке:

- разборка кровли из асбестоцементных волнистых листов и металлических листов;
- демонтаж деревянной стропильной системы кровли;
- демонтаж перекрытий;
- разборка стен с демонтажом заполнений проёмов;
- разборка полов;
- демонтаж фундаментов.

Последовательность демонтажа дымовой трубы:

- стропальщик надежно стропит верхнюю часть трубы через технологические отверстия, используя стропы необходимой грузоподъемности;
- после сигнала стропальщика крановщик поднимает крюк крана на минимальной скорости до натяжения канатов и строп, стропальщик проверить надежность строповки;
- срезаются крепления основания дымовой трубы к фундаменту и оттяжки;
- все рабочие отходят на безопасное расстояние;
- стропальщику подается сигнал к подъему трубы и она поднимается вверх на высоту 0,5 м и опускается на землю;
- отсоединяются стропы от трубы;

- труб разрезается на габаритные для перевозки элементы.

После демонтажа металлической трубы производится демонтаж анкеров растяжек.

Демонтаж зданий производился при помощи стрелового крана на автомобильном шасси. Выбор крана с необходимыми характеристиками производится генподрядной строительной организацией и указывается в ППР.

Кран должен быть укомплектован стропами, грузозахватными приспособлениями и траверсами прогрессивных конструкций, в зависимости от номенклатуры демонтируемых элементов.

Демонтаж остальных объектов в связи с отсутствием крупногабаритных и массивных составных частей производится ручным способом. При демонтаже применяются электроперфораторы, пневматические отбойные молотки, ручные электрические машины с отрезными дисками, термические средства (например, газорезка).

Для погрузки кусков бетона в автотранспорт используется трактор типа «Беларусь» с экскаваторным оборудованием.

Расчеты размеров опасных зон. Опасные зоны демонтажа определяются в зависимости от высоты демонтируемых объектов (Н). Зона возможного развала стен демонтируемых зданий и конструкций определялась как $1,2Н$ стены:

- для здания № 1 опасная зона составила: $4.50 \times 1.2 = 5.4\text{м}$;
- для здания № 2 опасная зона составила: $3.40 \times 1.2 = 4.08\text{м}$;
- для здания №3 опасная зона составила: $4.40 \times 1.2 = 5.28\text{м}$;
- для здания №5 опасная зона составила: $3.60 \times 1.2 = 4.32\text{м}$;
- для здания №6 опасная зона составила: $2.6 \times 1.2 = 3.12\text{м}$;
- для здания №7 опасная зона составила: $4.0 \times 1.2 = 4.80\text{м}$;
- для туалетов здания №4 и №8 опасная зона составила: $2.2 \times 1.2 = 2.64\text{м}$;
- для дымовой трубы №11 опасная зона составила: $15 \times 1.2 = 18\text{м}$.

Для ограждения по кирпичным столбам опасная зона составила: $2.5 \times 1.2 = 3\text{м}$. Для ограждения по металлическим столбам опасная зона составила: $2.0 \times 1.2 = 2.4\text{м}$.

Таким образом зоны возможного развала демонтируемых объектов находятся в пределах временного ограждения участка.

Описание решений по безопасным методам ведения работ. До начала работ по сносу зданий и сооружений бригадиры и рабочие должны быть проинструктированы по технике безопасности, ознакомлены с наиболее опасными моментами разборки:

- самопроизвольное обрушение элементов конструкций и падение вышерасположенных незакрепленных конструкций и материалов;
- движущиеся части строительных машин и передвигаемые ими предметы;
- острые кромки и углы конструкций, а также торчащие штыри;
- повышенное содержание в воздухе рабочей зоны пыли и вредных веществ;
- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте $1,3\text{м}$ и более.

Работники должны быть обеспечены касками, спецодеждой, инвентарем и инструментом. Работы следует выполнять в светлое время суток.

Очередность демонтажа зданий следующая: начинается снос зданий от въезда на площадку - сначала сносят более мелкие сооружения, а затем более крупные здания. Данная очередность обеспечит свободное место на площадке и не создаст загромождения территории перед выездом.

При демонтаже дымовой трубы используются грузозахватные приспособления, исключающие её падение после отделения трубы от основания.

Для строповки груза должны назначаться стропальщики. Способы строповки грузов должны исключать возможность падения или скольжения застропованного груза (рис. 3).

Установка грузов на транспортные средства должна обеспечивать устойчивое положение груза при транспортировании и разгрузке (рис.4). При выполнении погрузочно-разгрузочных работ не допускаются

строповка груза, находящегося в неустойчивом положении, а также исправление положения элементов строповочных устройств на приподнятом грузе, оттяжка груза при косом расположении грузовых канатов.

Для обеспечения безопасности при производстве погрузочно-разгрузочных работ с применением грузоподъемного крана его владелец и организация, производящая

работы, обязаны выполнять следующие мероприятия:

- на месте производства работ не допускается нахождение лиц, не имеющих отношения к выполнению работ;
- не разрешается опускать груз на автомашину, а также поднимать груз при нахождении людей в кузове или в кабине автомашины.

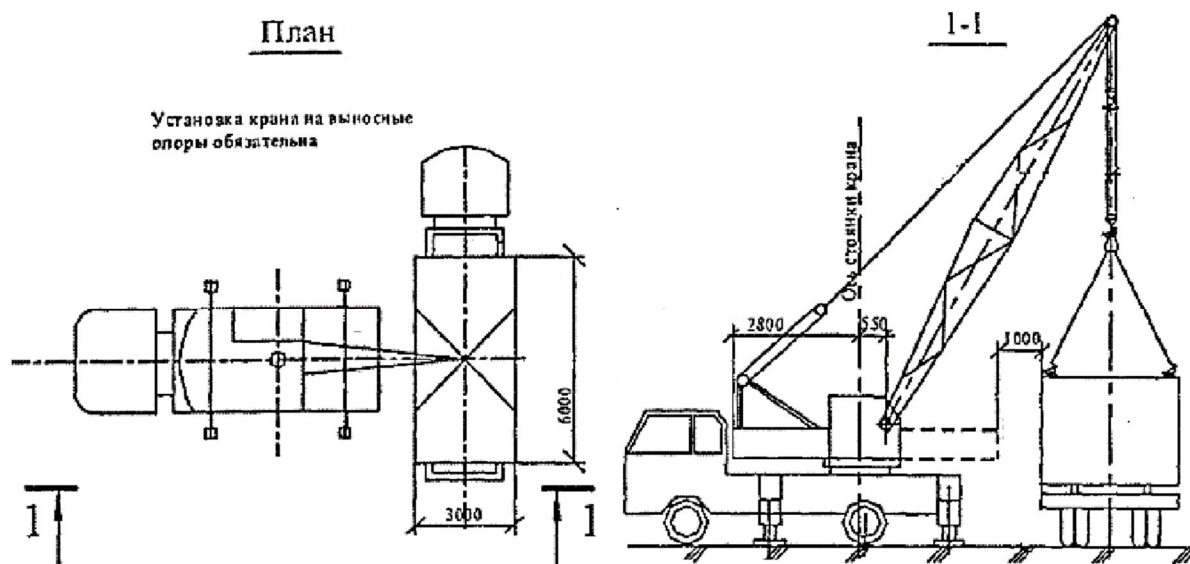


Рис. 3. Схема строповки груза

Транспортирование пакетов

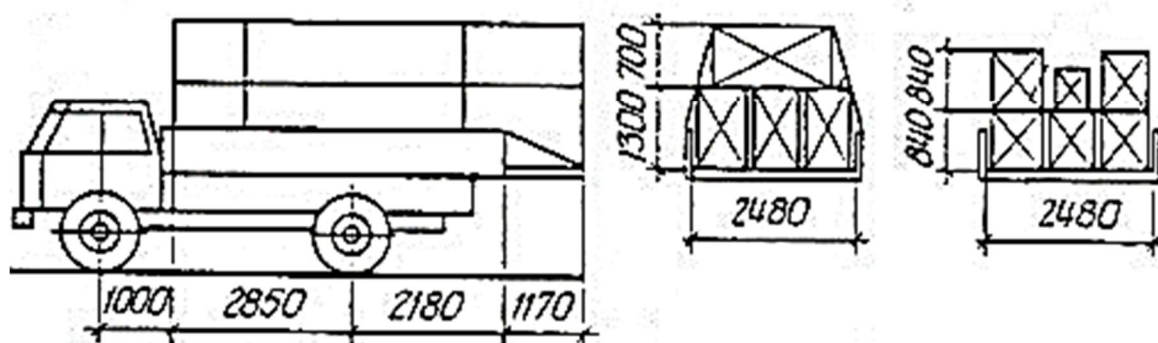


Рис. 4. Схема размещения грузов на транспортном средстве

При размещении автомобилей на погрузочно-разгрузочных площадках расстояние между автомобилями, стоящими друг за другом, должно быть не менее 1 м, а между автомобилями, стоящими рядом – не менее

1,5м. Если автомобили устанавливают для погрузки или разгрузки вблизи здания, то между зданием и задним бортом автомобиля (или задней точкой свешиваемого груза) должен

соблюдаться интервал не менее 0,5м. Расстояние между автомобилем и штабелем груза должно быть не менее 1м.

Перед транспортированием демонтируемых материалов, они должны быть подготовлены, упакованы отдельно по типам материалов, находится в удобном положении для складирования, и опираться на горизонтально расположенные подкладки и прокладки из древесины мягких пород. Металлические детали креплений после очистки и консервации должны быть уложены в ящики.

На период демонтажа предусматривается следующая организация противопожарной охраны:

- у въездов на площадку производства работ должны устанавливаться или вывешиваться планы пожарной защиты с нанесенными на них строящимися и вспомогательными зданиями, въездами, мест нахождения водоемников, средств пожаротушения (например, огнетушители, бочки с водой, ведра) и связи;

- на площадке строительства организуется круглосуточное дежурство охраны;
- обеспечивается телефонная связь с пожарными командами;
- дороги и проезды на площадке производства работ должны быть постоянно свободными.

Вероятность повреждения при сносе инженерной инфраструктуры, в том числе действующих подземных сетей инженерно-технического обеспечения отсутствует, в связи с тем, что в зоне проведения демонтажных работ действующих подземных сетей инженерно-технического обеспечения нет.

Вывод. Проанализированы решения по сносу части зданий бывшего интерната. Установлено, что демонтаж частей зданий производится по существующим нормам и правилам, в соответствии с проектной документацией. Работы по сносу строений запроектированы механическим методом с учетом опасных зон и техники безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТО НОСТРОЙ 2.33.53-2011 «Снос (демонтаж) зданий и сооружений» - ООО ЦНИИОМТП М., 2011.
2. МДС 12-46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу, проекта производства работ) - ЗАО ЦНИИОМТП; М., 2009.
3. Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
4. ГОСТ Р 21.1101-2013 «СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации».
5. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Манохин В.Я., Манохин М.В. Обеспечение безопасности труда при погрузочно-разгрузочных работах. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2016. № 1. С. 22-27.

ANALYSIS OF THE SOLUTIONS OF THE DEMOLITION OF THE BUILDINGS OF THE FORMER BOARDING SCHOOL

M. V. Bychkova, S. D. Nikolenko

Bychkova Marina Victorovna, Voronezh State Technical University, graduate student of technospheric and fire safety department.

Nikolenko Sergey Dmitrievich, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru.

ABSTRACT

The analysis of the decision to demolish part of the building of the former boarding school, before the construction of the kindergarten. Detailed analyzed the main method of demolition of buildings, namely mechanical method. The calculations hazardous area when removing depending on the height of demolition projects and areas of possible collapse of the walls of demolished buildings. Justified the decision on safe work practices.

Keywords: dismantling, methods of demolition, mechanical method, the danger zone

REFERENCES

1. STO NOSTROY 2.33.53-2011 «Demolition (dismantling) of buildings and constructions» - ООО TSNIOMTP M., 2011.
2. MDS 12-46.2008 guidelines for the development and execution of project of construction organization, project of organization of works on demolition (the dismantling of the project of manufacture of works), JSC TSNIOMTP, M., 2009.
3. The Federal law dated 30.12.2009 № 384-FZ «Technical regulations on safety of buildings and structures».
4. GOST R 21.1101-2013 «ASAP. The basic requirements for design and working documents».
5. Nikolenko, S. D., Sazonova S. A., Manokhin V. I. Manokhin, M. V. The safety when loading and unloading. Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Series: High technology. Ecology. 2016. No. 1. P. 22-27.

УДК 621.791.01

ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

С. В. Теплов, С. Д. Николенко

Теплов Сергей Владимирович, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры техносферной и пожарной безопасности.

Николенко Сергей Дмитриевич, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: nikolenkopb1@yandex.ru.

Выполнен анализ основных методов контроля качества сварки металлических конструкций Новороссийского зернового терминала. Показано, что ультразвуковой метод является самым оптимальным с точки зрения визуализации. Высокая чувствительность, безопасность и простота применения ультразвукового метода делают его наиболее конкурентно-способным по сравнению с другими методами неразрушающего контроля качества сварки металлических конструкций. Данный вид контроля имеет всю необходимую нормативную базу, абсолютно безопасен для персонала.

Ключевые слова: контроль качества сварки, ультразвуковой контроль, дефектоскопия, дефект, сварной шов.

Введение. Одним из основных способов соединения металлических конструкций является сварка. Она применяется для неразъемного соединения конструктивных материалов. Широкое применение сварки объясняется значительными ее преимуществами перед другими видами соединений. В частности с переходом на сварку значительно упростились составные сечения элементов, появились новые сечения, отпала необходимость в просверливании отверстий для заклепок, в связи с чем масса конструкций снизилась на 15-20% [1].

Применение сварки позволяет обеспечить максимальную прочность и долговечность полученных металлических элементов. При этом выбор той или иной технологии сварки напрямую зависит от особенностей конкретной металлоконструкции. В нашем случае необходимо учитывать особенности последующей эксплуатации металлического изделия и состав сплава. Это непосредственно оказывает влияние на выбор сварочного оборудования и электродов.

При этом важным является контроль качества сварных соединений. По организационным признакам все виды контроля качества сварных соединений разделяются на три группы или вида [1].

1. Входной контроль, который осуществляется до начала производства сварочных работ, он как бы "предупреждает" появление дефектов, устраняет порождающие их причины.

