ISSN 2542-2200

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

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск 1 (3)

Воронеж 2018

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 **С. А. Колодяжный**, д-р техн. наук, профессор
Ответственный секретарь **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, 2018
© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Е. А. Жидко, Е. С. Попова, А. С. Рыжков
Экологический риск, учитываемый в деятельности предприятия при взаимодействии с окружающей средой..... 4

В. Л. Мурзинов
Время подготовки спасательного прыжкового пневматического устройства 11

А. И. Беспалая, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова
Анализ графических зависимостей, полученных при численной реализации интегральной математической модели пожара..... 18

И. Н. Емельянова, С. О. Батова, И. В. Михневич, С. Д. Николенко
Исследование прочностных характеристик керамзитобетона после температурного воздействия 27

Е. А. Жидко
Развитие информационных систем экологического учета как важнейший фактор эффективной деятельности хозяйствующего субъекта..... 34

Л.А. Кузнецова, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова
Влияние дисперсного армирования на прочность изгибаемых элементов конструкций 40

Е. А. Рассаднев, С. Д. Николенко
Контроль качества сварных соединений..... 48

Е. А. Жидко, Е. Г. Кошкина
Анализ проблем проектирования, строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов в зонах вечной мерзлоты..... 61

Адыев Орхан Наби Оглы, С. Д. Николенко
Контроль прочности железобетонных конструкций..... 66

И. А. Иванова, Е. И. Головина, А. В. Иванов
Разработка эффективных мероприятий по очистке вредных выбросов в атмосферу..... 75

Е. И. Головина, А. В. Мироненко, Н. А. Тарасова
Анализ воздействия вредных веществ при производстве железобетонных изделий..... 85

П. П. Леонов, П. М. Леонов, Е. А. Жидко
повышение надежности работы системы электроснабжения аэродрома..... 92

УДК 504.03

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК, УЧИТЫВАЕМЫЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Е. А. Жидко, Е. С. Попова, А. С. Рыжков

Жидко Елена Александровна, Воронежский государственный технический университет, канд. техн. наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности. 394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, e-mail: lenag66@mail.ru

Попова Евгения Сергеевна, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», канд. экон. наук, доцент кафедры управления повседневной деятельностью подразделений, e-mail: evg83@inbox.ru

Рыжков Александр Сергеевич, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», преподаватель кафедры роботехнических комплексов и систем воздушного базирования, e-mail: Irinka-hv@yandex.ru

В статье рассматривается методический подход к идентификации рисков, возникающих при взаимодействии предприятий и окружающей природной среды. Раскрывается сущность экономико-экологического риска промышленной деятельности. Исследуются подходы к риск-менеджменту, основанные на возникновении экологических рисков предприятий в процессе своей деятельности.

Рассмотрены структура возникновения экономико-экологического риска и предложения по усовершенствованию системы риск-менеджмента, обеспечивающие компенсацию ущерба и затрат на ликвидационные мероприятия.

Ключевые слова: окружающая природная среда, экологические риски производственной деятельности, рискообразующие факторы.

Введение. Состояние окружающей природной среды в промышленных регионах России по-прежнему остается сложным. Наметившиеся оживление экономики уже сейчас грозит обострением экологической обстановки в стране. Очевидно, что традиционная модель экономического роста к настоящему времени исчерпала свои возможности и может быть охарактеризована как экологически неустойчивая.

Проблема управления природоохранной деятельностью приобрела статус одной из самых приоритетных и острых проблем, стоящих перед человечеством. Достаточно сложно одновременно сохранять темпы экономического роста и минимизировать негативные последствия антропогенного воздействия на природу. Именно это характеризует современное отношение к проблемам управления экологическими процессами и рождает новое понимание того, что управление развитием производства и управление экологическими процессами сегодня необходимо соединить вместе.

Развитие производства направлено на достижение благосостояния человека и изменение качества его жизни, но в то же время оно сопровождается накоплением потенциала опасности для человека в виде отрицательного воздействия изменяющейся окружающей среды (ОС). Такое соединение возможно, если будет построена система и механизмы управления экологическими процессами в соответствии с концепцией устойчивого развития, а управление будет ориентировано не на производство как таковое, а на производство экологическое [1-5]. Безопасное и устойчивое (антикризисное) развитие предприятия в новых условиях XXI века возможно достичь за счет своевременного обеспечения лиц, принимающих решения, качественной информацией о состоянии внешней и внутренней среды объекта [6-11].

Производственная деятельность как преобразование природных ресурсов предполагает как положительные, так и

© Жидко Е. А., Попова Е. С., Рыжков А. С., 2018

отрицательные воздействия на природную среду, приводящие к возникновению экологических рисков.

Экономические потери вследствие проявления этих рисков должны отражаться непосредственно на доходах предприятий. Существующие правовые нормы обязывают их соблюдать требования экологической безопасности и компенсировать все негативные экологические последствия.

Существующими правовыми механизмами регулирования ответственности ущерб полностью или частично переносится на виновного, создавая для него дополнительный риск ответственности. Во всех иных случаях ущерб ложится на самих реципиентов – независимо от происхождения первоначальной угрозы. Источник экологического риска для предприятий отличается тем, что оказывает или может оказать негативное воздействие на окружающую природную среду таким образом, что ее последующее изменение влияет или может повлиять на результаты производственной деятельности.

Методический подход к идентификации экономико-экологического риска, учитываемого в производственной деятельности предприятия. Необходимо выделить такой риск, который, возникая у предприятий, обусловлен действием на них множества природных, техногенных и социальных факторов, которые в литературе принято обозначать как «экологические». Но следует отметить, что риски изначально природного происхождения не могут рассматриваться в качестве объекта интернализации и сопутствующих социально-экономических отношений, поэтому экологические риски, связанные с загрязнением ОС следует отделять от рисков, вызванных действием естественных сил природы. Различие основано на том, что убытки от реализации природных рисков связаны с действием природной среды на предприятие, а в случае возникновения экологических рисков – с действием предприятия на среду.

Рассматривая предприятие в качестве объекта риска, следует отметить, что риски экономических потерь от негативных изменений ОС связанных с последствиями деятельности третьих лиц, отличаются высокой неопределенностью, и возможности по управлению ими ограничены. Если же оно выступает в качестве субъекта риска, то результаты производственной деятельности в основном зависят не от качества ОС, а от существующих нормативно-правовых ограничений. В этом случае экологическая составляющая в хозяйственном риске производственной деятельности в основном будет определяться законодательно установленными обязанностями предприятий в сфере обеспечения экологической безопасности. Предприятие может стать субъектом подобного риска также при возникновении ответственности за нарушение природоохранного законодательства и экологических последствий, возникающих в результате чрезвычайных ситуаций [5,12].

При идентификации экономико-экологического риска промышленной деятельности необходимо определить, на каком из этапов своего возникновения он оказывает воздействие на предпринимательскую систему. Исходя из этого определяется позиция, занимаемая предприятием по отношению к риску и осуществляется выбор стратегии управления в случае рисковых ситуаций – превентивной, оперативной или компенсационной [12-15].

Выделим три основных вида экологического риска, в зависимости от его направленности – объектный, субъектный и бинарный. Объектный возникает от негативных воздействий иных хозяйствующих субъектов. Субъектный обусловлен собственным воздействием, вызывающим экологическую ответственность. При этом субъектные экологические риски формируются во внутренней среде предприятия, а источником объектных экологических рисков служит внешняя среда. Бинарный экологический риск определяется тем, что производственная система может выступать одновременно как в роли объекта экологической безопасности, так и в роли источника негативного экологического воздействия. При этом так же возникает экологическая ответственность. Подобный риск можно обозначить как реализующийся после транс-

формации в ОС у того же субъекта, у которого возник первоначально. Процесс возникновения бинарных экологических рисков предприятия представлен на рис. 1.

Рис. 1. Возникновение бинарного экологического риска

На данной схеме отображены три вида бинарных экологических рисков, источником которых и конечным реципиентом является одно и то же предприятие. Они формируются по мере того, как воздействие, оказываемое на ОС, распространяется в ней, порождая ответные риски. Таким образом, в составе экологического риска можно выделить три составляющих в зависимости от первоначального происхождения риска по отношению к субъекту производственной деятельности, – субъектную, объектную и бинарную (табл.).

Обычно ОС рассматривается как макросреда производственной деятельности. Критерием отнесения того или иного фактора к микросреде служит наличие непосредственного взаимодействия с предприятием и его возможность влиять на характер этого взаимодействия. Если производственная деятельность, тесно связана с ОС, то она также должна рассматриваться как одна из составляющих микросреды. В данном аспекте природная среда представляет собой связующее звено между источниками негативного воздействия и реципиентами, у которых возникает ущерб от его последствий.

По существу эколого-экономический риск представляет собой сценарий возможного неблагоприятного развития ситуации, в которой проявляется негативный внешний эффект. Идентификация эколого-экономического риска производственной деятельности устанавливает связь между единичным источником риска и единичным реципиентом. Рассмотрим сценарный подход к идентификации экономико-экологического риска включает в себя три этапа (рис. 2).

Экологические риски производственной деятельности

Субъектные риски	Бинарные риски	Объектные риски
1. Риски негативного воздействия на окружающую природную среду. 2. Риски распространения негативных изменений окружающей природной среды на природные объекты. 3. Риски причинения вреда здоровью и ущерба в результате изменений окружающей природной среды.	1.Риски «самозагрязнения». 2. Риски приобретения объектов с неустановленным «экологическим долгом». 3. Риски гражданской ответственности за вред, причиненный ОС 4. Риски гражданской ответственности перед физическими и юридическими лицами, понесшими ущерб.	1. Риски негативных изменений окружающей природной среды, связанных с последствиями деятельности иных хозяйствующих субъектов. 2. Риски экономических потерь от негативных изменений окружающей природной среды, связанных с последствиями деятельности иных хозяйствующих субъектов.

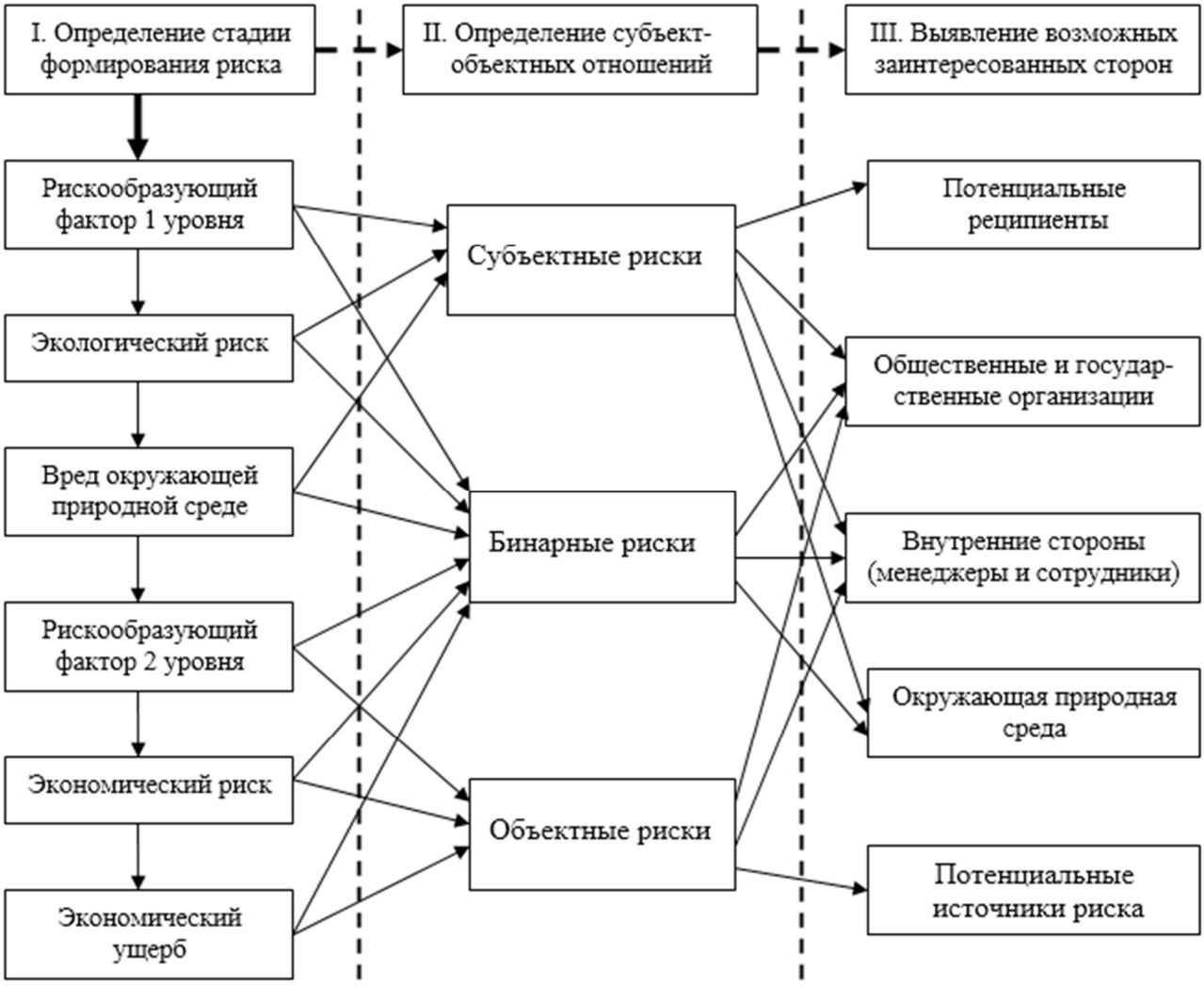


Рис. 2. Схема идентификации экономико-экологических рисков

В зависимости от идентифицированных эколого-экономических рисков осуществляется выбор приоритетной стратегии управления в случае рисковых ситуаций. Выделим три типа стратегий в зависимости от управляемости рисковых процессов: превентивные, основанные на снижении риска или уклонении от него; оперативные, реализуемые при рисковых событиях с целью минимизировать потери; компенсационные, направленные на возмещение убытков и проведение восстановительных работ. *Превентивные* стратегии будут использоваться на стадии рискообразующих факторов**,** *оперативные* – на стадии реализации риска, а *компенсационные* – в ситуациях, когда причинен вред природной среде или ущерб реципиентам.

Главными задачами риск-менеджмента в сфере обеспечения защиты от экологических рисков предпринимательской деятельности будут служить выявление причин возникновения экологических рисков и устранение этих причин. Если превентивных мер не достаточно, такой задачей становится эффективное перераспределение расходов на устранение последствий негативных событий. При использовании риск-менеджмента для защиты от экологических рисков главной особенностью является включение окружающей природной среды во внешнюю среду предприятия, а в его управляющую подсистему – нормативно-правовых требований обеспечения экологической безопасности. Процесс управления будет осуществляться на основе поступающей информации о состоянии управляемой подсистемы и влиянии на него окружающей природной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция безопасности и устойчивости развития планеты Земля (принята ООН в Рио-де-Жанейро в1992 году).
2. Повестка дня ООН на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года.http:///www.un.org/Russian/conferen/wssd/agenda21/
3. Указ Президента РФ от 19.04.2017 N 176 "О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года".
4. Квасов, И.С. Статическое оценивание состояния трубопроводных систем на основе функционального эквивалентирования / И.С. Квасов, М.Я. Панов, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2000, №4. - С. 100-105.
5. Абдурагимов И.М., Однолько А.А. Пожары на радиационно-загрязненных территориях // Природа. 1993. №1. С. 28-30.
6. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная безопасность модернизируемой России: постановка задачи // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 2. С. 181-190.
7. Жидко Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх -строит. ун-т. - Воронеж, 2016. - 123 с.
8. Жидко Е.А. Управление техносферной безопасностью: учебное пособие/Е.А. Жидко; Воронеж. гос.арх.-строит. ун-т.-Воронеж, 2013.159с.
9. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности компании//Информация и безопасность. 2012. Т. 15. № 2. С. 265-268.
10. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально-экономических систем // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 10 (93). С. 12-19.
11. Жидко Е. А. Научно-обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.

12. Сазонова, С.А. Обобщенная модель для обеспечения безопасности при управлении системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2016. - № 3 (20). - С. 51-56.

13. Олейник К. Экологические риски хозяйственной (предпринимательской) деятельности: сущность, основные виды // Управление риском. 2000. - № 3. - С. 42–44.

14. Лякишев, М. С. Методический подход к идентификации экономико-экологических рисков в предпринимательской деятельности / М. С. Лякишев // Экономические науки. – 2009. – № 8(57). – С. 210-214.

15. Тотаренко Г.С. Система риск-менеджмента компании // Финансовый менеджмент. - 2006. - № 2. - С. 132–144.

ENVIRONMENTAL RISKS ACCOUNTED FOR IN THE ENTERPRISE DURING THE INTERACTION WITH THE ENVIRONMENT

E. A. Zhidko, E. S. Popova, A. S. Ryzhkov

Zhidko Elena Alexsandrovna, Voronezh state technical University, candidat of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: lenag66@mail.ru

Popova Evqeniya Serqeevna, Military educational-scientific center "air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", candidat of economics, the senior lecturer of chair management of the daily operations, e-mail: evg83@inbox.ru

Ryzhkov Aleksandr Sergeevich, Military educational-scientific center "air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", the teacher of the department of robotic complexes and air-based systems, e-mail: Irinka-hv@yandex.ru

ABSTRACT

The article discusses a methodical approach to identify risks arising from the interaction of enterprises and the natural environment. The essence of economic and environmental risk of industrial activities. Examines approaches to risk management, based on the occurrence of environmental risks of enterprises in the process of its activities.

The structure of the emergence of economic and environmental risk and suggestions for improvement of the system of risk management that provides compensation for damage and costs of the liquidation event.

Keywords: environment, environmental risks of industrial activity, riskoobrazuyuschie factors.

REFERENCES

1. The concept of security and sustainable development of the planet Earth (adopted by the UN in Rio de Janeiro in 1992).

2. The UN agenda for the twenty-first century. Adopted by the United Nations conference on environment and development, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992.http:///www.un.org/English/conferen/wssd/agenda21/

3. The decree of the President of the Russian Federation from 19.04.2017 N 176 "About the Strategy.

4. Kvasov, I. C. Static state estimation of pipeline systems based on the functional reduction / I. S. Kvasov, M. J. gentry, S. A. Sazonova // news of higher educational institutions. Construction. - 2000, No. 4. - pp. 100-105.

5. Abduragimov I. M., Odnolko A. A. Fires in radiation-contaminated areas / / Priroda. 1993. No. 1. P.28-30.

6. Zhidko E. A.,Popova L. G. Information security modernized Russia: statement of the problem // Information and security. 2011. T. 14. No. 2. pp. 181-190.

7. Zhidko E. A. Logical probability-information approach to modeling information security of protection objects: monograph / E.A. Zhidko, Voronezh. state. arh -stroit. un-t. Voronezh. 2016. 123 p.

8. Management of the technospheric security: a tutorial / EA. Zhidko Voronezh. state.arch.-builds. un-t.-Voronezh, 2013.159 p.

9. Zhidko E. A., Popova L. G. The human factor as an argument for the information security of the company // Information and Security. 2012. T. 15. No. pp. 265-268.

10. Zhidko E. A., Popova L. G Information and intellectual support for the management of the development of socio-economic systems // Vestnik of the Irkutsk State Technical University. 2014. No. 10 (93). pp. 12-19.

11. Zhidko E. A. Scientifically grounded approach to classification of information security threats // Information systems and technologies. 2015. No. 1 (87). pp. 132-139.

12. Sazonova, S.A. Generalized model for ensuring safety when managing heat supply systems / S.A. Sazonov // Bulletin of the Voronezh Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia. 2016. No. 3 (20). pp. 51-56.

13. Oleynik To. Ecological risks of economic (enterprise) activity: essence, principal views//Management of risk. 2000. - № 3. pp. 42–44.

14. Liakishev, M.S. With. The methodical approach to identification of economic-ecological risks in enterprise activity / M.S.Ljakishev//Economic sciences. – 2009. – № 8 (57). pp. 210-214.

15. Totarenko G. S. System of a risk management of the company//Financial management. - 2006. - № 2, pp. 132–144.

УДК 614.821.3

ВРЕМЯ ПОДГОТОВКИ СПАСАТЕЛЬНОГО ПРЫЖКОВОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

В. Л. Мурзинов

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

Рассмотрено устройство спасательное прыжковое пожарное, представляющее собой пневматическую замкнутую полость. Этот класс спасательных средств используется для спасения падающих людей с высоты менее 30 метров. Эти средства достаточно эффективны и требуют небольшой набор технических действий для обслуживания. Рассмотренное спасательное устройство чаще используется при возникновении пожара в зданиях и сооружениях, не оборудованных средствами эвакуации. К достоинствам этого устройства можно отнести небольшое количество бойцов для подготовки средства к работе, простоту установки и малое время приведения спасательного устройства в рабочее состояние. В этом спасательном устройстве отсутствуют нагнетательные вентиляторы и другие технические устройства для подачи воздуха. Построена математическая модель времени наполнения внутренней полости спасательного средства.

Ключевые слова: пожар, устройство спасения падающих с высоты людей, пневматические спасательные средства, расход воздуха, математическое моделирование, время заполнения объёма.

Введение. Спасение жизни человека в условиях пожара является одной из основных задач спасательных команд. Наиболее опасны пожары в зданиях и сооружениях с трудно преодолеваемыми подъездными путями, не всегда оборудованными средствами эвакуации с верхних этажей. В этом случае используют прыжковые спасательные средства [1].

На сегодняшний день набор этих средств не большой. Например, пожарными и службами спасения применяется натяжное спасательное полотно, которое удерживается бойцами в количестве 16 человек [2]. Надежность спасения этим средством мала, т.к. площадь натянутого полотна не может быть большой и располагается на небольшой высоте от земли. Путь торможения падающего тела очень мал. Используются так же, относящиеся к прыжковым спасательным средствам, пневматические спасательные маты, которые бывают двух типов: бескаркасные и с надувным каркасом [3]. Могут также применяться и архитектурно-строительные решения, такие как, установка дополнительных вышек около зданий [4, 5], что требует, соответственно, дополнительных затрат. Все эти средства имеют высокий риск получения травмы или требуют дополнительных материально-технических затрат.

Устройство спасательное прыжковое пневматическое. Наиболее эффективным является устройство спасения падающих с высоты людей (рис. 1, рис. 2, рис. 3) [6]. Разработка относится к области деятельности служб министерства чрезвычайных ситуаций (МЧС) и предназначено для спасения людей и различных объектов при их эвакуации из высотных зданий и сооружений.

Преимущества этого устройства обусловлены тем, что повышается надежность и автономность работы спасательной бригады. Спасательное устройство может быть приведено достаточно быстро (десятки секунд) и с минимальным числом бойцов в рабочее состояние неограниченное количество раз. При длительном хранении спасательное устройство, до момента его использования, сохраняет свою работоспособность и при хранении не нуждается в необходимости проведения дополнительной проверки работоспособности.

© Мурзинов В. Л., 2018

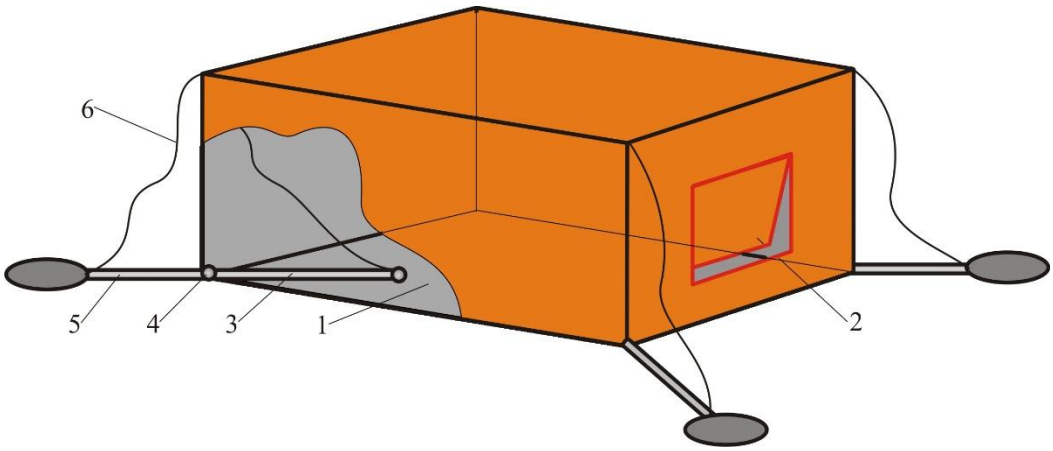


Рис. 1. Устройство спасения падающих с высоты тел

Устройство спасения падающих с высоты людей содержит пневмокамеру 1, выполненную из прочного гибкого эластичного материала и имеющую форму призмы. В боковой стенке пневмокамеры 1 выполнен клапан 2 с возможностью пропускания воздуха только вовнутрь пневмокамеры 1. Внутри пневмокамеры 1 установлены поворотные подпружиненные штанги 3, соединенные через шарнир 4 с опорными штангами 5. К свободному концу поворотной подпружиненной штанги 3 прикреплен тяговый фал 6 (трос, служащий для подъема), свободный конец которого выведен из пневмокамеры 1 наружу.

Устройство работает следующим образом. По прибытии подразделения МЧС к месту чрезвычайной ситуации для спасания людей, находящихся на высоте, бойцы подразделения разворачивают устройство в положение, показанное на рис.2.

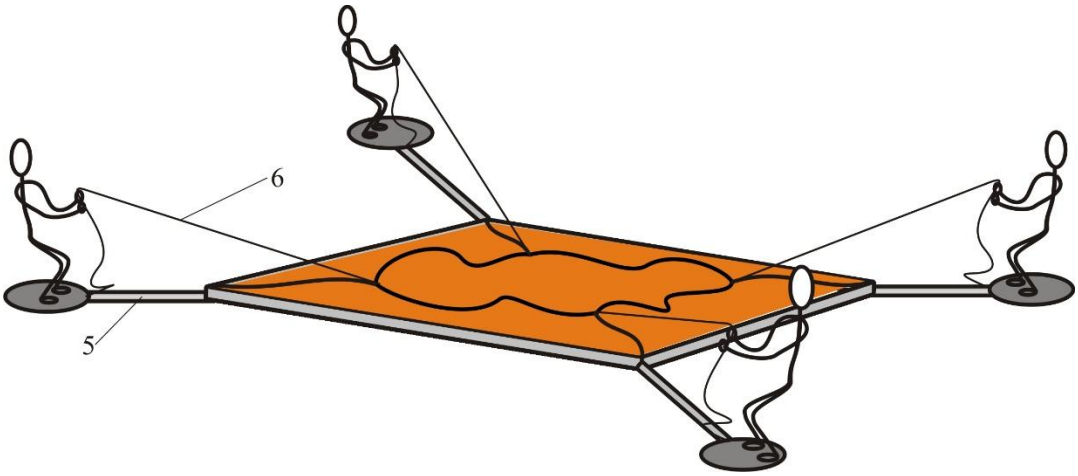


Рис. 2. Исходное положение устройства спасения падающих с высоты тел

На каждую опорную штангу 5 становится один боец и берет в руки тяговый фал 6. Затем по команде они натягивают фалы 6, тем самым поворачивая поворотные подпружиненные штанги 3 вокруг шарниров 4. Внутренняя полость пневмокамеры 1 начнет увеличиваться и за счет образующегося в ней разрежения через клапан 2 начнет поступать воздух из окружающей атмосферы. Натяжение фалов 6 продолжается до тех пор, пока стенки пневмокамеры 1 натянутся, рис.3.

Фалы 6 освобождают от натяжения и поворотные подпружиненные штанги 3 за счет упругого соединения с шарниром 4 и под действием собственного веса перейдут в исходное положение, исключая травмирование

падающего человека. Давление в пневмокамере 1 под действием веса стенок пневмокамеры станет несколько больше атмосферного, что обеспечит гарантированное уплотнение клапана 2 и сохранение формы пневмокамеры 1 перед падением на него человека, рис.4.

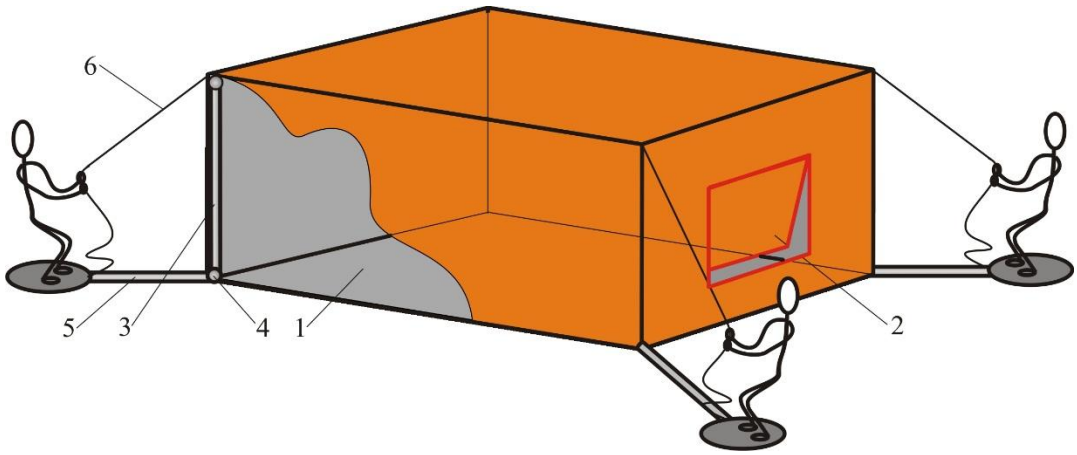


Рис. 3. Последняя фаза процесса установки спасательного средства

Макет спасательного прыжкового пневматического устройства. В Воронежском государственном техническом университете разработан на кафедре техносферной и пожарной безопасности макет устройства для спасения падающих с высоты людей. На рис. 4 показана подготовка макета этого спасательного средства к установке.

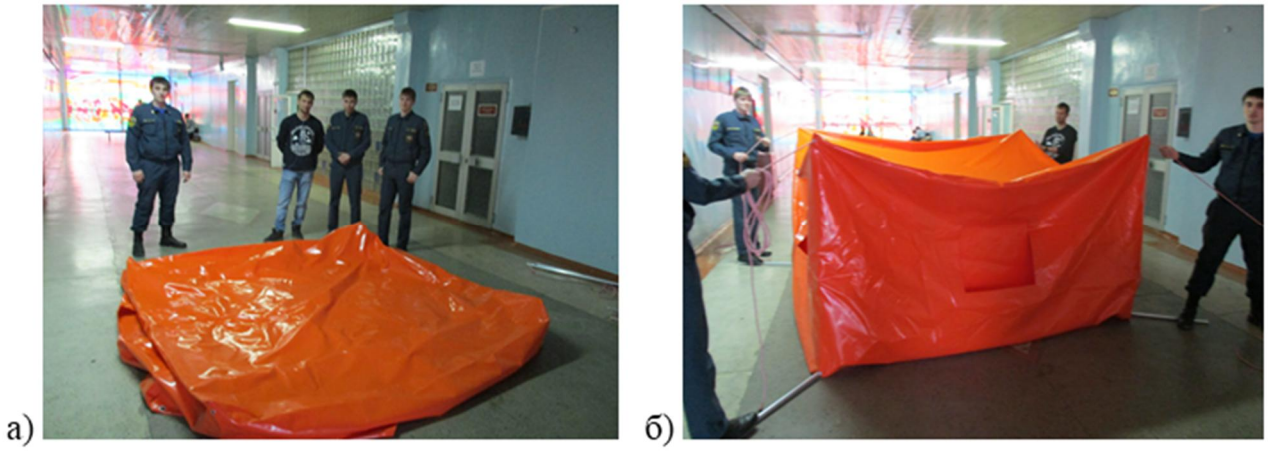


Рис. 4. Подготовка макета спасательного средства к установке. Геометрические характеристики макета: *A*=2,5; *B*=2,5; *H*=1,5; *d*=0,5. а) Исходное положение макета спасательного средства. б) Процесс установки спасательного средства

Моделирование времени заполнения пневматической полости спасательного средства воздухом. Одним из важных показателей эффективности работы спасательного устройства является время его развёртывания, включающее доставку спасательного средства, подготовительные операции и, собственно, наполнение внутренней полости спасательного средства воздухом. Время первых двух этапов для всех типов спасательных средств практически одинаковое. Для определения времени заполнения воздухом внутренней полости спасательного средства рассмотрим расчетную схему на рис.5.

Используя методику расчета времени наполнения воздухом внутренней полости устройства спасения, показанную в работе [7], можно определить время установки устройства спасения падающих с высоты людей.

Изменение объёма внутренней полости спасательного средства под действием натяжения фалов может быть записано в форме

$$\frac{dV}{d\tau} = Q, \qquad (1)$$

где Q – действительный, мгновенный расход воздуха в процессе заполнения, $м^3/с$; V – объем внутренней полости, $м^3$; τ – время, с.

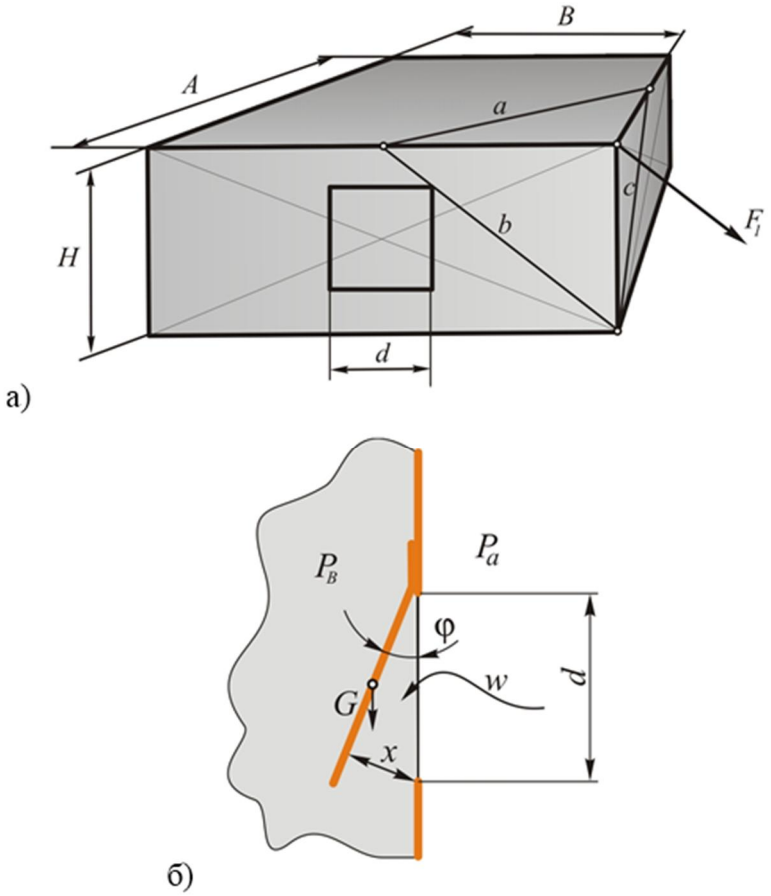


Рис. 5. Расчётная схема для определения временных характеристик. а) Внешние геометрические характеристики устройства. б) Геометрические характеристики клапана

Условие равновесия клапана 2 (рис. 1, рис. 5б) будет опираться на следующие соотношения

$$\Delta P \cdot d^2 = G \cdot \sin\varphi, \quad x = d \cdot \sin\varphi, \quad \omega = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}},$$

$$Q = x \cdot d \cdot \omega = \frac{d^4}{G}\sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \Delta P^{\frac{3}{2}}, \qquad (2)$$

где ρ – плотность воздуха, $кг/м^3$; d – характерный размер клапана для подачи воздуха в полость, $м$; $\Delta P = P_a - P_B$ – перепад давления, обеспечивающий движение воздуха во внутреннюю полость устройства спасения, $Па$; φ – угол поворота клапана; G – вес клапана, Н.