2. Текущий или операционный контроль, который выполняется в процессе производства работ.

3. Приемочный контроль, который является контролем готового сварного соединения.

Так как сварка является основным видом соединений металлических элементов то большинство строительных металлических конструкций сварные. При изготовлении сварных конструкций сварной шов связывает отдельные детали конструкции. От качества выполнения сварных швов зависит прочность и долговечность конструкции в процессе эксплуатации.

Целью работы явилось определение особенностей контроля качества сварных соединений металлических конструкций Новороссийского зернового терминала.

Способы контроля качества сварки.

Дефекты в сварных швах снижают прочность сварной конструкции и могут привести в процессе эксплуатации к авариям.

Дефекты в сварных швах обычно являются следствием: плохой подготовки и сборки под сварку; несоответствия качества электродов и основного металла требованиям технических условий; невыполнения установленных технологических процессов; низкой квалификации сварщика.

Выбор методов оценки качества сварных соединений является важным этапом при проведении технического диагностирования. При этом требования к выбору методов контроля, заложенные в нормативной документации на проведение технического диагностирования, значительно разнятся

Методы контроля герметичности соединений назначают в зависимости от условий эксплуатации изделий, типа конструкции и других факторов. Контроль, осуществляемый после внешнего осмотра, основан на способности газов и жидкостей проникать через несплошности. Для проведения испытаний используют керосин, аммиак, воздух, воду, гелий и др.

При испытании керосином поверхность, доступную для осмотра, покрывают водной суспензией мела или каолина и подсушивают. Противоположную сторону шва два-три раза смачивают керосином. Дефекты в шве обнаруживаются по появлению жирных желтых пятен на окрашенной поверхности. Таким методом испытывают сосуды, работающие без внутреннего давления с толщиной стенки до 16 мм и размером дефекта свыше 0,1 мм. Продолжительность испытания должна составлять не менее 12 ч при положительной температуре и не менее 26 ч — при отрицательной.

При пневматическом испытании сжатый газ (воздух, инертные газы и др.) подают в испытуемый сосуд под давлением, несколько превышающем рабочее. Плотность сварных соединений проверяют мыльным раствором или погружением сосуда в воду.

При гидравлическом испытании все отверстия в изделии плотно закрывают заглушками и через штуцер заполняют изделие

водой. С помощью гидравлического насоса создают давление, в 1,25...1,5 раза превышающее рабочее. О наличии дефектов судят по появлению на противоположной стороне шва течи, капель или следов жидкости. Данный вид испытаний применяют при проверке герметичности сварных соединений паровых и водяных котлов, трубопроводов и сосудов, работающих под давлением.

Существуют также методы контроля качества соединений, основанные на использовании специальной аппаратуры (радиационный, ультразвуковой, магнитографический, металлографический и др.), а также методы разрушающего контроля.

Особенности ультразвукового контроля. Рассмотрим подробнее ультразвуковой контроль на примере Новороссийского зернового терминала (Рис.1), устройства приема зерна с автотранспорта в блоке с вышками норийно-весовыми.

Сооружение представляет собой три независимых пространственных многоярусных каркаса в осях 1-2/А-В, 3-11/А-В, 12-13/А-В, выполненных по связевой схеме и опирающихся на единый железобетонный плитный ростверк по свайному основанию (Рис. 2, 3). В осях 3-11/А-В до отметки +6,000 запроектирован железобетонный каркас, образованный стенами, колоннами и металлическими связями, в отм.+3,000...+6,000 горизонтальными распорками. Выше предусмотрен металлический связевой каркас до отм.+19,2 с железобетонным перекрытиями, создающими жесткие горизонтальные диски. С отметки +19,200 до отметки +33,6 расположены металлические оперативные бункера, развязанные в горизонтальной плоскости системой связей и распорок с шагом 2,0 м по высоте, создающими жесткие диски. Выше до отметки +41,59 предусмотрен металлический связевой каркас.



Рис. 1. Вид Новороссийского зернового терминала

Сооружение представляет собой три независимых пространственных многоярусных каркаса в осях 1-2/А-В, 3-11/А-В, 12-13/А-В, выполненных по связевой схеме и опирающихся на единый железобетонный плитный ростверк по свайному основанию (рис. 2, 3). В осях 3-11/А-В до отметки +6,000 запроектирован железобетонный каркас, образованный стенами, колоннами и металлическими связями, в отм.+3,000...+6,000 горизонтальными распорками. Выше предусмотрен металлический связевой каркас до отм.+19,2 с железобетонными перекрытиями, создающими жесткие горизонтальные диски. С отметки +19,200 до отметки +33,6 расположены металлические оперативные бункера, развязанные в горизонтальной плоскости системой связей и распорок с шагом 2,0 м по высоте, создающими жесткие диски. Выше до отметки +41,59 предусмотрен металлический связевой каркас.

Норийные вышки в осях 1-2/А-В, 12-13/А-В, на отметке 0,0, жестко опирающиеся на железобетонные колонны первого уровня, выполнены в металлическом каркасе с горизонтальными и вертикальными связями. Относительная отметка верха конструкций +60,8. Конструктивная схема стального навеса надземной части устройства приёма из автотранспорта на 1 проезд в осях 12-18/В-Г рамно-связевая, выполнена в виде одноэтажных однопролетных рам (с жесткими узлами

ригель-колонна), связанных системой горизонтальных связей и распорок (рис. 3). Устойчивость и пространственная неизменяемость норийно-весовой вышки в виде стальной многоярусной этажерки обеспечивается совместной работой подобранных по результатам расчета колонн, заземленных в фундаменте, вертикальных связей в обоих направлениях и горизонтальных диафрагм жесткости.

Контроль сварных соединений осуществлялся при помощи ультразвуковых дефектоскопов, которыми можно выявлять трещины» непровары, газовые и шлаковые включения в стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных соединениях, выполненных дуговой, электрошлаковой, газовой и контактной сваркой. Контролировать можно как сварку сталей, так и сварку цветных металлов и их сплавов.

При отсутствии дефекта в контролируемом изделии импульс дойдет до нижней поверхности изделия, отразится от нее и возвратится в пьезоэлектрический щуп. В нем механические колебания ультразвуковой частоты снова преобразуются в высокочастотные электрические колебания, усиливаются в приемном усилителе и подаются на отклоняющие пластины электроннолучевой трубки. При этом на экране обозначенном возникает второй дефектоскоп пик донного конструктивная импульса (как цифрами бы отраженного от дна бинокулярной изделия).

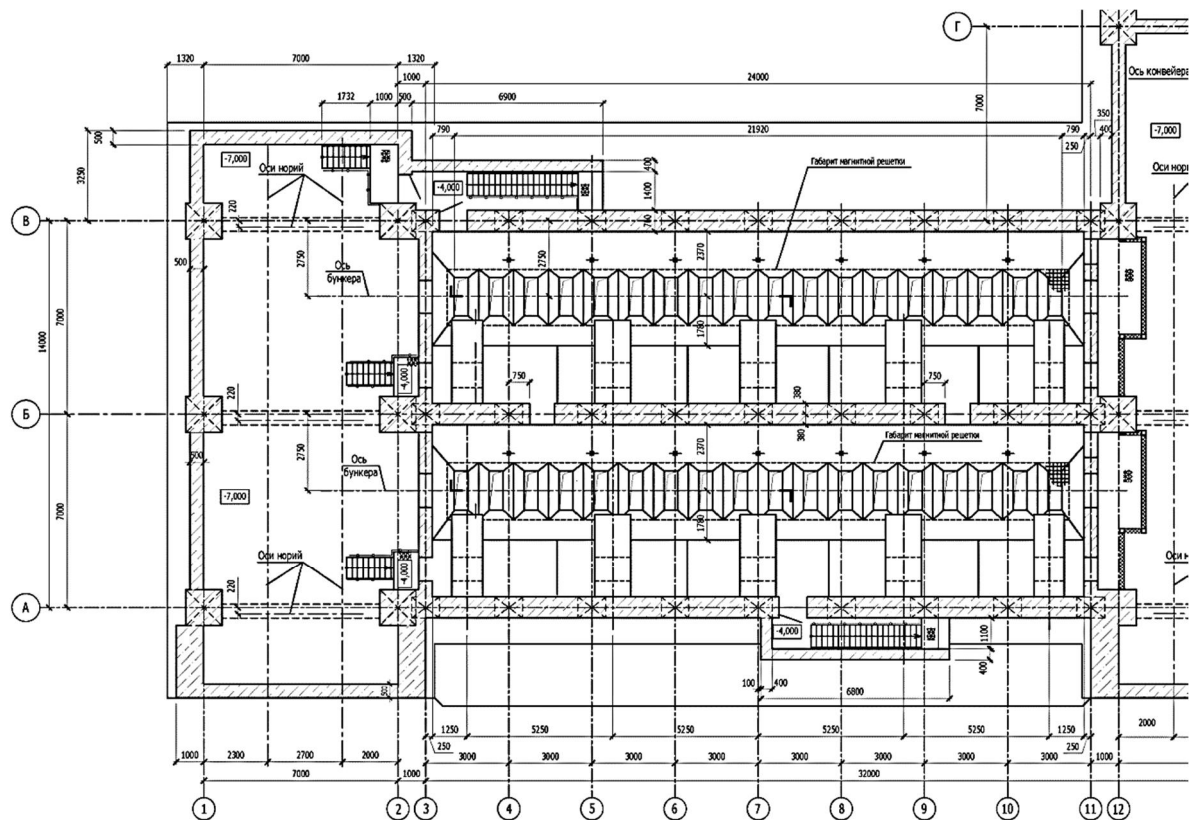


Рис. 2. План сооружения в осях 1-12/А-В

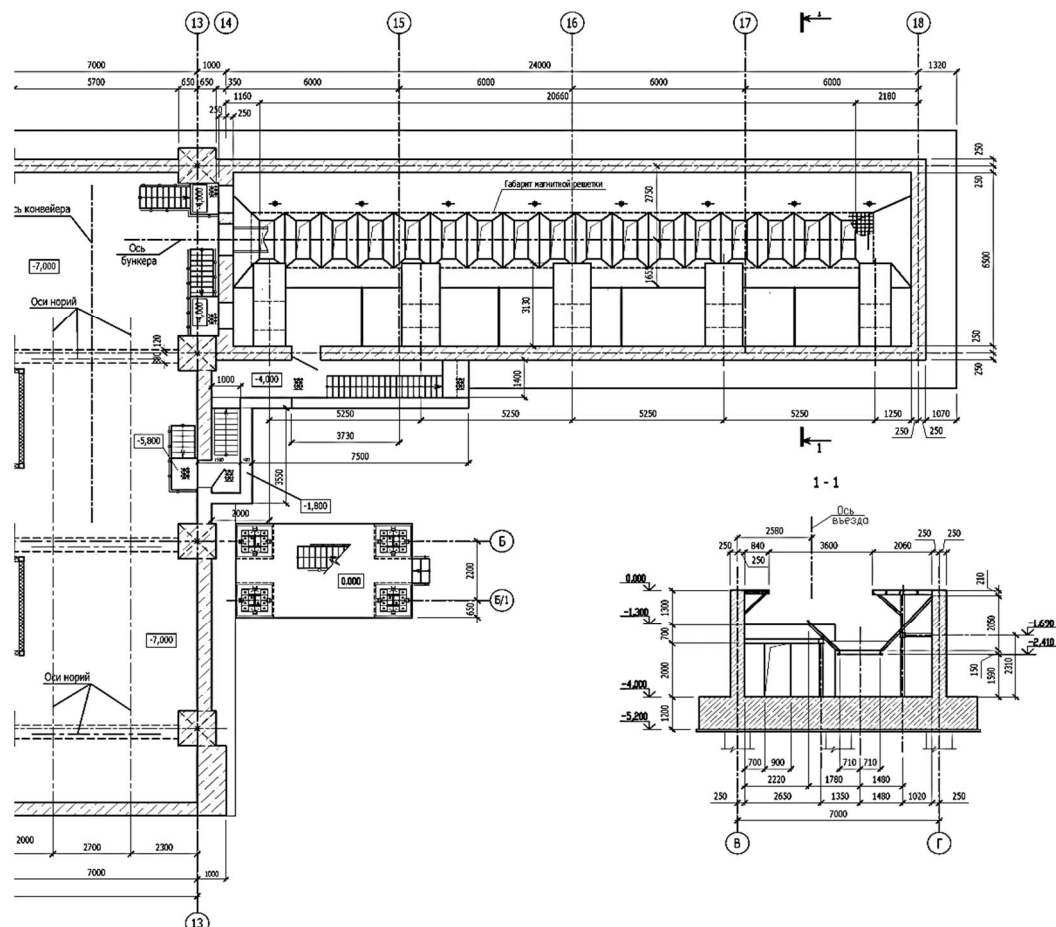
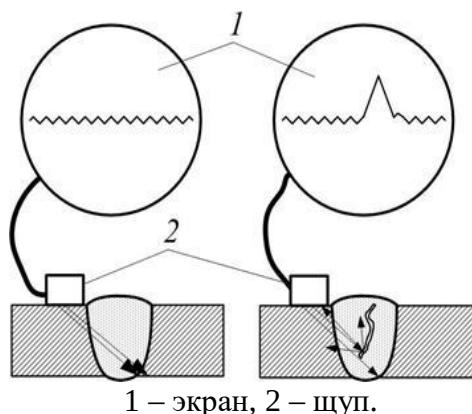


Рис. 3. План сооружения в осях 13-18/В-Г

Если на пути прохождения ультразвука встретится дефект, то часть волн отразится от него раньше, чем донный сигнал достигнет пьезоэлектрического щупа (рис. 4).



1 — экран, 2 — щуп.

Рис. 4. Схема ультразвукового дугового метода контроля скорости сварных соединений

Эта часть волн усиливается приемным усилителем, подается на электроннолучевую трубку и на ее экране между начальным и донным импульсами возникнет пик импульса от дефекта.

Благодаря синхронной работе генератора развертки луча, генератора импульсов и других устройств дефектоскопа взаимное расположение импульсов на экране электроннолучевой трубки характеризует глубину расположения дефекта. Расположив на экране трубки масштабные метки времени, можно сравнительно точно определить глубину залегания дефекта.