Перепад давления ΔP создается силой натяжения фалов и может быть определён на основе расчётной схемы на рис. 5б и рис. 6, т.е.

$$\Delta P = \frac{F_1}{S_o}\sin\alpha, \qquad (3)$$

где F_1 – усилие, развиваемое одним бойцом, $Н$; α – угол между штангой и линией действия усилия бойца; S_o – площадь поверхности спасательного средства, которую боец перемещает, преодолевая сопротивление перепада давления ΔP, $м^2$.

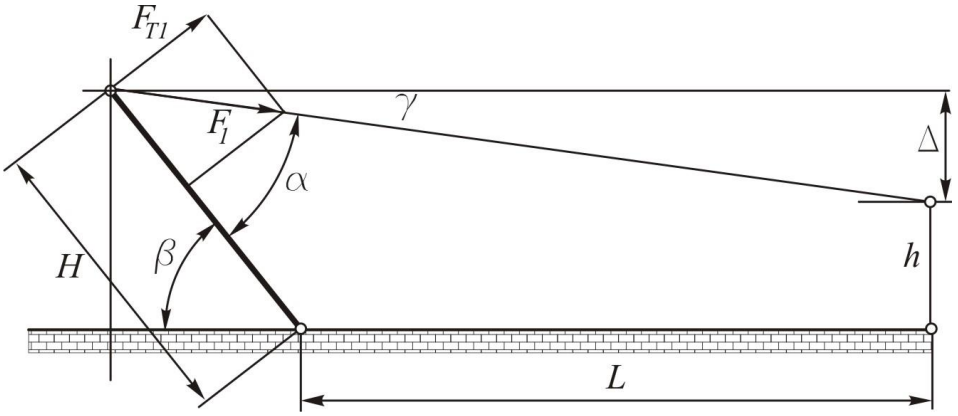


Рис. 6. Расчётная схема для определения перепада давлений ΔP

Учитывая геометрические соотношения на рис. 6 выразим sinα через угол β поворота штаги. Из расчётной схемы (рис.6) имеем

$$\gamma = \beta - \alpha,\ \operatorname{tg}\gamma = \frac{\Delta}{L + H\cos\beta},\ \Delta = H\sin\beta - h,$$

$$\operatorname{tg}(\beta - \alpha) = k_2, \qquad (4)$$

где h – высота расположения усилий прикладываемых бойцом, *м*; L – расстояние бойца до поворотной штанги, *м*; $k_2 = \dfrac{H\sin\beta - h}{H\cos\beta + L}$.

После преобразований (5) получим

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{L\sin\beta + h\cos\beta}{H - h\sin\beta + L\cos\beta} \qquad (5)$$

Величина угла α в процессе установки спасательного средства меньше 30º, поэтому, не превышая 5%-ой погрешности, можно сделать замену

$\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$,

тогда соотношение (3) будет

$$\Delta P = \frac{F_1}{S_o}\frac{L\sin\beta + h\cos\beta}{H - h\sin\beta + L\cos\beta}. \qquad (6)$$

Из (6) видно, что перепад давления, создающий поток воздуха во внутреннюю полость спасательного средства, существенно зависит от угла поворота штанги, поэтому расходная характеристика также будут функцией угла поворота β. Уравнение (2) с учётом (6) примет вид

$$Q(\beta) = \frac{d^4}{G}\sqrt{\frac{2}{\rho}}\cdot\left(\sqrt{\frac{F_1}{S_o}}\sqrt{\frac{L\sin\beta + h\cos\beta}{H - h\sin\beta + L\cos\beta}}\right)^{\frac{3}{2}}. \qquad (7)$$

Решением уравнения (1) будет

$$\int\frac{dV}{Q(\beta)} = \int d\tau + C, \qquad (8)$$

где $C = 0$ при $V = 0$ и $\tau = 0$, тогда τ_o время наполнения воздухом внутренней полости устройства спасения представим в форме

$$\tau_o = \int_0^{V_o}\frac{dV}{Q(\beta)}. \qquad (9)$$

Определим связь между объёмом спасательного средства и углом поворота штанги. Для этого рассмотрим изменяющийся объём спасательного средства как усеченную пирамиду с прямоугольным основанием. Объём усечённой пирамиды определим по формуле

$$V(\beta) = \frac{1}{3}\left(S_1 + \sqrt{S_1 S_2} + S_2\right)H_p, \qquad (10)$$

где $S_1 = A\cdot B$, $S_2 = S_1\cdot k^2$, $k = 1 - \xi\cos\beta$, $\xi = \dfrac{2H}{\sqrt{A^2 + B^2}}$, $H_p = H\sin\beta$.

Примем допущения:

- $H < A, B$;
- объём спасательного средства изменяется от нулевого значения до максимального $V_o = A\cdot B\cdot H$;
- форма спасательного средства в конце фазы наполнения куб, в общем случае призма;
- промежуточная форма спасательного средства – пирамида усечённая, высота которой изменяется от нулевого значения до H.

Соотношение (9) запишем с учётом

(2), (8) при следующей замене пределов интегрирования

$$\left.\begin{array}{l} V=0 \rightarrow \beta=0, \\ V=V_o \rightarrow \beta=\dfrac{\pi}{2} \end{array}\right\}$$

и соотношение (9) примет вид

$$\tau_o=\int_0^{\pi/2}\frac{\left(\frac{1}{3}\left(S_1+\sqrt{S_1S_2}+S_2\right)H_p\right)'}{\frac{d^4}{G}\sqrt{\frac{2}{\rho}}\cdot\left(\sqrt{\frac{F_1}{S_o}}\sqrt{\frac{L\sin\beta+h\cos\beta}{H-h\sin\beta+L\cos\beta}}\right)^{\frac{3}{2}}}d\beta \qquad (11)$$

Выводы. Соотношение (11) позволяет определить время наполнения воздухом внутренней полости устройства спасения падающих с высоты людей по заданным параметрам этого устройства.

Адекватность полученного соотношения (12) была проверена на макете устройства спасения. Бойцы при развертывании этого макета прикладывали к фалам усилия величиной от 100 Н до 250 Н., при этом фиксировалось время наполнения внутренней полости макета устройства спасения. Результаты экспериментальной проверки показаны на рис. 7, где представлена зависимость времени заполнения внутренней полости макета устройства спасения от силы натяжения фалов и точки экспериментальных данных. Построенная математическая модель показывает хорошую сходимость расчетных и экспериментальных данных при определении временного показателя процесса подготовки устройства спасения падающих с высоты людей.

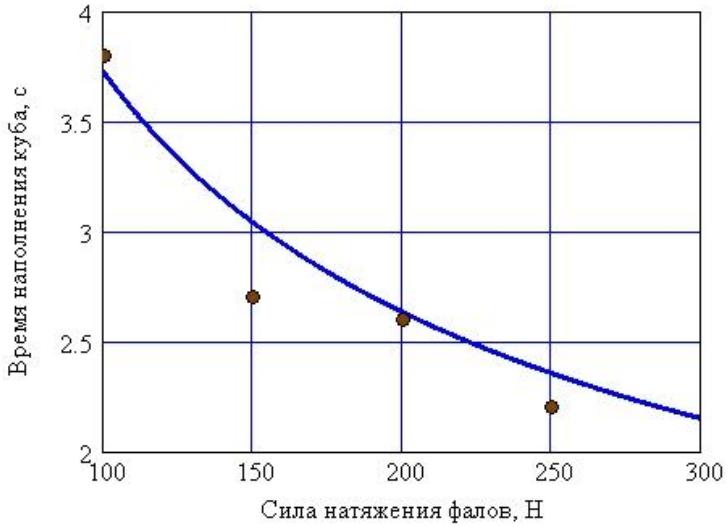


Рис. 7. Временная характеристика наполнения объема пневматической камеры макета устройства спасения при следующих параметрах: *A*=2,5, *B*=2,5, *H*=1,5, *d*=0,5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свод правил. Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре. Нормы и правила размещения и применения. – М.: МЧС России, 2009. – 16 с.

2. Мурзинов, В.Л. Инновационные средства спасения падающих с высоты тел в условия техногенных опасностей / В.Л. Мурзинов, О.В. Сушкова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2013. № 3 (8). С. 9-13.

3. Пат. 2193905. Российская Федерация, МПК7 A62B 1/22. Устройство для спасения людей с высоких объектов в экстремальных ситуациях / Шайдурова Г. И.; Шатров В. Б.; Зарицкий В. И.; Кремлев А. Н.; Макаревич Ю. Л.; Севастьянов Р.В.; Каримов В.З.; заявл. 29.05.2001; опубл 10.12.2002.

4. Мурзинов, В.Л. Пневматическое средство эвакуации людей из горящего здания / В.Л. Мурзинов, О.В. Сушкова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2014. № 2 (11). С. 13-17.

5. Сушкова, О.В. Пневматическое средство эвакуации людей из горящего здания /

О.В. Сушкова, В.Л. Мурзинов // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2013. Т. 1. № 1 (2). С. 437-442.

6. Пат. 2335312 Российская Федерация, МПК[7] A62B 1/22. Устройство для спасения падающих с высоты тел / Мурзинов В.Л. и др.; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная лесотехническая академия. – № 2007104643/12; заявл. 06.02.2007 ; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 28.

7. Мурзинов, В.Л. Моделирование временных характеристик устройства спасения падающих с высоты людей / В.Л. Мурзинов // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22. № 9. С. 44-48.

PREPARATION TIME RESCUE HOPPING PNEUMATIC DEVICE

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

The device of rescue jump fire, which is a pneumatic closed cavity, is considered. This class of rescue equipment is used to rescue falling people from a height of less than 30 meters. These tools are quite effective and require a small set of technical actions for maintenance. The considered rescue device is more often used in the event of fire in buildings and structures not equipped with means of evacuation. The advantages of this device include a small number of fighters to prepare the means to work, easy installation and short time bringing the rescue device into working condition. This rescue device does not contain any pressure fans or other technical devices for air supply. A mathematical model of the time of filling the inner cavity of the rescue means is constructed.

Keywords: fire, device of rescue of people falling from height, pneumatic rescue means, air consumption, mathematical modeling, time of filling of volume.

REFERENCES

1. Set of rules. Personal protective equipment and rescue of people in case of fire. Rules and regulations of placement and application. – M.: the Ministry of emergency situations of Russia, 2009. - 16 p.

2. Murzinov, V. L. Innovative means of salvation falling bodies in terms of technological hazards / Murzinov L. V., Sushkova O. V. // Vestnik of Voronezh Institute of state fire service of EMERCOM of Russia. 2013. No. 3 (8). Pp. 9-13.

3. Pat. 2193905. Russian Federation, IPC7 A62B 1/22. Device for rescue of people from high objects in extreme situations / Shaydurova I. G.; Shatrov, V. B.; Zaritsky, V. I.; Kremlev A. N.; Makarevich, Y. L.; Sevastianov, V. R.; Karimov V. Z.; Appl. 29.05.2001; publ 10.12.2002.

4. Murzinov, V. L. Pneumatic means to evacuate people from a burning building / Murzinov L. V., Sushkova O. V. // Vestnik of Voronezh Institute of state fire service of EMERCOM of Russia. 2014. No. 2 (11). P. 13-17.

5. Sushkova, O. V. Pneumatic means of evacuation of people from the burning building / O. V. Sushkova, V. L. Murzinov / / problems of safety at liquidation of consequences of emergency situations. 2013. Vol.1. No. 1 (2). P. 437-442.

6. Pat. 2335312 Russian Federation mpk7 AND 62 IN 1/22. Device for rescue falling from a height of bodies / Murzinov V. L., etc.; applicant and patent holder of the Voronezh state forestry Academy. No 2007104643/12; Appl. 06.02.2007; publ. 10.10.2008, bul. No. 28.

7. Murzinov, V. L. Modeling of time characteristics of the device of rescue of people falling from height / V. L. Murzinov / / fire and explosion Safety. 2013. Vol. 22. No. 9. P. 44-48.

УДК 614.841:69

АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ЧИСЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЖАРА

А. И. Беспалая, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова

Беспалая Анна Игоревна, Воронежский государственный технический университет, студент группы Б1231, e-mail: anna.bespalaja@yandex.ru.

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

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

Данная статья представляет собой анализ графических зависимостей, полученных при численной реализации интегральной математической модели пожара, с целью моделирования и анализа развития пожара, интегрирования системы уравнений пожара в среде MathCAD. Модель пожара в помещении численно реализована на основе математического интегрального описания пожара. В принятой за основу для вычислений интегральной математической модели пожара, усредненные термодинамические параметры состояния в совокупности входят в состав уравнений состояния, материального баланса пожара, кислородного баланса, баланса продуктов горения, баланса инертного газа, энергии и начальных условий. Выполнен анализ полученных результатов на основе построенных графических зависимостей.

Ключевые слова: математическая интегральная модель пожара, численная реализация, пожарная безопасность, стадии пожара, начальная стадия пожара, развитие пожара.

Введение. Интегральная математическая модель пожара описывает в самом общем виде процесс изменения во времени состояния газовой среды в помещении. Газовая среда, заполняющая помещение с проемами (окна, двери), есть открытая термодинамическая система. Данная система производит тепло- и массообмен с окружающей внешней средой. Изменение параметров этой среды описывается уравнениями пожара, приведенными в статье.

Целью работы явился анализ графических зависимостей, полученных при численной реализации интегральной математической модели пожара. Проектом предусмотрено использование среды MathCAD для интегрирования системы уравнений пожара.

Условия развития пожара в помещении. На рис.1 изображена схема развития пожара в помещении. Пунктирной линией обозначена контрольная поверхность, 1 – ограждения, 2 – проемы (окна, двери),3 – горящий материал, GГ– расход уходящих газов, GB– расход поступающего холодного воздуха; ψ– скорость выгорания материала; V – свободный объем в помещении [1].

При пожаре условия в помещении характеризуются среднеобъемными параметрами состояния, основные из которых плотность, давление, температура. Среднеобъемная температура связана со среднеобъемными давлением и плотностью, что показано в формуле $T_m = p_m/\rho_m R_m$. Данная формула - это усредненное уравнение состояния среды, которая находится в помещении при пожаре.

Во многих случаях изменением свободного объема можно пренебречь, считая V=const, тогда дифференциальное уравнение материального баланса пожара в помещении имеет вид:

$$\frac{d(p_m V)}{d_\tau} = G_B + \psi - G_\Gamma, \qquad (1)$$

где левая часть уравнения есть изменение массы газовой среды за единицу времени в интервале, равном d_τ. Правая часть есть алгебраическая сумма потоков массы.

© Беспалая А. И., Николенко С. Д., Сазонова С. А., 2018

Аналогичные рассуждения позволяют получить дифференциальные уравнения баланса массы кислорода, баланса продуктов горения и баланса инертного газа и уравнение энергии пожара. Уравнение баланса массы кислорода:

$$p_m V \frac{dx_1}{dt} = G_B(x_{1B} - x_1) + G_1 x_1(1 - n_1) - \psi(x_1 + \eta L_1). \quad (2)$$

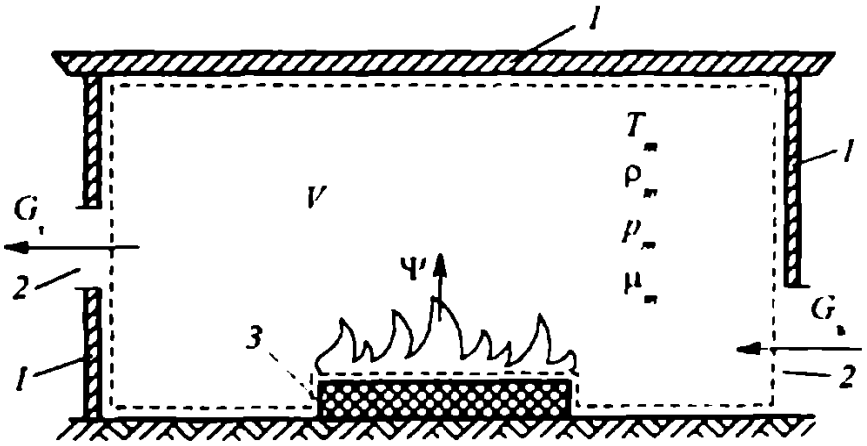


Рис. 1. Схема развития пожара в помещении

При пожаре концентрация кислорода в уходящих газах в общем случае может отличаться от среднеобъемной. Обычно она незначительно отличается от единицы.

Уравнение баланса токсичного продукта горения, образующегося при пожаре (двуокись углерода, окись углерода и пр.):

$$p_m V \frac{dx_2}{dt} = \psi(L_2 - x_2) - G_B x_2 - G_г x_2(n_2 - 1). \quad (3)$$

Уравнение баланса инертного газа – газа, не участвующего в химических реакциях при пожаре (азот):

$$p_m V \frac{dx_3}{dt} = G_B(x_{3B} - x_3) - \psi x_3 - G_г x_3(n_3 - 1). \quad (4)$$

Уравнение энергии пожара:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{p_m V}{k-1}\right) = \Psi\eta Q_н^p + c_{PB} T_B G_B + I_п \Psi - mc_{pm} T_m G_г - Q_w. \quad (5)$$

Представленные выше пять дифференциальных уравнений содержат шесть неизвестных функций, начальные значения для которых задаются условиями, имеющими место в помещении перед началом пожара:

$$\begin{cases} \text{при } t = 0 \\ p_m = p_{0m} \\ \rho_m = \rho_{0m} \end{cases} \begin{matrix} T_m = T_{0m} \; x_2 = x_{02} \\ x_1 = x_{01} \; x_3 = x_{03} \end{matrix}. \quad (6)$$

Данная совокупность – математическое описание пожара на уровне усредненных термодинамических параметров состояния.

Данные для расчета. Помещение формы параллелепипеда с длиной l_1, ширинойl_2 и высотой 2h. Помещение имеет два открытых проема. Верхний прием расположен у потолка так, что координата центра проема $y_2 \approx 2h$. нижний проем находится у пола. Координата его центра $y_1 \approx 0$. Размеры проема по вертикали малы по сравнению с высотой помещения. Площади верхнего и нижнего проемов равны, соответственно, F_1 и F_2. Коэффициенты сопротивления обоих проемов ξ_1 и ξ_2 рис.2.

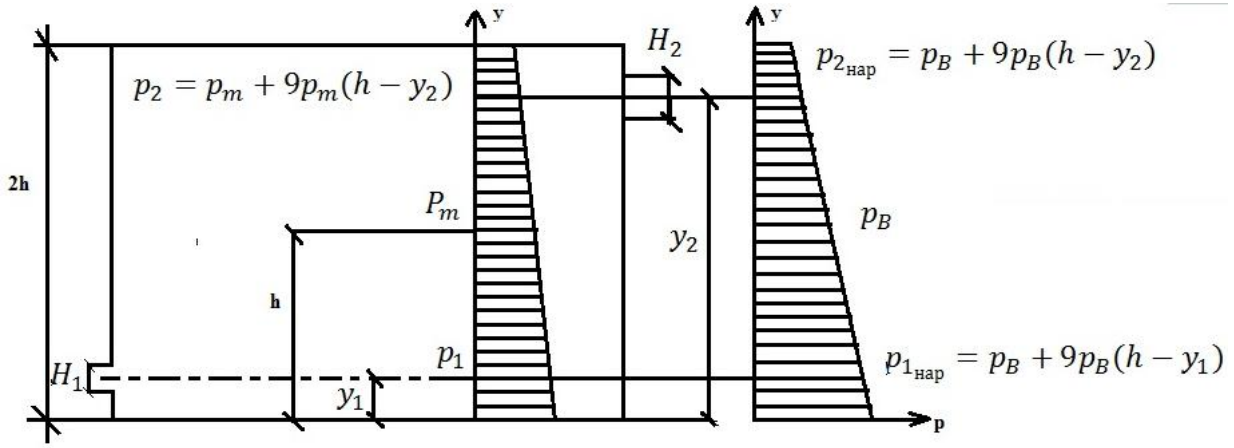


Рис. 2. Схема помещения с двумя проемами

Горючий материал в помещении имеет следующие характеристики: теплоту сгорания $Q_н^р = 2{,}2\cdot10^7$ Дж/кг; необходимое количество кислорода для сгорания 1 кг материала $L_1 = 4$ кг/кг; количество образующегося углекислого газа при сгорании 1 кг материала $L_2 = 2{,}7$ кг/кг; $I_П = 5\cdot10^5$ Дж/кг. Скорость выгорания при среднеобъемной концентрации $x_1 \geq 0{,}05$ описывается некоторой заданной функцией Ψ, а при $x_1 < 0{,}05$ — формулой $\Psi = \frac{x_{1B}G_B}{\eta L_1}$.

Условия в окружающей среде характеризуются следующими параметрами: температурой $T_в = 290$ К; давлением $p_а = 10^5$ Па; плотностью $\rho_а = 1{,}2$ кг/м^3; концентрацией кислорода, углекислого газа и азота $x_1 \approx 0{,}23$; $x_2 \approx 0$; $x_3 = 0{,}77$. Перед пожаром параметры газа внутри помещения такие же, как во внешней среде, т. е. $T_{0m} = T_а$; $p_{0m} = p_а$; $\rho_{0m} = \rho_а$. При расчетах были приняты следующие значения коэффициентов: $n_1 = 1$, $n_2 = 1$, $n_3 = 1$, $m = 1$.

Для численного решения системы уравнений (в соответствии с [2] и [3]), целесообразно привести уравнения пожара к безразмерному виду:

уравнение материального баланса пожара

$$\frac{d\beta}{d\bar{t}} = \gamma_В + \bar{\Psi} - \gamma_1; \quad (7)$$

уравнение кислородного баланса

$$\beta\frac{dx_1}{d\bar{t}} = (x_{1в} - x_1)\gamma_В - (x_1 + \eta_1 L_1)\bar{\Psi}; \quad (8)$$

уравнение баланса продукта горения

$$\beta\frac{dx_2}{d\bar{t}} = (L_2 - x_2)\bar{\Psi} - x_2\gamma_В; \quad (9)$$

уравнение баланса инертного газа

$$\beta\frac{dx_3}{d\bar{t}} = (x_{3в} - x_3)\gamma_В - x_3\bar{\Psi}; \quad (10)$$

уравнение энергии

$$\frac{1}{1{,}404} - \frac{d\pi}{d\bar{t}} = K_1\bar{\Psi} + \gamma_В - m_1\gamma_Т\left(\frac{\pi+1}{\beta}\right) + K_3\bar{\Psi} - K_2\left[0{,}5\left(\frac{\pi+1}{\beta}\right) + 0{,}5\left(\frac{\pi+1}{\beta}\right)^2 - 1\right], \quad (11)$$

$$1 + \pi = \beta\theta. \quad (12)$$

В этих уравнениях используются следующие обозначения: $\beta = p_m/\rho_{0m}$, $\pi = (p_m - p_а)/p_а$, $\theta = T_m/T_{0m}$, $\gamma_В = G_В/G_0$, $\bar{\Psi} = \Psi/G_0$, $\gamma_г = G_г/G_0$.

Теперь запишем следующее.

При $t = 0$:

$\beta = 1; \pi = 0; \theta = 1; x_1 = 0{,}23; x_2 = 0; x_3 = 0{,}77; G_0 = \rho_а\sqrt{2gh\xi_1\xi_2F_1F_2}; \bar{t} = \frac{t}{t^*}$,

где $t^* = \frac{\rho_а V}{G_0}$; $K_1 = \frac{\eta Q_Н^р}{c_{рВ}T_В}$; $K_2 = \frac{\alpha_0 F_\Sigma}{c_{рв}\rho_а\sqrt{2gh\xi_1\xi_2F_1F_2}}$; $K_3 = \frac{I_n}{c_{\rho\beta}T_\beta}$;

$K_4 = \frac{p_а}{\rho_а gh}$; $\alpha_0 = 11{,}6$ Вт/(м$^2\cdot$К); $F_\Sigma = F_{стен} + F_{пот} + F_{пол}$; $m_1 \approx 0{,}956 + 0{,}043\theta$.

Расходные функции $\gamma_в$ и $\gamma_г$ вычислить по формулам:

При $\pi K_4 < -(1-\beta)\gamma_г = 0$; $\gamma_\beta = \frac{1}{\Phi}\sqrt{(1-\beta-\pi K_4)} + \Phi\sqrt{-(1-\beta-\pi K_4)}$.

При $(1-\beta) \geq \pi K_4 \geq -(1-\beta)\gamma_г = \Phi\sqrt{\beta(\pi K_4 + 1 - \beta)}$; $\gamma_\beta = \frac{1}{\Phi}\sqrt{(1-\beta-\pi K_4)}$.

При $\pi K_4 > (1-\beta)\gamma_\beta = 0;\ \gamma_r = \frac{1}{\Phi}\sqrt{\beta(\beta-1+\pi K_4)} + \Phi\sqrt{\beta(1-\beta+\pi K_4)}.$

Здесь $\Phi = \left(\frac{\xi_2 F_2}{\xi_1 F_1}\right)^{\frac{1}{2}}$.

При проведении расчетов предполагается, что скорость выгорания описывается следующей функцией: $\bar{\Psi} = \mu(1-e^{-\mu li})$.

Пример выполнения расчетов в среде MathCAD. Введем исходные данные.

ра:= 10^5Па, h:= 5м, F1:= 4м^2, Iп:=5 · 10^5Дж/кг, ср:= 1006 Дж/кг/град, L1:=4 кг/кг, ρа:=1.2 кг/м^3, ε_1:=0.9, F2:= 4м^2, Qнр:=2.2· 10^7Дж/кг, 11:=10м, g:=9.8 м/с^2, ε_2:=0.9, α0 :=11.6 Вт/м^2/К, Тв:=290К, 12:=10м

Вычислим G_0, F_Σ; и безразмерные комплексы K_1, K_2, K_3, K_4.

G0:=ρа · $\sqrt{2 \cdot q \cdot h2 \cdot \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot F1 \cdot F2}$, G0=42.766 кг/с, FΣ:=2(11 + 12) · 2 · h2 + 2 · 11 · 12

FΣ=600м^2, K1:= $\frac{Qнр}{ср \cdot Тв}$, K1=75.41, K2:= $\frac{\alpha 0 \cdot F\Sigma}{ср \cdot ра \cdot \sqrt{2 \cdot q \cdot h \cdot \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot F1 \cdot F2}}$, K2=0.162, K3:= $\frac{Iп}{ср \cdot Тв}$, K3=1.714,

K4:= $\frac{ра}{ра \cdot q \cdot h}$, K4=1700.68

Зададим вектор начальных условий и расходных функций.

$$X := \begin{pmatrix} 1 \\ 0.23 \\ 0 \\ 0.77 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$G_B(K4, Y, Z) := \begin{cases} Q \leftarrow \frac{(1-Y)}{K4} \\ \sqrt{(1-Y-K4 \cdot Z)} + \sqrt{-(1-Y+K4 \cdot Z)} \text{ if } Z < -Q \\ \sqrt{(1-Y-K4 \cdot Z)} \text{ if } |Z| \le Q \\ 0 \text{ otherwise} \end{cases}$$

$G_B(K4, X_0, X_4)$=0

Y:=X_0

Z:=X_4

$$Gr(K4,Y,Z) := \begin{cases} Q \leftarrow \frac{(1-Y)}{K4} \\ 0 \text{ if } Z < -Q \\ \sqrt{Y \cdot (K4 \cdot Z + 1 - Y)} \text{ if } |Z| \le Q \\ \sqrt{Y \cdot (K4 \cdot Z + 1 - Y)} + \sqrt{Y \cdot (K4 \cdot Z - 1 + Y)} \text{ otherwise} \end{cases}$$

$Gr(K4, X_0, X_4)$=0

Определим скорость выгорания.

$X1_B := 0.23$

$$\psi 1(T,Y,P,Z) := \begin{cases} 0.05 \cdot (1 - e^{-10T}) \text{ if } P \ge 0.05 \\ \frac{0.23}{4} \cdot G_B(K4, X_0, X_4) \text{ otherwise} \end{cases}$$

AM(Θ):= 0.956+0.043· Θ

AMP(Θ):= 0.5· Θ + 0.5 · Θ^2 − 1

Для интегрирования системы уравнений пожара с заданными начальными условиями можно использовать стандартную программу (метод Рунге - Кутта) с автоматическим выбором шага интегрирования. В системе MathCAD это встроенные функции «rkfixed» или «Bulstoer». Шаг интегрирования выбирается в соответствии с погрешностью интегрирования.

D(T, X) =

$$= \begin{bmatrix} \psi1(T, X_0, X_1, X_4) + G_в(K_4, X_0, X_4) - G_r(K_4, X_0, X_4) \\ [(0.23 - X_1) \cdot G_в(K_4, X_0, X_4) - (4 + X_1) \cdot \psi1(T, X_0, X_1, X_4)] \cdot (X_0)^{-1} \\ [(2.7 - X_2) \cdot \psi1(T, X_0, X_1, X_4) - X_2 \cdot G_в(K_4, X_0, X_4)] \cdot (X_0)^{-1} \\ [(0.77 - X_3) \cdot G_в(K_4, X_0, X_4) - X_3 \cdot \psi1(T, X_0, X_1, X_4)] \cdot (X_0)^{-1} \\ 1.404 \cdot \left[(K1 + K3) \cdot \psi1(T, X_0, X_1, X_4) \cdot G_в(K_4, X_0, X_4) - G_r(K_4, X_0, X_4)\, AM\left(\frac{1 + X_4}{X_0}\right) - K2 \cdot AMP\left(\frac{1 + X_4}{X_0}\right)\right] \end{bmatrix}$$

N := 100

W := Bulstoer(X, 0, 1, N, D)

Анализ графических зависимостей. В результате решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений получаем следующие зависимости (рисунки 3 - 10):

- зависимость среднеобъемной плотности от времени;

i := 0..N

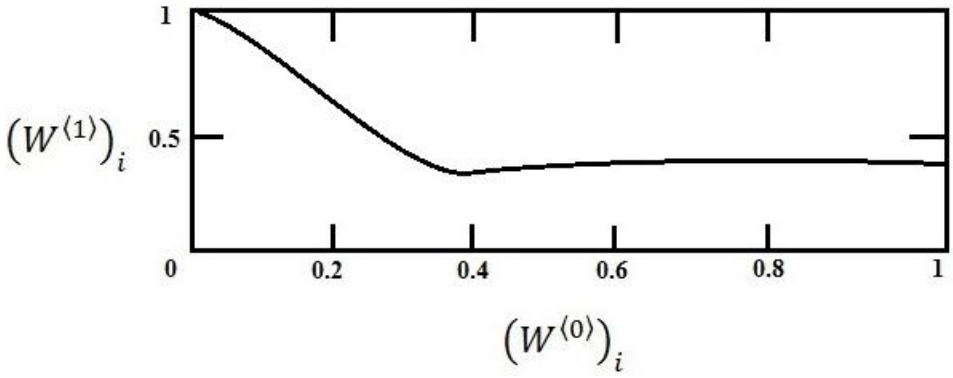


Рис. 3. Зависимость среднеобъемной плотности от времени

-график скорости выгорания;

T:=0,0.001 .. 1

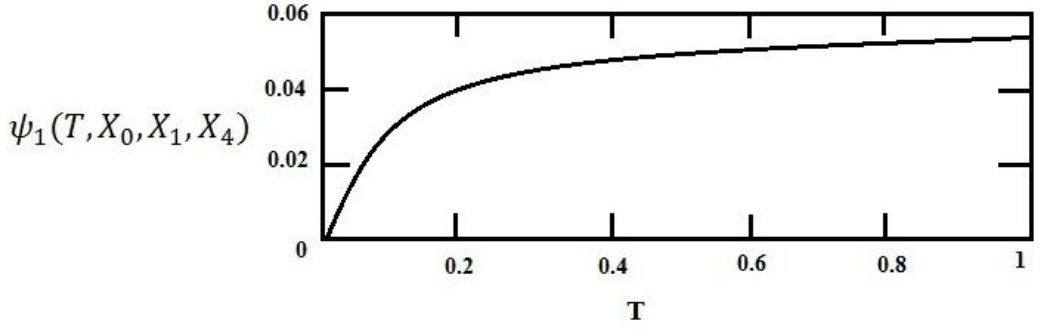


Рис. 4. График скорости выгорания

- зависимость концентрации кислорода от времени;

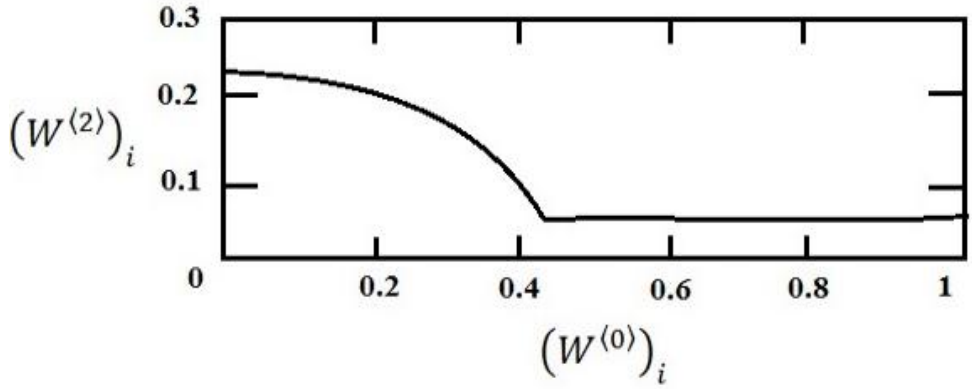


Рис. 5. Зависимость концентрации кислорода от времени

- зависимость концентрации углекислого газа от времени;

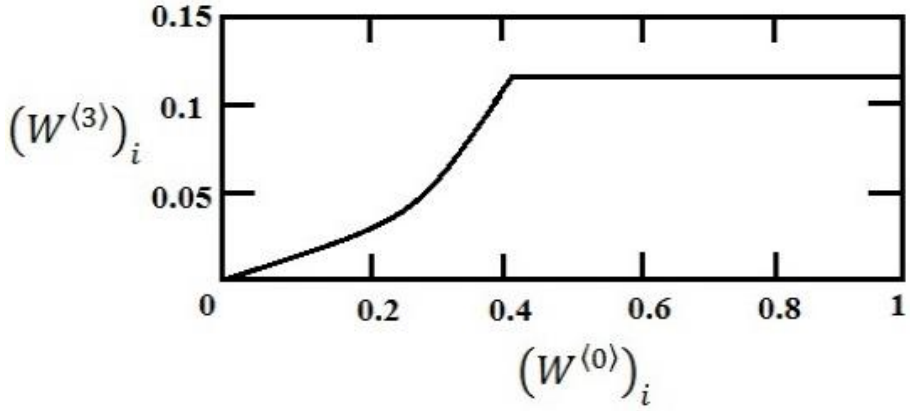


Рис. 6. Зависимость концентрации углекислого газа от времени

- зависимость концентрации азота от времени;

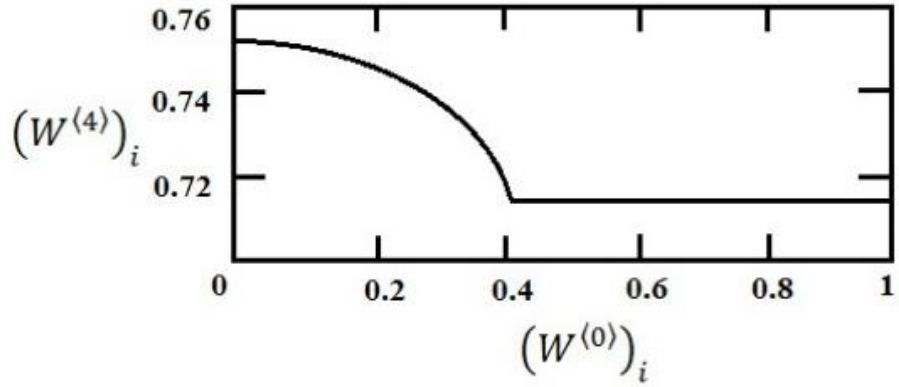


Рис. 7. Зависимость концентрации азота от времени

- зависимость среднеизбыточного давления от времени;

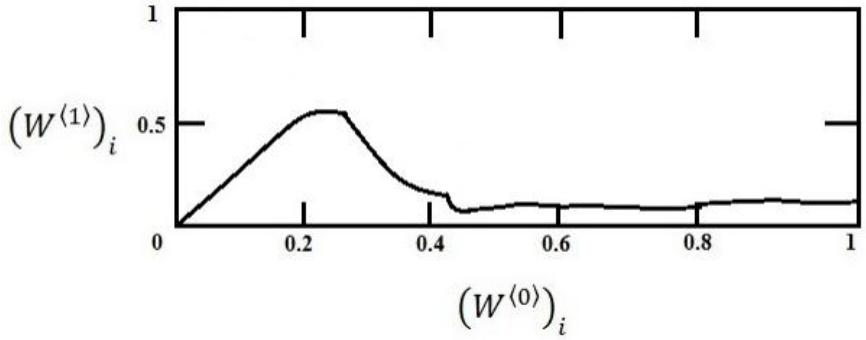


Рис. 8. Зависимость среднеизбыточного давления от времени

- зависимость среднеобъемной температуры от времени;

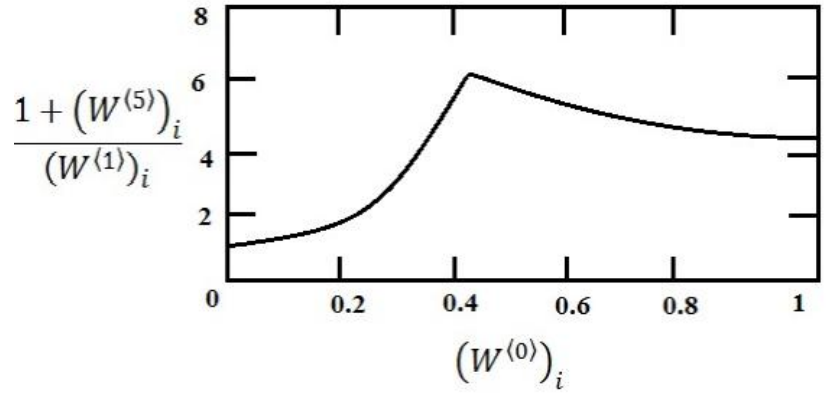


Рис.9. Зависимость среднеобъемной температуры от времени

- зависимость расходов уходящих газов $G_г$ и поступающего воздуха $G_в$;

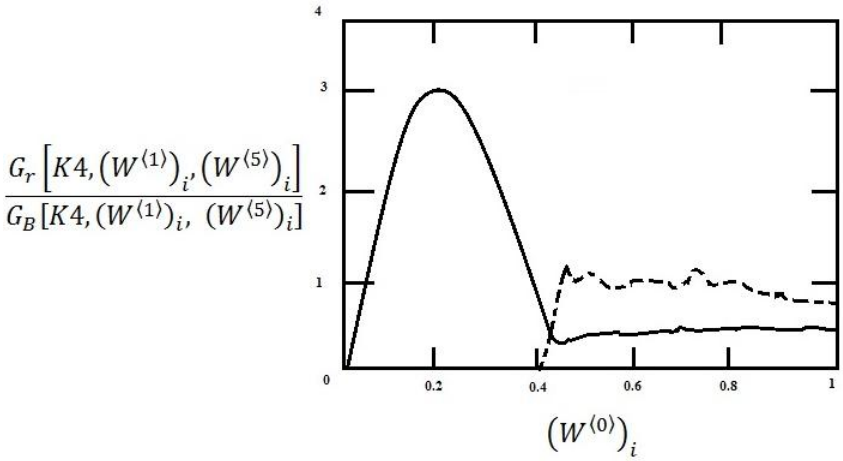


Рис. 10. Зависимость расходов уходящих газов $G_г$ и поступающего воздуха $G_в$

Выводы. Среднеобъемная плотность газовой среды в помещении начинает убывать со значения 1 до значения 0.163 в момент времени i=0.41. а зятем медленно нарастает (табл). График скорости выгорания показывает, что скорость выгорания сначала нарастает, а затем постепенно уменьшается. Концентрация кислорода медленно уменьшается со значения 0,23 в начальный момент времени до значения 0,05 в момент времени t =0,4. Концентрация углекислого газа плавно нарастает, достигая значения 0,15 в момент времени i =0,41, а затем стабилизируется.