Для оценки результатов неразрушающего контроля качества сварных конструкций необходимо формулирование норм допустимости дефектов сварных соединений. Ультразвуковую дефектоскопию проводим на примере таврового соединения металлических конструкций. Были проверены сварные швы в элементе колонны (рис.5). Общая схема расположения элементов контроля в узле показана на рис. 6.

Поверхности сварных соединений, со стороны которых проводим УЗК, очищаем от пыли, грязи, окалины, брызг металла, заусенцев, забоин, неровностей на расстоянии 50—

80 мм с каждой стороны шва по всей длине контролируемого участка. Зачистку выполняем ручной шлифовальной машинкой. Поверхность зоны контроля подготовлена так, чтобы шероховатость поверхности была не хуже $Rz = 40\text{ мкм}$, волнистость не более 0.015 - в соответствии с требованиями ГОСТ 2789-73.

Подготовленная под контроль околошовная зона должна обеспечивает надежный акустический контакт акустических блоков с изделием. Ширина зоны зачистки не менее размера используемого механоакустического блока. Контроль проводится при температуре окружающего воздуха и поверхности изделия в месте проведения контроля $+20^{\circ}\text{C}$.

Для проведения контроля качества сварного соединения методом ультразвукового исследования, используем ультразвуковой дефектоскоп А1214 ЭКСПЕРТ (рис.7).

Акустический контакт обеспечиваем с помощью контактной жидкости, наносимой на изделие в зону контроля непосредственно перед проведением УЗК. В качестве контактной смазки при данной температуре окружающего воздуха применяем технические масла.



Рис. 5. Вид таврового сварного соединения

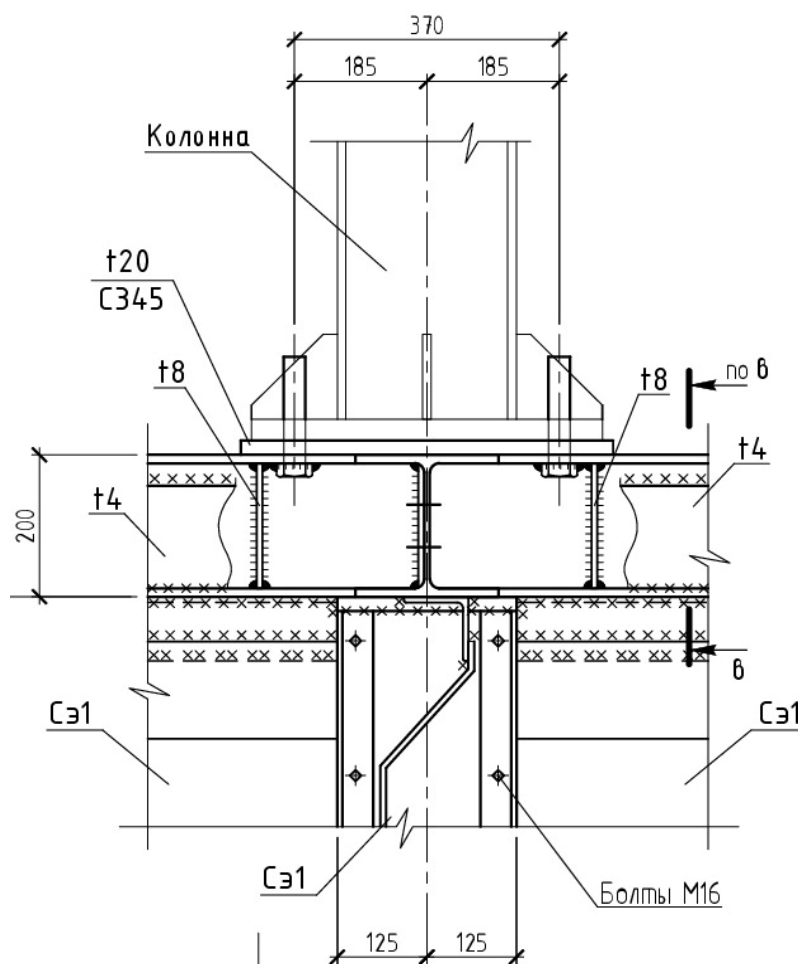


Рис. 6. Схема расположения элементов контроля в узле



Рис. 7. Вид ультразвукового дефектоскопа A1214 ЭКСПЕРТ

Контроль таврового соединения проводим со стороны привариваемого элемента. По результатам оценки качества сварки металлической конструкции дефектов не выявлено. Полученные результаты оформляются в соответствующих заключениях или журналах.

Дефекты в сварных швах снижают прочность сварной конструкции и могут привести в процессе эксплуатации к авариям. Дефекты в сварных швах обычно являются следствием: плохой подготовки и сборки под сварку; несоответствия качества электродов и основного металла требованиям технических условий; невыполнения установленных технологических процессов; низкой квалификации сварщика.

Выводы. В ходе проведения анализа методов позволяющих определить дефекты сварочных соединений, было установлено,

что сегодня имеется достаточно большой выбор способов контроля качества. Из всего многообразия способов контроля качества сварных соединений наиболее удобным является ультразвуковая дефектоскопия. Этот способ контроля достаточно прост, надежен, имеет хорошую нормативную базу. Немаловажным является его безопасность для рабочих. Таким образом ультразвуковая дефектоскопия является наиболее подходящей для большинства сварных соединений металлических конструкций.

В результате проверки качества сварочных соединений ультразвуковым способом устройства приема зерна с автотранспорта в блоке с вышками норийно-весовыми, дефектов не обнаружено. Исправное состояние сварного соединения можно рассматривать как состояние, при котором оно соответствует всем требованиям нормативно - технической документации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 3242—79 Соединения сварные. Методы контроля качества;
2. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Контроль качества сварочных работ. – М.: Высшая школа, 1986. –208 с.
3. ГОСТ 12503-75. Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования.

FEATURES QUALITY CONTROL OF WELDING OF STEEL STRUCTURES

S. V. Teplov, S. D. Nikolenko

Teplov Sergey Vladimirovich, Voronezh State Technical University, graduate student of technospheric and fire safety department.

Nikolenko Sergey Dmitrievich, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru.

ABSTRACT

The analysis of the main methods of quality control for welding of steel structures Novorossiysk grain terminal. It is shown that the ultrasonic method is the most optimal from the point of view of visualization. High sensitivity, safety and ease of use of ultrasonography make it the most competitive in comparison with other methods of nondestructive testing welding of steel structures. This type of control has all the necessary regulatory framework, it is absolutely safe for the staff.

Keywords: welding quality control, ultrasonic inspection, destructive testing, defect, the weld seam.

REFERENCES

1. GOST 3242-79 welded Connections. Quality control methods;
2. Aleshin N. P. Shcherbinsky V. G. quality Control of welding works. – M.: Higher school, 1986. -208
3. GOST 12503-75. Steel. Methods of ultrasonic testing. General requirements.

УДК 331.45:574

ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПЫЛИ И ЕЕ ДИСПЕРСНОСТИ В ВЫБРОСАХ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДАХ

С. А. Сазонова, С. Д. Николенко, В. Я. Манохин, В. И. Буянов

Сазонова Светлана Анатольевна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru.

Николенко Сергей Дмитриевич, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru.

Манохин Вячеслав Яковлевич, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: manohinprof@mail.ru.

Буянов Виктор Иванович, Воронежский государственный технический университет, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: buyanovppb@vgasu.vrn.ru.

Технологические процессы на асфальтобетонных заводах сопровождаются выбросом вредных веществ и пыли. Отбор проб при анализе пыли осуществляют протягиванием запыленного газа через фильтрующие материалы. Рассмотрены способы отбора проб воздуха на пыль при испытании вентиляционных систем. Приведены расчеты по отбору проб в условиях изокINETичности. Определены ориентировочные объемы воздуха при отборе проб, концентрация пыли, валовые выбросы вредных веществ в атмосферу, средняя запыленность в газоходе, общее количество пыли в потоке. Результаты контроля запыленности воздушной среды используются для выбора способа защиты от пыли с целью обеспечения требуемого уровня экологической безопасности и безопасности труда на опасных и вредных производствах.

Ключевые слова: асфальтобетонные заводы, технологические процессы, экологическая безопасность, безопасность труда, вредные вещества, предельно допустимые концентрации.

Введение. На асфальтобетонных заводах (АБЗ) технологические процессы характеризуются значительным объемом выделяемых вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, которые представляют угрозу окружающей среде. Выделение вредных веществ сопровождают все стадии приготовления асфальтобетона. Загрязняющие атмосферу вещества, отходящие от АБЗ, наносят огромный ущерб объектам экономики и здоровью людей [1]. С целью повышения уровня безопасности труда необходимо провести анализ экологической безопасности технологических процессов на АБЗ и затем предложить комплекс мероприятий по уменьшению выбросов опасных и вредных веществ в атмосферу рабочих зон.

Допустимое содержание вредных веществ в атмосфере населенных пунктов и в воздухе рабочей зоны помещений [2, 3] регламентируется нормативами, указывающими предельно допустимые концентрации или

ориентировочно безопасные уровни вредности веществ. Контроль над состоянием атмосферы [4, 5, 6] проводится по результатам инвентаризации источников загрязнения атмосферы, которая проводится как для организованных, так и для не организованных выбросов. Пыль и вредные вещества в ее составе отрицательно влияют на требуемый уровень безопасности труда [7, 8, 9].

Отбор проб при анализе пыли АБЗ.

По крупности уловленная пыль АБЗ состоит в основном из фракций 650 – 1 мкм. Отбор проб при анализе пыли АБЗ осуществлялся протягиванием запыленного газа через фильтрующие материалы. При этом применяются электроаспирационные приборы различной конструкции, обладающие достаточной мощностью и обеспечивающие необходимую скорость протягивания воздуха. Наиболее удобным и соответствующим нормативным требованиям являются электроаспиратор модели 822 ТУ 64-1-862-77.

Для использования аспиратора в полевых условиях было применяется простое приспособление, позволяющее производить одновременный отбор четырех проб воздуха с различными скоростями. Для улавливания из воздуха высокодисперсных аэрозолей - дымов, туманов, пыли - применяются различные фильтрующие волокнистые материалы. Фильтры в виде диска закладывают в металлический или плексигласовый патрон. Используют широко применяемые аналитические фильтры АФА.

В качестве основы для фильтра используют тонковолокнистый фильтрующий материал ФП (фильтр Петрянова) и мелко истолченный сорбент, который вводят во внутренние слои материала. Сорбентами могут служить различные марки активного угля, измельченный силикагель марки КСК и цеолиты.

Эти сорбенты имеют большую удельную поверхность, химически инертны и обладают высокими адсорбционными свойствами. Фильтры поставляются Всесоюзным объединением "Изотоп".

Приемы отбора проб из воздуховодов существенно отличаются от техники определения запыленности воздуха производственных помещений. Существуют два способа отбора проб воздуха на пыль при испытании вентиляционных систем:

- а) метод внутренней фильтрации, при котором пылеотборное устройство устанавливается непосредственно в воздуховоде;
- б) метод внешней фильтрации, когда пылеулавливающее устройство располагается вне воздуховода и исследуемый воздух направляется к аналитическому фильтру с помощью пылеотборной трубки (рисунок).

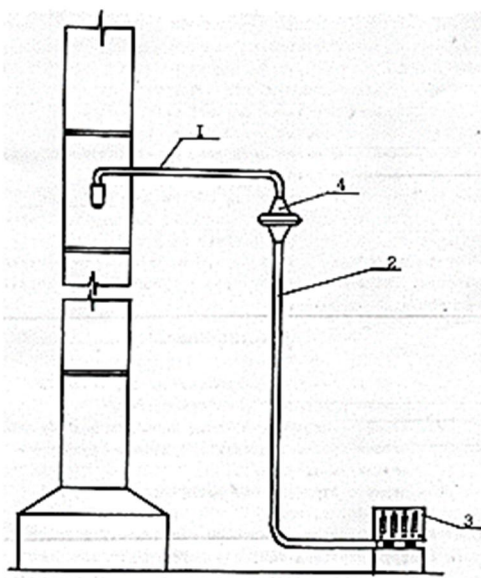


Рис. Схема отбора проб пыли методом внешней фильтрации значений ТКО:

1 - пылезаборная трубка; 2 - резиновый шланг Ø 12 мм; 3 - электроаспиратор ЭА-30; 4 - аллонж.

Пробы воздуха из вентиляционных систем для получения правильных результатов отбираются с соблюдением принципа изокинетичности. Скорость воздуха во входном отверстии пылеотборного устройства должна быть равной скорости воздуха в воздуховоде. Расчеты по отбору проб в условиях изокинетичности производят по формуле:

$$V = 0,047 \cdot W \cdot d^2, \quad (1)$$

где V - расход (объемная скорость) воздуха в л/мин, контролируемый по индикатору расхода; W - линейная скорость воздуха в воздуховоде в точке отбора пробы, вычисляемая по данным аэродинамических замеров, м/с; d - диаметр входного отверстия пылеотборного устройства, мм.

В сечении воздуховода, в котором намечен отбор пылевых проб путем инстру-

ментальных замеров, определяется поле скоростей воздуха. По величинам усредненной скорости воздуха в воздуховоде (W , м/с) и расхода аспирируемого воздуха (V , л/мин) определяется диаметр (d , мм) входного отверстия наконечника:

$$d = 4.6 \sqrt{\frac{V}{W}}. \quad (2)$$

Из имеющегося набора выбирали наконечник с ближайшим к вычисленному значению диаметром. Расход воздуха (V , л/мин), необходимый для обеспечения изокINETичности, определяют, исходя из заданных значений скорости (W , м/с) и диаметра (d мм).

Рекомендуемые размеры наконечников представлены в табл. 1.

Отбор аспирируемого воздуха зависит от предполагаемого содержания пыли и определяется необходимостью накопления в фильтре такого количества пыли, которое достаточно для надежного определения привеса (1-2 мг) и не превысит пылеемкости применяемого фильтра.

Ориентировочные объемы воздуха при отборе проб установились по табл.2.