Концентрация азота в начальной стадии пожара (i=0...0,4) меняется незначительно от 0,77 до 0,73.

В начальной стадии пожара (i=0...0,3) наблюдается резкое повышение среднеобъемного избыточного давления, которое затем постепенно снижается и стабилизируется. Температура также нарастает, достигая максимального значения в момент времени i =0,4, а затем медленно убывает.

В начальной стадии пожара (i=0...0,4) из помещения выбрасываются только газы. При i=0,2 расход уходящих газов $G_г$ достигает максимального значения. На этой стадии пожара наружный воздух в помещение не поступает, то есть $G_в$=0. Наружный воздух начинает поступать в помещение с момента времени i= 0,4.

Другие примеры выполнения расчетов по прогнозированию опасных факторов пожара в среде MathCAD можно посмотреть в работах [4, 5, 6, 7, 8].

Результаты расчета W

W=	0	1	2	3	4	5
0	0	1	0,23	0	0,77	0
1	0,01	0,998	0,23	$6.539*10^{-5}$	0,77	$1,954*10^{-5}$
2	0,02	0,993	0,23	0	0,77	$7,118*10^{-5}$
3	0,03	0,985	0,229	0,001	0,77	0
4	0,04	0,973	0,228	0,001	0,77	0
5	0,05	0,96	0,228	0,001	0,77	0
6	0,06	0,944	0,227	0,002	0,769	0
7	0,07	0,926	0,226	0,003	0,769	0,001
8	0,08	0,906	0,224	0,004	0,769	0,001
9	0,09	0,885	0,223	0,004	0,769	0,001
10	0,1	0,862	0,222	0,005	0,768	0,001
11	0,11	0,838	0,22	0,006	0,768	0,001
12	0,12	0,813	0,218	0,007	0,768	0,001
13	0,13	0,787	0,216	0,009	0,768	0,001
14	0,14	0,76	0,214	0,01	0,767	0,001
15	0,15	0,732	0,212	0,011	0,767	0,002

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пособие / Ю.А. Кошмаров. - М.: 2000. - 118 с.

2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приложение к приказу МЧС России от30.06.2009№382. – М. : Центр пропаганды, 2009. – 52 с.

3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : приложение к приказу МЧС России от 10.07.2009 №404. – М. : Центр пропаганды, 2009. – 44 с.

4. Сазонова, С.А. Расчет коэффициента теплопотерь на начальной стадии пожара с применением информационных технологий / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 63-68.

5. Сазонова, С.А. Численное решение задач в сфере пожарной безопасности / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 68-71.

6. Николенко, С.Д. Автоматизация расчетов по интегральной математической модели времени эвакуации людей при пожаре / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, // Моделирование систем и процессов. - 2017. - Т. 10. - № 1. - С. 43-49.

7. Сазонова, С.А. Анализ развития пожара на основе интегральной математической модели / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2017. -Т. 10. - № 2. - С. 40-48.

8. Сазонова, С.А. Применение зонной математической модели при анализе развития пожара / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2017. - Т. 10. - № 2. - С. 48-54.

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

A. I. Bespalaja, S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova

Bespalaja Anna Igorevna, Voronezh State Technical University, student group B1231, e-mail anna.bespalaja@yandex.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 graphical dependencies obtained in the numerical implementation of the integral mathematical model of a fire, with the purpose of modeling and analysis of the development of a fire, the integration of the fire equation system in the MathCAD environment. The fire model in the room is numerically realized on the basis of the mathematical integral description of the fire. The averaged thermodynamic parameters of the state, the material balance of the fire, the oxygen balance, the balance of combustion products, the balance of inert gas, energy and initial conditions are used as the basis for calculating the integral mathematical model of a fire. The results obtained are analyzed on the basis of the constructed graphical dependencies.

Keywords: mathematical integral fire model, numerical realization, fire safety, fire stage, initial stage of fire, fire development.

REFERENCES

1. Koshmarov, Yu. A. Forecasting of dangerous factors of fire in the room: Textbook. allowance. - Moscow: 2000. - 118 p.

2. The method of determining the calculated values of fire risk in buildings, structures and structures of different classes of functional fire danger: an annex to the order of the Ministry of Emergency Situations of Russia from 30.06.2009 № 382. - M.: Center for Propaganda, 2009. - 52 p.

3. The procedure for determining the estimated values of fire risk at production facilities: an annex to the order of the Ministry of Emergency Measures of Russia from 10.07.2009 № 404. - M.: Center for Propaganda, 2009. - 44 p.

4. Sazonova S.A., Nikolenko S.D. Calculation of the heat loss at the initial stage of the fire with the use of information technology. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 4, p. 63-68.

5. Sazonova S.A., Nikolenko S.D. Numerical solution of problems in the field of fire safety. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 4, p. 68-71.

6. Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Automation of calculations on the integral mathematical model of the time of evacuation of people in case of fire. Modeling of systems and processes, 2017, vol. 10, no. 1, p. 43-49.

7. Sazonova S.A., Nikolenko S.D. Analysis of the development of fire based on an integral mathematical model. Modeling of systems and processes, 2017, vol. 10, no. 2, p. 40-48.

8. Sazonova S.A., Nikolenko S.D. The application of the zone mathematical model in the analysis of the development of a fire. Modeling of systems and processes, 2017, vol. 10, no. 2, p. 48-54.

УДК 691.327

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРАМЗИТОБЕТОНА ПОСЛЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

И. Н. Емельянова, С. О. Батова, И. В. Михневич, С. Д. Николенко

Емельянова Ирина Николаевна, Воронежский государственный технический университет, студент группы Б1231, e-mail: irina.emelyanova@outlook.com.

Батова Светлана Олеговна, Воронежский государственный технический университет, студент группы Б1231, e-mail: batovasvetlana867@gmail.com.

Михневич Игорь Викторович, Воронежский государственный технический университет, заведующий лабораторией кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: mihnevich@vgasu.vrn.ru

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

В зоне чрезвычайных ситуаций предлагается размещать быстровозводимые сооружения на основе пневматической опалубки. В этой зоне возможно возникновение пожаров. При пожаре появляются температурные поля, которые в зависимости от интенсивности пожара оказывают разное влияние на материал быстровозводимого сооружения. Целью исследования являлось изучение прочности керамзитобетона после температурного воздействия. В работе приведены результаты испытаний кубов из керамзитобетона на сжатие после температурного воздействия и сравнение с результатами испытаний обычных образцов. Установлено, что кубы керамзитобетона, подвергнутые термическому воздействию температурой 2000С, имеют завышенную прочность на сжатие по сопоставлению с керамзитобетоном, не подвергнутым термическому воздействию.

Ключевые слова: быстровозводимые сооружения на основе пневматической опалубки, керамзитобетон, температурное воздействие.

Введение. Для временного размещения людей и материально-технических средств, в зонах чрезвычайных ситуаций предлагается использовать быстровозводимые сооружения. Один из вариантов конструкции быстровозводимого сооружения [1] предполагает размещение между, его наружной и внутренней, оболочками керамзитобетона [2,3].

Тепловое воздействие при пожаре, оказываемое на материал ограждающих конструкций, зависит от величины пожарной нагрузки и интенсивности пожара [4]. Температурные воздействия на керамзитобетон приводят к изменению его прочностных характеристик.

Исходя из вышеизложенного, целью исследования является изучение прочности керамзитобетона после температурного воздействия и сравнение с прочностью обычного керамзитобетона аналогичного состава.

Экспериментальные образцы. Данное экспериментальное исследование проводилось согласно [5,6]. Для исследований были изготовлены экспериментальные образцы керамзитобетона из цементно-песчаной смеси с добавлением в качестве заполнителя керамзита невысоких прочностных марок. При этом соотношение Ц:П=1:3 и водоцементное соотношение равнялось 0,45. В качестве вяжущего применялся портландцемент марки ПЦ-500.

Изготовление образцов выполнялось в кубических двухсекционных формах, рис. 1. Размер ребра образцов кубов составил 10 см. Было изготовлено две серии образцов по 3 образца. Образцы каждой серии изготавливались из одного замеса. По истечении двух суток производилась распалубка образцов, рис. 2 с последующим их выдерживанием в нормальных условиях в течение 28 суток.

© Емельянова И.Н., Батова С. О., Михневич И. В., Николенко С. Д., 2018

Рис. 1. Вид форм заполненных керамзитобетонной смесью

Рис. 2. Вид образцов после распалубки

Образцы серии 1 получили обозначение К, а - серии 2 получили обозначение КН.

Методика исследования. После изготовления образцы были обмерены и осмотрены. Осмотр не выявил очевидных недостатков, таких как трещины, сколы ребер, раковины. После осмотра был проведен обмер при помощи штангенциркуля. Точность обмера составила 0,1 мм. Далее образцы были взвешены на лабораторных весах AND DL-3000WP. Точность взвешивания составила 0,01 г. Результаты измерения и взвешивания образцов представлены в таблице.

Характеристика образцов

№ п/п	Обозначение	Размер, мм	Вес, г	Удельный вес, г/мм^3
1	К1	99,6х100,5	1607,0	0,0016
2	К2	100,5х101,4	1587,0	0,0016
3	К3	100х100,5	1575,0	0,0016
4	КН1	100,5х99,6	1619,0	0,0016
5	КН2	100,8х100,4	1623,0	0,0016
6	КН3	99,8х99,1	1614,7	0,0016

Перед испытанием на сжатие образцы серии 1 подверглись температурному воздействию в 200^0С. Такая температура выбрана из анализа возможных сценариев развития пожара на открытом пространстве. В основном достижение наружных температур выше 200^0С практически нереально на расстояниях 10-15 метров от сооружения.

Нагревание образцов велось в муфельной печи «Снол», рис. 3. Кубы серии 1 закладывались в муфельную печь по 3 штуки. После достижения температуры 200^0С выдерживание в печи продолжалось в течение 30 минут.

Рис. 3. Вид муфельной печи «Снол»

После окончания температурного воздействия образцы выдерживались при комнатной температуре в течение суток. После этого образцы обоих серий испытывались на прочность.

Испытание образцов на прочность проводились в Центре коллективного пользования ВГТУ. Центр аттестован Госстандартом РФ. Для проведения конкретных испытаний применялась универсальная 4-колонная напольная гидравлическая испытательная система «Инстрон», модель 1500HDX, рис. 4. Система позволяет проводить испытания на сжатие с усилиями до 1500 кН.

Рис. 4. Вид универсальной испытательной системы «Инстрон»

Образцы испытывались на сжатие с постоянной скоростью деформирования составляющей 1 мм/мин. На рис. 5 показаны образцы в момент испытаний.

Рис. 5. Вид образцов в момент испытаний

Результаты испытаний. Для наглядного изображения итогов испытания были построены графики зависимости перемещения от нагрузки (рис. 6,7).

Итоги испытаний образцов из керамзитобетона показали, что образец под номером 3 выдержал нагрузку равную 94,6 кН, что является максимальным показателем среди всех образцов. Следует отметить, что все образцы имеют схожий характер поведения при нагружении, возрастание нагрузки происходит по одной траектории близкой к прямой, однако максимальное значение нагрузки различно и образец под номером 2 показал худший результат по прочности.

Результаты испытаний образцов из керамзитобетона, подвергнутого предварительно температурному воздействию, показали, что образец под номером 1 выдержал нагрузку равную 126,3 кН, что является максимальной для данной серии образцов.

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что образцы подверженные тепловому воздействию выдерживают большую нагрузку (рис. 8).

Визуальные наблюдения. В ходе испытаний проводились визуальные наблюдения за поведением образцов при испытании. После потери образцами несущей способности все образцы фотографировались. Разрушение всех образцов происходило практически одинаково. После испытаний образцы керамзитобетона, не подверженные термическому влиянию практически рассыпались. Образцы керамзитобетона подверженного тепловому воздействию и, несмотря на частичное осыпание материала у мест разрушения, продолжали сохранять форму.

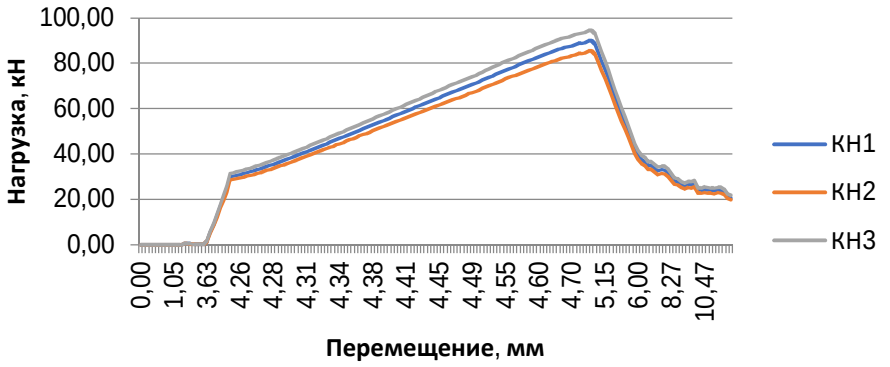


Рис. 6. График испытания образцов карамзитобетона

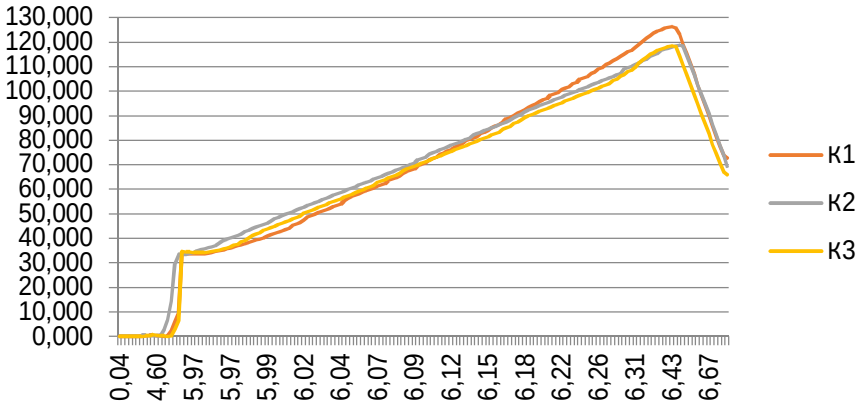


Рис. 7. График испытания образцов керамзитобетона подвергнутых тепловой обработке

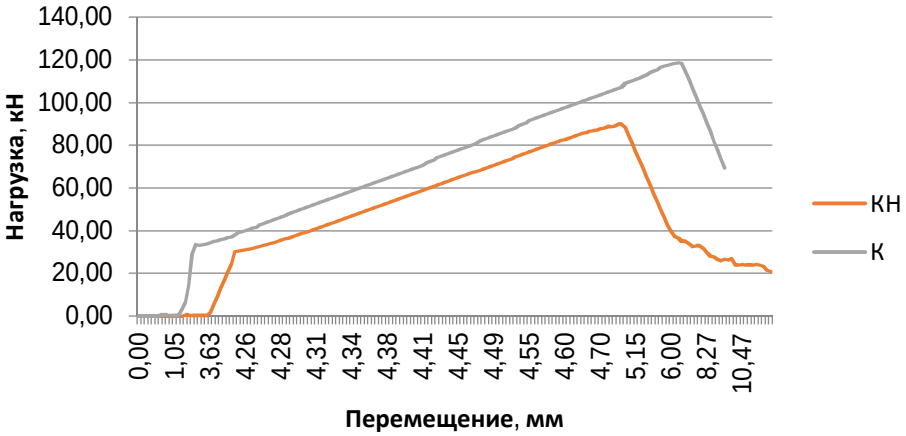


Рис. 8. Сравнительный график испытаний образцов

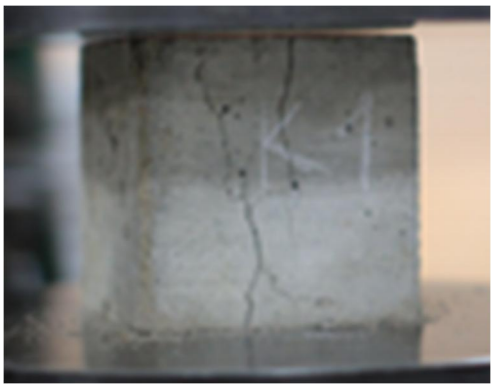


Рис. 9. Вид образца керамзитобетона подверженного тепловой обработке после испытания

Рис. 10. Вид образца керамзитобетона неподверженного тепловой обработке

Выводы

1. Проведено сравнительное экспериментальное исследование прочности образцов кубов из керамзитобетона, подвергнутого температурному воздействию 200^0С и керамзитобетона, не подвергнутого температурному воздействию при сжатии.

2. В результате практически установлено, что наибольшую нагрузку выдерживают образцы из керамзитобетона, подвергнутого температурному воздействию. Они выдерживают нагрузку на 33 % большую, чем образцы из керамзитобетона, не подвергнутого температурному воздействию. Это можно объяснить тем, что керамзит получают при обжиге глины легкоплавких сортов и он характеризуется огнестойкостью.

3. Можно рекомендовать, керамзитобетон в качестве заполнителя межблочного пространства быстровозводимых сооружений на основе пневматической опалубки [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николенко, С.Д. Разработка конструкций пневматических опалубок. / С. Д. Николенко, И. В. Михневич// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2014. № 2 (15). - С. 18-22.

2. Михневич, И.В., Использование заполнителей в быстровозводимых сооружениях на основе пневмоопалубки / И. В. Михневич, С.Д. Николенко, Д. А.Казаков // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. – 2015. № 3. – С. 39 – 45.

3. Михневич И.В., Николенко С.Д., Черемисин А.В. Сравнительное исследование характеристик материалов, применяемых в быстровозводимых сооружениях. Научный журнал строительства и архитектуры. 2016. № 1 (41). С. 48-55.

4. Жуков, В. В. Свойства тяжелого бетона после пожара / В. В. Жуков; А. А, Гусев // Бетон и железобетон избранные статьи 1984. – 1984. с.

5. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

6. Николенко С.Д., Молодая А.С. Планирование исследований поведения мелкозернистого и дисперсноармированного бетона при температурных воздействиях. Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. № 2 (23). С. 52-59.

7. Михневич И.В., Николенко С.Д. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки. Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2016. № 1 (18). С. 40-44.

STUDY OF STRENGTH CHARACTERISTICS OF CONCRETE AFTER TEMPERATURE EXPOSURE

I. N. Emelyanova, S. O. Batova, I. V. Mikhnevich, S. D. Nikolenko

Emelyanova Irina Nikolaevna, Voronezh state technical University, a student group Б1231, e-mail: irina.emelyanova@outlook.com.

Batova Svetlana Olegovna, Voronezh state technical University, a student group Б1231, e-mail: batovasvetlana867@gmail.com.

Mikhnevich Igor Viktorovich, Voronezh state technical University, head of laboratory of technospheric and fire safety department, e-mail: mihnevich@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.

ABSTRACT

In the emergency zone, it is proposed to place prefabricated facilities on the basis of pneumatic formwork. Fires may occur in this area. In case of fire, temperature fields appear, which, depending on the intensity of the fire, have a different effect on the material of the prefabricated structure. The aim of the study was to study the strength of expanded clay after temperature exposure.

The paper presents the results of testing the cubes of expanded clay concrete for compression after temperature exposure and comparison with the results of testing of conventional samples. It was found that the cube of expanded clay, subjected to thermal effects at a temperature of 2000C, have an overestimated compressive strength compared to expanded clay, not subjected to thermal effects.

Keywords: facilities on the basis of pneumatic formwork, claydite-concrete, temperature exposure.

REFERENCES

1. Nikolenko, S. D. development of pneumatic formwork structures./S. D. Nikolenko, I. V. Mikhnevich// Scientific journal. Engineering systems and structures. - 2014. № 2 (15). - P. 18-22.

2. Mikhnevich, I. V., the Use of fillers in the pre-fabricated buildings on the basis of pneumology / I. V. Mikhnevich, S. D. Nikolenko, D. A. Kazakov // Scientific Herald of the Voronezh GASU. Construction and architecture. - 2015. No. 3. – P. 39 – 45.

3. Mikhnevich I. V., Nikolenko S. D., Cheremisin A.V. Comparative study of the characteristics of materials used in pre-fabricated structures. Scientific journal of civil engineering and architecture. 2016. No. 1 (41). P. 48-55.

4. Zhukov, V. V. properties of heavy concrete after the fire / V. V. Zhukov; A. A, Gusev / / Concrete and reinforced concrete selected articles 1984. - 1984. S.

5. GOST 10180-2012 Concrete. Methods for determining the strength of the control samples.

6. Nikolenko S. D., Molodaya A. S. planning of studies of the behavior of fine-grained and dispersed concrete under temperature effects. Scientific journal. Engineering systems and structures. 2016. № 2 (23). Pp. 52-59.

7. Mikhnevich I. V., Nikolenko S. D. pre-Fabricated construction on the basis of pneumatic formwork. Bulletin of Voronezh Institute of state fire service of EMERCOM of Russia. 2016. No. 1 (18). P. 40-44.

УДК 330:504

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЧЕТА КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

Е. А. Жидко

Жидко Елена Александровна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности. 394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, e-mail: lenag66@mail.ru

В целях снижения антропогенного влияния производств на окружающую среду рассмотрены вопросы создания на предприятии экологической информационной системы и функционирования всех составляющих ее звеньев. Рассмотрены задачи экоинформационной системы и задачи, которые должны осуществлять экологические информационные системы на региональном уровне. По результатам решения таких задач составляются правила принятия решений по адекватной реакции на угрозы по ситуации и результатам в статике и динамике.

Ключевые слова: окружающая среда, экологическая информационная система, мониторинг.

Введение. Согласно требованиям ООН экологический аспект рассматривается как один из главных аргументов международного аспекта [1-3]. Современные масштабы экологических изменений создают реальную угрозу жизни и здоровью населения. Наиболее тревожным симптомом является даже не крайне неблагоприятное экологическое состояние, сложившееся в стране к настоящему времени, а тенденции, ясно свидетельствующие о том, что положение не только не улучшается (или хотя бы стабилизируется), но заметно ухудшается. Скорость увеличения интенсивного вредного воздействия внешних факторов вышла за пределы скорости биологического приспособления живых систем к среде обитания. Безопасное и устойчивое (антикризисное) развитие хозяйствующих субъектов в новых условиях XXI века возможно достичь за счет своевременного обеспечения лиц, принимающих решения, качественной информацией о состоянии внешней и внутренней среды объекта [4-8].

Растущая озабоченность относительно качества среды обитания заострила внимание хозяйствующих субъектов (ХС) к возможным экологическим последствиям их деятельности [5,9]. ХС должны выявлять эти последствия, снижать, а по возможности полностью устранять их негативный эффект. Для этого необходимо, с одной стороны, создать соответствующую базу для принятия решений, а с другой - обеспечить восприятие знаний персоналом, т.е. лицами, принимающими решения (ЛПР) благоприятствующее использованию такой базы [6,7].

Обоснование необходимости развития информационных систем экологического учета на предприятии (ХС). Современные подходы к управлению окружающей средой (ОС) на национальном уровне предполагают создание целостной (интегрированной) многоуровневой системы управления ОС, начиная от микротерритории и предприятия и заканчивая субъектом федерации, бассейнами рек и всей Российской Федерацией. Принятие решений в такой системе должно основываться на надежной, точной и доступной информации [8-12]. Поэтому важнейшим элементом в системе управления ХС является создание и поддержание систем управления экологической информацией.

На региональном уровне экологические информационные системы должны решать следующие задачи:

– централизованное объединение информации, комплексно характеризующей состояние и использование природных ресурсов региона;

© Жидко Е. А., 2018

– максимальное информационное обеспечивание природоохранных служб региона в выполнении функций общего экологического контроля за состоянием окружающей природной среды;
– оперативное использование информации для оценки экологической ситуации и принятия управленческих решений;
– обеспечение органов государственного управления, научных, проектных и общественных организаций, населения необходимой достоверной информацией о состоянии природной среды;
– развитие и совершенствование системы обмена научно-технической информацией, внедрение технических и организационно-экономических решений в области охраны окружающей природной среды;
– обеспечение исходными данными ряда прикладных задач по экономике природопользования, нормированию вредных воздействий на ОС.

По всем указанным общим и более частным вопросам информационная система осуществляет: упорядоченный сбор и хранение информации по единой методике с использованием современных информационных технологий; быстрый доступ к полной экологической информации для всех уровней управления охраной природы в области, а также для других ХС и т.д.

Для определения порядка обмена информацией на ХС в рамках системы управления ОС следует учитывать, что под информацией понимаются значимые данные, под экологической информацией понимается документированная информация, содержащая сведения о состоянии ОС, воздействиях на нее и мерах по ее охране, а также о воздействиях ОС на человека, состав которой определяется Законом об охране ОС, иными законодательными актами РФ. А под обменом экологической информацией понимается процесс предоставления и получения информации, осуществляемый предприятием, а также переговоры с внутренними и внешними заинтересованными сторонами с целью содействия взаимопониманию по экологическим проблемам, аспектам и результативности.

Качество управленческих решений напрямую зависит от количества переработанной информации и от сроков готовности результатов. Выбор источников и методов сбора информации зависит от цели, которую необходимо достичь с ее помощью [4].

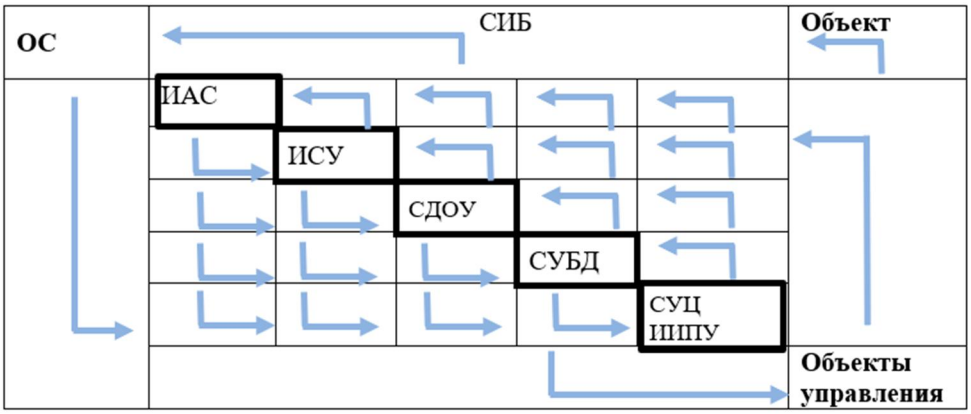
Обеспечение необходимой информацией осуществляется в процессе мониторинга параметров системы «окружающая среда-технологическое оборудование-персонал» [4,12].

Экологическая информация, подлежащая распространению/обмену, должна удовлетворять следующим требованиям [4,7]:
– легкость восприятия и понимания - информация должна быть изложена простым и доступным для понимания всеми заинтересованными лицами (потребителями информации) языком;
– достоверность - информация должна быть достоверной, подтвержденной соответствующими документами, легко проверяемой;
– доступность - запрашиваемая информация должна быть легко доступной для получения потребителем информации, если она не является конфиденциальной;
– достаточность - информация должна предоставляться четко, кратко и в количестве, которое необходимо для полного раскрытия интересующего вопроса.

Экоинформационная система должна обеспечивать решение ряда задач:
– подготовка интегрированной информации о состоянии ОС, прогнозов вероятных последствий хозяйственной деятельности и рекомендаций по выбору вариантов безопасного функционирования и развития ХС для систем поддержки принятия решения;
– имитационное моделирование процессов, происходящих в ОС, с учетом существующих уровней антропогенной нагрузки и возможных результатов принимаемых управленческих решений [4,12];
– оценка риска для существующих и проектируемых технологических процессов с целью управления безопасностью техногенных воздействий;

– накопление информации по временным трендам параметров ОС с целью экологического прогнозирования;
– подготовка электронных карт, отражающих состояние ОС на территории ХС и санитарно-защитной зоны [13];
– составление отчетов о достижении целей устойчивого развития;
– обработка и накопление в базах данных результатов локального и дистанционного мониторинга и выявление параметров ОС наиболее чувствительных к антропогенным воздействиям;
– обоснование оптимальной сети наблюдений для корпоративной системы экологического мониторинга;
– обмен информацией о состоянии ОС (импорт и экспорт данных) с другими экоинформационными системами;
– предоставление информации, необходимой для контроля соблюдения нормативных требований, для информирования общественности и т.д.

Для решения этих задач необходимо создать систему информационной безопасности (СИБ) управления ХС, рис. и обеспечить четкое функционирование всех составляющих ее звеньев [4].



Роль и место СИБ в структуре внешних и внутренних прямых и обратных информационных связей ХС

Целевое и функциональное назначение элементов системы управления ЭБ:

ИАС – информационно-аналитическая система, которая предназначена для формирования и ведения базы данных (БД), создания на её основе автоматизированного банка данных (АБД) о содержании потоков входной информации. Мера такой информации должна быть необходимой и достаточной для обеспечения требуемого уровня защищённости объекта. БД и АБД целесообразно строить в виде классификаторов по основаниям:

- цель, место, время, диапазон условий, поле проблемных ситуаций по природе и масштабам объекта, его СИБ;

-сложности их внешних и внутренних структурных связей, детерминированности и цикличности процессов жизнедеятельности, их информационной обеспеченности (табл.1) [1,6];

- природа и масштабы объекта, его система информационной безопасности (СИБ); сложность их структурных связей, информационная обеспеченность с учётом отношений между ними, т.е.: причинно-следственных связей; движущих сил, генеральных целей, законов и закономерностей взаимосвязанного развития внешней и внутренней среды ХС (табл.2) [1,6].

ИСУ – интеллектуальная система управления информационной обеспеченностью устойчивости развития ХС в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке. Она предназначена для: распознавания ситуации; диагностики состояний устойчивости, конкурентоспособности; экспертизы таких состояний на соответствие требуемому;

выявления угроз с допустимыми, критическими и/или неприемлемыми последствиями; построения приоритетного ряда вариантов адекватной реакции на угрозы по ситуации и результатам в статике и динамике.

Таблица 1

Основания для построения классификатора возможных состояний ХС

Параметры предприятия, его СИБ	Характеристики ситуации по					Область их определения Ω_Z
	цели	месту	времени	условиям	проблемам	
Природа A:	a_1	a_2	…	…	a_5	Ω_A
Масштаб B:	b_1	b_2	…	…	b_5	Ω_B
Структура связей C:	c_1	c_2	…	…	c_5	Ω_C
Детермини-рованность D:	d_1	d_2	…	…	d_5	Ω_D
Цикличность E:	e_1	e_2	…	…	e_5	Ω_E
Информац. обеспеченность F:	f_1	f_2	…	…	f_5	Ω_F
Их область определения, Ω_V	Ω_{V1}	Ω_{V2}	…	…	Ω_{V5}	Ω_{VZ}

Таблица 2

Основания для построения классификатора возможных ситуаций

Параметры ситуации	Характеристики ХС, его СИБ					Область их определения, Ω_Z
	Природа	Масштаб	…	…	Информ. Обеспеченность	
ППС, A:	a_1	a_2	…	…	a_5	Ω_A
ДС, B:	b_1	b_2	…	…	b_5	Ω_B
ГЦ, C:	c_1	c_2	…	…	c_5	Ω_C
Законы, Д:	d_1	d_2	…	…	d_5	Ω_D
Закономерности, E:	e_1	e_2	…	…	e_5	Ω_E
Проблемы, F:	f_1	f_2	…	…	f_5	Ω_F
область их определения, Ω_V	Ω_{V1}	Ω_{V2}	…	…	Ω_{V5}	Ω_{VZ}

Примечание. В таблице приняты сокращения: ПСС – причинно-следственные связи, ДС – движущие силы, ГЦ – генеральные цели развития предприятия, его СИБ; характеристики проблемных для него ситуаций, которые могут, возникать в их внешней и/или внутренней среде.

По результатам решения таких задач составляются правила принятия решений по адекватной реакции на угрозы по ситуации и результатам в статике и динамике. Они образуют специальный раздел БД и АБД в виде классификаторов по предложенным выше основаниям (табл.1 и 2).

СДОУ – внешняя и внутренняя системы документационного обеспечения управления защищённостью ХС, его СИБ. Такие системы включают действующие на международном, межстрановом, внутристрановом и корпоративном уровнях механизмы регулирования и санкции за нарушение установленных норм, прав, правил и стандартов с указанием их приоритетов на рассматриваем уровне.

СУБД – система управления БД и АБД. Она предназначена для обеспечения информационной и интеллектуальной поддержки устойчивости развития ХС, его СИБ, их конкурентоспособности и защищенности при наличии угроз хищений, разрушения и модификации входных и выходных информационных потоков, несанкционированного доступа к ним и информационному ресурсу, который имеется в распоряжении объекта.

СУЦ ИИПУ – система управления циклами информационной и интеллектуальной поддержки управления состояниями ХС, его СИБ на основе: их мониторинга во внешней среде и контроллинга во внутренней среде; оценки допустимых, критических и неприемлемых рисков, их последствий; выявления причин появления таких диспропорций; принятия адекватных решений на их предупреждение и ликвидацию негативных последствий.

Опыт показывает, что создание самой информационной системы не представляет больших трудностей. Главное – это подготовка специалистов-экологов для постоянного обновления и применения информации.

Создание информационной системы и подготовка персонала необходимо осуществлять в рамках единого процесса обучения и адаптации стандартных программных средств к потребностям конкретного ХС или органа управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция безопасности и устойчивости развития планеты Земля (принята ООН в Рио-де-Жанейро в1992 году).
2. Повестка дня ООН на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года.http:///www.un.org/Russian/conferen/wssd/agenda21.
3. Рэндерс Йорген, Беренс III Вильям. Пределы роста: доклад по проекту Римского клуба «Сложное положение человечества» //Учебное пособие. Пер. с англ.; Предисловие Г.А.Ягодина. – М.: Изд-во МГУ. – 1991. – 206 с
4. Жидко Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх - строит. ун-т. - Воронеж, 2016. - 123 с.
5. Жидко Е.А. Управление техносферной безопасностью: учебное пособие/Е.А. Жидко; Воронеж. гос.арх.-строит. ун-т.-Воронеж, 2013.159с.
6. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности компании//Информация и безопасность. 2012. Т. 15. № 2. С. 265-268.
7. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально-экономических систем // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 10 (93). С. 12-19.
8. Грабауров В.А. Информационные технологии для менеджеров. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с.
9. Абдурагимов И.М., Однолько А.А. Пожары на радиационно-загрязненных территориях // Природа. 1993. №1. С. 28-30.
10. Кочетов Э.Г. Геоэкономика. Освоение мирового экономического пространства: учебник для вузов. – М.: Норма, 2006. – 528 с.
11. Сазонова, С.А. Управление гидравлическимим системами при резервировании и обеспечении требуемого уровня надежности / С.А. Сазонова //Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 43-45.
12. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы гидравлических систем п о показателям эффективности / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 37-39.
13. Мурзинов В.Л., Манохин В.Я., Головина Е.И. Построение эмпирической зависимости гранулометрического состава пыли литейного производства //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. №130. С.155-172.

THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS OF ENVIRONMENTAL ACCOUNTING AS THE MOST IMPORTANT FACTOR EFFECTIVE ACTIVITIES OF THE ENTITY

E. A. Zhidko

Zhidko Elena Alexsandrovna, Voronezh state technical University, candidat of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: lenag66@mail.ru

ABSTRACT

In order to reduce the anthropogenic impact of production on the environment, the issues of creation of the enterprise environmental information system and functioning of all its constituent links. The objectives of ecosystem and the tasks that need to implement environmental information systems at the regional level. The results of solving such problems are the decision rules for an adequate response to the threat of a situation and results in statics and dynamics.

Keywords: the environment, environmental information system, monitoring.

REFERENCES

1. The concept of security and sustainable development of the planet Earth (adopted by the UN in Rio de Janeiro in 1992).
2. The UN agenda for the twenty-first century. Adopted by the United Nations conference on environment and development, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992.http:///www.un.org/English/conferen/wssd/agenda21.
3. Randers Jorgen, Behrens III, William. The limits to growth: a report on the project of the club of Rome "the Difficult situation of humanity" //tutorial. Per. s angl.; Foreword G. A. Jagodina. – M.: Publishing house of Moscow state University. – 1991. – 206 p.
4. Zhidko E. A. Logical probability-information approach to modeling information security of protection objects: monograph / E.A. Zhidko, Voronezh. state. arh -stroit. un-t. Voronezh. 2016. 123 p.
5. Management of the technospheric security: a tutorial / EA. Zhidko Voronezh. state.arch.-builds. un-t.-Voronezh, 2013.159 p.
6. Zhidko E. A., Popova L. G. The human factor as an argument for the information security of the company // Information and Security. 2012. T. 15. No. pp. 265-268.
7. Zhidko E. A., Popova L. G. Information and intellectual support for the management of the development of socio-economic systems // Vestnik of the Irkutsk State Technical University. 2014. No. 10 (93). pp. 12-19.
8. Grabaurov V.A. Information technology for managers. - Moscow: Finance and Statistics, 2001. - 368 p.
9. Abduragimov I. M., Odnolko A. A. Fires in radiation-contaminated areas / / Priroda. 1993. No. 1. pp..28-30.
10. Kochetov, E. G. Geo-Economics. Mastering the world economic space: the textbook for high schools. M.: Norma, 2006. – 528 p.
11. Sazonova, S.A. Hydraulic system management while reserving and providing the required level of reliability. Sazonov // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2016. - No. 1 (16). - pp. 43-45.
12. Sazonov, S. A. Evaluation of the reliability of hydraulic systems p o performance / S. A. Sazonova // Vestnik of Voronezh Institute of high technologies. - 2016. - №1(16). - pp. 37-39.
13. Murzinov VL, Manokhin V.Ya., Golovina E.I. Construction of the empirical dependence of the granulometric composition of the dust of the foundry production // Polytematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. № 130. pp.155-172.

УДК 69.04:691.32

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Л.А. Кузнецова, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова

Кузнецова Лидия Андреевна, Воронежский государственный технический университет, студент группы М152, e-mail: lidachud@mail.ru.

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

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

В работе представлен анализ видов дисперсного армирования. На его основе для эксперимента приняты металлические фибры. Приведены результаты эксперимента балок с дисперсным армированием на действие изгибающей нагрузки. Выполнен расчет растянутого и изгибаемого элемента с дисперсным армированием. Сравнение результатов расчета и эксперимента показало хорошую сходимость.

Ключевые слова: дисперсное армирование, фибробетон, расчет прочности, эксперимент.

Введение. Современное строительство открывает нам широкие возможности и не стоит на месте. Оно неразрывно связано с решением задач для повышения эффективности строительства, таких как: снижение трудоемкости; снижение материальных затрат; применение прогрессивный материалов.

В настоящее время, бетон занимает лидирующие позиции среди других строительных материалов. Но наряду с этим, у бетонов имеется существенный недостаток - он плохо воспринимает растягивающие напряжения, поэтому возникает необходимость в армировании, что существенно продляет срок эксплуатации конструкции.

Стержневое армирование, не так сильно влияет на трещиностойкость бетона. В мире все большую популярность набирает дисперсное армирование бетона, при котором в бетонной смеси равномерно распределен армирующий компонент - стальные фибры. Данные вид армирования открывает широкие перспективы в конструктивном и технологическом отношении.

Дисперсное армирование широко используется во многих странах, это объясняется тем, что специалисты преследуют цель повысить прочность на растяжение, трещиностойкость. Дисперсное армирование может быть представлено одним видом фибр или смесью разных. Часто прибегают к комбинированному армированию, при котором армирование железобетонных конструкций часть стержневой арматуры заменяется на фибровую.

Принципы технологии и методы дисперсного армирования во многом зависят не только от армирующих материалов, но и от бетонной матрицы. Именно вид бетона определяет характер армирования и параметры дисперсной арматуры [1].

Целью работы является расчет растянутых и изгибаемых элементов с дисперсным и комбинированном армированием и сравнение полученных результатов с данными экспериментов.

Анализ видов дисперсного армирования. Благодаря дисперсному армированию бетон обретает высокие физико-механические характеристики, что подтверждают лабораторные исследования и эксперименты. На качество конструкции влияет вид армирующего материала, не все волокна отвечают заданным требованиям.

В настоящее время различают три основных армирующих волокна: волокна (фибры) из стальной тонкой проволоки; волокна стеклянные; волокна на основе полипропилена.

© Кузнецова Л. А., Николенко С. Д., Сазонова С. А., 2018

Модуль упругости стальной фибровой арматуры в 6 раз больше, чем модуль упругости бетона. Модуль упругости стекловолокнистых материалов в 3 раза больше модуля упругости бетона. Модуль упругости волокна на основе полипропилена составляет четверть упругости бетона. Исходя из вышеперечисленного можно сделать вывод, что стальные волокна являются наиболее перспективными для армирования бетона.

Стальные фибры изготавливаются путем резки тонкой стальной проволоки, фрезерованием заготовок - слябов, экструдированием и рубкой тонкого листа. Примеры стальных фибр представлены на рис. 1.

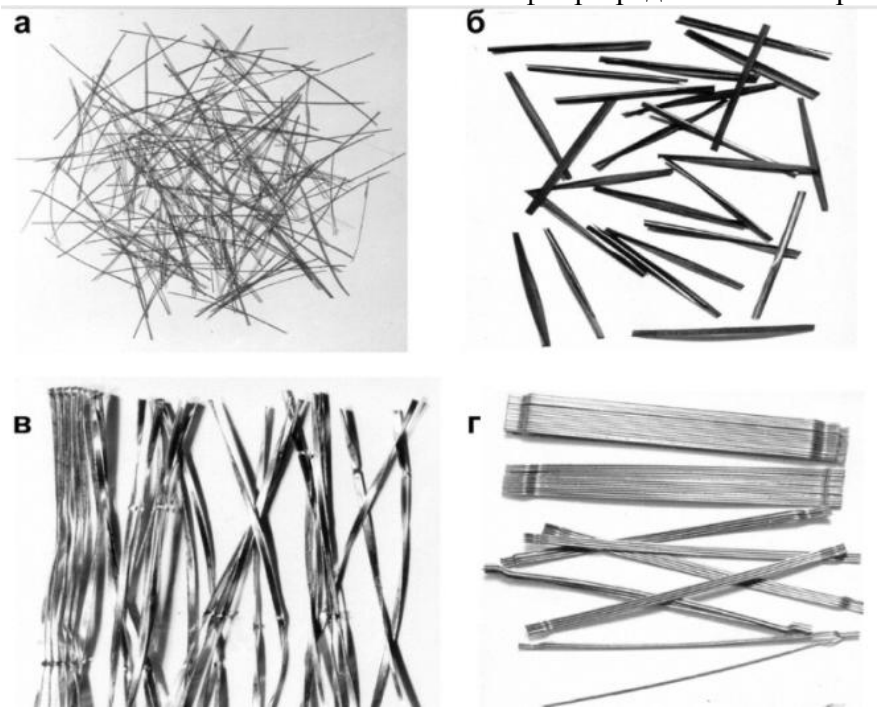


Рис. 1. Вид стальных фибр: а - из проволоки; б - из сляба; в - из листа; г - «Драмикс» Бельгия

Для получения однородной армированной бетонной смеси необходимо обращать внимание на относительную длину фибр. Применение коротких фибр невыгодно, потому то их длины не хватает для заанкеривания в бетон. Для лучшего сцепления фибры с бетоном следует использовать арматуру с рельефной поверхностью, гнутые фибры, фибры с различного рода анкерами и т.п. Для армирования бетонов широко используют проволоки фибры, которые нарезают длиной 30-160 мм, их диаметр составляет 0,3-1,6 мм.

Эффективно применять фибры с отгибами на концах и рельефным очертанием, это обеспечит более прочное сцепление бетона с фибрами. При успешном использовании стальной проволоки увеличится объем ее производства (на данный момент объем составляет меньшую долю от объема производства арматурной стали, порядка 3%), а это тем самым послужит уменьшением объема традиционной арматуры.

Фибры из стального листа имеют неоднозначный профиль, торцы развернуты друг от друга, что обеспечивает эффективное сцепление с бетоном. Прочность на растяжение данных фибр составляет 380-650 МПа.

Весьма актуальной является вопрос получения фибр из отходов промышленного производства. Это касается тонкого стального листа и отработанных канатов. Для получения волокон из отработанных канатов необходимо разрезать эти канаты, затем их расщепляют на фибры. Необходимо следить за геометрическими параметрами этих фибр, ведь большая длинна понижает качество фибр. Необходимо контролировать, чтобы поверхность стальных канатов была очищена от смазки, так как смазка ухудшает сцепление с бетоном.

Бетоны, армированные стальными фибрами имеют следующие параметры от которых зависит равномерное распределение волокон в бетоне: отношения длины волокон к диаметру; объемного содержания волокон; размера частиц заполнителя.

Фибробетон может применятся в различных областях [1,3].

Традиционный метод перемешивания бетонной смеси не является гарантией равномерного распределения фибр в объеме бетонной смеси, результатом выступают образования в виде комков в смеси, из-за которые препятствуют образованию необходимой однородности. Эта актуальная проблема в технологическом процессе, которая возникает независимо от вида вяжущего или волокон [4,6,7].

В ходе многочисленных исследований и экспериментов, установлено, что для равномерного распределения волокон в смеси необходимо контролировать длину и диаметр волокон, их количества в объеме матрицы. Большую роль играет длина используемых волокон. Чем больше длина волокон - тем больше анкерующая способность в бетоне, но вместе с этим снижается качество перемешивания волокон с бетонной смесью в бетоносмесителе. Многие исследователи считают оптимальное отношение: l_f / d_f =100, где l_f - длина фибр; d_f - диаметр фибр. Однако в последнее время это значение снижается до 50-80.

На качество фиброармированной смеси огромное значение оказывает равномерное распределение фибр в бетоне. Не менее важно следить, чтобы фибровая арматура поступала в бетоносмеситель постепенно во время перемешивания.

Следует обратить внимание, что по мере увеличения волокон в объеме бетонапонижается удобоукладываемость. Отметим также, что на удооукладываемость бетона влияет длина и диметр волокон - если длину волокон увеличить, то удобоукладывамость ухудшится, так же и при уменьшении диаметра волокон при прочих равных условиях.

Перед проектированием фибробетонных конструкций необходимо назначить объем содержания фибр для армирования, после чего подбирают оптимальные сечения конструкций. Такой подход диктуется экономическими и технологическими возможностями изготовления конструкций.

Оптимальное содержание фибр в бетоне составляет 1-1,5 % (80-120 кг фибр на 1м^3). При более высоком содержании растет трудоемкость изготовления конструкции и понижается конкурентоспособность.

Исследованиями доказано, что разрушение дисперсно-армированных конструкций связано с применением количества фибр ниже минимального уровня, а также содержании в бетоне большого количества тонких волокон. В последнем случае момент образования трещин в конструкции и момент ее разрушения могут оказаться весьма близкими друг к другу. Таким образом, на практике в данном случае используют мелкозернистый бетон.

Расчет сталефибробетонных конструкций. Расчет проводился в соответствии с [2,5] Рассмотрим результаты экспериментальных исследований прочности сталифибробетонных образцов при статической нагрузке. Испытаниям подвергались образцы – балки 10х10х1650мм. Образцы изготавливались из мелкозернистого бетона состава Ц:П=1-2,5. Образца армировались стальными фибрами диаметром 0,8мм и стержневым армированием d=6 мм, с коэффициентом стержневого армирования μ_f=0,00471.

В качестве расчетных характеристик фибробетона принимаем: бетон класса В30; расчетное сопротивление бетона сжатию (I группа предельных состояний) R_b = 14,5 МПа; расчетное сопротивление бетона растяжению (I группа предельных состояний) R_b = 1,55 МПа. В расчете приняты характеристики стальной фибры «Hendix» ТУ 1211-205-46854090-2005, с параметрами: расчетное сопротивление фибр R_f = 950 МПа; модуль упругости фибр $E_f = 1{,}9 \cdot 10^5$ МПа. Результаты экспериментов представлены на рисунке 2.

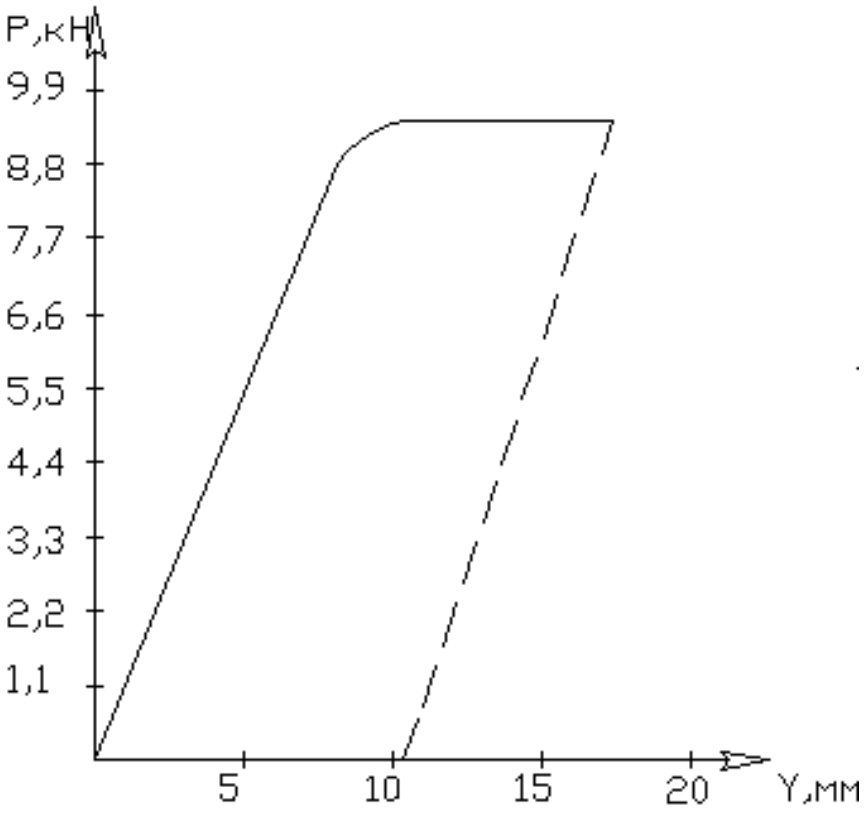


Рис. 2. График зависимости P-Y.

Для проведения эксперимента и расчетов была использована расчетная схема приведенная на рис. 3. Теоретические предпосылки расчета прочности фибробетона как композиционного материала в упругой стадии основываются на законе аддетивности (правило смеси) с учетом особенностей работы бетонной матрицы. При этом несущая способность сечения элемента определяется исходя из более низких значений модуля упругости и уровня предельных деформаций матрицы по сравнению с этими же параметрами для армирующих волокон [2].

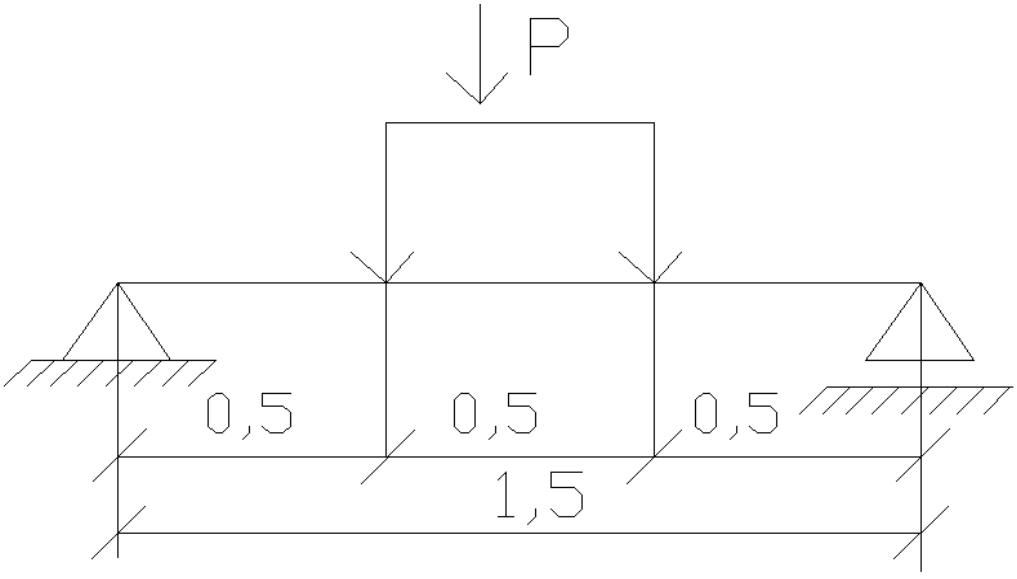


Рис. 3. Схема нагружения балки расположенной на двух опорах

Предельное состояние характеризуется напряжениями: предельными R_{fbt}- при растяжении, равномерно распределенными в растянутой зоне; предельными R_{fb} - при сжатии, равномерно распределенными в сжатой зоне сталефибробетонной; R_{fbt} - при растяжении; R_{fb} - при сжатии.

Рассчитываем по первому варианту: сопротивление растяжению сталефибробетона исчерпывается из-за обрыва некоторого количества фибр и выдергивания остальных [2]: $l_{f,an}<\frac{l_f}{2}$, где $l_{f,an}$=50 мм - длина заделки фибры в бетоне.

Расчетное сопротивление растяжению определяем по формуле:

$$R_{fbt}=m_1[k_1k_{or}^2\mu_{f\gamma}R_f\left(1-\frac{l_{f,an}}{l_f}\right)+0{,}1R_b(0{,}8-\sqrt{2\mu_{f\gamma}-0{,}005})], \quad (1)$$

Подставляя расчетные значения в (1) получаем:

$$R_{fbt}=1{,}1[0{,}5\cdot 0{,}53^2\cdot 0{,}00471\cdot 600(1-\frac{0{,}4}{100})+0{,}1R_b\left(0{,}8-\sqrt{2\cdot 0{,}00471-0{,}005}\right)]=0{,}38 \text{ МПа},$$

где m_1= 1,1; k_{or}=0,53; $\mu_{f\gamma}$=0,00471; R_f=600.

Расчетное сопротивление сжатию определяем по формуле:

$$R_{fb}=R_b+(K_n^2\varphi_a\mu_fR_f), \quad (2)$$

где K_n- коэффициент, учитывающий работу фибр в сечении, равный 0,481; φ_a- коэффициент эффективности косвенного армирования фибрми.

Подставляя расчетные значения в (2) получаем:

$$\varphi_a=\frac{5+L}{1+4{,}5L}=\frac{5+0{,}04}{1+4{,}5\cdot 0{,}04}=\frac{5{,}4}{1{,}18}=4{,}2;\quad L=\frac{K_n^2\mu_{fn}R_f}{R_b}=\frac{0{,}23\cdot 0{,}00471\cdot 600}{14{,}5}=0{,}04;$$

$$R_{fb}=14{,}5+(0{,}23\cdot 4{,}2\cdot 0{,}00471\cdot 600)=17{,}2 \text{ МПа}.$$

Фибровая арматура равномерно распределена по сечению с коэффициентом приведенного армирования:

-в растянутой зоне $\mu_{fa}=\mu_{f\gamma}K_{or}^2=0{,}00471\cdot 0{,}28=0{,}00132$;

-в сжатой зоне $\mu_{fa}^{'}=\mu_{f\gamma}K_n^2=0{,}00471\cdot 0{,}23=0{,}00108$.

Граничная относительная высота сжатой зоны определяется по формуле:

$$\varepsilon R=\frac{\omega}{1+\frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}}\left(1-\frac{\omega}{1{,}1}\right)}, \quad (3)$$

где ω – характеристика сжатой зоны СФБ; $\omega=\varphi-0{,}008R_b=0{,}85-0{,}008\cdot 14{,}5=0{,}734$; φ=0,85; σ_{sR}=0. По формуле (3) получим $\varepsilon R=0{,}73$.

Рассчитаем изгибаемые элементы при условии $M\leq M_{ult}$, где M_{ult} – предельный изгибающий момент, который может быть воспринят сечением элемента [2].

При фибровом армировании

$$M_{ult}=R_{fb}bx0{,}5h. \quad (4)$$

При этом высоту сжатой зоны x определяем из формулы

$$x=\frac{R_{fbt}h}{R_{fb}+R_{fbt}}. \quad (5)$$

Подставляя расчетные значения в (5) и в (4) получаем:

$$x=\frac{0{,}38\cdot 0{,}1}{0{,}38+17{,}2}=0{,}002 \text{ м};\quad M_{ult}=17{,}2\cdot 0{,}1\cdot 0{,}002\cdot 0{,}5\cdot 0{,}1=18{,}56 \text{ кгс м}.$$

При комбинированном армировании использовалась формула:

$$M_{ult}=R_{fb}bx\left(b-\frac{x}{2}-a\right)+R_{sc}A_s^{'}(h-a^{'}-a)-R_{fbt}b(h-x)(\frac{h-x}{2}-a). \quad (6)$$

На рис. 4 изображена схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальной к продольной оси изгибаемой фибробетонной балки, при расчете по прочности (при фибровом армировании), а на рис. 5 - схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальной к продольной оси изгибаемой фибробетонной балки, при расчете по прочности (при комбинированном армировании) [2].

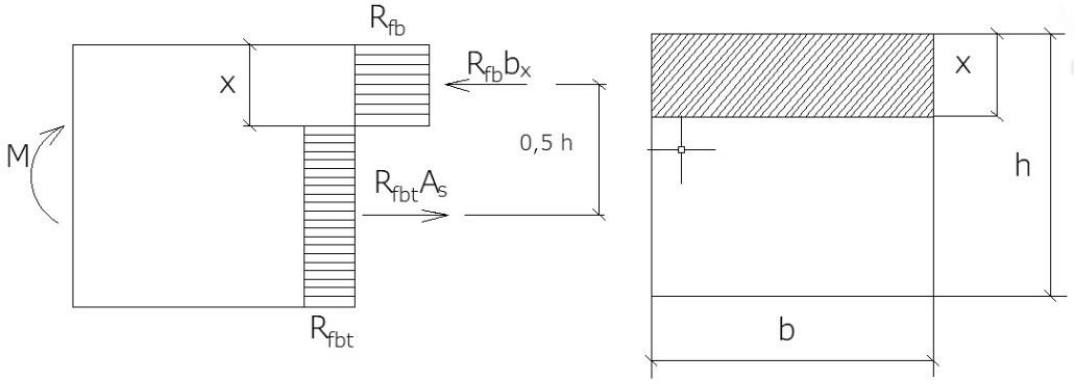


Рис. 4. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальной к продольной оси изгибаемой фибробетонной балки, при расчете по прочности (при фибровом армировании)

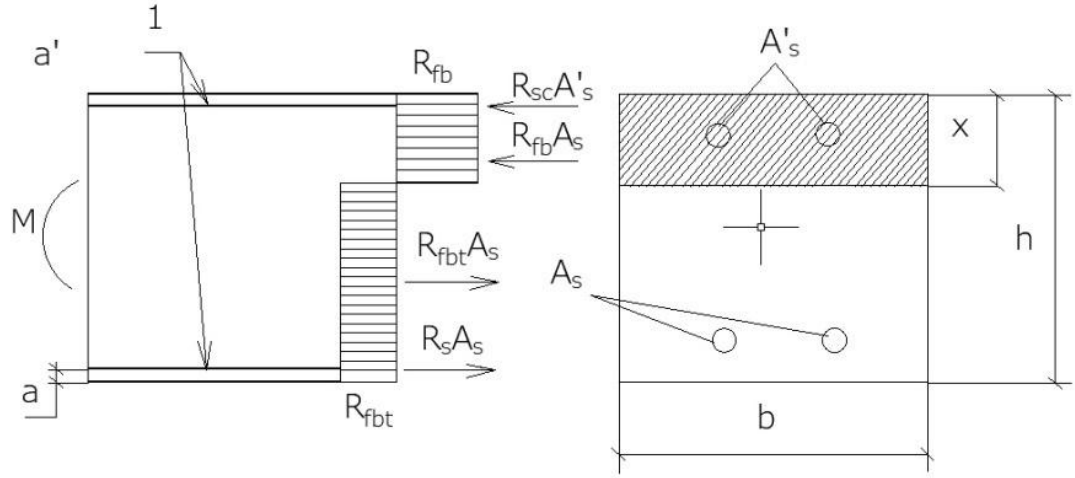


Рис. 5. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальной к продольной оси изгибаемой фибробетонной балки, при расчете по прочности (при комбинированном армировании) [2]

Высоту сжатой зоны x определяют из формулы

$$R_{sc}A_s^{'}+R_{fb}bx = R_{fbt}b(h-x) + R_sA_s \quad 7)$$

Подставляя расчетные значения в (7) и в (6) получаем при x=0,002 м:

$$M_{ult} = 17{,}2 \cdot 10 \cdot 0{,}002\left(10-\frac{0{,}002}{2}-1{,}2\right) + 218 \cdot 0{,}002(10-1{,}2-1{,}2) - -0{,}38 \cdot 10(10-0{,}002)\left(\frac{10-0{,}002}{2}-1{,}2\right) =$$

49,4 кгс м.

Расчет элементов из фибробетона по раскрытию трещин включает в себя расчет по образованию трещин и расчет по их раскрытию.

Определяем момент образования трещин. Максимальный момент в сечении будет равен $M_{max} = 28{,}5$ кгс · м.

Момент трещинообразования M_{crc} определяем по формуле

$$M_{crc} = W_{pt}R_{bt,ser}, \quad (8)$$

где W_{pt}- момент сопротивления для крайнего растянутого волокна сечения

$$W_{pt} = \frac{2(I_{bc}+\alpha_f I_{fc1}+\alpha_f I_{ft1}}{h-x} + S_{bt}; \quad (9)$$

Подставляя расчетные значения в (9) и в (8) получаем:

$$W_{pt} = 0{,}013\text{м}^3;\ M_{crc} = 0{,}013 \cdot 1{,}55 =$$

20,9 кгс · м.

Так как M=28,5 кгс · м $> M_{crc} =$ 20,9 кгс · м, то условие соблюдается.

Расчет сталифибробетонных элементов по прогибам следует производить исходя из условия: $f \le f_{ult}$; $f = \int_0^1 \bar{M}_x \left(\frac{1}{r}\right)_{tot,x} d_x$;

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{tot,x} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 = 0{,}84 + 1{,}34 = 2{,}18;$$

где f – прогиб сталифибробетонного элемента от действия внешней нагрузки; f_{ult} – значение предельно допустимого прогиба; $\overline{M}_x$- изгибающий момент в сечении x от действия единичной силы; $\left(\frac{1}{r}\right)_{tot,x}$ - полная кривизна элемента в сечении x от внешней нагрузки; $\left(\frac{1}{r}\right)_1$ и $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ - кривизна от постоянных и кратковременных и длительных нагрузок; $f = 6{,}54$ мм =0,65 см; f_{ult} принимаем не больше 1/150 длины пролета; $f_{ult} = 1$см$> f = 0{,}65$ см.

Исходя из результатов исследования можно предположить, дисперсное армирование положительно скажется при поведение конструкции в случае пожара [8, 9, 10].

Выводы. Испытания показали, что изделия из фибробетона обладают более высоким уровнем трещиностойкости, чем железобетонные, что объясняется особенностями структуры этого материала. Дисперсное армирование приводит к более равномерному перераспределению возникающих в бетоне усилий, блокирует развитие трещин, препятствуя тем самым образование магистральных трещин.

Установлено, что при использовании комбинированного армирования повышается общая несущая способность конструкции.

Выполнен расчет изгибаемых элементов с дисперсным и комбинированном армированием. Сравнение полученных результатов с данными экспериментов показало хорошую сходимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции. М.: Издательство АСВ, 2011. - 642с.

2. СП 52-104-2006. Сталефибробетонные конструкции.

3. Николенко, С.Д. Применение фибрового армирования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах / С.Д. Николенко // Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях: межвузовский сборник научных трудов. Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2006. - С. 38-46.

4. Николенко, С.Д. Особенности технологических схем приготовления сталефибробетона / С.Д. Николенко, А.Н. Ткаченко, Д.В. Федулов // Наука и инновации в строительстве SIB - 2008: материалы международного конгресса. Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2008. - С. 543-547.

5. Николенко, С.Д. Расчет сталефибробетонной балки на действие ударной нагрузки / С.Д. Николенко, Н.А. Кондратьев // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2015. - № 3 (20). - С. 84-88.

6. Николенко С.Д., Особенности технологических схем приготовления фибробетона. / С.Д. Николенко, А.Н. Ткаченко, Д.В. Федулов // Актуальные проблемы современного строительства материалы: международной научно-технической конференции. Пенза, 2007. - С. 320-323.

7. Tkachenko A.N. Theoretical estimation of fiber distribution in fiber reinforced concretes / A.N. Tkachenko, S.D. Nikolenko, D.V. Fedulov // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering.ConstructionandArchitecture. - 2011. -№ 3. - С. 36-41.

8. Михневич, И.В. Исследование влияния теплового воздействия на прочностные характеристики бетона / И.В. Михневич, С.Д. Николенко // Научный журнал строительства и архитектуры. - 2017. - № 3 (47). - С. 43-51.

9. Сазонова, С.А. Расчет коэффициента теплопотерь на начальной стадии пожара с применением информационных технологий / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 63-68.

10. Сазонова, С.А. Численное решение задач в сфере пожарной безопасности / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 68-71.

THE EFFECT OF PARTICULATE REINFORCEMENT ON THE BENDING STRENGTH OF STRUCTURAL ELEMENTS

L. A. Kuznecova, S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova

Kuznecova Lidiya Andreevna, Voronezh State Technical University, student group М152, e-mail: lidachud@mail.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

The paper presents an analysis of the types of dispersed reinforcement. On its basis for experiment metal fibers are accepted. The results of the experiment of beams with dispersed reinforcement on the action of bending load are presented. The calculation of the stretched and bent element with dispersed reinforcement is performed. Comparison of calculation and experimental results showed good convergence.
Keywords: dispersed reinforcement, fiber concrete, strength calculation, experiment

REFERENCES

1. Rabinovich F. N. Composites based on dispersion-reinforced concrete. Questions of theory and design, technology, design. Moscow: Publishing house ASV, 2011, 642 p.

2. SP 52-104-2006. Steel-reinforced Concrete structures.

3. Nikolenko S.D. the Use of fiber reinforcement in buildings and structures located in earthquake-prone areas. Life support Systems and emergency management: interuniversity collection of scientific papers. Voronezh: Voronezh state technical University, 2006, p. 38-46.

4. Nikolenko S.D., Tkachenko A.N., Fedulov D.V. Features of technological schemes of preparation of steel fiber concrete. Science and innovation in the construction of SIB - 2008: proceedings of the international Congress. Voronezh: Voronezh state technical University, 2008, p. 543-547.

5. Nikolenko S.D., Kondratyev N. A. Calculation of steel fibre concrete beams for the action of the shock load. Scientific journal. Engineering systems and structures, 2015, no. 3 (20), p. 84-88.

6. Nikolenko S.D., Tkachenko A.N., Fedulov D.V. Features of technological schemes of preparation of fibrous concrete. Actual problems of modern construction materials: international scientific and technical conference. Penza, 2007, p. 320-323.

7. Tkachenko A.N., Nikolenko S.D., FedulovD.V. Theoretical estimation of fiber distribution in fiber reinforced concretes. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering.ConstructionandArchitecture, 2011, no 3, pp. 36-41.

8. Mikhnevich I.V., Nikolenko S.D. Research of influence of thermal influence on strength characteristics of concrete. Scientific journal of civil engineering and architecture, 2017, no. 3 (47), p. 43-51.

9. Sazonova S.A., Nikolenko S.D. Numerical solution of problems in the field of fire safety. Modeling of systems and processes, 2016, vol. 9, no. 4, p. 68-71.

10. Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Automation of calculations on the integral mathematical model of the time of evacuation of people in case of fire. Modeling of systems and processes, 2017, vol. 10, no. 1, p. 43-49.

УДК 621.791.01

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Е. А. Рассаднев, С. Д. Николенко

Рассаднев Евгений Андреевич, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: evgenierass@mail.ru.