Таблица 1

Рекомендуемые размеры наконечников

Номер наконечника	1	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	3	3,5	4	5	6	7	8
Диаметр	4,6	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,4	8,0	8,6	9,2	10,3	11,3	12,2	13,0

Таблица 2

Рекомендуемые расходы воздуха

Предполагаемая концентрация пыли, мг/м ³	Объем воздуха, м ³
Менее 2	1.0
2-10	0.5
10-50	0.25
свыше 50	0.1

Отбор пробы заканчивается включением аспиратора с фиксацией времени набора пробы в рабочем журнале. Фильтры с пробами доставлялись в лабораторию для взвешивания и выдерживались в течение 30 мин при комнатной температуре в исходных условиях для приведения их в равновесие с температурой и влажностью окружающего воздуха.

Привес фильтра определяется на тех же весах, на которых проводилось взвешивание чистых фильтров.

Концентрация пыли вычислялась по формуле:

$$Q = \frac{q_2 - q_1}{V_2}, \quad (3)$$

где Q - содержание пыли в воздухе, мг/м³; q_2 - вес фильтра с пылью, мг; q_1 - вес чистого фильтра, мг; V_2 - объем воздуха (м³), приведенный к нормальным условиям, т.е. такому объему, который он занимал бы при температуре 0°C и давлении 760 мм рт. ст. и определяется по формуле

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 237 \cdot B}{(273 + t^0) \cdot 760}, \quad (4)$$

где $V_t = V_\tau \cdot 10^{-3}$ - объем воздуха, протянутого через аллонж при данной температуре и давлении, м³; B - атмосферное давление, мм рт. ст.; t^0 - температура воздуха, °C; V_0 - скорость пропускания воздуха через аллонж, л/мин; τ - время пропускания, мин.

Валовые выбросы вредных веществ в атмосферу в том числе и пыли определялись по формуле:

$$M = Q \cdot V_1 \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

где M - валовые выбросы вредных веществ в атмосферу, г/с; Q - концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе, мг/м; V_1 - объем воздуха, удаляемого вентустановкой (м³/с), определялся по формуле:

$$V_1 = F \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot P_{дин}}{\rho}}, \quad (6)$$

где F - площадь сечения воздуховода, м²; g -

ускорение свободного падения, $9,8 \text{ м/с}^2$; $P_{\text{дин}}$ - динамическое давление, кг/м^2 ; ρ - плотность воздуха при замеренных температуре и атмосферное давление, кг/м^3 .

Валовые выбросы вредных веществ за год определялись по формуле:

$$M_r = 3600 \cdot M \cdot T \cdot 10^{-6}, \quad (7)$$

где M_r - валовые выбросы вредных веществ в год, т/год; M - валовые выбросы вредных веществ в секунду, г/с; T - годовой фонд времени работы вентустановки, (определялась, в каждом конкретном случае с учетом количества смен работы на асфальтобетонном заводе и фактического времени работы асфальтобетонного завода в год, час.).

Средняя запыленность в газоходе, приведенная к объему газа при «нормальных условиях» $g_{\text{ср}}$ определяется также по формуле:

$$g_{\text{ср}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{(V_{\text{оп1}} + V_{\text{оп2}} + \dots + V_{\text{опn}}) \cdot \tau \cdot N} \cdot 1000, \quad (8)$$

где m_i - суммарный привес пыли всех фильтров из i -го штуцера ($i=1,2,\dots,n$), г; τ - время отсоса (одинаковое для всех точек), мин; N - количество замеров (или фильтров) в каждом штуцере; $V_{\text{опn}}$ - количество просасываемого газа из i -го штуцера ($i=1,2,\dots,n$), нл/мин.

Общее количество пыли, содержащееся в потоке, определяется по формуле:

$$G = \frac{g_{\text{ср}} \cdot V_0}{1000}, \quad (9)$$

где G - количество пыли, кг/ч ; V_0 - количество проходящего через газоход газа, $\text{нм}^3/\text{ч}$.

Вычислив один раз $g_{\text{ср}}$, в последующем, при измерении пылевого потока среднюю запыленность в газоходе $g_{\text{ср}}$ подсчитывают по величине запыленности g_{oi} , замеренной в одной выбранной точке.

Для этого предварительно определяют коэффициент поля запыленности в этой точке

α_{3i} по результатам уже сделанных замеров:

$$\alpha_{3i} = \frac{g_{\text{ср}}}{g_{oi}}, \quad (10)$$

где

$$g_{oi} = \frac{m_i}{V_{\text{опi}} \cdot \tau \cdot N}. \quad (11)$$

Затем проводят отбор запыленности в точке, для которой подсчитан коэффициент поля запыленности α_{3i} , и рассчитывают:

$$g'_{oi} = \frac{m'_i}{V'_{\text{опi}} \cdot \tau' \cdot N'}, \quad (12)$$

$$g'_{\text{ср}} = \alpha_{3i} \cdot g'_{oi}. \quad (13)$$

Индекс «'» относится к определению средней запыленности в газоходе по отбору пробы только в выбранной i -ой точке.

Практическое применение результатов контроля запыленности воздушной среды на АБЗ. Результаты контроля запыленности воздушной производственной среды используются для выбора способа защиты от пыли при:

- герметизации пылящего оборудования;
- местном укрытии узлов перегрузки строительных материалов;
- очистке воздуха с помощью циклов;
- применении электрофильтров;
- применении пылеосадительных камер;
- увлажнении материалов и других методах.

Своевременное устранение влияния на здоровье людей от выброса вредных и опасных веществ при производстве асфальтобетона позволит обеспечить требуемые уровни экологической безопасности технологических процессов и безопасности труда [10, 11, 12, 13] на опасных и вредных производствах. В работе использованы материалы исследований [14, 15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манохин, В.Я. Научно-практические и методологические основы экологической безопасности технологических процессов на асфальтобетонных заводах / В.Я. Манохин // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 2004.

2. Николенко, С.Д. Защита атмосферного воздуха с целью обеспечения безопасных условий труда на асфальтобетонных заводах / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, М.В. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 66-75.
3. Сазонова, С.А. Расчет рассеивания параметров выброса вредных веществ на промышленной площадке и выбор эффективных мер по обеспечению безопасности труда / С.А. Сазонова, М.В. Манохин, В.Я. Манохин // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 2. - С. 51-54.
4. Манохин, М.В. Защита атмосферы от выбросов и оценка условий труда на асфальтобетонных заводах / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. 2016. Т. 9. № 3. С. 42-45.
5. Сазонова, С.А. Особенности обеспечения безопасности труда и охрана окружающей среды на асфальтобетонных заводах / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, В.Я. Манохин // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 3. - С. 49-52.
6. Манохин, М.В. Разработка конструктивных решений по охране труда обеспечивающих обеспыливание выбросов на асфальтобетонных заводах / М.В. Манохин, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 60-65.
7. Манохин, М.В. Безопасность труда в технологическом процессе "горячего" приготовления асфальтобетона / М.В. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 76-82.
8. Сазонова, С.А. Создание безопасных условий труда на асфальтобетонных заводах / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, М.В. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 83-88.
9. Сазонова, С.А. Обеспечение пожаровзрывобезопасности и безопасности труда на асфальтобетонных заводах / С.А. Сазонова, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 2. - С. 54-57.
10. Сазонова, С.А. Требования к безопасности труда на асфальтобетонных заводах при погрузочно-разгрузочных работах / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 2. - С. 57-60.
11. Сазонова, С.А. Обеспечение безопасности труда на асфальтобетонных и цементобетонных заводах при эксплуатации машин и оборудования / С.А. Сазонова, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 2. - С. 63-66.
12. Манохин, М.В. Экономическая эффективность мероприятий по безопасности труда в технологическом процессе "горячего" приготовления асфальтобетона / М.В. Манохин, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2016. - № 2 (13). - С. 89-93.
13. Сазонова, С.А. Влияние запыленности рабочей зоны операторов смесителей асфальтобетонных заводов на оценку безопасности труда / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, М.В. Манохин, В.Я. Манохин // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 3. - С. 53-56.
14. Жидко, Е.А. Информационная безопасность инновационной России: проблема кадров / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. - 2011. - Т. 14. - № 2. - С. 201-208.

15. Жидко, Е.А. Логико-лингвистическая модель интегрированного менеджмента организации в XXI веке / Е.А. Жидко // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С.91-93.

THE PROBLEM OF LABOR SAFETY DETERMINATION OF DUST CONCENTRATIONS AND ITS DISPERSITY IN EMISSIONS IN ASPHALT CONCRETE PLANTS

S. A. Sazonova, S. D. Nikolenko, V. Ya. Manokhin, V. I. Buyanov

Sazonova Svetlana Anatol'evna, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, docent of technospheric and fire safety department, e-mail: Sazonovppb@vgasu.vrn.ru.

Nikolenko Sergey Dmitrievich, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru.

Manokhin Vyacheslav Yakovlevich, Voronezh State Technical University, doctor of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: manohinprof@mail.ru.

Buyanov Victor Ivanovich, Voronezh State Technical University, docent of technospheric and fire safety department, e-mail buyanovppb@vgasu.vrn.ru.

ABSTRACT

Technological processes in asphalt concrete plants are accompanied by the emission of harmful substances and dust. Sampling in the analysis of dust is carried out by drawing dusty gas through filter materials. Methods for sampling air for dust during testing of ventilation systems are considered. Calculations are made for sampling under isokinetic conditions. Approximate volumes of air during sampling, dust concentration, gross emissions of harmful substances into the atmosphere, average dust content in the flue, and the total amount of dust in the stream are determined. The results of monitoring the dustiness of the air are used to select the method of dust protection in order to ensure the required level of environmental safety and labor safety in hazardous and hazardous industries.

Keywords: asphalt-concrete plants, technological processes, environmental safety, occupational safety, harmful substances, maximum permissible concentrations.

REFERENCES

1. Manokhin V.Ya. Scientific-practical and methodological foundations of ecological safety of technological processes on asphalt-concrete plants. The dissertation author's abstract on competition of a scientific degree of the doctor of technical sciences, Saint-Petersburg, 2004.
2. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Manokhin M.V. Protection of atmospheric air to ensure safe working conditions in asphalt plants. Scientific herald of the Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physicochemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 66-75.
3. Sazonova S.A., Manokhin M.V., Manokhin V.Ya. Calculation of dispersion of pollutant emission parameters at the industrial site and selection of effective measures to ensure occupational safety. Modeling Systems and Processes, 2016, vol. 9, no. 2, pp. 51-54.
4. Manokhin M.V., Manokhin V.Ya., Sazonova S.A. Protection of the atmosphere from emissions and assessment of working conditions in asphalt plants. Modeling systems and processes, 2016, v. 9, no. 3., pp. 42-45.
5. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manokhin V.Ya. Features of labor safety and environmental protection in asphalt plants. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 3, pp. 49-52.
6. Manokhin M.V., Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manokhin V.Ya. Development of constructive solutions for labor protection ensuring the emission of dust at asphalt plants. Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physico-chemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 60-65.

7. Manokhin M.V., Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Manokhin V.Ya. Safety in the process of "hot" preparation of asphalt concrete. Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physicochemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 76-82.
8. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manokhin M.V. Creating safe working conditions in asphalt plants. Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physicochemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 83-88.
9. Sazonova S.A., Manokhin M.V., Nikolenko S.D. Provision of fire and explosion safety and labor safety in asphalt plants. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 2, pp. 54-57.
10. Sazonova S.A., Manokhin V.Ya., Nikolenko S.D. Requirements for labor safety in asphalt plants during loading and unloading operations. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 2, pp. 57-60.
11. Sazonova S.A., Manokhin M.V., Nikolenko S.D. Ensuring labor safety in asphalt concrete and cement-concrete plants in the operation of machinery and equipment. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 2, pp. 63-66.
12. Manokhin M.V., Sazonova S.A., Nikolenko S.D. Economic efficiency of safety measures in the process of "hot" preparation of asphalt concrete. Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physicochemical problems and high technologies of building materials science, 2016, no. 2 (13), pp. 89-93.
13. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manokhin M.V., Manokhin V.Ya. Influence of dustiness of a working zone of operators of mixers of asphalt-concrete plants on an estimation of safety of work. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 3, p. 53-56.
14. Zhidko E.A., Popova L.G. Information security of innovative Russia: the problem of cadres. Information and Security, 2011, vol. 14., no. 2, pp. 201-208.
15. Zhidko E.A. .Logiko-linguistic model of the integrated management of the organization in the XXI century. Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies, 2016, no. 1 (16), pp. 91-93.

УДК 681.532.2:621.867.2

МЕТОД СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОГО РИСКА И ШУМА ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

В. Л. Мурзинов

Мурзинов Валерий Леонидович, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: dr.murzinov@yandex.ru

Представлен ленточный конвейер с пониженным пожарным риском и шумом благодаря использованию воздушной подушки для обеспечения бесконтактного перемещения транспортёрной ленты. Ленточные конвейеры на воздушной подушке представляют собой взрывобезопасное и пожаробезопасное транспортное средство, применяемое в различных производствах. Рассмотрен метод управления величиной проходного сечения питающих сопел, подающих воздух в воздушную подушку. Показана локальная система, реализующая принцип регулятора прямого действия, для управления толщиной воздушной подушки. На основе гидродинамической модели определены формулы для инженерных расчетов значений характеристик устройств перемещения.

Ключевые слова: пожарный риск, шум, ленточный конвейер, воздушная подушка, бесконтактное транспортирование, управление.

Введение. Перспективными конвейерами с пониженным пожарным риском и шумом, высокой производительностью при небольшом удельном расходе энергии и металла являются конвейеры на воздушной подушке. Они входят в номенклатуру оборудования современных производств, как средство транспортирования различных грузов: от штучных изделий до сыпучих материалов. По сравнению с традиционными ленточными конвейерами на роlikоопорах они обладают рядом преимуществ.

1. Стабильная работа, безопасность и надежность.
2. Длительный срок службы, низкие эксплуатационные расходы.
3. Удобство установки, высокая производительность.
4. Низкая металлоёмкость.

5. Небольшие затраты на обслуживание и ремонт.

Однако имеются и недостатки – отсутствие систем управления толщиной воздушной подушки. У этих конвейеров величина толщины воздушной подушки определяет энергетические показатели, уровень шума, устойчивость процесса перемещения и т.д. Поэтому управление размерами воздушной подушки может обеспечить наиболее эффективный режим функционирования всей транспортной системы.

Ленточный конвейер со стабилизированной толщиной воздушной подушки. Конвейер с воздушной подушкой [1], показанный на рис.1, включает пневмокамеру 1, и расположенную над ней несущую поверхность 2, в которой выполнены прямоугольные отверстия 3. В этих отверстиях установлены подвижные пластины 4.

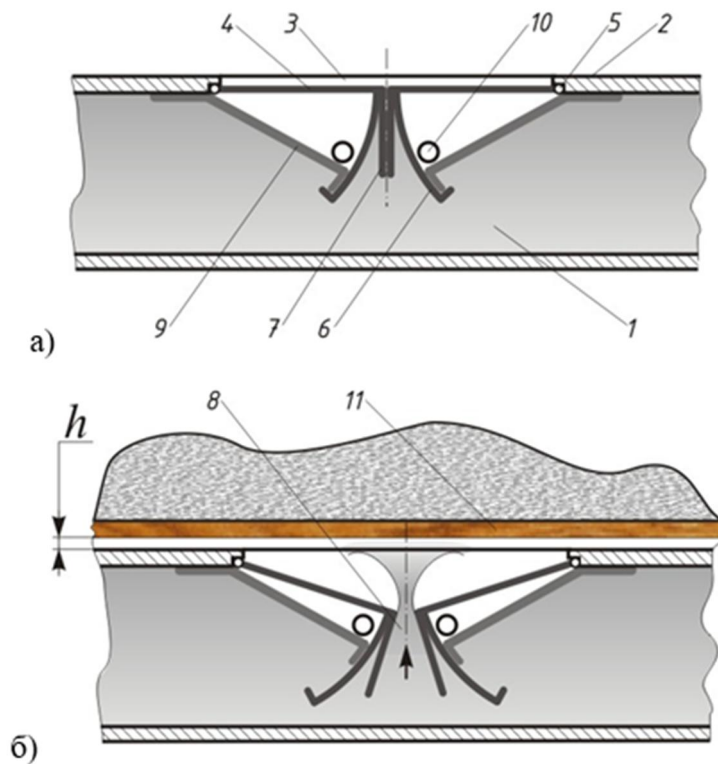


Рис. 1. Схема фрагмента конвейера с соплом переменного сечения:

- а) режим отсутствия транспортёрной ленты: сопло закрыто.
 б) режим транспортирования на воздушной подушке: сопло открыто на величину, соответствующую нагрузке на транспортёрную ленту.

К пластинам 4, способным поворачиваться относительно осей 5, жестко прикреплены ограничительные пластины 6 и стенки 7, которые являются стенками конического щелевого отверстия 8. На нижней стороне несущей поверхности 2 установлены неподвижные ограничительные стенки 9. В боковой стенке полости, образованной неподвижной ограничительной стенкой 9, подвижной пластиной 4, ограничительной пластиной 6 и стенками пневмокамеры 1, выполнено атмосферное отверстие 10, соединяющее эту полость с атмосферой. Над несущей поверхностью 2 располагается транспортёрная лента 11 на воздушной подушке.

Для успешного проектирования конвейеров, обеспечивающих управление толщиной воздушной подушки в условиях не постоянства нагрузки на транспортёрную ленту,

необходимы инженерные методы расчёта конструктивных элементов и аэродинамических характеристик транспортной системы. Эти методы могут быть получены на основе моделирования процесса создания воздушной подушки. Для этого необходимо определить распределение давления под транспортёрной лентой на основании учёта сил, действующих на транспортируемое изделие и определить толщину воздушной подушки в равновесном состоянии в зависимости от различных конструктивных и расходных характеристик.

Моделирование расходно-геометрических характеристик ленточного конвейера на воздушной подушке. Для определения толщины воздушной подушки под транспортируемым изделием рассмотрим расчётную схему на рис. 2.

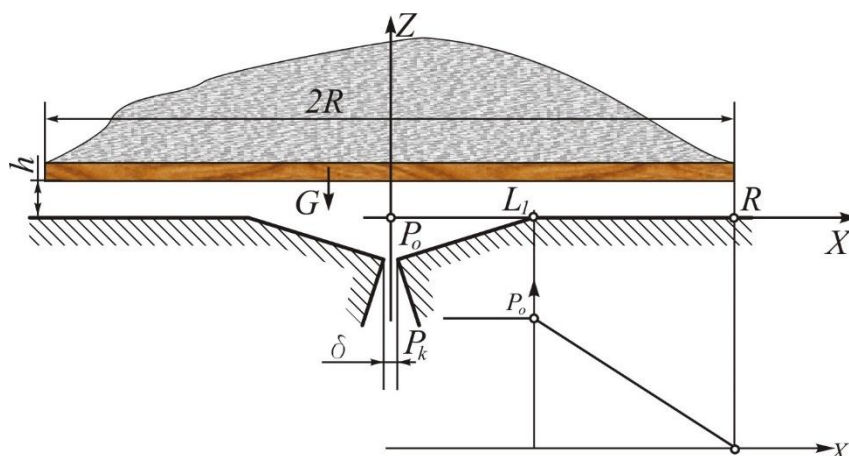


Рис. 2. Расчётная схема для определения толщины воздушной подушки под транспортёрной лентой при наличии кармана с коническим соплом в несущей поверхности

На расчетной схеме (рис. 2) представлены основные размеры системы, коническое сопло и транспортёрная лента с грузом. Используя методику решения таких задач для течения воздуха в плоском канале запишем систему уравнений Навье-Стокса с учётом ряда допущений применяемых для плоских течений [2]. Тогда, применительно к участку $[L_1; R]$ можно записать

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} &= \mu \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \\ \frac{\partial(\rho U)}{\partial x} &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где P – избыточное давление в воздушной прослойке, Па; U – скорость воздушной среды вдоль оси координат X , м/с; ρ – плотность воздуха, кг/м³; μ – динамическая вязкость воздуха, (Н·с)/м².

В результате решения системы уравнений (1) с учётом граничных условий

$$\left. \begin{aligned} U &= 0 \quad \text{при} \quad z = 0 \\ U &= 0 \quad \text{при} \quad z = h \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

получим уравнение для скорости потока в воздушной подушке

$$U = \frac{1}{2\mu} \frac{dP}{dx} (h-z)z \quad (3)$$

Принимая во внимание уравнение неразрывности в интегральной форме для сечения в потоке при условии отсутствия источников в самом потоке, то можно записать

$$\int_0^h \frac{\partial U}{\partial x} dz = 0. \quad (4)$$

и учитывая граничные условия

$$\left. \begin{aligned} P &= P_o \quad \text{при} \quad x = L_1 \\ P &= 0 \quad \text{при} \quad x = R \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

получим распределение давления в воздушной подушке на интервале значений $[L_1; R]$

$$P = P_o \frac{(R-x)}{(R-L_1)}. \quad (6)$$

Величину P_o давления в кармане определим из условия равновесия транспортёрной ленты на воздушной подушке. Вес G транспортёрной ленты с грузом на участке шириной B уравнивается избыточным давлением в воздушной подушке и для этого равновесия можно записать

$$G = 2L_1 B P_o + 2B \int_{L_1}^R P dx,$$

откуда

$$P_o = \frac{G}{B(R+L_1)} \quad (7)$$

и скорость потока в воздушной подушке будет

$$U = \frac{G}{2\mu B(R^2 - L_1^2)} (h-z)z. \quad (8)$$

Расход воздуха $Q_{\text{п}}$ необходимый для создания воздушной подушки может быть определен из равенства

$$Q_{\Pi} = 2B \int_0^h U dz \text{ или}$$

$$Q_{\Pi} = \frac{G}{6\mu(R^2 - L_1^2)} h^3 \quad (9)$$

В уравнении (9) не определена h толщина воздушной подушки. Эту толщину можно найти из условия равенства расходов воздуха Q_{Π} в потоке воздушной подушки и Q_c расхода воздуха через коническое сопло.

Для определения зависимости расхода воздуха через коническое сопло от его ширины, рассмотрим расчетную схему на рис.3. Условие равновесия на подвижной пластине, с учетом обозначений, показанных на рис.3, будет

$$M_1 = M_2, \quad (10)$$

где

$$M_1 = \int_0^H B(P_k - P_z) \left[(H - z) + L_o \sin \frac{\alpha}{2} \right] dz$$

$$M_2 = BP_o L_o^2.$$

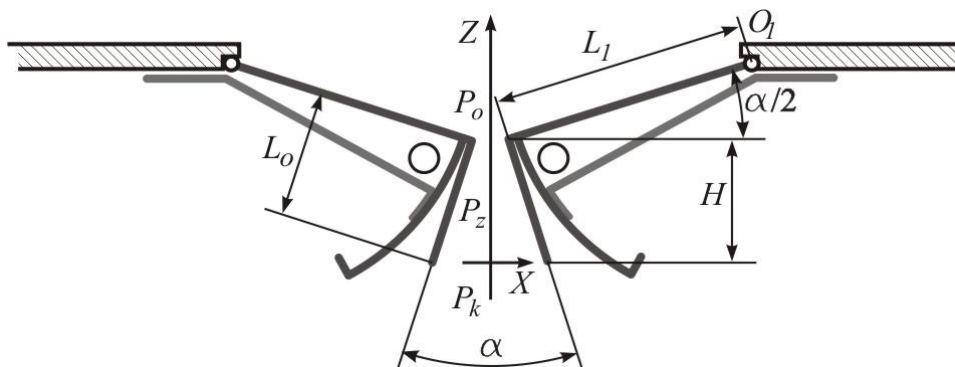


Рис. 3. Расчетная схема для определения величины проходного сечения конического сопла

Для системы уравнений (11) граничные условия имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} W &= 0 \text{ при } x = r \\ W &= 0 \text{ при } x = -r \end{aligned} \right\}, \quad (12)$$

где $r = (H - z) \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} \right) + \frac{\delta}{2}, \quad H = L_o \cos \frac{\alpha}{2},$

$$\delta = L_1 \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right).$$

Проинтегрируем дважды по x первое и второе уравнения системы (11), учитывая граничные условия (12) получим значение скорости вдоль конического канала

В уравнение (10) входит величина распределения давления в плоском коническом канале P_z . Поэтому возникает задача определения этого давления.

На расчетной схеме, на рис. 3 для определения P_z представлены основные размеры плоского конического сопла. Для течения воздуха под изделием запишем систему уравнений Навье-Стокса с учетом ряда допущений применяемых, для плоских течений [3, 4]

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial z} &= \mu \frac{\partial^2 W}{\partial x^2}, & \frac{\partial P}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial W}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (11)$$

где P – избыточное давление в воздушной прослойке, Па; W – скорость воздушной среды вдоль соответствующих осей координат z , м/с; μ – динамическая вязкость воздуха, $(H \cdot c)/m^2$.

$$W = -\frac{1}{2 \cdot \mu} (r^2 - x^2) \frac{\partial P}{\partial z}. \quad (13)$$

Расход через любое сечение конического канала будет постоянным и определится на основе скорости (13)

$$Q_c = \int_{-r}^r W dx = -\int_{-r}^r \frac{1}{2 \cdot \mu} (r^2 - x^2) \frac{\partial P}{\partial z} dx =$$

$$= \int_0^r \frac{1}{\mu} (r^2 - x^2) \left(-\frac{\partial P}{\partial z} \right) dx \quad (14)$$

Из уравнения (14) с учётом (13) после интегрирования получим

$$\frac{\partial P}{\partial z} = \frac{3}{2\mu \cdot r^3} Q_c. \quad (15) \quad \text{где}$$

Сделаем замену переменных в (15) и

$$\text{определим } z = L_1 - \frac{r - \frac{\delta}{2}}{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \text{ и } dz = -\frac{1}{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)} dr.$$

Учитывая эту замену и принимая во внимание следующие граничные условия

$$\left. \begin{aligned} P = P_k \quad \text{и} \quad r = H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \frac{\delta}{2} \quad \text{при} \quad z = 0 \\ P = P_o \quad \text{и} \quad r = \frac{\delta}{2} \quad \text{при} \quad z = H \end{aligned} \right\}, \quad (16)$$

запишем (16) распределение давления вдоль оси конического канала в виде

$$P_z = A - \frac{\mu}{3B} \frac{Q_c}{\left[(H - z) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \frac{\delta}{2} \right]^2} \quad (17)$$

$$Q_c = \frac{3}{16\mu} B \delta^2 (P_k - P_o) \left[4 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \frac{\delta^2}{H \left(H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \delta \right)} \right],$$

$$A = P_k + \frac{(P_k - P_o) \delta^2}{4H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \left(H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \delta \right)},$$

$$\delta = L_1 \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right).$$

По уравнению (17) построена характерная зависимость изменения давления вдоль плоского конического канала, что показано на рис. 4.

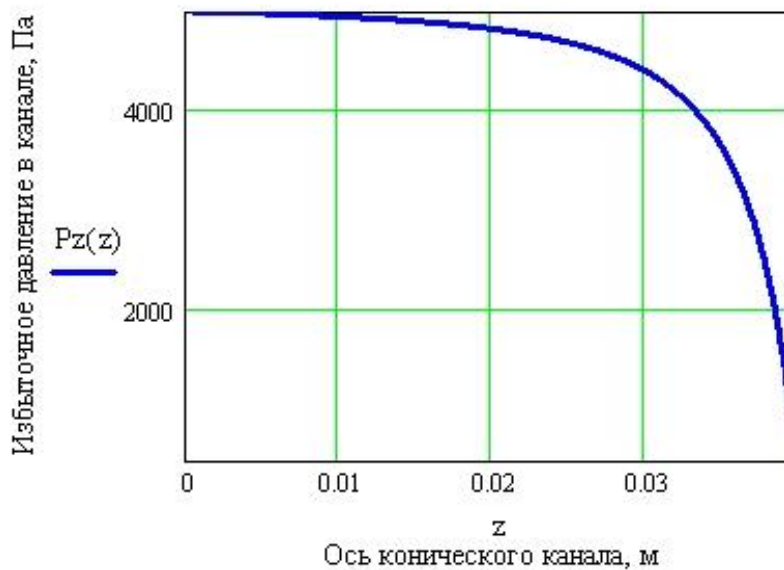


Рис. 4. График изменения избыточного давления вдоль оси плоского конического канала при следующих значениях $\alpha=0.2$; $P_k=5000$ Па; $P_o=470$ Па; $\mu=0.185 \cdot 10^{-4}$ (Н·с)/м²

Подставляя в условие равновесия (10) давление P_z из (17), и выполняя интегрирование, получим соотношение, из которого можно извлечь α , определяющего величину проходного сечения конического сопла. Из равенства расходов $Q_{\Pi} = Q_c$ определим толщину воздушной подушки

$$h = \left[\frac{9 B \delta^2 (R^2 - L_1^2)}{8 G} (P_k - P_o) \left[4 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \frac{\delta^2}{H \left(H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \delta \right)} \right] \right]^{1/3} \quad (18)$$

$$\text{где } \delta = L_1 \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right).$$

Из уравнения (18) в силу его громоздкости сложно получить величину α в виде

аналитической зависимости. Поэтому решение уравнения (10) относительно α можно осуществить графическим методом.