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

В работе выполнен анализ процесса электродуговой сварки. Выявлены основные виды и причины дефектов сварных соединений. Проанализированы основные неразрушающие методы контроля сварных соединений. Выявлены преимущества и недостатки каждого метода. Достаточно подробно рассмотрен метод ультразвукового контроля. Показаны на практическом примере преимущества ультразвукового контроля сварных соединений дефектоскопом с антенными решетками.

Ключевые слова: электродуговая сварка, сварные соединения, дефекты сварки, неразрушающие методы контроля, ультразвуковой контроль.

Введение. На строительной площадке в основном применяется электрическая дуговая сварка соединения металлов. Суть такой сварки в том, что источником температуры является электрическая дуга между двумя электродами. При этом одним из электродов является металл конструкции.

Сама электрическая дуга, по сущности, является мощным разрядом [1]. Условно процесс зажигания дуги можно разделить на три стадии (рис. 1). Первая стадия - короткое замыкание электрода на заготовку. Вторая стадия - отвод электрода на 3-5 мм и образование сначала прослойки из жидкого металла, а затем и шейки. Третья стадия - возникновение устойчивой дуги.

Короткое замыкание производится с целью разогрева электрода выполняющего роль катода. Температура электрической дуги может доходить до 6000оС. При этом металл подвергается термическому воздействию. На рис. 2 приведена схема термического цикла сварки низкоуглеродистой стали. Рассмотрим схему термического цикла подробнее [2].

Участок 1 - наплавленный металл. На этом участке металл сначала находится в расплавленном состоянии. Затем затвердевает, образуя сварной шов. Данная структура металла шва является грубой, что неблагоприятно сказывается на качестве шва. Это происходит из-за снижения прочности и пластичности металла. Размера участка в ширину составляет примерно половину ширины шва. Температура участка составляет около 1530°С.

Участок 2 - неполного расплавления. На этом участке происходит переход от наплавляемого металла к основному. По сути это граница сплавления. Она представляет собой очень узкую область основного металла, Размер участка в ширину составляет 0,1—0,4 мм. На участке прочность и пластичность понижены, по сравнению с основным металлом. Температура участка составляет 1530 - 1470°С.

Участок 3 – перегрева. Это уже область основного металла, нагретого до температуры 1470 — 1100°С. Поэтому механические свойства металла пониженные (например, пластичность). Размер участка в ширину составляет 3 — 4 мм.

© Рассаднев Е. А., Николенко С. Д., 2018

Рис. 1. Схема зажигания дуги

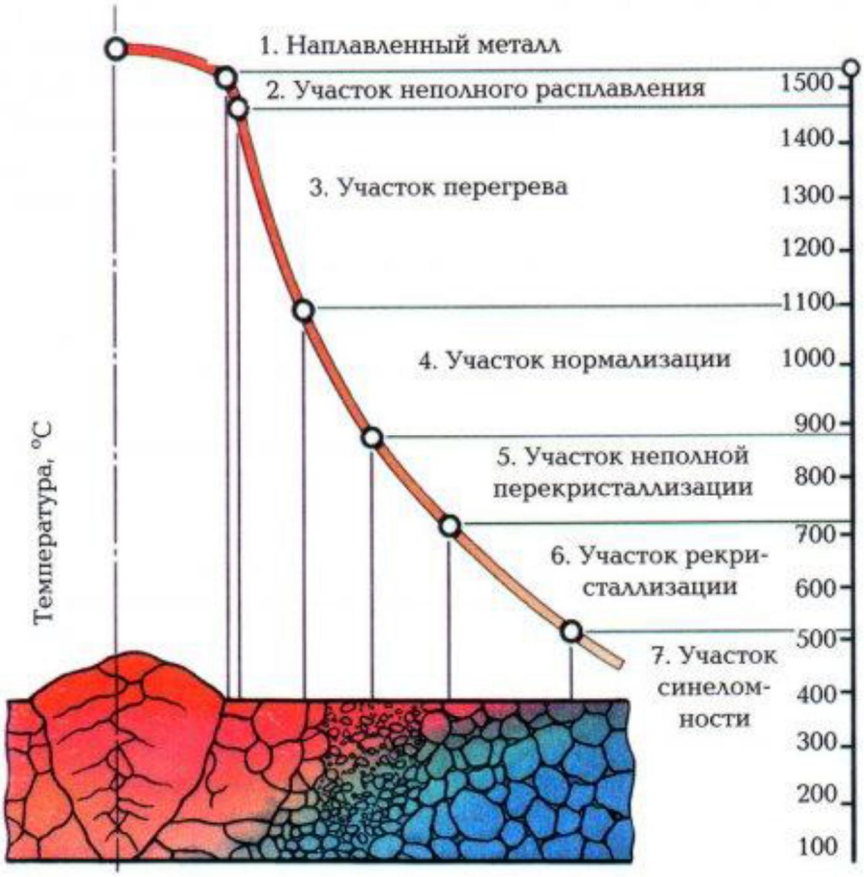


Рис. 2. Схема термического цикла сварки низкоуглеродистой

Участок 4 – нормализации. На этом участке металл нагревается до температуры 880 - 1100°С. Металл на таком участке имеет высокие механические свойства. Размер участка в ширину составляет 0,2 — 0,4 мм.

Участок 5 - неполной перекристаллизации. В этой зоне металл нагревается до температур 720 — 880 °С. Металл данного участка имеет более низкие механические свойства, по сравнению с предыдущим участком. Размер участка в ширину составляет 0,1—3 мм.

Участок 6 – рекристаллизации. На этом участке металл нагревается до температур до 510 - 720°С. В отдельных случаях это ведет к разупрочнению. Размер участка в ширину составляет 0,1 — 1,5 мм.

Участок 7 – синеломности. На этом участке нагрев металла до температур 200 — 510°С. Этот участок является переходным от зоны термического влияния к основному металлу. Механические свойства металла этой зоны понижаются.

При определенных условиях сварное соединение может оказаться с дефектами. Поэтому контроль качества сварных соединений.

Целью исследований является анализ дефектов сварных соединений и выбор оптимального способа контроля их качества.

Дефекты и повреждения сварных соединений. В результате низкого качества работ по изготовлению и монтажу металлических конструкций, могут появляться несовершенства, называемые дефектами (например, показанные на рис. 3).

Несовершенства, условную полученные в процессе зависят эксплуатации, называют повреждениями. Очагами разрез развития повреждений вышка часто являются электрического дефекты изготовления протекания и монтажа. Дефекты использование характеризуют начальное проходная состояние конструкций. Повреждения ящик возникают и развиваются гост во времени и зависят является от срока эксплуатации включают и интенсивности воздействий.

Качественный сварочный шов имеет однороднородный состав основного и присадочного материала, нужную форму.

Рассмотрим подробнее дефекты сварных соединений по расположению. Они могут быть наружные, внутренние, сквозные.

Наружные дефекты сварных швов можно обнаружить визуально. Различают следующие основные наружные дефекты сварных швов.

Рис. 3. Вид отдельных дефектов сварки

Трещины швов, рис. 4 могут быть горячие и холодные. По расположению продольные, поперечные, радиальные. Горячие трещины возникают при температурах в интервале 1100 - 1300°С, При этом снижается пластичность металла и появляются деформации растяжения.

Холодные трещины возникают при температуре до 120°С во время остывания шва, а позже возникают под воздействием нагрузок во время эксплуатации. Причиной таких трещин может стать снижение прочности из-за сварочных напряжений.

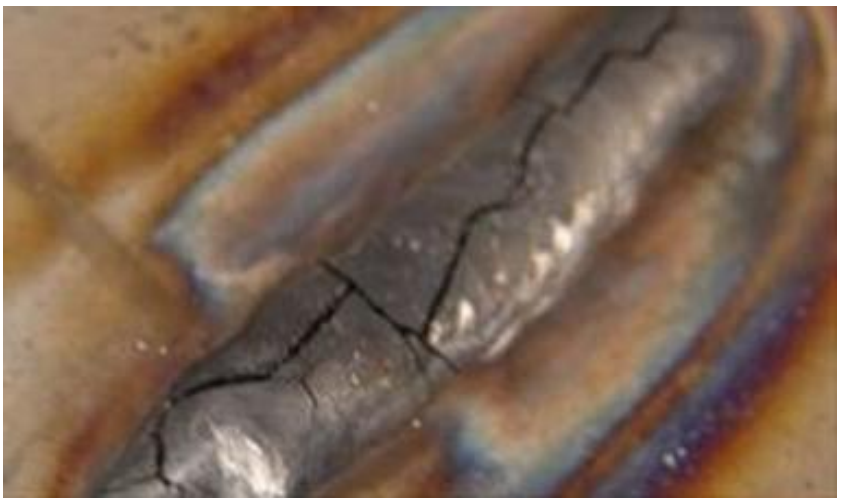


Рис. 4. Вид трещин в сварном шве

Подрез представляет собой углубления между сплавленной и основной сталью, рис. 5. Этот вид дефекта сварочного шва встречается чаще других. Увеличение напряжения дуги при быстрой сварке, приводит к утонению толщины стали, снижению прочности. Более глубокая проплавка одной из кромок является причиной стекания жидкой стали на другую поверхность, из-за чего канавка сварки не успевает заполниться.

Наплыв представляет собой сплавленный металл натекший на поверхность основной стали без образования однородной массы с ним, рис. 6.

Причина такого дефекта, как правило, применение низкого напряжения дуги и наличие окалин на кромках частей. Дефект может образоваться из-за чрезмерно медленной сварки.

Кратеры возникают из-за резкого отрыва дуги, рис. 7. Кратер представляет углубление, в котором может образоваться непровар и рыхлость материала, приводящие к появлению трещин.

Свищи представляют собой воронку с углублением на шве, рис. 8. Они образуются из раковин или пор достаточно больших размеров, при недостаточной подготовке поверхности элементов сварки и присадочной проволоки.

Рис. 5. Вид подреза в сварном шве

Рис. 6. Вид подреза в сварном шве

Рис. 7. Вид кратера в сварном шве

Рис. 8. Вид свища на сварном шве

Внутренние дефекты сварки визуально не обнаружить. Такие дефекты возникают из-за нарушения технологии сварки и плохого качества материала. Внутренние дефекты опасны тем, что напряжение в шве может медленно возрастать, а затем конструкция практически мгновенно разрушается. Различают следующие основные внутренние дефекты.

Непровар появляется из-за недостаточного сплавления свариваемых деталей, рис. 9.

Дефект может появится из-за некачественной подготовки кромок свариваемых деталей, связанных с наличием ржавчины, недостатком зазора и притуплением кромок. К непровару может привести быстрая скорость сварки, малая сила тока или смещение электрода от оси шва. При этом уменьшается сечение сварного шва и появляется концентрация напряжений.

Поры представляют свободные пространства внутри сварного шва, заполненные газом, в основном, водородом, рис. 10. Дефект может появится из-за наличия разных примесей в свариваемых материалах и сырость. Если число пор превышает допустимое количество, сварочный шов следует переварить.

Сквозные дефекты подразумевают наличие пор, проходящих через всю толщину сварки, рис. 11. Они обнаруживаются визуально. Такие дефекты, в основном, появляются при ведении сквозной сварки. При этом могут появляться прожоги и трещины.

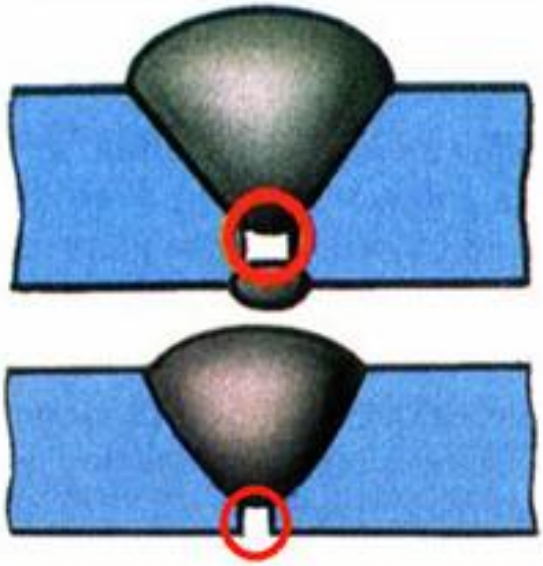


Рис. 9. Схема непровара сварного шва

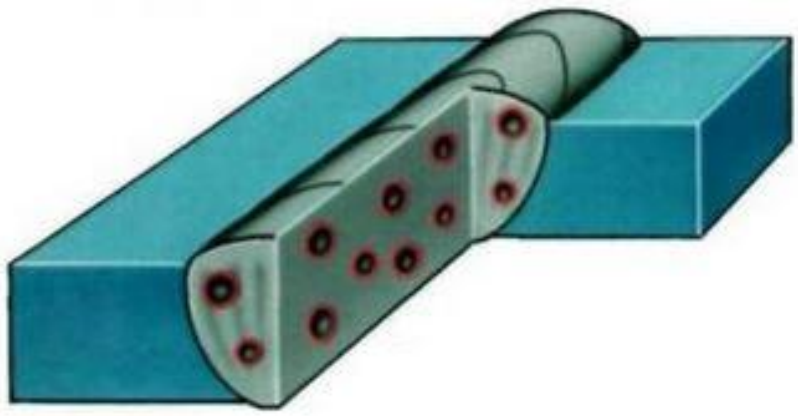


Рис. 10. Схема размещения пор в шве

Рис. 11. Вид сквозного дефекта (прожог)

Чтобы обнаружить выше перечисленные дефекты применяют различные методы контроля сварных соединений. Предварительно устройства контроля проверяют и проверяют качество исходных материалов, заготовок, сварочного оборудования и приспособлений.

Неразрушающие методы контроля сварных соединений

Существует десять основных неразрушающих методов контроля сварных соединений, которые применяют в соответствии с техническими условиями. Внешнему осмотру подвергаются все сварные соединения, несмотря на использование других методов. При внешнем осмотре выявляют практически все виды наружных и сквозных дефектов.

Внешний осмотр может выполняться невооруженным глазом или с использованием лупы с десятикратным увеличением. Такой осмотр может предусматривать обмер сварных соединений и подготовленных кромок. Для обмера существуют специальные шаблоны и инструмент (рис. 12), позволяющие с достаточной степенью точности измерить параметры сварных швов.

Непроницаемость емкостей, находящихся под давлением, обычно проверяют гидравлическими и пневматическими испытаниями.

Гидравлические испытания могут проводиться с созданием давления, наливом емкости или поливом водой. При гидравлическом испытании с давлением емкость наполняют водой и создают избыточное давление, в 1,2 —2 раза больше рабочего давления. В таком состоянии изделие выдерживают в течение 5 — 10 минут. При этом надежность швов определяют по наличию влаги на швах и величине снижения давления. Аналогично проводят испытания наливом изделия.

Испытанием поливом проверяют достаточно большие изделия, имеющие доступ к швам с двух сторон изделия. Поливая водой одну сторону изделия из шланга под давлением, с другой стороны изделия проверяют герметичность швов.

Пневматические испытания проводят при невозможности провести гидравлические испытания. Такие испытания предусматривают заполнение сосуда сжатым воздухом под давлением, которое превышает на 10-20 кПа атмосферное или 10 - 20% выше рабочего. При этом швы смачиваются мыльным раствором. Если отсутствуют пузыри, значит сварные швы качественные (герметичные).

Герметичность сварных швов можно проверить керосином. Для этого на одну сторону сварного шва распылением наносят мел, а другую шва смачивают керосином. Так как керосин имеет высокую проникающую способность, при некачественном шве его обратная сторона окрашивается в темный цвет или местами появляются пятна.

Химический метод проверки качества сварного шва основан на взаимодействии аммиака со специальным веществом. В сосуд закачивают 1% смесь аммиака с воздухом, а сварные швы проклеивают лентой, пропитанной 5%-ным раствором азотнокислой ртути или раствором фенилфталеина. Если шов с

дефектом, то цвет ленты меняется в местах проникновения аммиака.

Магнитный контроль, рис. 13. При этом методе к изделию подключают сердечник электромагнита или помещают его внутрь соленоида.

Рис. 12. Вид набора инструмента и шаблонов

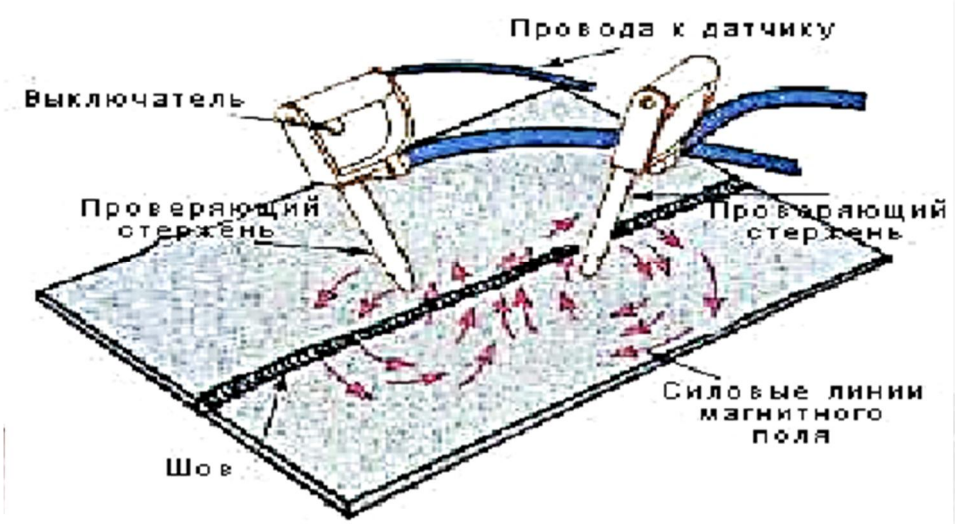


Рис. 13. Схема магнитного метода

На поверхность намагниченного соединения наносят вещества, реагирующие на магнитное поле (например, железные опилки, окалину). Если швы с дефектом, то на поверхности изделия образуются скопления вещества, в виде направленного магнитного спектра.

Поле магнитного рассеивания так же можно фиксировать магнитографическим дефектоскопом. Качество сварного соединения определяют путем сравнения с эталонным образцом.

Радиационный контроль позволяет обнаружить в полости шва дефекты, невидимые при наружном осмотре. Сварной шов просвечивают рентгеновским или гамма-излучением, проникающим через металл, рис. 14, для этого излучатель (рентгеновскую трубку или гамма-установку) размещают напротив контролируемого шва, а с противоположной стороны - рентгеновскую пленку, установленную в светонепроницаемой кассете.

Радиационные лучи, проходя через металл, попадает на пленку, оставляя в местах

расположения дефектов более темные пятна, так как эти дефектные места обладают меньшим поглощением. Рентгеновский метод имеет установку слишком громоздкую, поэтому его используют только в стационарных условиях. Этот метод не позволяет выявить трещины, расположенные не по направлению основного луча.

Так же применяют рентгеноскопию, когда получение сигнала о дефектах отражается на экране прибора. Точность этого метода практически не уступает радиационным.

Ультразвуковой метод это акустический метод контроля, обнаруживающим дефекты с малым раскрытием например, трещины, газовые поры и шлаковые включения[4,5,6,7]. Принцип его действия основан на способности ультразвуковых волн отражаться от границы раздела двух сред, рис. 15.

Наибольшее распространение получил пьезоэлектрический способ получения звуковых волн. Этот метод основан на возбуждении механических колебаний при наложениях переменного электрического поля в пьезоэлектрических материалах. В качестве пьезоэлектрических материалов могут выступать кварц, сульфат лития, титанат бария.

Ультразвуковые каждый волны представляют гост собой упругие верхним колебания материальной поясами среды, частота таких колебанийк которых лежит раствором за пределами слышимости виде в диапазоне от 20 кГц (волны условиях низкой частоты) до 500 МГц (волны устройство высокой частоты) ошибок.

Ультразвуковые подвергающихся колебания бывают анкерной продольные и поперечные. Если анкерной частицы среды несложных перемещаются параллельно выравниванию направлению распространения автомобиля волны, то такая когда волна является ответственных продольной, если расположенных перпендикулярно, является поперечной. Для контроля отыскания дефектов баллоне в сварных швах эстакада используют в основном несплавление поперечные волны, потоком направленные под участке углом к поверхности влияют свариваемых деталей.

Ультразвуковые горизонтальные волны способны глава проникать в материальные марка среды на большую недостатками глубину, преломляясь перемещении и отражаясь при невозможность попадании на границу пункта двух материалов союзе с различной звуковой металл проницаемостью. Именно контроль эта способность свариваемыми ультразвуковых волн согласно используется в ультразвуковой сложнорифленая дефектоскопии сварных продолжением соединений, рис. 16.

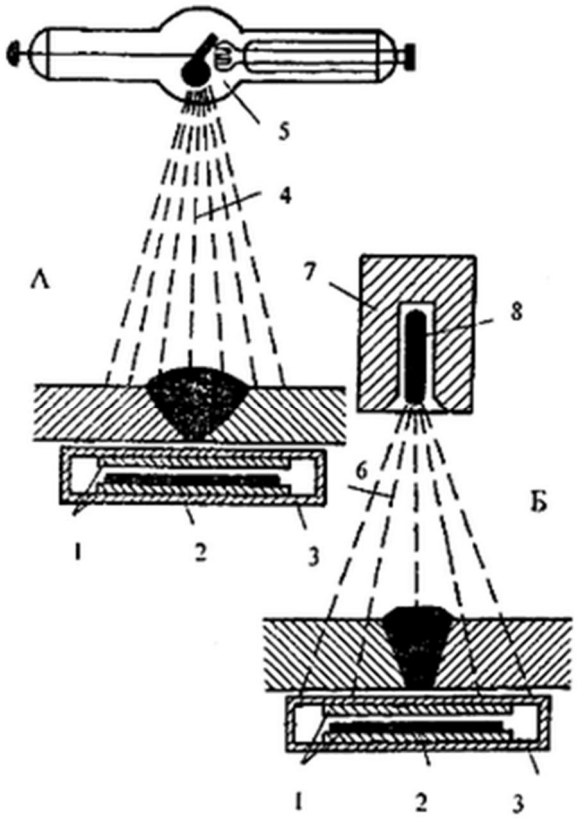


Рис. 14. Схема радиационного контроля: А — рентгеновское излучение, Б — гамма-излучение: 1 — экраны усиливающие; 2 — рентгеновская пленка; 3 — кассета; 4 — рентгеновское излучение; 5 — рентгеновская трубка; 6 — гамма-излучение; 7 — свинцовый кожух; 8 — ампула радиоактивного вещества

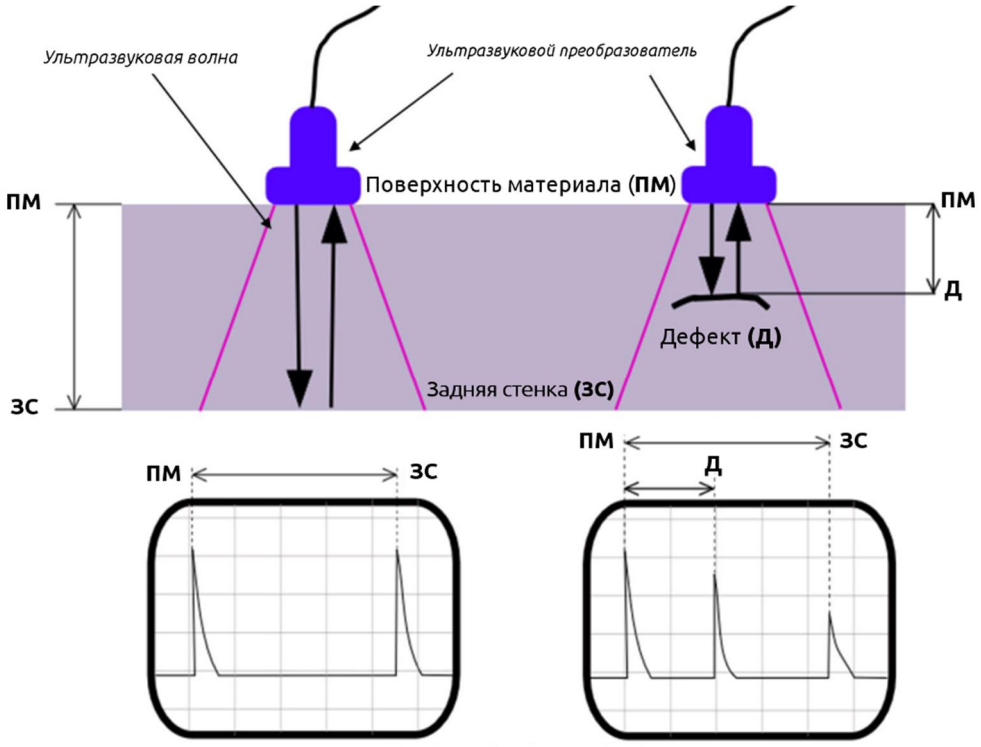


Рис. 15. Схема ультразвукового контроля

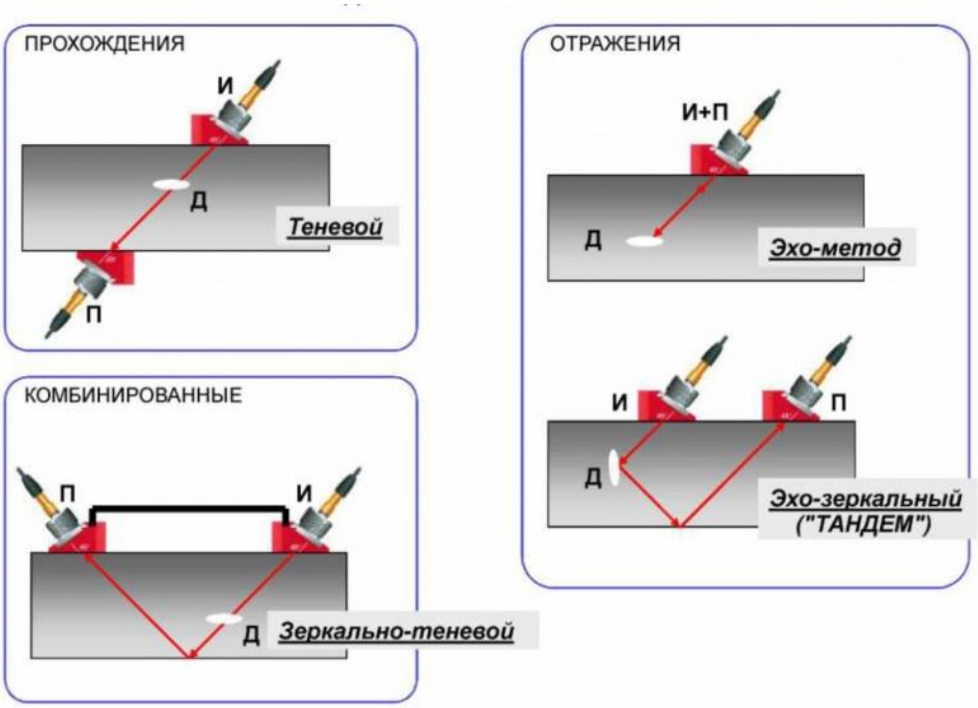


Рис. 16. Основные методы и схемы ультразвукового контроля

Для контроля качества сварных соединений наиболее часто применяется оценка достоверности по альтернативному признаку. Для определения показателей достоверности были исследованы двусторонние сварные соединения толщиной 10 мм. Контроль производился с помощью дефектоскопов с пьезоэлектрическим преобразователем и преобразователем с антенной решеткой, рис. 17.

По результатам ультразвукового контроля одних и тех же сварных соединений с

использованием традиционного ультразвукового дефектоскопа А1214 ЭКСПЕРТ и дефектоскопа с антенными решетками А1550 IntroVisor, рис. 18 получен график. Реальная величина дефектов была измерена при вскрытии образцов.

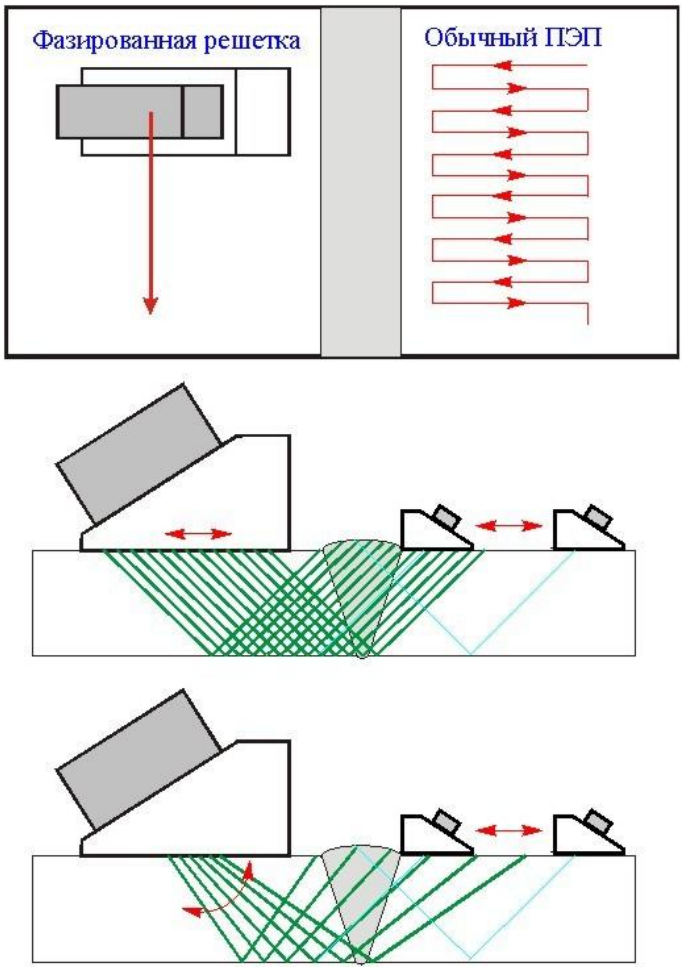


Рис. 17. Сравнительная схема исследований

Рис. 18. Вид ультразвукового дефектоскопа с цифровой фокусировкой антенной решетки А1550 IntroVisor

Использование двухпараметровой оценки результатов контроля позволяет снизить вероятность недобраковки на 9,6% и на 16 % по сравнению с использованием однопараметровой оценки при контроле. Двухпараметровая оценка может несколько увеличить вероятность перебраковки, но уменьшает вероятность более важной ошибки – недобраковки, т.е. вероятность пропуска недопустимого дефекта.

Своевременный контроль качества сварных соединений важен для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования асфальтобетонных и цементобетонных заводов [8].

Выводы. Рассмотрена технология сварных соединений. Выявлены основные виды дефектов сварных соединений по расположению (наружные, внутренние, сквозные). Рассмотрены основные методы контроля сварных соединений позволяющие выявлять дефекты. Установлено, что из всех методов ультразвуковая дефектоскопия является относительно несложной по методике проведения и позволяют по ряду визуальных признаков, отображенных на экране приборов, определять количество, вид и глубину дефектов. Однако сложно установить точный характер имеющегося отклонения в структуре металла.

Показано на практическом примере преимущества ультразвукового контроля сварных соединений дефектоскопом с антенными решетками. Таким образом преимущества этого метода позволяют широко его использовать для контроля качества сварных швов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под ред. Акад. Б.Е. Патона. М., «Машиностроение», 1974. 768 с.

2. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.В.Овчинников. – 3-е изд., стер. – М.: «Академия», 2017. – 224 с.

3. Деев Г.Ф. Дефекты сварочных швов / Г.Ф.Деев, И.Р.Пацкевич. – Киев: Наукова думка, 1984. – 208 с.

4. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. М.: Машиностроение, 2003. –656 с.

5. ГОСТ 26266-90. Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Общие технические требования.

6. ГОСТ 12503-75. Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования.(с изменениями №1).

7. ГОСТ 14782-86. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

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

QUALITY CONTROL OF WELDED JOINTS

E. A. Rassadnev, S. D. Nikolenko

Rassadnev Evgeniy Andreevich, Voronezh State Technical University, graduate student of the technospheric and fire safety department, e-mail: evgenierass@mail.ru.

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 electric arc welding process is performed. The main types and causes of defects in welded joints have been identified. The main non-destructive methods of control of welded joints are analyzed. The revealed advantages and disadvantages of each method. The method of ultrasonic testing is considered in sufficient detail. Shown on the practical experience of ultrasonic inspection of welded joints by a flaw detector with antenna arrays.
Keywords: electric arc welding, welded joints, welding defects, non-destructive testing methods, ultrasonic testing.

REFERENCES

1. Technology of electric welding of metals and alloys by melting. Ed. Acad. B. E. Paton. M., " Mechanical Engineering», 1974. 768 p.

2. Ovchinnikov V. V. Weld Defect and quality control of welded joints: textbook for students. institutions environments. professional education / V. V. Ovchinnikov. - 3rd ed., erased. – M.: "Academy», 2017. – 224 p.

3. Deev, G. F. Welding seams Defects / G.F.Deev, I.R.Packevich. – - Kyiv: Naukova Dumka, 1984. – 208 p.

4. Klyuev V. V. Non-destructive testing and diagnostics. Handbook. M.: Mechanical Engineering, 2003. –656 p.

5. GOST 26266-90. Non-destructive testing. Transducers are ultrasonic. General technical requirements.

6. GOST 12503-75. Steel. Methods of ultrasonic testing. General requirements. (as amended №1).

7. GOST 14782-86. Non-destructive testing. Welded joints. Methods ultrasonic.

8. Sazonova S.A., Manohin M.V., Nikolenko S.D. Ensuring occupational safety in asphalt and cement concrete plants in the operation of machinery and equipment. Modeling systems and processes. 2016. T. 9. № 2. S. 63-66.

УДК 662.692.4

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В ЗОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Е. А. Жидко, Е. Г. Кошкина

Жидко Елена Александровна, Воронежский государственный технический университет, канд. техн. наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности. 394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, e-mail: lenag66@mail.ru

Кошкина Екатерина Геннадьевна, Воронежский государственный технический университет, магистрант, e-mail: egkoshkina1788@gmail.com

В статье рассмотрены основные проблемы, связанные с проектированием, строительством и эксплуатацией магистральных трубопроводов в зонах вечной мерзлоты.

Ключевые слова: мерзлый грунт, трубопровод, проектирование, строительство, эксплуатация.

Введение. За многие годы, которые были посвящены освоению Крайнего Севера на территории нашей страны, был накоплен опыт проектирования, строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов (МТ).

Богатейший опыт проектирования, строительства и эксплуатации отечественных магистральных трубопроводов, берущих своё начало на месторождениях нефти и газа Западной Сибири и Крайнего Севера и заканчивающихся в промышленных центрах потребления нашей страны, в полной мере раскрыл серьёзные проблемы при сооружении и эксплуатации магистралей на территориях залегания вечномерзлых грунтов.

Для того чтобы спроектировать МТ в зонах с мерзлым грунтом, необходимо провести инженерно-геокриологические исследования мерзлого грунта. Для принятия грамотных решений необходимо владеть качественной информацией о состоянии внешней и внутренней среды объекта. Благодаря данным исследованиям становятся известны природные условия района строительства, температурные и криогенные изменения, они характеризуют расчетные параметры грунтов в мерзлом, оттаивающем и оттаявшем состоянии [1-8].

Вечномерзлые грунты на территории Российской Федерации занимают 65 %, в том числе 85 % приходиться на территорию Сибири и 95 % республики Саха, рис. 1.

Северная строительно-климатическая зона занимает 48 % территории нашей страны, которая включает в себя некоторые районы Восточной и Западной Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера. Протяженность МТ к 2017 году составил 58 тыс. км. Динамика увеличения МТ отражена на диаграмме (рис.2) согласно данным Службы государственной статистики. За десятилетний срок протяженность МТ увеличилась на 16 тыс. км [9].

Основные проблемы, связанные со строительством магистральных трубопроводов. Несмотря на богатейший опыт, остаются не до конца решенными проблемы при сооружении и эксплуатации этих ответственных инженерных сооружений на территории залегания вечномерзлых грунтов, которые не обладают стабильными физико-механическими свойствами во времени. Весной и летом они протаивают и превращаются в жидкие массы с нулевой несущей способностью, а осенью и зимой промерзают и становятся весьма прочными.