Графический метод определения основного геометрического параметра системы стабилизации толщины воздушной подушки. На рис. 5 ÷ рис. 10 показаны графики функций $M_1(\alpha)$, $M_2(\alpha)$ и $h(\alpha, G)$.

Точка пересечения кривых $M_1(\alpha)$ и $M_2(\alpha)$ позволяет найти на кривой $h(\alpha, G)$ точку А, координаты которой содержат информацию о величине толщины воздушной подушки. Для различных нагрузок были выполнены графические построения для определения толщины воздушной подушки. Результаты сведены в таблицу.

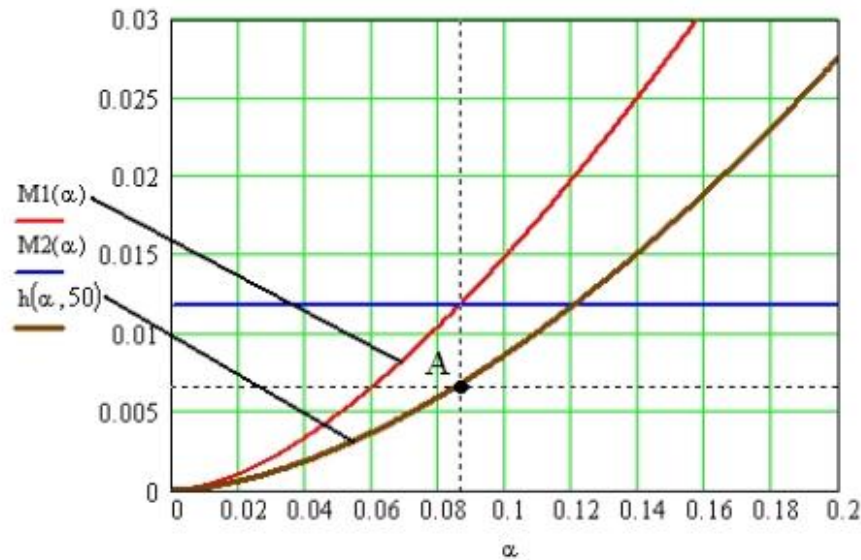


Рис. 5. Графическое определение значения толщины воздушной подушки при следующих параметрах $P_k=5000$ Па; $P_o=59$ Па; $\mu=0.185 \cdot 10^{-4} (H \cdot c)/m^2$. Точка А с координатами ($\alpha=0.087$; $h=0.007$)

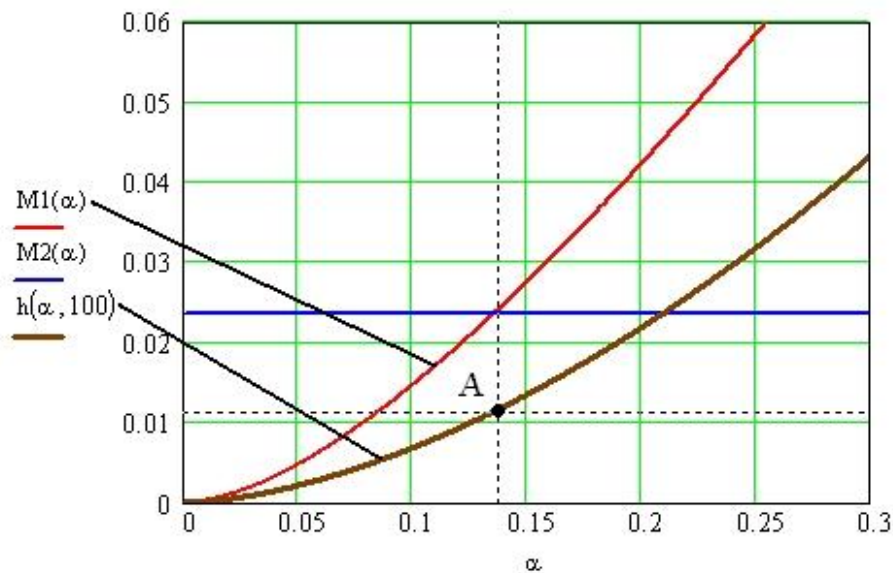


Рис. 6. Графическое определение значения толщины воздушной подушки при следующих параметрах $P_k=5000$ Па; $P_o=117$ Па; $\mu=0.185 \cdot 10^{-4} (H \cdot c)/m^2$. Точка А с координатами ($\alpha=0.138$; $h=0.012$).

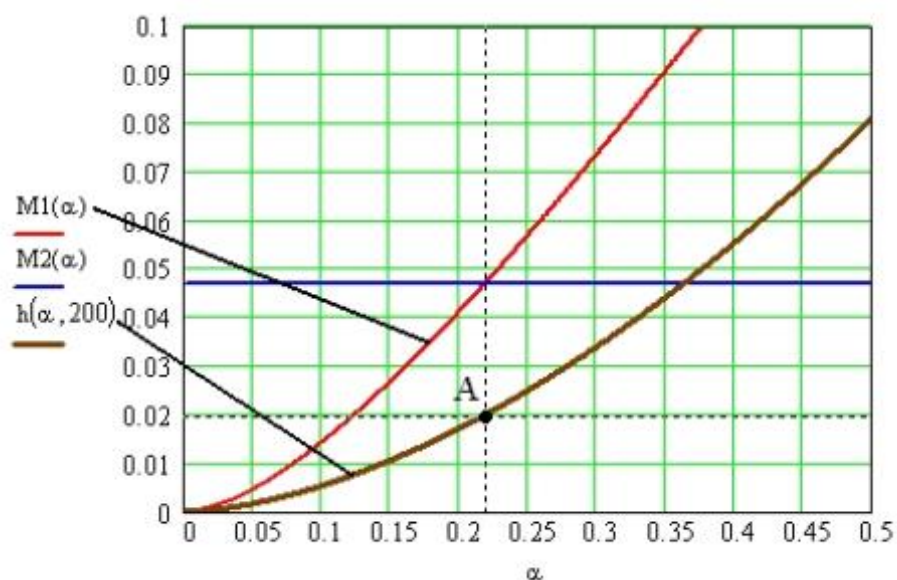


Рис. 7. Графическое определение значения толщины воздушной подушки при следующих параметрах $P_k=5000$ Па; $P_o=235$ Па; $\mu=0.185 \cdot 10^{-4} (H \cdot c)/m^2$. Точка А с координатами $(\alpha=0.220; h=0.02)$.

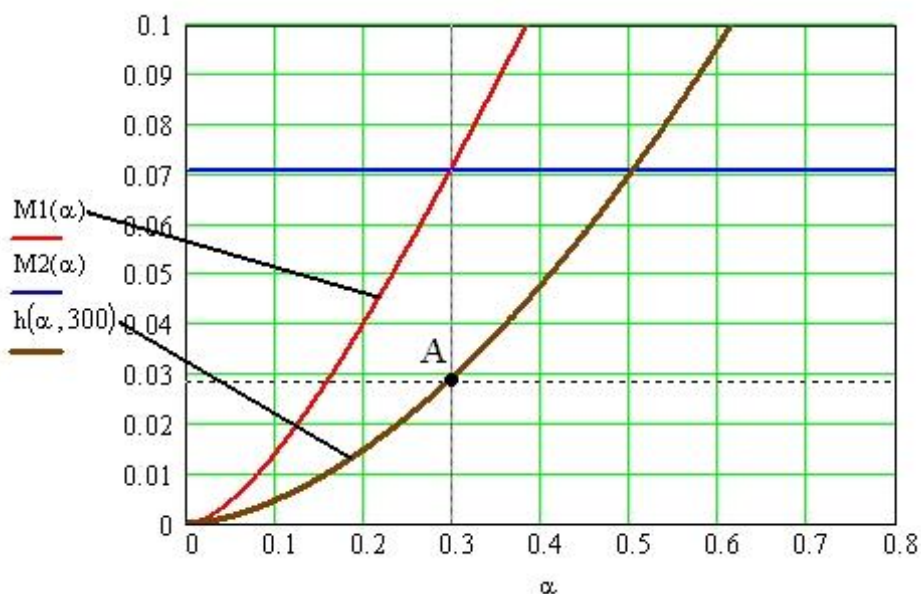


Рис. 8. Графическое определение значения толщины воздушной подушки при следующих параметрах $P_k=5000$ Па; $P_o=352$ Па; $\mu=0.185 \cdot 10^{-4} (H \cdot c)/m^2$. Точка А с координатами $(\alpha=0.229; h=0.029)$.

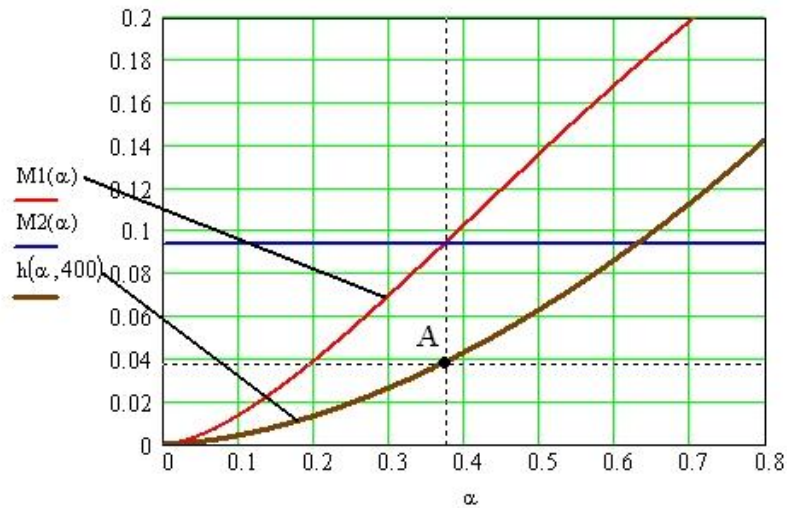


Рис. 9. Графическое определение значения толщины воздушной подушки при следующих параметрах $P_k=5000$ Па; $P_o=470$ Па; $\mu=0.185 \cdot 10^{-4} (H \cdot c)/m^2$. Точка А с координатами ($\alpha=0.378$; $h=0.039$).

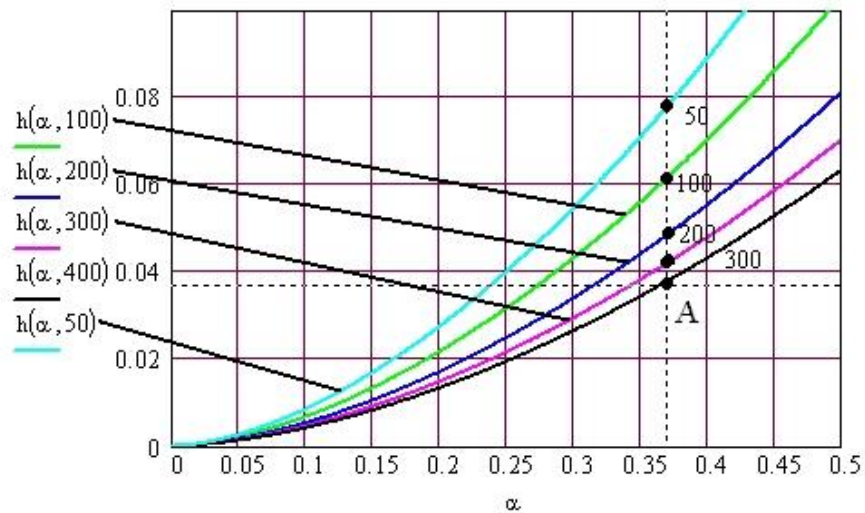


Рис. 10. Графическое определение значения толщины воздушной подушки при следующих параметрах $P_k=5000$ Па. Точки А, 300, 200, 100, 50 с координатой ($\alpha=0.378$).

Характеристики воздушной подушки при различных нагрузках

Условное обозначение точки	Нагрузка на квадратный метр транспортной ленты, Н	Постоянное сечение сопла		Переменное сечение сопла	
		α	h , м	α	h , м
50	42	0.378	0.078	0.087	0.007
100	83	0.378	0.062	0.138	0.012
200	167	0.378	0.049	0.220	0.020
300	250	0.378	0.042	0.299	0.029
А	333	0.378	0.039	0.378	0.039

По табличным данным построены графики зависимости толщины воздушной подушки от величины нагрузки на транспортёрную ленту.

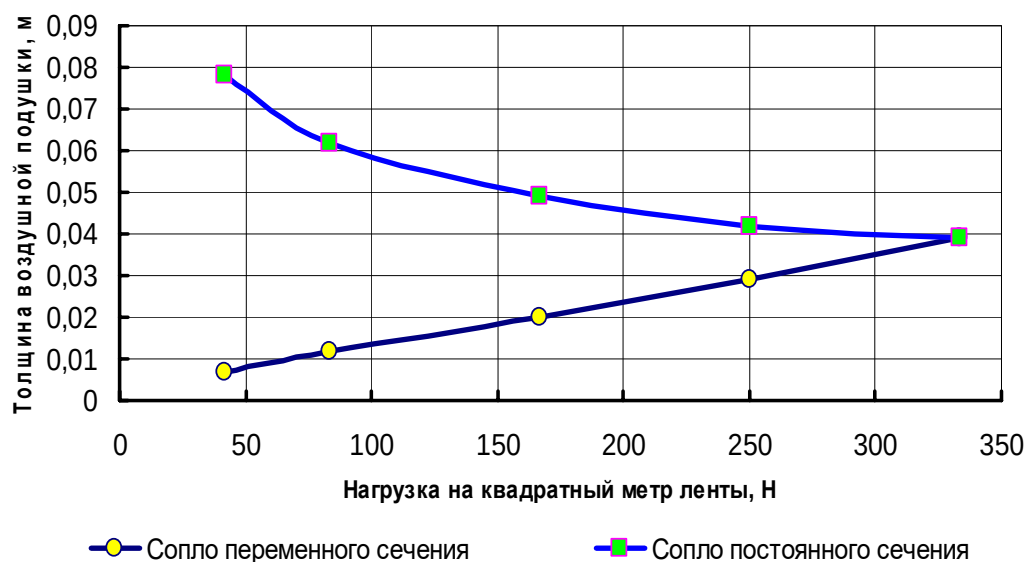


Рис. 11. Зависимость толщины воздушной подушки от величины удельной нагрузки на транспортёрную ленту при $P_k=5000$ Па.

Выводы. Кривые зависимостей, представленные на рис.11, показывают, что толщина воздушной подушки при использовании сопел переменного сечения уменьшается, когда нагрузка на транспортёрную ленту снижается. В случае использования сопел постоянного сечения, толщина воздушной подушки увеличивается с уменьшением нагрузки на транспортёрную ленту, что приводит к значительным энергетическим потерям и повышенному аэродинамическому

шуму. Из этого следует, что применение рассмотренного метода управления толщиной воздушной подушки в конструкции ленточного конвейера решает задачу снижения энергетических затрат и уровня шума. При этом стабильность толщины воздушной подушки обеспечивает бесконтактное перемещение транспортёрной ленты, исключая накопление электростатического заряда, что снижает пожарный риск этих конвейеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Патент 2342305 Российская Федерация, МПК7 В 65 G 51/00. Пневмоконвейер со стабилизированной толщиной воздушной подушки / Мурзинов В.Л., Мурзинов П.В., Мурзинов Ю.В. – Оpubл. 27.12.2008 Бюл. №36.
- 2 Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика. – М.: Машиностроение, 1978. – 463 с.
- 3 Мурзинов В.Л. Автоматическая стабилизация толщины воздушной подушки и снижение шумоизлучения в пневмоконвейерах // Автоматизация и современные технологии. – 2008, №10. – С. 3–7.
- 4 Мурзинов В.Л. Малошумный пневмоконвейер с дозированной подачей сжатого воздуха в воздушную подушку // Известия вузов. Машиностроение. – 2007, №10. – С. 44–50.

METHOD TO REDUCE FIRE RISK AND NOISE BELT CONVEYOR

V. L. Murzinov

Murzinov Valery Leonidovich, Voronezh state technical University, doctor of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: dr.murzinov@yandex.ru

ABSTRACT

Presented belt conveyor with low fire risk and noise, thanks to the use of air cushion to provide contact less movement of the conveyor belt. Belt conveyors on an air cushion constitute an explosion-proof and fire-proof vehicle used in various industries. The method of control value of the flow section of the supply nozzle, the supply air in the airbag. Shows the local system that implements the principle regulator of direct action, to control the thickness of the air cushion. On the basis of the hydrodynamic model defined formulas for engineering calculations the characteristic values of the devices move.

Keywords: fire risk, noise, belt conveyor, air cushion, contact less transportation, management.

REFERENCES

- 1 Patent 2342305 Russian Federation mpk7 B 65 G 51/00. Pneumochair with the stabilised thickness of air cushion / V. L. Murzinov, Murzinov P. V., Murzinov V. – Publ. 27.12.2008 bull. No. 36.
- 2 B. T. Emtsev, Technical hydromechanics. – M.: Mashinostroenie, 1978. – 463 p.
- 3 Murzinov V. L. Automatic stabilization of the thickness of the air cushion and reduce the noise in pneumoconiotic // automation and modern technology. – 2008, №10. – P. 3-7.
- 4 Murzinov V. L. Low noise pneumochair dispensing compressed air in the airbag // Izvestiya vuzov. Engineering. – 2007, №10. – P. 44-50.

УДК 621.867.872

ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОЕ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В. Л. Мурзинов

Мурзинов Валерий Леонидович, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук., профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: dr.murzinov@yandex.ru

Представлен пневматический конвейер, представляющий собой взрывобезопасное и пожаробезопасное транспортное средство, применяемое в различных производствах. Пневматические конвейеры, обеспечивающие транспортирование изделий на воздушной подушке, имеют ряд преимуществ перед другими видами внутрицехового транспорта. Они просты по конструкции и не имеют движущихся частей, что повышает надежность их работы, снижает расходы на эксплуатацию и ремонт, улучшает условия техники безопасности. В статье представлен пневматический конвейер с пористой несущей поверхностью и дан расчёт его характеристик.

Ключевые слова: пневматический конвейер, воздушная подушка, несущая поверхность, бесконтактное транспортирование, порозность пористого слоя.

Введение. Использование воздуха в качестве несущей субстанции позволяет значительно увеличить безопасность транспортных операций в производственных условиях. Несущей субстанцией является воздушная подушка или воздушная прослойка между транспортным средством и опорной поверхностью изделия.

Изделия промышленности в своем большинстве имеют плоскую опорную поверхность, что открывает широкие возможности использования воздушной подушки для их транспортирования и ориентирования в технологических машинах, а также позволяет осуществлять сравнительно небольшое по абсолютной величине силовое воздействие на единицу поверхности изделия пониженной прочности. Пневмоконвейеры, обеспечивающие транспортирование изделий на воздушной подушке, имеют ряд преимуществ перед другими видами внутрицехового транспорта предприятий. Они просты по конструкции и не имеют движущихся частей, что повышает надежность их работы, снижает расходы на эксплуатацию и ремонт, повышает пожаровзрывобезопасность. Пневмоконвейеры позволяют легко осуществлять бесступенчатое регулирование скорости транспортирования

изделий, изменять продольный шаг между изделиями, совмещать операцию транспортирования с такими видами технологических процессов, как охлаждение, нагрев, сушка, обжиг. Все эти достоинства пневмоконвейеров особенно проявляются при транспортировании изделий расфасованных в упаковки, выполненные из материалов, имеющих гладкую поверхность, например, картонные коробки, полиэтиленовые пакеты. Применение пневмоконвейеров создает предпосылки к бесконтактному управлению движением и позволяет использовать автоматические системы, обеспечивающие заданный режим движения изделий.

Пневматические конвейеры с пористой несущей опорной поверхностью (рис.1) обладают рядом преимуществ перед пневматическими конвейерами с дискретно расположенными питающими отверстиями: большей нагрузочной способностью, более равномерным распределением давления в воздушной прослойке, обеспечивают большую устойчивость изделия при транспортировании [1, 2, 3]. Воздушная подушка, формируемая потоком воздуха, поступающего через пористую несущую поверхность, обладает ламинарным режимом течения в широком диапазоне

нагрузок, что обеспечивает пониженное аэродинамическое шумоизлучение [4]. Однако пневматические конвейеры с пористой несущей опорной поверхностью обладают недостатком – повышенным расходом воздуха. Поэтому актуальной задачей повышения эф-

фективности пневматических конвейеров является снижение энергетических затрат, что требует определения зависимости расходных характеристик от параметров системы изделие – пневматический конвейер.

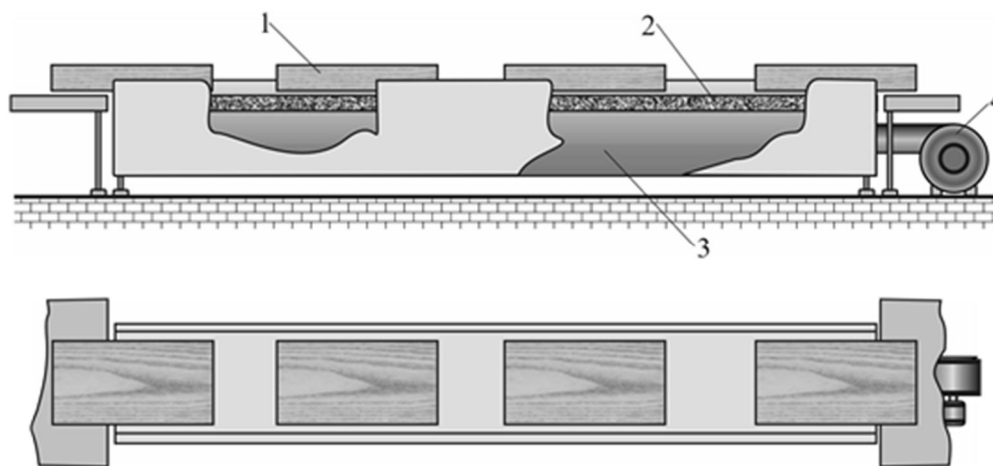


Рис. 1. Пневмоконвейер с пористой несущей поверхностью

1 – транспортируемое изделие, 2 – несущая поверхность, выполненная из жесткого пористого материала, 3 – пневмокамера, 4 – газодувка

Моделирование расходно-геометрических характеристик пневмоконвейера.

Рассмотрим ламинарное течение вязкой несжимаемой жидкости в тонком слое между двумя параллельными стенками, одна из которых является опорной поверхностью изделия 1, что показано на рис. 2, а другая – пористой несущей поверхностью 2 пневматического конвейера. Между пористой несущей поверхностью 1 и опорной поверхностью изделия 1 формируется воздушная подушка 3 толщиной h , величина которой должна быть минимально необходимой для исключения контакта изделия 1 и несущей поверхности. Сила тяжести G изделия уравнивается силой, сформированной избыточным давлением в воздушной подушке 3. Для определения избыточного давления в ней можно использовать схему, показанную на рис. 2.

Для схемы, представленной на рис. 2 приняты следующие допущения. Линейные

размеры опорной поверхности транспортируемого изделия значительно превышают толщину воздушной прослойки, т.е. $h \gg L$, что обеспечивает ламинарный режим течения в воздушной подушке. Плотность воздуха является неизменной величиной, режим течения стационарный и изотермический. Течение в воздушной подушке происходит при достаточно малых числах Рейнольдса, поэтому инерционными членами в основных уравнениях динамики можно пренебречь. Подача воздуха происходит через пористую поверхность, т.е. эта поверхность как бы снабжена множеством источников, равномерно распределенных на её поверхности. Поэтому с небольшой долей погрешности можно допустить наличие источников воздуха в самом объеме воздушной прослойки, причем можно считать распределение источников равномерным с постоянной интенсивностью.

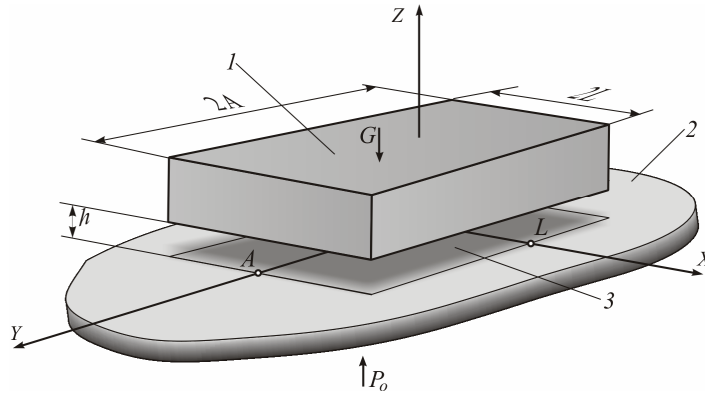


Рис. 2. Схема взаимного расположения изделия и пористой несущей поверхности

1 – изделие; 2 – пористая несущая поверхность; 3 – воздушная прослойка под изделием; h – толщина воздушной прослойки, м; G – сила тяжести изделия, Н; P_0 – давление питания пневмотранспортной системы, Па; L – характерный геометрический размер изделия, м; X, Y, Z – оси координат

Движение воздуха для рассматриваемой схемы течения сплошной среды может быть описано уравнениями Навье-Стокса [5]. Применительно к тонким слоям воздушной среды, с учетом представленных допущений можно записать систему уравнений, включающую уравнения динамики и уравнение неразрывности:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} &= \mu \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial z^2}, \quad \frac{\partial P}{\partial y} = \mu \cdot \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}, \quad \frac{\partial P}{\partial z} = 0, \\ \frac{\partial(\rho \cdot U)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho \cdot V)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho \cdot W)}{\partial z} &= m \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где P – избыточное давление в воздушной прослойке, Па; U, V, W – скорость воздушной среды вдоль соответствующих осей координат X, Y, Z , м/с; $\rho = \text{const}$ – плотность воздуха, м³/с; t – время, с; $m = \frac{Q \cdot \rho}{4 \cdot L^2 \cdot h}$ – массовый расход воздуха в единицу времени на единицу объема, занимаемого воздушной прослойкой, кг/(с·м³); μ – динамическая вязкость воздуха, Па·с.