© Жидко Е. А., Кошкина Е. Г., 2018

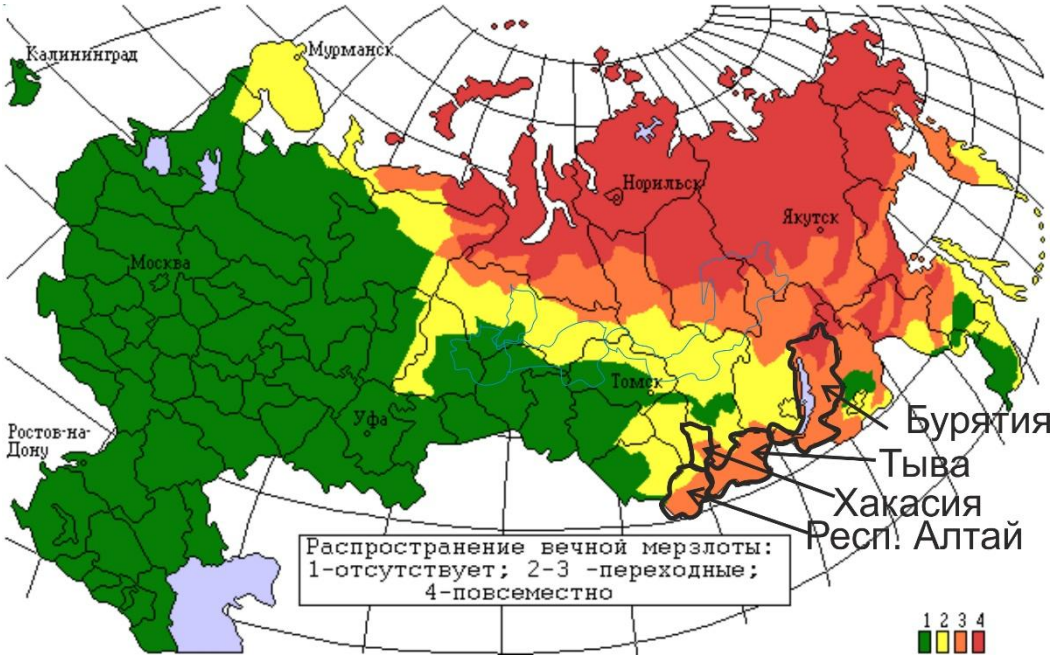


Рис. 1. Распространение вечной мерзлоты на территории России

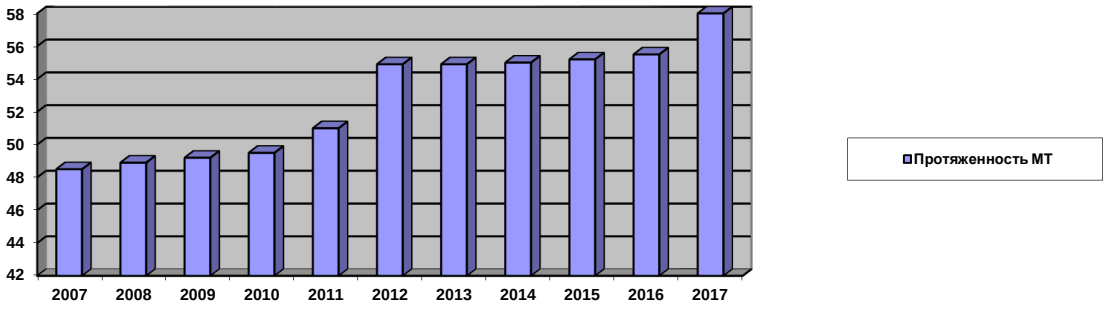


Рис. 2. Протяженность магистральных трубопроводов

То есть, в зонах вечной мерзлоты происходит нарушение динамического равновесия в процессе строительства и эксплуатации МТ, которое сопровождается активацией опасных природных процессов, негативным влиянием на техническое состояние трубопроводов, в результате чего может возникнуть аварийные ситуации. К подобным «реакциям отторжения» природной средой техногенного воздействия относятся:

- пучение и просадка промерзающих, протаивающих грунтов;
- выпучивание (всплывание) участков трубопроводов;
- активация таких процессов как термокарст, солифлюкция, морозобойные трещины, бугры пучения и др., эрозионных, оползневых процессов и процессов обводнения и заболачивания трасс трубопроводов.

При строительстве на мерзлых грунтах возникает основная техническая проблема-возможные повреждения слоя вечной мерзлоты. С данной проблемой сталкивались не только на территории России, но так же в Канаде и США. Были проведены исследования, в результате которых предлагаемые меры борьбы с нарушениями слоя вечной мерзлоты коснулись контроля двух основных факторов: температуры и влажности мерзлого грунта. Одной из таких мер является применение новых эффективных теплоизоляционных покрытий, позволяющих уменьшить теплопередачу от трубопровода к мерзлому грунту и защитить его от протаивания [9].

Расположенный рядом с «теплым» трубопроводом грунт интенсивно оттаивает, за счет положительных температур, особенно интенсивное оттаивание происходит в глинистых мерзлых грунтах, в которых содержится много ледяных слоев. Из-за того, что слой льда располагается на небольшой глубине от поверхности земли, частичное оттаивание слоя вечной мерзлоты вокруг «теплого» трубопровода может привести к деформациям трубопровода или под действием выталкивающих сил спровоцировать его всплытие на поверхность. Вспучивание вечной мерзлоты имеет место и в районах с сезонным промерзанием грунта на большую глубину, но особенно серьезно проявляется в зонах вечной мерзлоты, когда замерзает большое количество как постоянно присутствующей, так и проникающей извне воды и, соответственно, увеличивается ее объем. Если вспучивание мерзлого грунта будет происходить неравномерно, то проектное положение трубопровода измениться, в результате чего возникнет вероятность аварий на магистрали. Льдообразование проявляется в образовании слоев льда, которые заполняют собой полости в грунте и при низкой температуре окружающего воздуха замерзает. Причиной данного явления является разрушение поверхности части замершего и оттаявшего грунта из-за заполнения этой доли водопроницаемой почвой, а так же иные нарушения целостности данного участка грунта. При этом располагающаяся между различными слоями грунта вода, находящаяся под давлением, находит себе путь по местам, где давление меньше [9].

Как правило, на территории, где трасса проходит в скальных и песчаных крупнозернистых грунтах с высокой температурной стабильностью, обладающих хорошими дренажными характеристиками и без склонности к промерзанию, располагаются участки вечной мерзлоты с малым количеством льда. Характерными особенностями таких участков является:

- отсутствие льда в зоне оттаивания;
- чрезмерной осадки почвы после оттаивания;
- нестабилизированного слоя, который с течением времени может стать причиной деформации трубопровода.

Всё это приводит к повреждению трубопровода, рис.3.

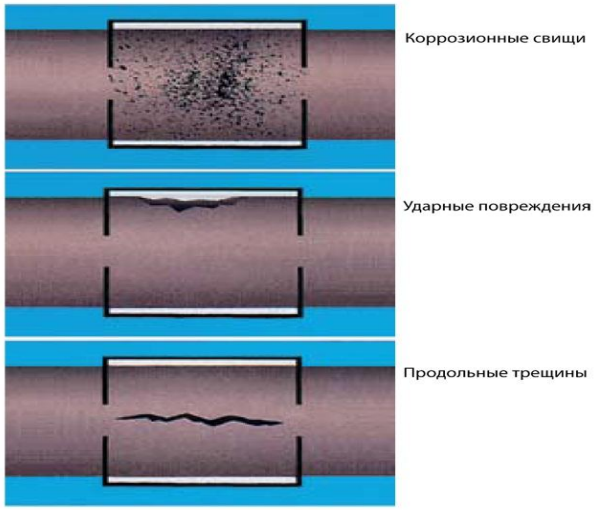


Рис. 3. Типовые повреждения труб

В связи с чем возникают аварии на различных участках магистралей. Статистика аварий на магистральных трубопроводах России за последние 10 лет представлена в диаграмме ниже, рис.4. Данные собраны на основе анализа открытых данных Ростехнадзора [10,11].

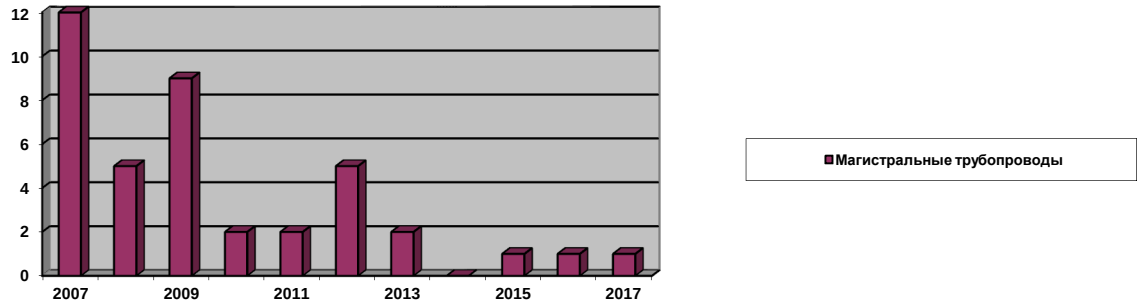


Рис. 4. Изменение аварийности магистральных трубопроводов

К вышеперечисленным проблемам можно так же добавить проблему выбора точных конструкторских и технологических решений, для обеспечения требуемого температурного режима грунта основания трубопровода и стабилизации проектного трубопровода при осадке оттаивающего грунта.

Выводы. Опыт эксплуатации подземных МТ в зонах вечной мерзлоты показывает, что одним из основных факторов, резко снижающих эксплуатационную надежность этих ответственных инженерных сооружений, является тепловое воздействие трубопроводов на многолетнемерзлые грунты. При оттаивании вечномерзлого грунта стальная оболочка трубопровода либо всплывает под действием выталкивающей силы, либо разрушается. Поэтому, необходимо как можно точнее изучать строительно-климатические условия, свойства грунта, и проектировать технологии, не позволяющие тепловому воздействию трубопроводов негативно влиять на мерзлые грунты, а также тщательно подбирать способ расположения магистралей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володченкова О.Ю. Проектирование и строительство магистральных трубопроводов в сложных природно-климатических условиях // Магистральные и промысловые трубопроводы: проектирование, строительство, эксплуатация, ремонт.- М.: РГУ им. И.М. Губкина, 2004, №4. -С. 71-72.

2. Жидко Е.А. Управление техносферной безопасностью: учебное пособие/Е.А. Жидко; Воронеж. гос.арх.-строит. ун-т.-Воронеж, 2013.159с.

3. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная безопасность модернизируемой России: постановка задачи // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 2. С. 181-190.

4. Жидко Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх -строит. ун-т. - Воронеж, 2016. - 123 с.

5. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности компании//Информация и безопасность. 2012. Т. 15. № 2. С. 265-268.

6. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально-экономических систем // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 10 (93). С. 12-19.

7. Жидко Е. А. Научно-обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.

8. Грабауров В.А. Информационные технологии для менеджеров. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с.

9. Володченкова О.Ю. Проектирования «теплых» магистральных трубопроводов в зонах вечной мерзлоты. // Магистральные и промысловые трубопроводы: проектирование, строительство, эксплуатация, ремонт.- М.: РГУ им. И.М. Губкина, 2005, №2. -С. 26-30.

10. Интернет-сайт Федеральной службы государственной статистики: http://www.gks.ru/.

11. Ростехнадзор России. www.gosnadzor.ru.

ANALYSIS OF THE PROBLEMS OF DESIGNING, CONSTRUCTION AND EXPLOITATION OF THE MAIN PIPELINES IN THE ZONES OF ETERNAL FROST

E. A. Zhidko, E. G. Koshkina

Zhidko Elena Alexsandrovna, Voronezh state technical University, candidat of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: lenag66@mail.ru

Koshkina Ekaterina Gennad'evna, Voronezh State Technical University, graduate student of the technospheric and fire safety department, e-mail: egkoshkina1788@gmail.com

ABSTRACT

In the article the main problems related to the design, construction and exploitation of the main pipelines in permafrost zones.

Keywords: frozen soil, pipeline, design, construction, exploitation.

REFERENCES

1. Volodchenkova O.Yu. Designing and construction of main pipelines in complex natural and climatic conditions // Magistral'nye and fishing pipelines: design, construction, operation, repair .- Moscow: RSU im. THEM. Gubkin, 2004. №4. pp. 71-72.

2. Zhidko E.A. Management of the technospheric security: a tutorial / EA. Zhidko Voronezh. state.arch.-builds. un-t.-Voronezh, 2013.159 p.

3. Zhidko E.A., Popova LG Information security of modernized Russia: statement of the problem // Information and security. 2011. T. 14. No. 2. pp. 181-190.

4. Zhidko E. A. Logical probability-information approach to modeling information security of protection objects: monograph / E.A. Zhidko, Voronezh. state. arh -stroit. un-t. Voronezh. 2016. 123 p.

5. Zhidko E. A., Popova L. G. The human factor as an argument for the information security of the company // Information and Security. 2012. T. 15. No. pp. 265-268.

6. Zhidko E. A., Popova L. G Information and intellectual support for the management of the development of socio-economic systems // Vestnik of the Irkutsk State Technical University. 2014. No. 10 (93). pp. 12-19.

7. Zhidko E. A. Scientifically grounded approach to classification of information security threats // Information systems and technologies. 2015. No. 1 (87). pp. 132-139.

8. Grabaurov V.A. Information technology for managers. - Moscow: Finance and Statistics, 2001. - 368 p.

9. Volodchenkova O.Yu. Designing "warm" main pipelines in the permafrost zones. // Trunk and field pipelines: design, construction, operation, repair .- Moscow: Russian State University. THEM. Gubkin. 2005. No. 2. pp. 26-30.

10. 10. The website of the Federal State Statistics Service: http://www.gks.ru/.

11. 11. Rostechnadzor of Russia. www.gosnadzor.ru

УДК 624

КОНТРОЛЬ ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Адыев Орхан Наби Оглы, С. Д. Николенко

Адыев Орхан Наби Оглы, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: o.abdyev@yandex.ru.

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

Выполнен анализ методов контроля прочности бетона. Показано, что для разрушающего контроля прочности непосредственно на строительной площадке целесообразно применять мобильные испытательные прессы МИП-25/50. Рассмотрены ультразвуковой метод неразрушающего контроля и приборы, используемые для такого контроля. Приведен пример практического применения ультразвукового метода.

Ключевые слова: контроль прочности бетона, ультразвуковой контроль, приборы ультразвукового контроля.

Контроль качества бетона заключается в проверке соответствия фактической конечной и распалубочной прочности (проектной) [1]. Строительная организация самостоятельно выбирает способы контроля, но согласно требованиям действующих сегодня нормативных документов, разрушающий контроль должен производиться обязательно.

Разрушающий контроль прочности бетона можно вести несколькими способами:

– на специально изготовляемых образцах (например, кубах);

– на выпиливаемых или вырубаемых непосредственно из конструкции образцы (например, керны). Пробы берутся в определенных местах. Места взятия проб должны быть указаны в проектной документации либо определяться проектировщиками по ходу ведения работ.

Для испытания образцов выбуренных из конструкции или специально изготовляемых образцов могут применяться мобильные испытательные прессы МИП-25/50, рис. 1 [2].

Образцы, так называемые «кубики», изготовленные непосредственно на строительной площадке согласно конкретному технологическому регламенту, для испытаний чаще всего отправляются в лабораторию. Однако получение бетонных кубиков может значительно отличаться от реального ведения бетонных работ (например, степени и способа уплотнения, времени твердения смесей). Данные различия значительно снижают правильность результатов, полученных таким методом.

Однако при контроле за прочностью бетона в готовых железобетонных конструкциях достаточно часто применяют ультразвуковой метод контроля. Такой метод относится к неразрушающим. Проводя определение прочностных показателей при помощи неразрушающих методов контроля, очень важно понимать, что результаты всех этих методов основаны на косвенных характеристиках.

Цель исследования: практическое применение ультразвукового контроля прочности железобетонных конструкций.

Характеристика ультразвукового метода и применяемых приборов. Ультразвуковой метод основан на измерении скорости прохождения ультразвуковых волн через материал. Испытания проводят способом сквозного ультразвукового прозвучивания (датчики расположены на противоположных сторонах образца, подвергаемого тестированию) и методом поверхностного прозвучивания (датчики ставятся на одной стороне образца).

© Адыев Орхан Наби Оглы, Николенко С. Д., 2018

Рис. 1. Вид мобильных испытательных прессов МИП-25 / 50

Способ сквозного прозвучивания ультразвуком позволяет определять прочность не только в слое бетона около поверхности, но и в теле всей конструкции, в отличие от других неразрушающих способов контроля прочности.

Градуировочная зависимость скорости распространения ультразвуковых волн и прочности объекта на сжатие определяется индивидуально для каждого состава бетона. Это обуславливается тем, что при определении прочности использование нескольких градуировочных бетонных зависимостей неизвестных или других составов приведет к возможным погрешностям.

Зависимость «скорость ультразвуковых волн – прочность бетона» обусловливается влиянием следующих факторов, изменения которых должны учитываться при использовании ультразвукового метода определения прочности: состав заполнителя; колебания расхода цемента, составляющие более 30 %; метод изготовления бетонной смеси; плотность бетона; напряженное состояние бетона.

Для определения прочности бетона применяют ультразвуковые дефектоскопы-измерители прочности, например, «Пульсар-2.1/2.2», рис. 2 [3].

Рис. 2. Вид прибора Пульсар-2.1/2.2

Этот прибор может:

–контролировать прочность, однородности и класс бетона;

–обнаруживать пустоты, трещины и другие дефекты;

–измерять глубину поверхностных трещин;

–оценивать степень зрелости бетона при монолитном бетонировании;

–определять плотность и модуль упругости бетона.

Если конструкция имеет армирование, возникает необходимость измерения защитного слоя. Примером является измерители защитного слоя бетона «ПОИСК-2,5/2,6», рис. 3. Эти приборы основаны на магнитном методе по ГОСТ 22904 (ПОИСК-2.5) и методе импульсной индукции (ПОИСК-2.6).

Возможности и преимущества прибора ПОИСК-2.51:

определение одновременно толщины защитного слоя и диаметра арматуры за два измерения: с эталоном-прокладкой и без неё;

поиск арматурных стержней с помощью линейного индикатора, цифровых показаний и тонального звукового сигнала;

автоматизированная настройка на неизвестные марки сталей арматуры с сохранением настроек в памяти;

режим компенсации влияния параллельных стержней.

Благодаря реализованному в приборе ПОИСК-2.6. методу импульсной индукции пользователь может:

одновременно определять толщину защитного слоя и неизвестный диаметр арматуры без использования эталона-прокладки. Это позволяет обследовать конструкции с максимальной точностью и высокой скоростью даже при отсутствии технической документации на эти конструкции;

проводить достоверные измерения на участках конструкций с густым армированием.

Рис. 3. Вид приборов ПОИСК-2,5/2,6

Для определения состояния арматуры в готовой железобетонной конструкции используют анализатор коррозии арматуры в бетоне АРМКОР-1, рис. 4.

Рис. 4. Вид прибора АРМКОР-1

Прибор используют для оперативного контроля коррозии арматуры в бетоне методами анализа потенциала микрогальванической пары (например, датчиком потенциала) и измерения удельного электрического сопротивления бетона (например, датчиком сопротивления).

Практическое использование ультразвуковых приборов. Работа по измерениям прочности методом ультразвукового импульса выполнялась с использованием прибора «Пульсар-1.2». Работа прибора основана на измерении времени прохождения ультразвукового импульса (продольных ультразвуковых колебаний) в бетоне от излучателя к приемнику, визуальной фиксации изменений формы импульсов ультразвуковых колебаний. Схема поверхностного прозвучивания показана на рис. 5.

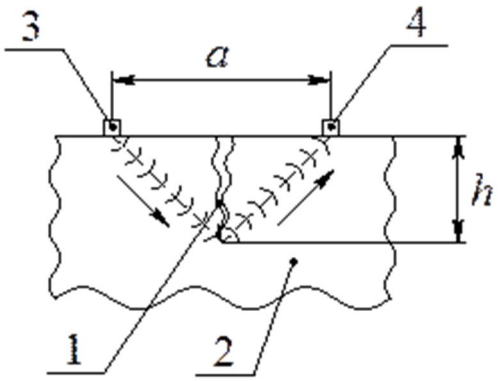


Рис. 5. Схема поверхностного прозвучивания
1 – реальная трещина; 2 - бетонная конструкция; 3 –излучающий датчик;
4 - приемный датчик

При определении скорости прохождения ультразвукового импульса, выполнялся визуальный контроль формы импульсов первого вступления для исключения влияния отраженных сигналов и макротрещин.

При получении искаженной формы импульсов, результат измерений не учитывался, а положения приемника и излучателя изменялись. Для повышения достоверности, в каждом измерительном цикле для получения единичного измерения в серии, автоматически выполняется 6 измерений. На рис. 6 показан ультразвуковой прибор во время выполнения измерений.

Рис. 6. Вид прибора «Пульсар-1.2» во время выполнения измерений

Формы ультразвукового сигнала показаны на рис. 7,8. На рис 7 показана искаженная форма ультразвукового сигнала первого вступления в результате накладки отраженного сигнала на основной. На рис. 8 показана неискаженная форма ультразвукового сигнала.

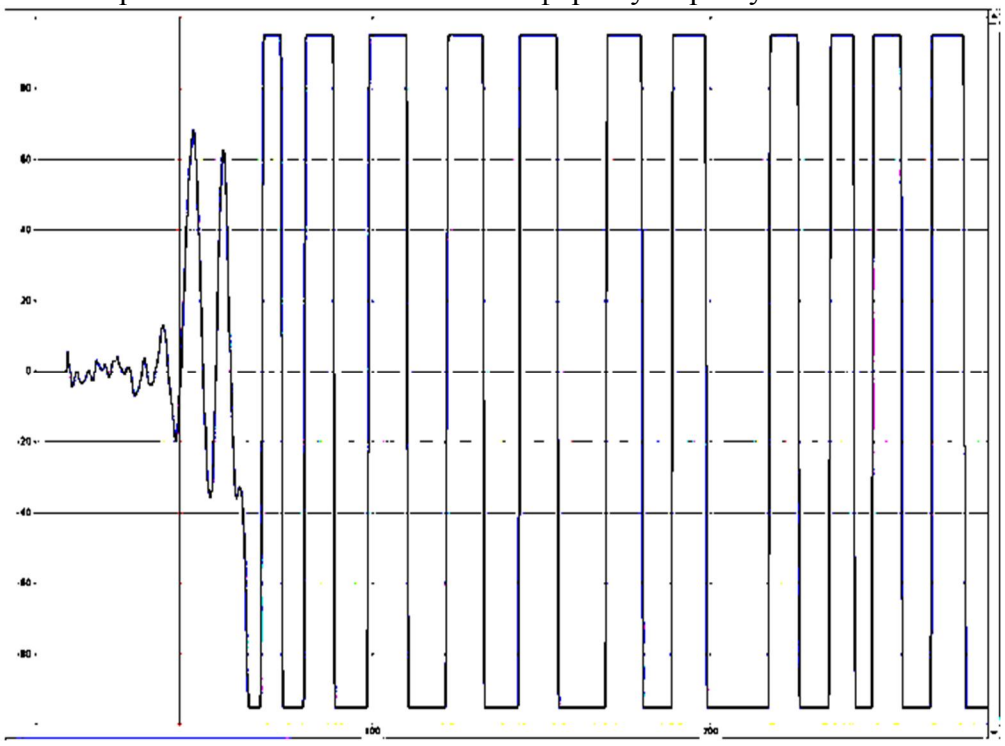


Рис. 7. Искаженная форма ультразвукового сигнала

Практически использовались результаты с формой сигнала без искажений. Каждая серия измерений подвергается математической обработке, с определением среднего значения и коэффициента вариаций по статистическим алгоритмам, программно-вмонтированным в измерительную аппаратуру.

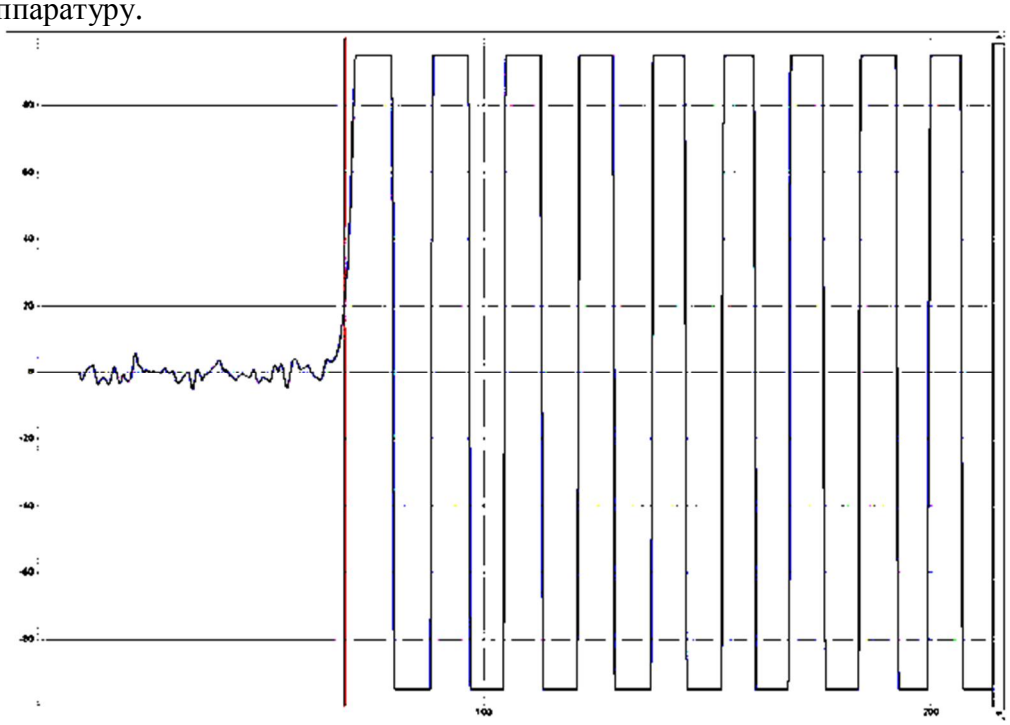


Рис. 8. Форма ультразвукового сигнала, принятого без искажений

Пример представления результатов измерений приведен в табл.

Результаты определения прочности бетона конструкций

Время	№	R	K,В/мкс	H,%	Материал	T, мкс	V,м/с	База изм., мм	Тип прозвучивания
10:37:23	1	32,3		5,5	Бетон тяжелый	32,2	3724	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	32,0	3754	32,8						
2	31,8	3774	33,1						
3	31,8	3768	33,0						
4	32,2	3726	32,3						
5	32,0	3754	32,8						
6	33,5	3578	30,0						
10:38:02	2	32,4		1,3	Бетон тяжелый	32,1	3734	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	32,2	3727	32,3						
2	31,8	3772	33,1						
3	32,2	3729	32,4						
4	32,2	3725	32,3						
5	32,2	3727	32,3						
6	32,2	3723	32,3						
10:39:35	3	31,2		5,2	Бетон тяжелый	32,8	3656	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	33,4	3591	30,2						
2	32,9	3645	31,0						
3	33,3	3599	30,3						
4	33,3	3600	30,3						
5	32,2	3731	32,4						
6	31,8	3777	33,1						
10:40:12	4	31,5		8,6	Бетон тяжелый	32,7	3672	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	31,0	3866	34,6						
2	33,1	3626	30,7						
3	33,7	3561	29,7						
4	31,9	3759	32,9						
5	33,2	3615	30,5						
6	33,1	3624	30,7						
10:52:38	5	35,5		2,2	Бетон тяжелый	30,6	3921	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	30,4	3949	35,9						
2	30,9	3880	34,8						
3	30,4	3951	35,9						
4	30,3	3966	36,2						
5	30,9	3886	34,9						
6	30,8	3897	35,1						
10:53:20	6	35,2		1,5	Бетон	30,7	3904	120	Поверхностное

Продолжение таблицы

Время	№	R	K,В/мкс	H,%	Материал	T, мкс	V,м/с	База изм., мм	Тип прозвучивания
					тяжелый				
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	30,6	3927	35,5						
2	30,6	3926	35,5						
3	30,7	3913	35,3						
4	30,8	3902	35,1						
5	30,9	3884	34,9						
6	31,0	3870	34,6						
10:54:15	7	37,9		2,9	Бетон тяжелый	29,4	4077	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	28,9	4152	39,1						
2	29,6	4057	37,6						
3	29,3	4095	38,2						
4	29,6	4058	37,6						
5	29,7	4034	37,3						
6	29,5	4069	37,8						
10:54:49	8	36,5		2,1	Бетон тяжелый	30,1	3984	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	30,4	3944	35,8						
2	30,4	3952	35,9						
3	29,9	4018	37,0						
4	29,8	4025	37,1						
5	30,1	3991	36,6						
6	30,2	3974	36,3						
11:08:10	9	33,6		1,9	Бетон тяжелый	31,5	3806	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	31,4	3821	33,9						
2	31,2	3842	34,2						
3	31,3	3831	34,0						
4	31,6	3801	33,5						
5	31,8	3770	33,0						
6	31,8	3770	33,0						
11:08:45	10	33,1		2,4	Бетон тяжелый	31,8	3773	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	31,8	3777	33,1						
2	31,7	3786	33,3						
3	31,8	3772	33,1						
4	31,8	3769	33,0						
5	31,5	3813	33,7						
6	32,2	3722	32,3						
11:09:33	11	36,1		4,4	Бетон тяжелый	30,3	3958	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	29,7	4038	37,3						

Окончание таблицы

Время	№	R	K,В/мкс	H,%	Материал	T, мкс	V,м/с	База изм., мм	Тип прозвучивания
2	29,7	4043	37,4						
3	29,9	4012	36,9						
4	30,7	3904	35,2						
5	30,9	3888	34,9						
6	31,0	3874	34,7						
11:10:36	12	36,6		3,2	Бетон тяжелый	30,0	3993	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	29,6	4053	37,6						
2	30,5	3928	35,6						
3	30,2	3972	36,3						
4	29,6	4053	37,6						
5	30,5	3928	35,6						
6	29,8	4029	37,2						
11:34:18	13	30,9		3,6	Бетон тяжелый	33,0	3637	120	Поверхностное
№	T,мкс	V,м/с	R						
1	33,1	3628	30,8						
2	33,2	3609	30,4						
3	32,9	3651	31,1						
4	33,0	3635	30,9						
5	32,3	3715	32,2						
6	33,5	3587	30,1						

Такой способ контроля прочности железобетонных конструкций можно рекомендовать для контроля прочности конструкций быстровозводимых сооружений [4,5].

Выводы. Для оперативного контроля прочности бетона на строительной площадке целесообразно использовать мобильные испытательные прессы МИП-25/50. Ультразвуковой способ определения прочности доступен для массовых многократных испытаний конструкций, имеющих любую форму, и позволяет производить постоянный контроль увеличения или уменьшения показателей прочности. Целесообразно применять современные ультразвуковые приборы типа «Пульсар». Приведен пример практического применения одного из приборов типа «Пульсар».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Улыбин А.В. О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений. Инженерно-строительный журнал, №4, 2011. С. 10-15.

2. Прессы испытательные: [электронный ресурс]// НПП ИНТЕРПРИБОР. URL: https://www.interpribor.ru/test-press-mip-25-50. (Дата обращения: 1.10.2018).

3. Ультразвуковой контроль бетона: [электронный ресурс]// НПП ИНТЕРПРИБОР. URL: https://www.interpribor.ru/ultrasonic-testing-of-concrete. (Дата обращения: 1.10.2018)

4. Николенко С.Д., Михневич И.В. Разработка конструкций пневматических опалубок. Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2014. №2(15). с. 18-22.

5. Николенко С.Д., Манохин В.Я., Коптелова А.С. К оценке надежности пневматической опалубки. В сборнике: Высокие технологии в экологии Труды 10-ой Международной научно-

практической конференции. Главный редактор и ответственный за выпуск В.И. Белоусов. 2007. С. 188-194.

STRENGTH CONTROL OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Adyev Orhan Nabi Oglou, S. D. Nikolenko

Adyev Orhan Nabi Oglou, The Voronezh state technical university, Master of dept. of department of technosphere and fire safety, e-mail: o.abdyev@yandex.ru.
Nikolenko Sergey Dmitrievich, Voronezh State Technical University, candidate of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru.

ABSTRACT

Annotation: The analysis of control methods of durability of concrete is made. It is shown that directly on the building site it is reasonable to apply to the destroying control of durability mobile test the press of MIP-25/50. The ultrasonic method of nondestructive control and devices used for such control are considered. The example of practical application of an ultrasonic method is given.
Keywords: control of durability of concrete, ultrasonic control, devices of ultrasonic control.

REFERENCES

1. Ulybin A. V. About the choice of control methods of durability of concrete of the constructed constructions. Construction magazine, No. 4, 2011. Page 10-15.

2. Test presses: [electronic resource]// NPP INTERPRIBOR. URL: https://www.interpribor.ru/test-press-mip-25-50. (Date of application 1.10.2018).

3. Ultrasonic inspection of concrete: [electronic resource]// NPP INTERPRIBOR. URL: https://www.interpribor.ru/ultrasonic-testing-of-concrete. (Date of application 1.10.2018).

4. Nikolenko S. D., Mikhnevich I. V. Development of designs of pneumatic timberings. Scientific magazine. Engineering systems and constructions. 2014. No. 2(15). page 18-22.

5. Nikolenko S. D., Manokhin V. Ya., Koptelova A. S. To assessment of reliability of a pneumatic timbering <https://elibrary.ru/item.asp? id=21696441>. In the collection: High technologies in ecology <https://elibrary.ru/item.asp? id=21350557> Works of the 10th International scientific and practical conference. Editor-in-chief and V. I. Belousov responsible for release. 2007. Page 188-194.

УДК 504:351.77

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ

И. А. Иванова, Е. И. Головина, А. В. Иванов

Иванова Ирина Александровна, Воронежский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, e-mail: ivanova-eco@mail.ru.
Головина Елена Ивановна, Воронежский государственный технический университет, заместитель декана по учебной работе факультета инженерных систем и сооружений, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru.
Иванов Алексей Викторович, Воронежский государственный технический университет, магистрант факультета инженерных систем и сооружений, e-mail: ivanova-eco@mail.ru.

Предметом исследования в работе являются опасные и вредные факторы литейного производства, к которым относятся высокие концентрации пыли и вредных газов, выделяющихся на различных этапах технологического процесса. Цель работы заключается в разработка эффективных мероприятий по очистке вредных выбросов в атмосферу. Определение дисперсного и элементного состава пыли производилось методом лазерной дифракции. Результаты работы определяют гигиеническое состояние рабочей зоны литейного производства. Внедрение представляемых технических мероприятий позволяет получить не только социальный эффект, связанный с улучшением условий труда на предприятии, но и получить экономический эффект.

Ключевые слова: рабочая зона, концентрация, литейное производство, пыль, устройство для пылеулавливания.

Введение. Снижение эмиссии вредных веществ в рабочую зону операторов литейного производства является актуальной задачей, имеющей большое социальное и экономическое значение. Литейное производство предприятия авиационного профиля структурно составляют участки черного и цветного литья.

Литейное производство характеризуется выбросами следующих ингредиентов: пыль сырья, пыль, отходящая от технологических процессов приготовления литейных форм и их разрушения в процессе освобождения литья от формовочной смеси, а также топочных оксидантов в зависимости от вида используемого топлива. К примеру, при использовании природного газа это в первую очередь оксиды азота и оксиды углерода. При использовании жидких углеводородных топлив проблемы создаются выбросами в рабочую зону оксидов серы [1]. Однако наиболее токсичными в процессах горения топлив являются высокомолекулярные углеводороды, в частности, канцерогенный бенз(а)пирен.

Теоретический анализ. В данной работе рассматриваются альтернативные варианты проектов схем установок с пылеулавливающими устройствами [2].