Для системы уравнений (1) граничные условия имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} U = V = W &= 0, \text{ при } z = 0, \\ U = V = W &= 0, \text{ при } z = h, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Проинтегрируем дважды по z первое и второе уравнения системы (1), учитывая граничные условия (2) и определяя константы интегрирования, получим величины скоростей вдоль осей x и y

$$U = -\frac{1}{2 \cdot \mu} \cdot (h - z) \cdot z \cdot \frac{\partial P}{\partial x}, \quad (3)$$

$$V = -\frac{1}{2 \cdot \mu} \cdot (h - z) \cdot z \cdot \frac{\partial P}{\partial y} \quad (4)$$

Уравнение неразрывности из системы уравнений (1) можно представить в интегральной форме. Для этого последнее уравнение системы (1) умножим на dz и проинтегрируем в пределах от 0 до h , что позволит получить

$$\int_0^h \frac{\partial(\rho \cdot U)}{\partial x} \cdot dz + \int_0^h \frac{\partial(\rho \cdot V)}{\partial y} \cdot dz + \int_0^h \frac{\partial(\rho \cdot W)}{\partial z} \cdot dz = \int_0^h m \cdot dz \quad (5)$$

где $m = \frac{Q \cdot \rho}{4 \cdot L^2 \cdot h}$. Уравнение (5) с учетом представленных допущений может быть преобразовано к виду

$$\int \frac{\partial U}{\partial x} \cdot dz + \int \frac{\partial V}{\partial y} \cdot dz = m \cdot h = \frac{Q}{4 \cdot L^2}, \quad (6)$$

где $Q = 4AL \left(-\frac{z_1}{2} + \sqrt{\frac{z_1^2}{4} + z_2} \right)$ – объемный расход воздуха, поступающий в воздушную прослойку, м³/с; A, L – характерные линейные размеры опорной поверхности изделия, м;

$z_1 = 56.838 \frac{\mu}{\rho d}$; $z_2 = 0.57 \frac{\varepsilon^3 d}{H\rho(1-\varepsilon)} \left(P_0 - \frac{G}{4AL} \right)$;

P_0 – давление в пневмокамере, Па; G – вес

транспортируемого изделия, H ; ε – порозность материала пористой несущей поверхности [6]; H – толщина пористой несущей поверхности, m ; d – диаметр частицы материала пористой несущей поверхности, m . После интегрирования и преобразований уравнение (6) с учетом (3) и (4) будет иметь вид

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{3 \cdot Q \cdot \mu}{h^3 \cdot L^2} = 0 \quad (7)$$

Введем относительные переменные по осям X и Y $\bar{x} = \frac{x}{L}$ и $\bar{y} = \frac{y}{L}$ и для удобства решения уравнения (7) приведем его к безразмерному виду

$$\frac{\partial^2 P_*}{\partial \bar{x}^2} + \frac{\partial^2 P_*}{\partial \bar{y}^2} + 1 = 0, \quad (8)$$

$$\text{где } P_* = \left(\frac{h^3}{3 \cdot Q \cdot \mu} \right) \cdot P.$$

Для этого уравнения решение может быть найдено методом Галеркина [7]. На рис. 3 показана схема расположения осей координат и границ изменения величины P_* . Запишем граничные условия для уравнения (8):

$$P_* = 0 \text{ при } \bar{x} = \pm 1 \text{ и } \bar{y} = \pm k, \quad (9)$$

Выберем пробную функцию в виде

$$P_* = \sum_{j=1}^N a_j (1 - \bar{x}^2)^j (k^2 - \bar{y}^2)^j \quad (10)$$

Подстановка выражения (10) в уравнение (8) дает отличную от нуля невязку

$$R = -2a_1(k^2 - \bar{y}^2) + 4a_2(k^2 - \bar{y}^2)^2(3\bar{x}^2 - 1) + 4a_2(k^2 - \bar{x}^2)^2(3\bar{y}^2 - 1) + 1 \quad (11)$$

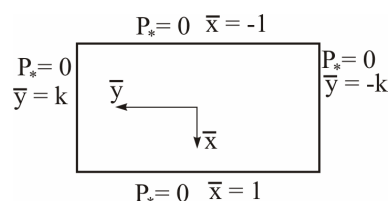


Рис. 3. Схема расположения осей координат и границ для определения методом Галеркина избыточного давления в воздушной подушке под изделием.

Согласно методу Галеркина коэффициенты a_j должны определяться из системы уравнений

$$\left. \begin{aligned} \sum_{l=1}^N a_j \int_{-1-k}^1 \int_{-1-k}^k R \varphi_1 d\bar{x} d\bar{y} &= 0 \\ \sum_{l=1}^N a_j \int_{-1-k}^1 \int_{-1-k}^k R \varphi_2 d\bar{x} d\bar{y} &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (12)$$

где $\varphi_1 = (1 - \bar{x}^2)(k^2 - \bar{y}^2)$, $\varphi_2 = (1 - \bar{x}^2)^2(k^2 - \bar{y}^2)^2$.

После преобразований можем записать

$$\left. \begin{aligned} \frac{128}{45} k^3 (k^2 + 1) a_1 - \frac{1024}{525} k^5 (k^2 + 1) a_2 + \frac{16k^3}{9} &= 0 \\ -\frac{256}{33075} k^5 [-147 + 252(k^2 + 1)a_1 + 256k^2(k^2 + 1)a_2] &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

откуда

$$a_1 = \frac{37}{52(k^2 + 1)}, \quad a_2 = -\frac{105}{832k^2(k^2 + 1)}.$$

Теперь можно записать окончательно решение поставленной задачи

$$P_* = a_1(1 - \bar{x}^2)(k^2 - \bar{y}^2) + a_2(1 - \bar{x}^2)^2(k^2 - \bar{y}^2)^2 \quad (14)$$

На рис. 4 показана, построенная по уравнению (14), поверхность, характеризующая изменение безразмерного избыточного давления под изделием на воздушной подушке.

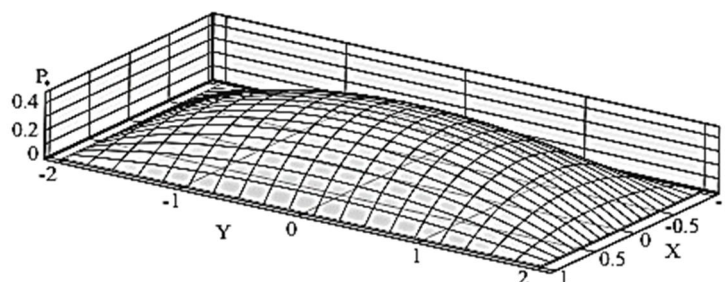
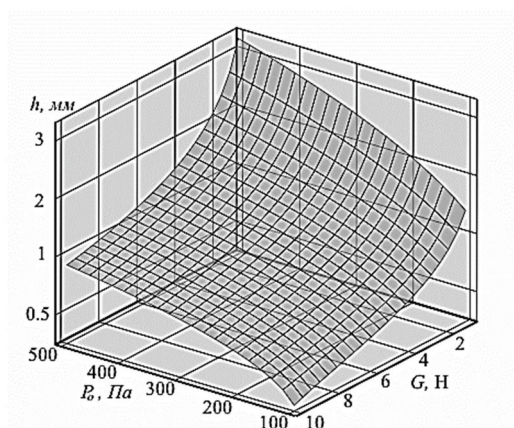


Рис. 4. Распределение давления в воздушной подушке под изделием при $k=2$ **Рис. 5.** Толщина воздушной подушки под изделием при следующих характеристиках: $\mu=1.85 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$, $\varepsilon=0.4$, $d=0.0001 \text{ м}$, $\rho=1.29 \text{ кг/м}^3$, $H=0.005 \text{ м}$, $L=0.12 \text{ м}$, $k=2$.

Толщину воздушной прослойки можно определить из условия равновесия изделия, которое заключается в том, что избыточное давление в воздушной прослойке уравнивается силой тяжести изделия и условие равновесия будет иметь вид $\bar{G} + \bar{F} = 0$, где $\bar{G}$ – сила тяжести изделия, Н; $\bar{F}$ – сила, сформированная избыточным давлением в воздушной прослойке под изделием, Н. Учитывая зависимости (8) и (12) уравнение равновесия будет

$$G = F = \int_{-L}^L \int_{-A}^A P(x, y) dx dy. \quad (15)$$

Учитывая, симметричный характер распределения давления под изделием в воздушной подушке и делая замену в соответствии с (7) и (8), запишем

$$h^3 \frac{G}{12\mu L^2 Q} = \int_0^1 \int_0^k P_* d\bar{x} d\bar{y}$$

откуда толщина воздушной подушки будет

$$h = \left[3.364 \frac{k^3 \mu L^2 Q}{(k^2 + 1) G} \right]^{1/3}. \quad (16)$$

Уравнение (16) включает в себя основные характеристики пневматического конвейера с несущей пористой поверхностью, такие как вес изделия, величину расхода воздуха, коэффициент порозности пористого материала, геометрические характеристики. По уравнению (16) построена поверхность, что показано на графике, на рис. 5.

Выводы. Построенные уравнения (14) и (16) позволяют проектировать взрывобезопасные и пожаробезопасные транспортные средства для межоперационного транспортирования изделий в различных производствах. Использование воздушной подушки, как несущей субстанции, обеспечивает бесконтактное перемещение изделий вдоль пневмоконвейера. Отсутствие контакта с рабочими органами транспортной системы обеспечивает отсутствие искрения, трения, возможности деформации изделия и повышает пожаробезопасность и взрывобезопасность транспортных операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Битюков В.К. Пневматические конвейеры / В.К. Битюков, В.Н. Колодежнов, Б.И. Кущев. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1984. – 164 с.
- 2 Транспортные средства Мовит на воздушной подушке // Промышленный транспорт. – 1984. – № 8. – С. 25–26.

3 А.с. 1054240 СССР, МКИЗ В 65 G 51/00. Устройство для транспортирования изделий на воздушной подушке / В.К.Битюков, В.Н. Колодежнов, Б.И. Кушев, В.Л. Мурзинов (СССР). – 3415871/27–11; заявл. 29.03.82; опубл. 15.11.83, Бюл. № 42.

4 Мурзинов В.Л. Снижение шума в устройствах транспортирования на воздушной подушке. – Воронеж: Росинформресур, 2008. – 196 с.

5 Константиnescу В.Н. Газовая смазка. – М.: Машиностроение, 1968. – 718 с.

6 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 752 с.

7 Флетчер К. Численные методы на основе метода Галеркина: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 352 с.

EXPLOSION-PROOF AND FIRE-PROOF VEHICLE FOR INDUSTRIAL ENTERPRISES

V. L. Murzinov

Murzinov Valery Leonidovich, Voronezh state technical University, doctor of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: dr.murzinov@yandex.ru

ABSTRACT

Presents a pneumatic conveyor, which is an explosion-proof and fire-proof vehicle used in various industries. Pneumatic pipelines providing transportation on an air cushion have a number of advantages over other types of intrashop transport. They are simple in design and have no moving parts, which increases the reliability of operation, reduces the cost of operation and maintenance, improves safety conditions. The article presents a pneumatic conveyor with a porous supporting surface and gives a calculation of its characteristics.

Keywords: pneumatic conveyor, air cushion bearing surface, contactless transportation, the porosity of the porous layer.

REFERENCES

1 Bityukov V.K. Pneumatic conveyors / V.K. Bityukov, V.N. Kolodezhnov, B.I. Kushev. – Voronezh: Voronezh state University, 1984. – 164 p.

2 Vehicle Movie hovercraft // Industrial transport. – 1984. – No. 8. – Pp. 25-26.

3 A. S. 1054240 of the USSR, МКИЗ 65 G 51/00. Device for transporting products on an air cushion / V.K. bityukov, V.N. Kolodezhnov, B.I. Kushev, V.L. Murzinov (USSR). – 3415871/27–11; Appl. 29.03.82; publ. 15.11.83, bull. No. 42.

4 Murzinov, W. L. noise Reduction in devices transportation of a hovercraft. – Voronezh: Rosinformresurs, 2008. – 196 p.

5 Constantinescu, V.N. Gas lubrication. – M.: Mashinostroenie, 1968. – 718 p.

6 Kasatkin A. G. Basic processes and apparatuses of chemical technology. – M.: Chemistry, 1973. – 752 p.

7 Fletcher K., Numerical methods based on Galerkin methods: Per. from English. – M.: Mir, 1988. – 352 p.

Правила написания и оформления статей для опубликования в научном журнале «Комплексная безопасность»

Научная статья должна содержать следующие структурные элементы.

Аннотация в сжатой форме отражает описание проделанной работы. Логически аннотация, как и сам текст, делится на три части: постановка задачи, результаты и выводы. Объем аннотации должен быть не менее 5 и не более 15 строк.

Введение содержит оценку современного состояния решаемой научно-технической проблемы, основания и исходные данные. Необходимо показать актуальность и научную новизну, связь с другими научно-исследовательскими работами, сформировать цели и задачи.

Основной текст необходимо структурировать, выделив логические элементы заголовками. Нежелательны заголовки общего характера типа: "Теоретическая часть", "Экспериментальная часть" и т. п.

Выводы содержат результаты проделанной работы. Необходимо показать в чем заключается научная новизна изложенных в статье результатов исследования. Как правило, при описании результатов проделанной работы используются словосочетания: "Впервые определено (рассчитано)...", "Установлено...", "Получены результаты...").

Статьи представляются в электронном виде. Автор несет ответственность за научное содержание статьи и гарантирует оригинальность представляемого материала.

Объем статьи должен составлять не менее 3 страниц формата А4. Поля: верхнее, нижнее – 2 см, слева – 3 см, справа – 1 см.

Обязательным элементом статьи является номер УДК.

Сведения об авторах, аннотация, ключевые слова и библиографический список приводятся на русском и на английском языках.

В сведениях об авторах должна быть представлена следующая информация в следующем порядке: ученая степень, ученое звание, должность, место работы, контактный номер телефона, адрес электронной почты.

Для основного текста необходимо применять шрифт Times New Roman высотой 12 пунктов с одинарным интервалом. Не используйте какой-либо другой шрифт. Для обеспечения однородности стиля не используйте полужирный шрифт, а также подчеркивание текста. Отступ первой строки абзаца — 1 см. Текст следует компоновать одну колонку.

Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них. Название иллюстраций (10 пт., обычный) дается под ними после слова "Рис." с порядковым номером (10 пт., полужирный). Если рисунок в тексте один, номер не ставится. Все рисунки и фотографии желательно представлять в цветном варианте; они должны иметь хороший контраст и разрешение не менее 300 dpi. Избегайте тонких линий в графиках (толщина линий должна быть не менее 0,2 мм). Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются.

Слово "Таблица" с порядковым номером размещается по правому краю. На следующей строке приводится название таблицы (выравнивание по центру без отступа) без точки в конце. Единственная в статье таблица не нумеруется.

Используемые в работе термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Все употребляемые автором обозначения и аббревиатуры должны быть определены при их первом появлении в тексте.

Все формулы должны быть набраны в редакторе формул MathType. Пояснения к формулам (экспликация) должны быть набраны в подбор (без использования красной строки).

Ссылки на литературные источники в тексте заключаются в квадратные скобки [1]. Список литературы приводится после текста статьи на русском и английском языках в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила оформления». Список источников приводится в алфавитном порядке или по порядку их упоминания в тексте.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи. Редакция поддерживает связь с авторами преимущественно через электронную почту, будьте внимательны, указывая адрес для переписки.

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск 2 (2), 2017

Подписано в печать 29.12.2017. Формат бумаги 60×84 1/8.
Усл. печ. л. 12,5. Усл.-изд. л. 10,9. Бумага писчая. Тираж 150 экз. Заказ № 384

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский проспект, 14
Отдел оперативной полиграфии ВГТУ
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84