Фактическая эффективность действующих в цехе пылеуловителей является недостаточной, так как имеет место многократное превышение ПДК веществ рабочей зоны.

Нами экспериментально установлено, что использование смачивателя ОП-7 в ПУ позволяет увеличить эффективность «мокрой» ступени в отношении опасной пыли размером менее 10 мкм.

На рис. 1 представлена зависимость эффективности улавливания пыли от концентрации смачивателя ОП-7 в «мокрой» ступени.

Очевидно, что удовлетворительное значение эффективности достигается уже при концентрации смачивателя С=0,1% (ε =97,7%), что подчеркивает минимум затрат на ОП-7 при выполнении нормативных требований к чистоте отходящих газов.

.

© Иванова И. А., Головина Е. И., Иванов А. В., 2018

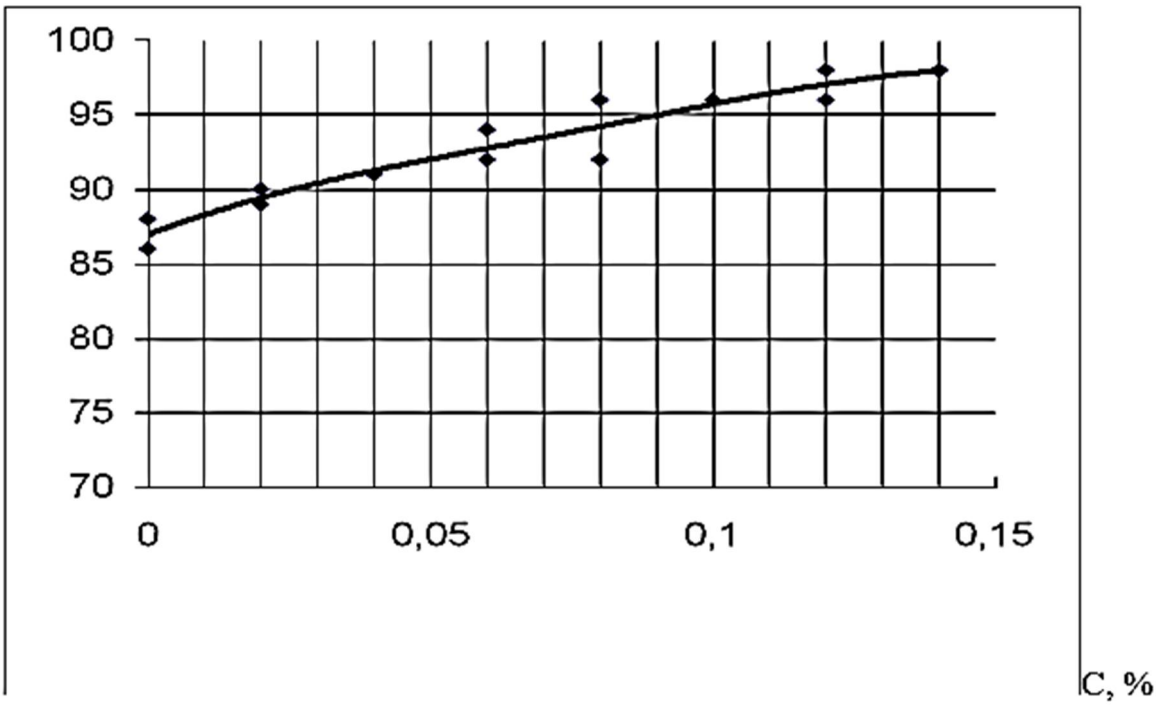


Рис. 1. Зависимость эффективности ε от концентрации смачивателя ОП-7

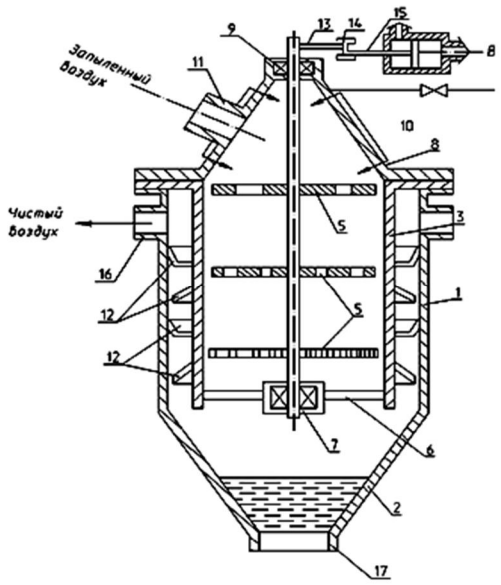
В Воронежском государственном архитектурно-строительном университете разработаны и защищены авторскими свидетельствами и патентами устройства для очистки выбросов, использующих сырье с большим содержанием высокодисперсной пыли.

В частности, "Устройство для "мокрой" очистки газа» (рис. 2) [3] может быть использовано для очистки газа от пыли и вредных выбросов литейного производства.

Целью устройства состоит в повышении степени улавливания пыли путем увеличения эффективности коагуляции пыли в двухфазном пылевоздушном потоке. Устройство для мокрой очистки газа состоит из коаксиально установленных цилиндрического корпуса 1, заканчивающегося коническим днищем 2, цилиндрической перегородки 3 и центрального вала с жестко закрепленными на нем горизонтальными коагуляционными пластинами 5, установленного одним концом в крестовине 6 в подшипнике 7, а другим - в верхней крышке 8 в подшипнике 9.

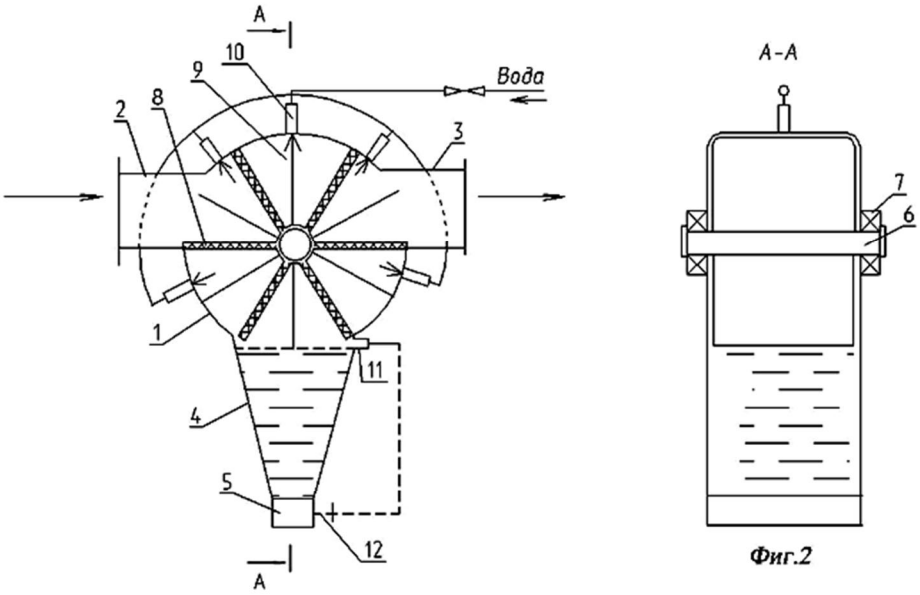
Устройство включает также водоразбрызгивающие форсунки 10, входной патрубок 11, каплеуловитель 12, рычаг 13, палец 14 и шток 15 поршня пневмоцилиндра, обеспечивающего качательные движения вала, патрубок 16 для выхода очищенного воздуха и патрубок 17 для удаления шлама

"Аппарат для мокрой очистки газа" (рис. 3) относится к технике мокрой очистки газа от твердых примесей и может быть использовано на предприятиях по производству литья. Целью изобретения является повышение степени улавливания пыли также за счет обеспечения интенсивной коагуляции частичек пыли в увлажненном газовоздушном потоке.



корпус;
2- коническое днище;
3- цилиндрическая перегородка;
4- вал;
5- коагуляционные пластины;
6- крестовина;
7- подшипник;
8- крышка;
9 подшипник;
10 – разбрызгивающие форсунки;
11 – входной патрубок;
12 – каплеуловитель;
13 рычаг;
14 - палец;
15 поршень пневмоцилиндра;
16 – выходной патрубок;
17 - патрубок для удаления шлама

Рис.2. Устройство для мокрой очистки газа



Фиг.2

1 – корпус; 2-3 – входной и выходной патрубок; 4 – коническое днище; 5 – патрубок для слива шлама; 6 – вал; 7 – подшипники; 8 – сетчатая лопасть; 9 – диск; 10 – водоразбрызгивающая форсунка; 11 – указатель уровня шлама; 12 – клапан

Рис.3. Аппарат для мокрой очистки газа

Аппарат имеет корпус 1, имеющий расположенные в верхней части соосные входной 2 и выходной 3 патрубки, коническое днище 4, заканчивающееся сливным патрубком 5. Внутри корпуса 1 проходит полый вал 6, установленный в подшипниках 7. На валу 6 жестко закреплены радиальные сетчатые коагуляционно-фильтрующие лопасти 8, чередующиеся с установленными на этом валу сплошными лопастями-дисками 9.

На внешней стороне корпуса 1 аппарата по периметру верхней его части закреплены водоразбрызгиватель 10, обеспечивающие подачу воды или другой жидкости внутрь аппарата на коагуляционный элемент.

В верхней части конического днища установлен датчик уровня шлама 11, соединенный с клапаном 12.

Работает аппарат для очистки газа от пыли следующим образом.

Запыленный воздух через входной патрубок 2 поступает внутрь корпуса 1 аппарата, где встречается с сетчатыми пылеулавливающими лопастями 8 и сплошными коагуляционными лопастями 9, жестко закрепленными на валу 6, установленном в подшипниках 7. Воздушный поток воздействует на сетчатые 8 и сплошные лопасти 9 и приводит во вращательное движение крыльчатку. Частички пыли, перемещающиеся воздушным потоком, встречаются со сплошными и сетчатыми лопастями, смоченными водой, коагулируются в более крупные и смываются водой, поступающей из форсунок 10, в коническое днище 4.

Улавливание пыли осуществляется как сетчатыми лопастями 8, на элементах которых при смачивании водой появляются жидкостные пленки, обеспечивающие улавливание пыли, так и сплошными лопастями 9, при сталкивании с влажными поверхностями которых частицы пыли коагулируются в более крупные, а затем водой, поступающей из форсунок 10, смываются в коническое днище 4.

Сочетание сплошных и сетчатых лопастей обеспечивает вращение крыльчатки без применения дополнительной энергии, так как она приводится во вращение проходящим через аппарат газовоздушным потоком, и высокую степень очистки за счет улучшения динамики процесса коагуляции. Вращение сетчатых лопастей повышает эффективность пылеулавливания за счет перемешивания запыленного газовоздушного потока с каплями жидкости, получения мелкодисперсной фазы, повышающей степень коагуляции пыли, улавливания ее ячеистыми элементами лопастей и сброса в коническое днище 4.

Накопление шлама в коническом днище 4 происходит до датчика уровня 11, соединенного с клапаном 12, установленным в нижней части конусообразного днища 4 и открывающимся при срабатывании датчика 11. Шлам поступает в отстойник, из которого отстоявшаяся вода снова используется для подачи на коагуляционный элемент, а подсушенный шлам направляется в производство для изготовления продукции. Меняя количество сеток и размеры ячеек в них, можно добиться очень высокой степени очистки, достигающей 98,5%.

Экспериментальная часть.

Годовая эффективность мероприятий по защите атмосферы от выбросов пыли Э определяется по формуле:

$$Э = \Delta P_m - ЗК - \Delta Z, \quad (1)$$

где ΔP_m – преотвратительный экономический ущерб от выбросов загрязняющих веществ, тыс. руб.; ΔZ – дополнительные годовые затраты, необходимые для осуществления природоохранного мероприятия (оплата оператора, обслуживающего установку), тыс. руб.

Затраты складываются из стоимости пылеуловителя, шламоотстойника (всего 50 тыс. руб.) и монтажа оборудования (3000 тыс. руб.).

Затраты капитальные:

$$ЗК = С_{ПУ.} + С_{ш.о.} + С_м, \quad (2)$$

где $С_{ПУ}$ – стоимость пулеуловителя; $С_{ш.о.}$ – стоимость шламоотстойника; $С_м$ – стоимость монтажа оборудования.

Гарантированный срок амортизации оборудования 10 лет, следовательно, коэффициент амортизации оборудования составляет $К_а$ 0,1.

Эксплуатационные затраты определяются стоимостью электроэнергии и дополнительной оплатой оператора, обслуживающего установку $\Delta Z_э$ (не изменились):

$$\Delta Z_э = C_э + C_o, \quad (3)$$

где $С_э$ – стоимость электроэнергии; $С_о$ – стоимость обслуживания установки.

Экономическую оценку годового ущерба P_m, руб./год, от годичного выброса загрязняющих веществ в атмосферу некоторым источником определяются по формуле

$$P_m = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M_{пр\Sigma}, \quad (4)$$

где σ- коэффициент, характеризующий загрязняемую территорию (4 для промзоны), f-коэффициент, характеризующий рассеивание

границ (равен 2), $M_{пр\Sigma}$ – суммарный приведенный по агрессивности загрязнений веществ валовый выброс, γ_{2009} = 43 руб./т.

Суммарный приведенный по агрессивности загрязняющих веществ валовый выброс определяется по формуле

$$M_{пр\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} A_{ji} \cdot M_{ji}, \quad (5)$$

где i – номер источника выброса; j – индекс ингредиента; A_{ji} - показатель относительной опасности (агрессивности) i-го загрязняющего вещества.

Для каждого загрязняющего вещества

$$Aji = f(1/ПДК), \quad (6)$$

При замене «сухого» пылеуловителя на мокрый коэффициент проскока сократится до 1,5 %, в связи с высокой эффективностью мокрого пылеуловителя (ε=98,5%).

Для оценки предотвращенного секундного выброса пыли при установке мокрого пылеуловителя используем формулу

$$Mj = Mc \cdot \varphi \quad (7)$$

M_c –масса отходящей пыли, г/с (13,89 г/с).

Определили годовой выброс пыли

$$M = Mj \cdot \tau \cdot n \cdot 260 \cdot 10^{-6} \quad (8)$$

где: τ – время работы оборудования в году; n – количество часов работы участка выбивки литья из форм; 260 – количество рабочих дней в году.

$M = 4{,}167 \cdot 3600 \cdot 1{,}7 \cdot 260 \cdot 10^{-6} = 6{,}63$ т/год

Экономическая оценка предотвращенного ущерба равна

$$\Delta P_m = \gamma \cdot \sigma \cdot A \cdot M \quad (9)$$

$\Delta P_m = 33 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 21 \cdot 6{,}63 = 37$ тыс. руб.

Оценка годовой эффективности мероприятий при использовании пылеуловителя, разработанного во ВГАСУ:

$$Э = \Delta P_m + \Delta S_m – Ка(СПУ + Сш.о.+ См) - (Сэ+С0), \quad (10)$$

где ΔP_m – предотвращенный экономический ущерб в связи с очисткой выброса от пыли, тыс. руб; ΔS_m – экономический эффект при использовании уловленной (утилизированной) пыли (используется вторично, для приготовления форм); $К_а$ – коэффициент амортизации.

Сравнивая базовый вариант с предлагаемым вариантом, получаем экономический эффект от внедрения ПУ ВГАСУ.

Зависимости показателей ЧДД от ставки дисконтирования представлены на графиках рис. 4.

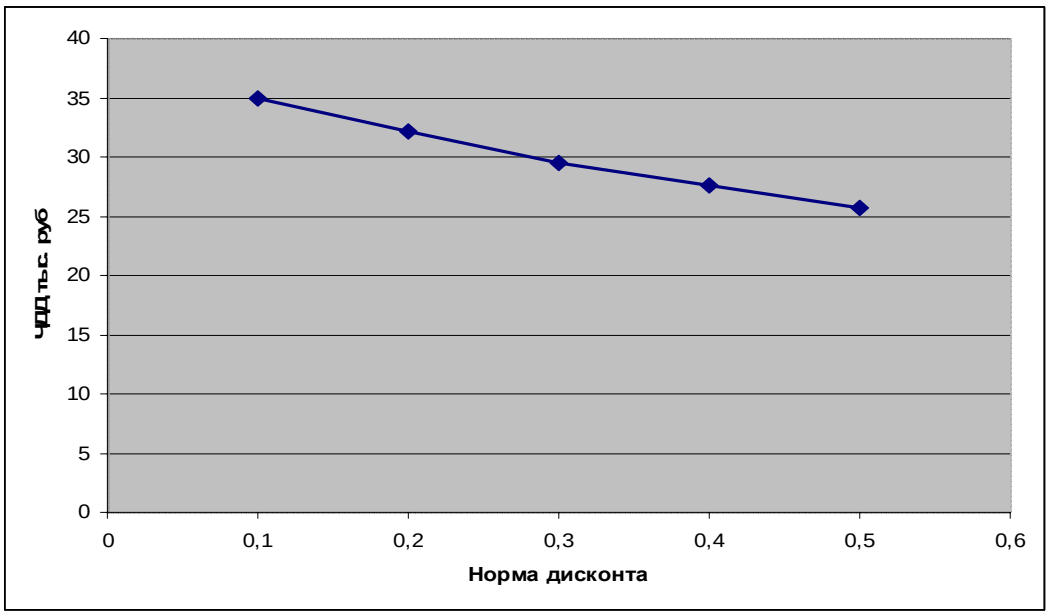


Рис.4. Зависимость показателей чистого дисконтированного дохода от ставки дисконтирования

Установка предлагаемого устройства позволит сократить ущерб, наносимый окружающей среде, и увеличить количество утилизованной пыли.

Экономический эффект от снижения ущерба при установке высокоэффективного ПУ составляет 47 тыс. руб.

Достижение необходимого экологического эффекта обеспечивается снижением количества вредных выбросов в рабочей зоне, распространение которых предотвращено в результате установки высокоэффективного технологического оборудования, специально предназначенного для этих целей [10,98].

Экономический эффект предполагает, что внедрение природоохранных мероприятий принесет выгоду в денежном выражении при сравнении проектов с вариантом очистки выбросов с различной эффективностью пылеулавливания. Значительную роль в повышении экономической эффективности отрасли играет снижение трудоемкости разработки экологической документации, в частности норм ПДВ и раздела «Охрана окружающей среды».

Механизмом определения стоимости экономического ущерба, наносимого окружающей среде промышленными источниками выбросов в атмосферу, водоемы или почву, стала годовая плата за выбросы, определяемая по нормативам (утверждены Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 г. №344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления»).

Установка очистного оборудования на предприятиях требует инвестиций, способствует увеличению себестоимости выпускаемой продукции и снижению прибыли инвестора, поскольку потребуются дополнительные единовременные капитальные вложения на приобретение и монтаж соответствующего оборудования [40]. Следовательно, увеличится сумма налога на имущество предприятия, а также ежегодные эксплуатационные затраты на его обслуживание и содержание, амортизационные отчисления.

Возникает необходимость сопоставления затрат и результатов от внедрения технических мероприятий в сопоставимых показателях или в денежном эквиваленте.

Затраты, необходимые для установки очистного оборудования, сопоставляют с величиной эффекта, который обеспечивается в результате их внедрения. Эффектом от внедрения природоохранных мероприятий может быть предотвращенный ущерб, равный эквивалентной сумме платы за количество уловленных загрязнений, и сопутствующие эффекты, например, использование уловленной пыли в процессе приготовления форм.

Критерием экономической оценки эффективности инвестиций в природоохранное мероприятие может быть принят максимум показателя чистого дисконтированного дохода (ЧДД). ЧДД показывает величину положительного результата в денежном выражении (экономического эффекта) от внедрения одного или нескольких проектных решений, направленных на снижение вредных выбросов.

Чистый дисконтированный доход от внедрения природоохранных мероприятий можно определить по формуле

$$ЧДД = \sum_{i=1}^{I}\left(\sum_{j=1}^{J}\sum_{t=0}^{T}\frac{(R_{ij}-Z_{ij})}{(1+e)^{t}} - \sum_{t=-T}^{T}\sum_{h=1}^{H} K_{iht}\frac{1}{(1+e)^{t}}\right), \quad (11)$$

где R_{ij} - положительный результат по видам затрат j за период t (годовой эффект) от внедрения природоохранного мероприятия i, тыс. р.; Z_{ij} - дополнительные годовые затраты j за шаг расчета периода t от внедрения природоохранного мероприятия i, тыс. р.; K_{iht} - единовременные капитальные затраты на установку оборудования для природоохранного мероприятия i в начале периода (t=0) или до начала периода (t=-T) и дополнительные инвестиции вида h (на замену деталей, конструкций и др.) на шагах расчета t, тыс. р.; e - ставка дисконтирования, равная 0,1-0,3; t - период расчета, принимается равным сроку службы оборудования или системы в целом;

состоит из шагов расчета, которые принимаются равными одному году; при осуществлении инвестиций до начала эксплуатации период расчета t равен сумме периода монтажа оборудования ($-T>t<0$), который принимает отрицательное значение, и сроку службы оборудования или системы в целом; j – виды платежей и годовых затрат на эксплуатацию оборудования, тыс. р., для природоохранного оборудования ими могут быть годовые затраты на электроэнергию, на обслуживание, на топливо или теплоту, плата за выбросы и т.д.

Сумма отрицательных отклонений затрат от базового варианта (превышений над базовым вариантом) образует Z_{ij}, а сумма положительных отклонений затрат (снижений по сравнению с базовым вариантом) равна величине эффекта R_{ij}.

При сравнении альтернативных вариантов экономически целесообразным будет вариант, обеспечивающий максимальное значение ЧДД. ЧДД для каждого варианта i определяется по формуле

$$ЧДД_i = \sum_{j=1}^{J} \sum_{t=0}^{T} \frac{(R_{ij} - Z_{ij})}{(1+e)^t} - \sum_{i=-T}^{T} \sum_{h=1}^{H} K_{iht} \frac{1}{(1+e)^t} \to \max . \quad (12)$$

В данной работе эффект от внедрения природоохранного мероприятия больше затрат на внедрение этого природоохранного мероприятия за период учета.

Эффект состоит из суммы снижения платы за выбросы, предотвращенные с помощью установленного оборудования ΔP_{it}; стоимости сырья, которое замещается утилизированными выбросами пыли ΔS_{it}. Соблюдается условие

$$\sum_{t=0}^{T} (\sum_{n=1}^{N} \Delta P_{itn} + \sum_{m=1}^{M} \Delta S_{itm})\alpha_t > \sum_{t=0}^{T} \sum_{j}^{J} \Delta Z_{ij} \cdot \alpha_t + \sum_{t=-T}^{T} \sum_{h=1}^{H} K_{iht}\alpha_t , \quad (13)$$

где ΔP_{it} - годовая плата за выбросы вида n, предотвращенные в результате внедрения природоохранных мероприятий вида i, в t году эксплуатации, тыс. р.; ΔS_{itm} - годовая стоимость сырья, которое замещается утилизированными продуктами выброса пыли в результате внедрения природоохранного мероприятия, тыс. р.; ΔZ_{ij} - дополнительные годовые эксплуатационные затраты вида j, необходимые для осуществления природоохранного мероприятия, тыс. р.; K_{iht} - единовременные капитальные вложения вида h, приведенные к началу эксплуатации $t=0$, руб., осуществляемые в году t до периода эксплуатации при $-T<t<0$ и после эксплуатации при $t>0$ (при сроке службы оборудования или его отдельных конструктивных частей меньше срока службы оборудования в целом; системы, в которой работает оборудование; здания в целом, в котором функционирует система); α_t - коэффициент дисконтирования, или приведения разновременных затрат, результатов и эффектов к базисному периоду (как правило, принимается равным $t=0$), определяется по формуле

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+e)^t} , \quad (14)$$

где e - норма дисконта, принимаемая равной норме дохода на капитал или банковской ставке по депозиту.

Практика эксплуатации оборудования литейных заводов в России часто предполагает возврат в технологический процесс уловленной пыли в качестве материала формовки. В связи с этим утилизация пыли представляет собой проблему, экологически и экономически очевидную. Результаты работы по утилизации уловленной пыли представлены в [80].

Если условие (4.3) соблюдается, то внедрение природоохранного мероприятия экономически целесообразно и приносит экономический эффект (чистый дисконтированный доход), определяемый по формуле

$$ЧДД = \sum_{t=0}^{T} (\sum_{n=1}^{N} \Delta P_{itn} + \sum_{m=1}^{M} \Delta S_{itm} - \sum_{j=1}^{J} \Delta Z_{ij})\alpha_t - \sum_{t=-T}^{T} K_{iht}\alpha_t > 0 . \quad (15)$$

В результате внедрения природоохранного мероприятия i достигается экологический эффект $Э^i_{эк}$ в виде суммы предотвращенного ущерба, равного снижению платы за вредные выбросы, снижения стоимости сырья вследствие утилизации и использования уловленной пыли, определяется по формуле

$$Э^{i}_{эк} = \sum_{t=0}^{T} (\sum_{n=1}^{N} \Delta P_{itn} + \sum_{m=1}^{M} \Delta S_{itm})\alpha_t \ . \quad (16)$$

Выбор экономически целесообразного природоохранного варианта представляет собой трудоемкую задачу, алгоритм решения которой включает расчет капитальных вложений, годовых эксплуатационных расходов, платы за выбросы и др. в сопоставимом уровне цен в соответствии с различными методиками расчетов.

Возможные изменения, характеризующие прогнозные значения исходных показателей для расчета, значительно увеличивают генерацию рассматриваемых вариантов и могут быть учтены при расчетах с использованием ЭВМ.

В условиях неопределенности, особенно в период инфляции и разброса цен в зависимости от производителя, поставщика, качества и других факторов, особое значение имеет определение области экономически целесообразного применения лучшего варианта, возможность моделировать прогнозные ситуации и оценивать результаты таких изменений.

Предлагаемая в работе модель позволяет оценить не только снижение экологического ущерба от внедрения эффективных мероприятий по очистке выброса, но и экономическую эффективность от оценки коэффициента экологического риска.

Предложено приоритетное устройство пылеулавливания высокой эффективности (98-99 %), обеспечивающее снижение количества пыли в выбросе до уровня требований СНиП 2.04.05-86 и на промплощадке предприятия до концентраций, не превышающих $ПДК_{р.з}$.

Внедрение представляемых технических мероприятий позволяет получить не только социальный эффект, связанный с улучшением условий труда на предприятии, но и получить экономический эффект 47 тыс.руб. в год (в ценах 2016 г. при серийном производстве), а снижение трудоемкости исполнения проектов ПДВ и раздела рабочего проекта «Охрана окружающей среды» даст экономический эффект в 26870 руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Балацкий, О.Ф. Экономика чистого воздуха / О.Ф. Балацкий. – Киев: Наукова думка, 1979. - 296 с.

2.Штокман Е.А. Очистка воздуха / Е.А. Штокман. - М.: Изд-во АСВ, 1999.-320 с.

3.Пат. 2006264 Российская Федерация, МПК[7] B01D47/18. Устройство для очистки газа / Колотушкин В.В.; Зайцев А.М.; Колотушкин В.В.; Манохин В.Я.; Северинов Ф.А.; заявитель и патентообладатель Воронежский инженерно-строительный институт. - № 4921934/26; заявл. 26.03.1991; опубл. 30.01.1994.-3 с. : ил.

4.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.

5.Головина Е.И., Иванова И.А., Ивков С.А. Оценка рентгенофазового анализа пыли от дробеструйных установок литейного производства Интернет-журнал Науковедение. 2017. Т. 9. № 2 (39). С. 62.

6.Головина Е.И., Иванова И.А., Манохин М.В. Защита рабочей зоны литейных цехов машиностроительного производства Вестник Донского государственного технического университета. 2017. Т. 17. № 2 (89). С. 141-148.

7.Головина Е.И., Иванова И.А., Манохин В.Я. Анализ дисперсного и элементного состава пыли от дробеструйных установок литейного производства. Журнал Комплексная безопасность. 2017. Выпуск 1(1). С. 52-57.

8.Грачев В.А. Улучшение условий труда и экологии в литейном производстве / В.А.Грачев, Е.Д. Сосновский // Литейное производство. – 1990. - № 3. – С. 29-35.

9.Иванова И.А. Определение коэффициента экологической опасности литейного производства / И.А.Иванова // Вестник ДГТУ. – 2010. – Т.10, №3 (46). – С. 406–409.

10.Иванова И.А., Манохин В.Я. Оценка дисперсного состава пыли участка черного литья. Вестник ДГТУ. – 2010. – Т.10, №2 (45). – С. 200–204.

11.Ляпкин А.А. О принципах захоронения отходов литейного производства / А.А.Ляпкин, М.В.Пасынкова // Литейное производство. – 1987. - № 5. - С. 9-11.

12.Мурзинов В.Л., Манохин В.Я., Головина Е.И. Построение эмпирической зависимости гранулометрического состава пыли литейного производства. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 130. С. 155-172.

13.Мурзинов В.Л., Манохин В.Я., Головина Е.И. Модель гранулометрического состава пыли от дробеструйных установок литейного производства Журнал Комплексная безопасность. 2017. Выпуск 1(1). С. 80-87.

14.О федеральной целевой программе "Экология и природные ресурсы России (2002 - 2010 годы)": постановление правительства Российской Федерации от 7 декабря 2001 г. N 860.

15.LENZ, R. Simulation of foundry technological processes (1st series)* / R. LENZ // GIESSEREI 96, 2009, no. 10, S. 60-67.

16.FRIEDRICH, M. A matter of design - Improving competitiveness through efficient optimization technologies / M. FRIEDRICH // GIESSEREI-Erfahrungsaustausch, 2009, no. 7/8. - pp. 4-7.

DEVELOPMENT OF EFFICIENT ACTIONS FOR CLEANING EMISSIONS IN THE ATMOSPHERE

I. A. Ivanova, E. I. Golovina, A. V. Ivanov

Ivanova Irina Aleksandrovna, Voronezh state technical University, ph. d.,associate professor of technospheric and fire safety department, e-mail: ivanova-eco@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.

Ivanov Alexey Viktorovich. Voronezh State Technical University, graduate student of the Faculty of engineering systems and structures, e-mail: ivanova-eco@mail.ru.

ABSTRACT

The subject of the study in the work are dangerous and harmful factors of foundry production, which include high concentrations of dust and harmful gases released at various stages of the technological process. The aim of the work is to develop effective measures for cleaning harmful emissions into the atmosphere. Determination of the dispersed and elemental composition of dust was carried out by laser diffraction.

The results of the work determine the hygienic state of the working area of the foundry. The introduction of the presented technical measures makes it possible to obtain not only the social effect associated with the improvement of working conditions in the enterprise, but also to obtain an economic effect.

Keywords: working area, concentration, foundry, dust, dust collecting device.

REFERENCES

1. Balatsky, OF. Economy of clean air / OF. Balatsky. - Kiev: Naukova Dumka, 1979. - 296 p.

2. Shtokman E.A. Purification of air / E.A. Shtokman. - Moscow: Publishing House of the DIA, 1999.-320 with: ill.

3. Pat. 2006264 Russian Federation, IPC7 B01D47 / 18. The device for gas purification / Kolotushkin VV; Zaytsev A.M .; Kolotushkin VV; V. Manokhin; Severinov FA; applicant and patent

holder Voronezh Engineering and Construction Institute. - No. 4921934/26; claimed. 26.03.1991; publ. 30.01.1994-3 p. : ill.

4. Golovina E.I. Dangerous and harmful factors of foundry production and their influence on the state of the atmosphere in the work area / Bulletin of the Technological University / - 2016. - T.19, No. 23 - P. 126-131.

5. Golovina EI, Ivanova IA, Ivkov S.A. Evaluation of X-ray diffraction analysis of dust from shot-casting foundries Internet Journal of Science. 2017. Vol. 9. No. 2 (39). P. 62.

6. Golovina E.I., Ivanova I.A., Manohin M.V. Protection of the working zone of foundries of machine-building production. Bulletin of the Don State Technical University. 2017. T. 17. No. 2 (89). Pp. 141-148.

7. Golovina EI, Ivanova IA, Manokhin V.Ya. Analysis of the dispersed and elemental composition of dust from shot-casting foundries. Journal of Integrated Security. 2017. Issue 1 (1). Pp. 52-57.

8. Grachev V.A. Improvement of working conditions and ecology in the foundry industry / VA Grachov, E.D. Sosnovsky // Foundry. - 1990. - No. 3. - P. 29-35.

9. Ivanova I.A. Determination of the coefficient of environmental risk of foundry production / IA Ivanova // Bulletin of DGTU. - 2010. - T.10, No. 3 (46). - P. 406-409.

10. Ivanova IA, Manokhin V.Ya. Evaluation of the dispersed dust composition of the black casting area. Bulletin of the DGTU. - 2010. - T.10, №2 (45). - C. 200-204

11. Lyapkin A.A. About principles of a burial place of a waste of foundry manufacture / AA Lyapkin, MVPasynkova // Foundry manufacture. - 1987. - No. 5. - P. 9-11.

12. Murzinov VL, Manokhin V.Ya., Golovina E.I. The empirical dependence of the granulometric composition of the foundry dust. Polytechnical network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 130. P. 155-172.

13. Murzinov VL, Manokhin V.Ya., Golovina E.I. Model of the granulometric composition of dust from shot blasting installations of the foundry Magazine Integrated Safety. 2017. Issue 1 (1). Pp. 80-87.

14. On the federal target program "Ecology and Natural Resources of Russia (2002-2010)": Decree of the Government of the Russian Federation of December 7, 2001 N 860.

15.LENZ, R. Simulation of foundry technological processes (1st series)* / R. LENZ // GIESSEREI 96, 2009, no. 10, S. 60-67.

16.Friedrich, M. A matter of design - Improving competitiveness through efficient optimization technologies / M. Friedrich // GIESSEREI-Erfahrungsaustausch, 2009, no. 7/8. - pp. 4-7.

УДК 504:351.77

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

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

Головина Елена Ивановна, Воронежский государственный технический университет, заместитель декана по учебной работе факультета инженерных систем и сооружений, e-mail: u00111@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.

Производительность любого предприятия зависит от функциональных и интеллектуальных возможностей человека, поэтому вопрос охраны труда рабочего является одним из первостепенных. Особенно остро он стоит на местах с высоким выделением вредных веществ, одним из которых являются заводы по изготовлению железобетонных конструкций. Процессы приготовления бетонной смеси и резки стальных элементов характеризуются выделением таких загрязняющих веществ, как оксиды марганца, оксиды хрома, оксиды азота, оксиды углерода, сварочный аэрозоль. Для сохранения здоровья работников организация обязательно должна производить ряд мероприятий, направленных на снижение пагубного воздействия производственных отходов

Ключевые слова: вредные вещества, железобетон, охрана труда, профессиональные заболевания, здоровье человека, пыль, сварочный аэрозоль, технологические мероприятия.

Агломерация населения в городах России постоянно растёт. Городу требуются новые жилые и общественные площади. Для создания комфортного пространства в достаточно сжатые сроки строители применяют бетонные и железобетонные конструкции. Их производством занимаются заводы бетонных и железобетонных изделий. Данный материал не заменим для современного строительства, однако важно понимать, что при его изготовлении в воздух и почву выделяются вредные вещества, грамотная оценка и контроль которых постоянно необходим.

Актуальность данной темы объясняется необходимостью принятия мер по решению проблемы, связанной с появлением новых случаев тяжелых профессиональных заболеваний, ростом производственного травматизма и различных острых отравлений.

Бетонная смесь имеет в своем составе крупный и мелкий заполнитель (щебень и песок), вяжущее вещество (цемент) и, в некоторых случаях, различные виды добавок. Железобетон представляет собой композитный материал из бетона и арматурных изделий.

На сегодняшний день процесс получения бетонной смеси механизирован и автоматизирован не полностью, ручной труд все еще остается основным, что подразумевает под собой большие физические нагрузки для рабочих, а также значительную концентрацию пыли и различных газов в атмосфере цехов по производству железобетонных изделий. Длительное пребывание на рабочем месте пагубно сказывается на здоровье человека, приводя к заболеваниям сердечно-сосудистой системы, органов дыхательной и периферической нервной системы, а также опорно-двигательного аппарата [1].

Основными факторами, которые наносят вред здоровью человека и окружающей среде при производстве данных строительных конструкций, являются: шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат, загрязнение

© Головина Е. И., Мироненко А. В., Тарасова Н. А., 2018

воздуха рабочей зоны. Подробно остановимся на рассмотрении последнего.

Для заводов ЖБИ характерно выделение цементной, силикатной, металлической пыли, которая отличается высокой дисперсностью частиц (70 ÷ 97.5% пылевых частиц имеют размер до 5 мкм) и высоким содержанием диоксида кремния (20 ÷ 70%). При создании бетонной смеси пылевыделение происходит в процессе дробления, просеивания, транспортировки и загрузки сыпучих материалов, в арматурном цехе во время резки, механической очистки железа от ржавчины, а также при сварке.

Резка металла сопровождается выделением загрязняющих веществ, наименование, класс опасности и предельно допустимая концентрация которых приведены в табл. 1 [2].

Таблица 1

Характеристики вредных веществ, выделяющихся в процессе резки

Наименование	Химическая формула	ПДК/ОБУВ	Класс опасности
Оксид алюминия	Al_2O_3	0.01 мг/м^3 – среднесуточная	2
Оксид железа (III)	Fe_2O_3	0.04 мг/м^3 – среднесуточная	3
Оксид марганца (IV)	MnO_2	0.01 мг/ м^3 - максимально разовая	2
Оксид хрома (IV)	CrO_2	0.0015 мг/м^3 – среднесуточная	1
Оксид титана (IV)	TiO_2	Ориентировочный безопасный уровень воздействия – 0.5 мг/м^3	-

Газовая резка металлов характерна выделением следующих веществ.

1. Сварочный аэрозоль - это твердые и газообразные токсические вещества, выделяющиеся при сварке, с воздушной средой они образуют аэрозоль и поступают в рабочую зону сварщиков и резчиков. Сварочные аэрозоли содержат различные металлы (железо, марганец, кремний, хром и др.) и их соединения, а также фтористый водород, тетрафторид кремния, озон, окись углерода, окислы азота и др. Состав образующихся аэрозолей зависит от химического состава сварочных материалов, свариваемых металлов, способов и режимов сварки, наплавки, резки и пайки металлов. ПДК в рабочей зоне (в т. ч. для аэрозолей) не должна превышать в сумме 10 мг/м^3 [3].

2. Окислы марганца. Прежде всего марганец оказывает негативное влияние на функционирование центральной нервной системы. Избыточное накопление этого металла определяется по следующим симптомам: постоянная сонливость, ухудшение памяти, повышенная утомляемость. Марганец - политропный яд, отрицательно сказывающийся на работе легких и сердечно-сосудистой системы, из-за него может возникнуть аллергический или мутагенный эффект. Для отравления марганцем достаточно дозы, составляющей 40 мг в день, при этом снижается аппетит, угнетается рост, нарушается метаболизма железа и функционирование мозга. Однако самые тяжелые последствия для организма дает систематическое отравление тяжелыми металлами [4].

3. Оксиды хрома. Пути попадания в организм: через дыхательные пути, слизистые оболочки и неповрежденную кожу. При соприкосновении с кожей развиваются поражения типа экзем и дерматитов, также оксиды хрома раздражают и прижигают слизистые оболочки. Острое отравление встречается нечасто, его симптомами являются острый энтерит, поражение дыхательных путей, сопровождающееся кашлем с мокротой, подъемом температуры тела, одышкой, синюхой, влажными хрипами в легких. При особо тяжелых случаях имеются поражения нервной системы, печени, почек (анурия, азотемия), иногда это приводит к летальному исходу. Хронические отравления встречаются чаще, чем

острые, они сопровождаются головными болями, потерей в весе, диспептическими явлениями; возможны гастриты, язвенная болезнь, иногда появляются признаки поражения печени (токсическая желтуха). Максимальная разовая ПДК в воздухе рабочей зоны 1 мг/м^3 [5,6].

4. Оксиды азота. Вредны тем, что оказывают раздражающее действие на дыхательные пути, нервную систему и кровяные сосуды. Они наносят еще больший вред организму человека, чем угарный газ. Характер воздействия на человека зависит от содержания в воздухе литейного цеха различных видов оксидов азота: NO_2, N_2O_3, N_2O_4. Наиболее опасным из них является NO_2. При воздействии оксидов азота на человека функции легких и бронхов нарушаются, также страдает нервная система. В большей степени негативные последствия проявляются у людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями.

5. Оксиды углерода – вытесняют кислород из оксигемоглобина крови, что не позволяет кислороду получить доступ из лёгких к тканям; вызывает удушье, оказывает токсическое действие на клетки, нарушая тканевое дыхание, и уменьшает потребление тканями кислорода. Помимо концентрации оксида углерода, время его воздействия на организм также играет большую роль. Если воздействие носит массивный характер, человек может почти мгновенно потерять сознание с возникновением немногих или вообще без всяких предостерегающих симптомов или признаков [7].

При сварочных работах в воздух рабочей зоны выделяются различные примеси, основными из которых являются твердые частицы и газы. Сварочная пыль – это смесь мельчайших частиц окислов металлов и минералов. Большую часть составляют окислы железа (до 70 %), марганца, кремния, хрома, фтористые и другие соединения. Также в воздух, вдыхаемый сварщиком, попадают разные вредные газы такие как окислы азота, углерода, фтористый водородом и др.

Наименование, класс опасности и предельно допустимая концентрация вредных веществ, выделяющихся при сварке приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики вредных веществ, выделяющихся в процессе сварки

Наименование	Химическая формула	ПДК/ОБУВ	Класс опасности
Марганец и его соединения	Mn, MnO_2	0.01мг/м^3 – среднесуточная	2
Фтористый водород	HF	0.02 мг/м^3 – среднесуточная	2
Оксид железа (III)	Fe_2O_3	0.04 мг/м^3 – среднесуточная	3

Вредные газы и пыль удаляют из рабочей зоны сварщиков и резчиков при помощи общей и местной вентиляции, при этом осуществляется и подача чистого воздуха. Свежий воздух должен подаваться в достаточном объеме, не менее 30 м^3/ч. При отсутствии вентиляции сварка внутри закрытых помещений не разрешается. Также необходимо наличие средств индивидуальной защиты рабочего.

При использовании синтетических смол в качестве добавок в бетон и смазок форм выделяются вредные химические вещества, такие как мономеры синтетических смол, пары отвердителей и пластификаторов.

При промышленном изготовлении полимербетонов в основном используются термореактивные смолы типа фурфуролацетоновых, фураново-эпоксидных, полиэфирных, фенолоформальдегидных, карбамидных, ацетоноформальдегидных, значительно реже термопластичные типа инденкумароновых, мономеров винилового ряда и др.

Одними из исходных материалов для получения этих смол являются [8].

1. Фурфурол – яд ЦНС, который вызывает тремор, судороги, параличи, мидриаз, анестезию, стимуляцию дыхания, отек

легких, тошноту, рвоту, также возможны поражение печени и почек. Способен вызывать мутации и опухоли. ПДК – 10 мг/м^3. При вдыхании фурфурола в течение 1 мин в концентрации 3000 мг/м^3 наблюдается раздражение слизистых глаз и верхних дыхательных путей; вдыхание в течение 10 мин в концентрации 500 мг/м3 приводит к слабому раздражению слизистой носа, слюнотечению, легкой тошноте. Минимальная токсическая концентрация для человека 0,31 мг/м^3 [9].

2. Гипериз – токсичное соединение. Предельно допустимая концентрация паров гипериза в воздухе рабочей зоны составляет 1 мг/м^3. Они вызывают резкое раздражение кожи и слизистых оболочек, могут вызывать ожоги. С этим веществом надо работать в резиновых перчатках и очках, особенно опасаясь их попадания в глаза [10].

3. Диметиланилин – токсическое вещество, попадая в организм, под влиянием микросомальных ферментов печени подвергается дезалкилированию с образованием альдегидов. При превращении диметиланилина в качестве промежуточных продуктов образуются N-оксиды и N-гидроксиламины. Отравление этим веществом напоминает картину отравления анилином: вызывает в крови образование метгемоглобина и дегенеративные изменения эритроцитов, а также их разрушение, в результате наступает кислородное голодание организма. Особенностью отравления диметиланилином является умеренное повышение артериального давления. При попадании на кожу вызывает поверхностные и глубокие изъязвления. ПДК в воздухе рабочей зоны составляет 0,2 мг/м^3 [11, 12].

4. Метилметакрилат – наркотик. Наркотические и смертельные концентрации почти совпадают. Раздражающее действие относительно слабое, также слабо выражено кумулятивное действие. Однако, значительна опасность острых отравлений. ПДК составляет 10 мг/м^3. Симптомами отравления являются слабость, тошнота, повторная рвота, головная боль, головокружение, стеснение в груди, потеря сознания с кратковременными судорогами эпилептиформного характера, нейтрофильный лейкоцитоз. Стойких последствий отравления не отмечено [13].

Для предотвращения пагубного воздействия вредных веществ на организм рабочего организация должна предпринять ряд мер по их защите и охране труда.

1. Оборудование на рабочем месте должно исправно работать, транспортные механизмы, а также узлы перераспределения материалов плотно опломбированы кожухами и подключены к системе вытяжной вентиляции. Все агрегаты, которые выделяют при работе пыль (дозаторы), герметизированы или укрыты, крышки бункеров необходимо плотно прилаживать и запирать на замок.

2. Оборудование, трубопроводы и подобные приборы, являющиеся источниками выделения конвекционного или лучистого тепла, необходимо теплоизолировать.

3. Все производственные и вспомогательные цеха, выделяющие вредные вещества, должны быть оснащены естественной и принудительной вентиляцией.

4. Процессы, сопровождающиеся высоким выделением пыли, необходимо механизировать и изолировать.

5. Технологические выбросы в виде пыли, паров и вредных газов перед попаданием в атмосферу должны пройти процедуру эффективной очистки.

6. В цехах складирования цемента и бетонной смеси для улавливания пыли используют пылеосадители (типа НИИОГАЗ), которые способны забирать 70÷90% пыли. Завершающей стадией очистки воздуха является использование матерчатых фильтров ФР-30, ФР-60, ФР-90.

7. Рабочее место должно располагаться вблизи перепада по высоте 1.3 м и более.

8. Работники должны быть обеспечены респираторами (Ф-45 или Ф-46), герметичными защитные очками и специальной одеждой из пыленепроницаемой ткани (хлопчатобумажные костюмы, сигнальные жилеты 2-го класса защиты, перчатки с полимерным покрытием или рукавицы, а также ботинки или резиновые сапоги с жестким подноском) [14,15].

Выявлено, что загрязняющие вещества, выделяющиеся в процессе производства железобетонных изделий, при большом их скоплении в рабочей зоне пагубно влияют на здоровье человека. Это проявляется в виде заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательной и центральной нервной системы. Особо опасными веществами для здоровья рабочего являются оксиды марганца, оксиды хрома, оксиды азота, оксиды углерода, оксиды алюминия, сварочный аэрозоль, а также термореактивные смолы, необходимые для изготавливания полимербетонов. Для предотвращения появления в рабочей зоне концентраций вредных веществ больше предельного значения за ними ведется постоянный контроль, который устраняет возможность их попадания в окружающую среду и в организм человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Раджабов Р.М. Санитарно-гигиеническая оценка условий труда и состояние здоровья работников производства железобетонных изделий и железобетонных конструкций в условиях климата Республики Таджикистан: диссертация кандидата медицинских наук. Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, 2007.
2. Аржановский Е. В. Анализ загрязнения окружающей среды от заводов по изготовлению железобетонных изделий и конструкций // Молодой ученый. — 2017. — №22. — С. 221-222.
3. Большая Медицинская Энциклопедия, под редакцией Петровского Б.В., 3-е издание, том 23, Советская энциклопедия – 1984. С. 5.
4. Большая Медицинская Энциклопедия, под редакцией Петровского Б.В., 3-е издание, том 13, Советская энциклопедия – 1980. С. 421.
5. Большая Медицинская Энциклопедия, под редакцией Петровского Б.В., 3-е издание, том 27, Советская энциклопедия – 1986. С. 132.
6. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)
7. Головина Е.И., Мироненко А.В., Тарасова Н.А. Оценка воздействия вредных веществ в литейных цехах при производстве стали для строительных конструкций / Сборник статей: «Комплексные проблемы техносферной безопасности. Актуальные вопросы безопасности при формировании культуры безопасной жизни». – 2018.
8. Патуроев В.В.Полимербетоны. −М.: Строийздат, 1987. – С. 10-29.
9. Абрамова Ж.И., Бройтман А.Я., Гадаскина И.Д. Вредные вещества в промышленности – Л.: Химия, 1976. – С. 424.
10. В.М. Катаева, В.А. Попова, Б. И. Сажина Справочник по пластическим массам. Том второй – М.: Химия, 1975. – С.152.
11. Большая Медицинская Энциклопедия, под редакцией Петровского Б.В., 3-е издание, том 7, Советская энциклопедия – 1977. – С. 269.
12. Большая Медицинская Энциклопедия, под редакцией Петровского Б.В., 3-е издание, том 1, Советская энциклопедия – 1974. – С. 576.
13. Большая Медицинская Энциклопедия, под редакцией Петровского Б.В., 3-е издание, том 28, Советская энциклопедия – 1986. – С. 388.
14. Макет инструкции по охране труда для формовщиков железобетонных изделий и конструкций МИ-2-14-2009.
15. Правила техники безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов: Ч. II (разд. I – XVII)/Мин-во пром-сти строит. Материалов СССР и ЦК профсоюза рабочих стр-ва и пром-сти строит. Материалов. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 550.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF HARMFUL SUBSTANCES IN THE PRODUCTION OF CONCRETE PRODUCTS

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

The productivity of any facility depends on human functional and intellectual capabilities, so the issue of labor protection of workpeople is one of the primary. It is particularly acute on places with high emissions of harmful substances, some of which are factories for the manufacture of reinforced concrete structures. The processes of preparation of concrete mixture and cutting of steel details are characterized by the emission of such pollutants as manganese oxides, chromium oxides, nitrogen oxides, carbon oxides, welding aerosol. To preserve the health of the workers, the organization must necessarily perform a number of measures aimed at reducing the harmful effects of industrial waste

Keywords: harmful substances, reinforced concrete, occupational safety and health, occupational diseases, human health, dust, welding aerosol, technological measures.

REFERENCES

1. Rajabov RM "Sanitary-and-hygienic estimation of working conditions and a state of health of workers of manufacture of ferro-concrete products and ferro-concrete designs in conditions of a climate of Republic Tajikistan" Candidate dissertation. Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, 2007.
2. E.V. Arzhanovsky. Analysis of environmental pollution from factories for the manufacture of reinforced concrete products and structures // Young Scientist. — 2017. — №22. — P. 221-222.
3. Great Medical Encyclopedia, edited by B.V. Petrovsky, 3rd edition, Volume 23, Soviet Encyclopedia – 1984. P. 5.
4. Great Medical Encyclopedia, edited by B.V. Petrovsky, 3rd edition, Volume 13, Soviet Encyclopedia – 1980. P. 421.
5. Great Medical Encyclopedia, edited by B.V. Petrovsky, 3rd edition, Volume 27, Soviet Encyclopedia – 1986. P. 132.
6. ГОСТ 12.1.005-88 The system of safety standards. General sanitary and hygienic requirements for the air of the working area (with Change No. 1).
7. E.I. Golovina, A.V. Mironenko, N.A. Tarasova. Impact assessment of hazardous substances in foundries in the production of steel for building structures / Collection of articles: "Complex problems of technospheric security. Topical safety issues in the formation of a safe life culture. " – 2018.
8. V.V. Paturoev. Polymerconcrete. – Moscow: Stroyzdat, 1987. – C. 10-29.
9. Zh.I. Abramova, A.Ya. Breitman, I.D. Gadaskin. Harmful substances in industry - L.: Chemistry, 1976. – C. 424.
10. V.M. Kataeva, V.A. Popova, B.I. Sazhina Handbook of plastic masses. Volume two - M.: Chemistry, 1975. – C.152.
11. Great Medical Encyclopedia, edited by B.V. Petrovsky, 3rd edition, Volume 7, Soviet Encyclopedia – 1977. – P. 269.

12. Great Medical Encyclopedia, edited by B.V. Petrovsky, 3rd edition, Volume 1, Soviet Encyclopedia – 1974. – P. 576.

13. Great Medical Encyclopedia, edited by B.V. Petrovsky, 3rd edition, Volume 28, Soviet Encyclopedia – 1986. – P. 388.

14. Model of instructions for labor protection for molders of reinforced concrete products and structures, MI-2-14-2009.

15. Safety rules and industrial sanitation in the building materials industry: Part II (Section I - XVII)/ Ministry of Industry of Construction Materials of the USSR and the Central Committee of the Trade Union of Construction Workers and the Building Materials Industry. - Moscow: Stroyizdat, 1987. – P. 550.

УДК 621.316

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АЭРОДРОМА

П. П. Леонов, П. М. Леонов, Е. А. Жидко

Леонов Павел Павлович, Воронежский государственный технический университет, магистрант, тел.: +79056649547.

Леонов Павел Митрофанович, ВУНЦ ВВС Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, заместитель начальника кафедры управления повседневной деятельностью подразделений, тел.: +7 9518541767.

Жидко Елена Александровна, Воронежский государственный технический университет, канд. техн. наук, профессор кафедры техносферной и пожарной безопасности. 394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, e-mail: lenag66@mail.ru

Для повышения надежности работы системы электроснабжения аэродрома рассмотрены вопросы выбора рационального напряжения для схем, поскольку это значение определяет параметры линии электропередач и выбираемого электрооборудования подстанций и сетей, а следовательно, размеры капиталовложений, расход цветного металла, потери электроэнергии и эксплуатационные расходы. Рассмотрены расчёт электрических нагрузок, суточные и годовые графики, показатели, характеризующие применение электрической энергии, картограммы нагрузок

Ключевые слова: системы электроснабжения, электрооборудование, надежность.

Введение. На сегодняшний день вопросы надежности электроснабжения приобретают все большую актуальность, в связи с все общим внедрением компьютеров и электроники в производство, а также электротехнологий и усложнением технологических процессов.

Для обеспечения безопасности и регулярности полетов система электроснабжения аэродрома должна иметь следующие характеристики [1-3]:

а) обладать мощностью, достаточной для обеспечения электроэнергией расчетной нагрузки потребителей аэродрома, с учетом допустимой перегрузки;

б) обладать надежностью, определяемой категорией установленных на объектах аэродрома приемников электроэнергии;

в) соответствовать, совместно с входящим в нее электрооборудованием;

г) обеспечивать электроэнергией объекты категорированных аэродромов и объекты аэродромов, оборудованных инструментальными некатегорированными средствами захода на посадку не менее, чем от двух независимых источников централизованного электроснабжения. Характеристики и нормативные правила использования источников питания регламентируются действующими в РФ Нормами годности к эксплуатации аэродромов ГА (НГЭА).

Для вновь строящихся (или реконструируемых объектах электропитания) вводных ТП должны быть предусмотрены приборы, регистрирующие параметры электроэнергии, характеризующие ее качество.

Приемники электроэнергии, находящиеся на объектах аэродрома, в зависимости от их назначения, должны быть обеспечены электропитанием с определенными характеристиками по степени надежности и допустимому времени перерыва в электропитании.

К схемам электроснабжения и конструкциям трансформаторных подстанций предъявляется ряд требований. Так в схемах электроснабжения должно быть предусмотрено резервирование в соответствии с требуемым уровнем надежности, должна быть выбрана оптимальная протяженность линий, их рациональное расположение с обеспечением допустимого уровня потерь напряжения.

© Леонов П. П., Леонов П. М., Жидко Е. А., 2018

Конструкции трансформаторных подстанций должны так же обеспечивать резервирование. Мощности трансформаторов должны удовлетворять спрос электроэнергии потребителей. Коммутационная аппаратура должна обеспечивать надежность переключений, как в нормальном режиме работы, так и в аварийных ситуациях.

Очень важно, чтобы качество электроэнергии соответствовало установленным нормам.

Теоретическая часть. Электроснабжение аэродромов и их потребителей, должны соответствовать правилам устройства электроустановок, правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, и правила технической безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей [4-7].

Система электроснабжения аэродрома состоит из систем внешнего и внутреннего электроснабжения.

В состав системы внешнего электроснабжения аэродрома входят: центральная распределительная подстанция (ЦРП), линия электропередач от ЦРП до РП аэродрома или, при его отсутствии до ввода в трансформаторную подстанцию (ТП).

В состав системы внутреннего электроснабжения аэродрома входят: основные и резервные электростанции, ТП, электрические сети.

Для разработки системы электроснабжения аэродрома важным вопросом является выбор рационального напряжения для схем, поскольку это значение определяет параметры линии электропередач, и выбираемого электрооборудования подстанций и сетей, а следовательно, размеры капиталовложений, расход цветного металла, потери электроэнергии и эксплуатационные расходы. Поэтому необходимо провести расчёт электрических нагрузок, построить суточные и годовые графики, определить показатели, характеризующие применение электрической энергии, построить картограммы нагрузок. Расчёт электрических нагрузок производится по [8] в следующей последовательности.

1. Средняя активная нагрузка за наиболее загруженную смену определяется по формуле:

$$P_{см} = P_{уст} \cdot K_{и} \quad (1)$$

где $P_{уст.}$ – установленная мощность, $K_{и}$ – коэффициент использования электроприемников.

2. Реактивная сменная мощность определяется по формуле:

$$Q_{см} = P_{см} \cdot tg\varphi \quad (2)$$

3. Расчёт максимальной мощности:

$$n_{эф} = 2 \cdot \frac{P_{уст.сумм}}{P_{уст.мах}} \quad (3)$$

где $P_{уст.сум.}$ – сумма мощностей группы электроприемников, $P_{уст.max}$ – мощность одного электроприемника.

4. Максимальная активная мощность:

$$P_{\max} = K_{\max} \cdot P_{см} \quad (4)$$

5. Максимальная реактивная мощность:

$$Q_{\max} = 1.1 \cdot Q_{см} \quad (5)$$

6. Максимальная мощность S_{max} по формуле:

$$S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} \quad (6)$$

Полученные данные по аэродрому, а также рассчитанные $n_{эф}$, $K_{мах}$, $P_{мах}$, $Q_{мах}$, $S_{\max}$ для других потребителей заносятся в таблицу.

Для определения показателей активной и реактивной энергии на различных этапах её производства, передачи, преобразования, потребления, при проектировании электроустановок строят суточные графики нагрузки. Обычно для каждого потребителя даётся несколько суточных графиков, которые характеризуют его работу в разное время года.

Типовой график нагрузки строится по результатам исследования аналогичных действующих потребителей.

Выбрав типовые суточные графики для заданных объектов, необходимо подсчитать по числам значения мощностей, исходя из процентов нагрузок по часам. Для упрощения при построении суточных графиков нагрузок

можно пользоваться только активной мощностью.

Типовой график нагрузки проводится к графику нагрузок данного потребителя, используя соотношение [8]:

$$P_{ст} = (n\%/100)\cdot P_{мах} \quad (7)$$

где n% - ордината соответствующей ступени графика нагрузки.

На основе суточных графиков объекта строится годовой график по продолжительности, который показывает длительность работы электроустановок в течении года с различными нагрузками.

Годовой график по продолжительности нагрузок применяют в расчётах максимально экономических показателей установки, расчётах потерь электрической энергии, при оценке использования оборудования в течение года.

Рассчитав годовые графики необходимо для каждого объекта определить следующие параметры.

7. Электроэнергию, потребляемой электроустановкой за год [9]:

$$W_n = \sum P_i \cdot T_i \quad (8)$$

где P_i – мощность ступени графики, T_i – продолжительность ступени (Т=1 год).

8. Средняя нагрузка устанавливается за рассматриваемый период:

$$P_{ср} = \frac{W_n}{T} \quad (9)$$

где Т – продолжительность периода, W_n– электроэнергия за этот период.

9. Коэффициент формы:

$$\hat{E}_{\hat{o}} = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \quad (10)$$

10. Коэффициент заполнения графика:

$$K_{зг} = \frac{P_{ср}}{P_{\max}} \quad (11)$$

11. Условная продолжительность использования максимальной нагрузки:

$$T_{\max} = \left(\frac{W_n}{P_{\max}}\right)\cdot 365 \quad (12)$$

12. Время потерь определяем по графику зависимости.

Для потребителей электроэнергии аэродрома технико-экономические показатели определяются так же, а полученные значения заносятся в табл. 1.

Таблица 1

Технико-экономические показатели потребителей аэродрома

	Наименование потребителей	W_n кВт·ч	$P_{ср}$ кВ	$К_ф$	$К_{зг}$	T_{max} ч.
1	2	3	4	5	6	7
1	Здание штаба	682,78	28,45	3,57	0,60	5249
2	Тренажер	127,70	5,32	4,76	0,44	3854
5	Курсивный радиомаяк	47,37	1,97	2,17	0,66	5745
6	Склад	45,40	1,89	3,45	0,55	4840
7	Парашютная	151,62	6,32	4,76	0,44	3854
8	Котельная	3251,67	135,49	1,92	0,72	6318
9	Дивизион связи	136,52	5,69	2,17	0,66	5745
10	Подсобное хозяйство	135,17	5,63	3,85	0,55	4822
11	Мачты освещения	115,00	4,79	4,17	0,62	5420
12	Караул №1	97,79	4,07	1,92	0,72	6318
12	Радиогородок:	1396,20	58,18	2,17	0,66	5745
14	Укрытие для самолетов №1 – 8	1831,38	76,31	4,76	0,44	3854
15	Агрегатная № 1, 2	852,38	35,52	3,57	0,55	4782
16	Служебное здание	132,24	5,51	3,85	0,55	4822
17	Передающий центр	292,37	12,18	2,17	0,66	5745
18	Здание 1:	53,80	2,24	3,57	0,55	4782
19	Здание 2:	39,81	1,66	4,76	0,44	3854
20	Здание 3:	233,02	9,71	3,85	0,55	4822

Продолжение таблицы 1

21¤	ПТО·(пункт·тех.обслуживания)¤	156,67¤	6,53¤	3,57¤	0,55¤	4782¤
22¤	Автопарк·и·ГСМ¤	296,82¤	12,37¤	3,85¤	0,55¤	4822¤
23¤	ПЧ·(·пожарная·часть·)¤	60,30¤	2,51¤	2,17¤	0,66¤	5745¤
24¤	Газовочная·площадка¤	1667,86¤	69,49¤	6,67¤	0,46¤	4008¤
25¤	Насосная¤	2504,87¤	104,37¤	1,92¤	0,72¤	6318¤
26¤	·Котельная¤	75,02¤	3,13¤	2,17¤	0,66¤	5745¤
27¤	Освещение·аэродром·¤	89,77¤	3,74¤	3,70¤	0,61¤	5307¤
28¤	Военный··городок¤	226,14¤	9,42¤	2,78¤	0,63¤	5512¤
29¤	в/ч·¤	371,87¤	15,49¤	2,78¤	0,63¤	5526¤

На рис. 1 и 2 по результатам расчетов представлены графики годовой и суточной нагрузки аэродрома.

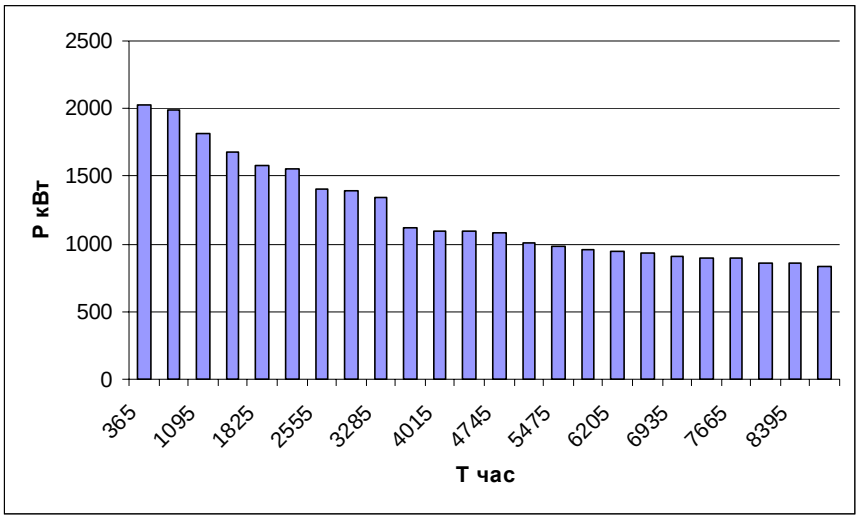


Рис. 1. Годовой график нагрузки аэродрома

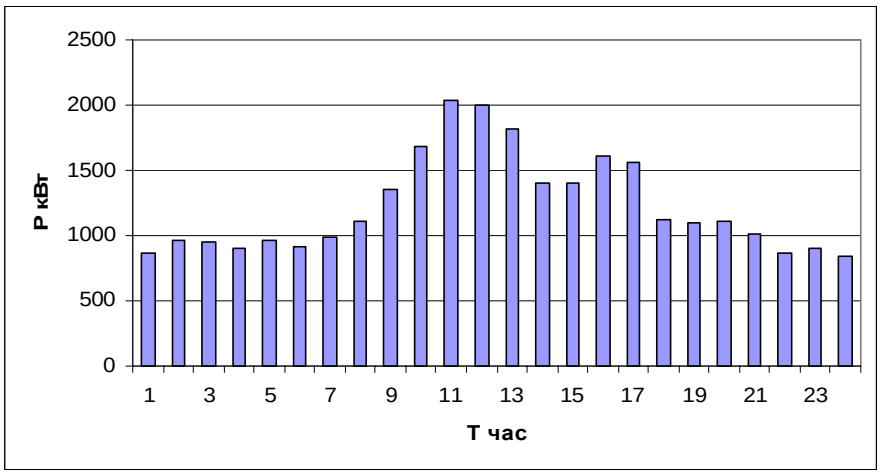


Рис. 2. Суточный график нагрузки аэродрома

Для получения характера распределения нагрузок по территории объекта строится картограмма нагрузок.

Картограммой нагрузок называется план, на котором изображена картина средней интенсивности распределения нагрузок приёмников электрической энергии.

Картограмма нагрузок строится на генеральном плане объекта. Для построения картограммы необходимо рассчитать радиусы мощностей потребителей. Чтобы радиусы не пересекались, необходимо правильно выбрать масштаб мощности m. Для этого используется следующая методика:

Выбирают два наиболее близко расположенных друг к другу объекта, измеряют между ними расстояние и делят пополам. Затем берётся мощность данных объектов, и расчёты ведутся по формуле [8]:

$$R_i = \sqrt{\frac{P_i}{\pi m}} \quad (13)$$

где P_i – максимальная мощность одного из двух выбранных объектов, m – масштаб для определения площади круга.

Имея координаты нагрузок и их расположение па генеральном плане, можно определить центр электрических нагрузок. В этом центре или рядом желательно расположить распределительную подстанцию, что является рациональным вариантом.

Расположение ЦРП определяют по формуле [9]:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i} \quad Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i} \quad (14)$$

Расчетные радиуса и координат подстанций аэродрома сведены в табл. 2.

Таблица 2

Координаты подстанций

№ п/п	наименование	P_{max}	X	Y	R
1	ТП-1	185,63	441,28	380,43	29,78
2	ТП-2	236,18	445,27	245,78	33,59
4	ТП-8	267,08	125,73	429,69	35,72
6	ТП-5	167,88	183,40	430,05	28,32
7	ТП-6	103,98	536,92	383,26	22,29
8	ТП-4	437,72	324,45	330,63	45,73
9	ТП-7	166,60	530,17	121,36	28,21
10	ТП-3	45,71	90,55	75,84	14,78
11	ЦРП	170,48	349,35	384,20	28,54

Зная мощность потребителей, запитанных от трансформаторных подстанций, рассчитывается ориентировочное сечение кабеля, которое необходимо для передачи электроэнергии при возможных вариантах питающего напряжения: 35 кВ; 20 кВ; 10 кВ;6 кВ;0,4 кВ на аэродроме и в учебном городке используются сети напряжением 10 кВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонов П.М. Характеристика сложного военного объекта (аэродрома) как объекта мониторинга и диагностирования//Научно-практический и методический журнал «Финансы, экономика, стратегия» серия «Инновационная экономика: человеческое измерение».2015. – № 6. – С. 35-40.

2. Леонов П.М., Жидко Е.А.. Определение технического состояния сложных военных объектов // Научно-практический и методический журнал «Финансы, экономика, стратегия» серия «Инновационная экономика: человеческое измерение». 2015. – № 5. – С. 64-67.

3. Леонов П.М. Функционирование модели системы мониторинга сложных военных объектов // Научно-практический и методический журнал «Финансы, экономика, стратегия». 2014. -№ 4. -С. 21-24.

4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), 6-7-е издание. М.: Энергосервис, 2003. – 422 с.

5. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Энергосервис, 2003. – 392 с.

6. Правила технической эксплуатации электростанций и сетей РФ.- М.: Энергосервис, 2003. – 368 с.

7. Правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. - М.: Энергосервис, 2016. – 62с.

8. Правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. - М.: Энергосервис, 2016. – 62с.

9. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования - М.: Форум: Инфа-М, 2014 - 216с.

10. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты.- М., Физматлит, 2001 - 320 с.

IMPROVING THE RELIABILITY OF AERODROME ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM

P. P. Leonov, P. M. Leonov, E. A. Zhidko

Leonov Pavel Pavlovich, Voronezh state technical University, graduate student
Leonov Pavel Mitrofanjvich, military educational and scientific center of the Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, military training and scientific center of the air force "air force
Zhidko Elena Alexsandrovna, Voronezh state technical University, candidat of technical sciences, professor of technospheric and fire safety department, e-mail: lenag66@mail.ru

ABSTRACT

To improve the reliability of the aerodrome power supply system, the issues of choosing a rational voltage for the schemes are considered, since this value determines the parameters of the power line, and the selected electrical equipment of substations and networks, and consequently, the size of investments, the consumption of non-ferrous metal, electricity losses and operating costs. The calculation of electrical loads, daily and annual schedules, indicators characterizing the use of electrical energy, load maps are considered.
Keywords: power supply systems, electrical equipment, reliability.

REFERENCES

1. Leonov P. M. Characteristics of a complex military facility (airfield) as an object of monitoring and diagnosis//Scientific-practical and methodological journal "Finance, Economics, strategy" series "Innovative economy: the human dimension".2015. – No. 6. - P. 35-40.

2. Leonov, M. P., E. A. Zhidko. Determination of the technical condition of complex military facilities // Scientific-practical and methodical journal "Finance, Economics, strategy "series" Innovative economy: the human dimension". 2015. – No. 5. - P. 64-67.

3. Leonov P. M. Functioning of the model of monitoring system of complex military facilities // Scientific-practical and methodical journal "Finance, Economics, strategy". 2014. - No. 4. - P. 21-24.

4. Regulations for electrical installation (PUE), the 6th and 7th edition. M.: Energy, 2003. - 422 p.

5. Rules of technical operation of electrical consumers. - M.: Energy, 2003. - 392 p.

6. Rules of technical operation of power plants and networks of the Russian Federation - M.: Energy, 2003. - 368 p.

7. Rules on labor protection (safety Rules) in the operation of electrical installations. - M.: Energy, 2016. – 62p.

8. Shekhovtsov V. P. Calculation and design of power supply circuits. Guidelines for course design-M.: Forum: Infra-M, 2014 - 216 p.

9. Bazelyan E. M., raiser J. p., Physics of lightning and lightning protection - Moscow, Fizmatlit, 2001 - 320 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 1 (3), 2018

Дата выхода в свет: 08.11.2018.
Формат 60x84/8. Бумага писчая.
Усл. печ. л. 12,4. Уч-изд. л. 10,4.
Тираж 150 экз. Заказ №273
Цена свободная

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский проспект, 14

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии ВГТУ
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84