

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО
ИНФРАСТРУКТУРА
КОММУНИКАЦИИ**

Выпуск № 3(28) 2022

**ПО ВОПРОСАМ РАЗМЕЩЕНИЯ СТАТЬИ
ОБРАЩАТЬСЯ
В РЕДАКЦИЮ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА**

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84;

тел.: +7(473)2-71-53-21;

e-mail: gik_vgasu@mail.ru.

Ознакомиться с *электронной версией журнала* можно на сайте:

[http:// journal-gik.wmsite.ru](http://journal-gik.wmsite.ru)



Ознакомиться с *полнотекстовой версией журнала* можно на сайте
Российской универсальной научной электронной библиотеки:

<http://www.elibrary.ru>



ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Выпуск № 3(28)

Сентябрь, 2022

- ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
- ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
- АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
- ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ
- ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
- ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
- ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ
- СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ
- ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ)

Воронеж



Издается с 2015 года

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Научный журнал

Выходит 1 раз в квартал

Учредитель и издатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет». Территория распространения - Российская Федерация.

Статьи рецензируются, проверяются в программе «Антиплагиат» и регистрируются в **Российском индексе научного цитирования**. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: **Колосов А. И.**, канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет

**Заместители
главного редактора:** **Скляров К. А.**, канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет
Тулская С. Г., канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет

Бондарев Б.А., д-р техн. наук, проф., Липецкий государственный технический университет

Енин А.Е., канд. архитектуры, доц., Воронежский государственный технический университет

Осипова Н.Н., д-р техн. наук, доц., Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.

Зубков А.Ф., д-р техн. наук, проф., Тамбовский государственный технический университет

Калгин Ю.И., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный технический университет

Капустин П.В., канд. архитектуры, доц., Воронежский государственный технический университет

Козлов В.А., д-р физ.-мат. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

Кузнецов С.Н., д-р техн. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

Кушев Л.А., д-р техн. наук, проф., Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Леденев В.И., д-р техн. наук, проф., Тамбовский государственный технический университет

Лобода А.В., д-р физ.-мат. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

Подольский Вл.П., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный технический университет

Самодурова Т.В., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный технический университет

Чесноков Г.А., канд. архитектуры, доц., Воронежский государственный технический университет

Редактор: *Петрикеева Н. А.* Отв. секретарь: *Аралов Е. С.* Дизайн обложки: *Чуйкина А. А.*

Дата выхода в свет 30.09.2022. Усл. печ. л. 6,05. Формат 60×84/8. Тираж 30 экз. Заказ № 311

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-68664

выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Цена свободная

Адрес учредителя и издателя: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Адрес редакции: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, ком. 2133;

тел.: +7(473)271-53-21; e-mail: gik_vgasu@mail.ru

ОТПЕЧАТАНО: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ

394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ.....	6
<i>Ермоленко Д. В., Колосов А. И., Мартыненко Г. Н.</i>	
Надежность теплоэнергетических систем.....	6
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	11
<i>Голядкина А. Д., Субботин Д. П., Степанова Т. В.</i>	
Кавитация для опреснения морской воды как перспективное решение проблем дефицита водных ресурсов.....	11
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ.....	19
<i>Лысенко А. А., Новиков М. В.</i>	
Конструктивные особенности теплоизоляции наружных стен многоэтажных жилых зданий.....	19
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	25
<i>Волков И. С., Колосова Н. В., Голясикова Е. А.</i>	
Комплексная оценка рекультивации нарушенных земель при производстве строительно-монтажных работ на объектах газоснабжения.....	25
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ.....	32
<i>Голядкина А. Д., Мартыненко Г. Н., Петрикеева Н. А.</i>	
«Живые» материалы в строительстве.....	32
ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ)	38
<i>Макаров А. Р., Волох А. С., Калинин Е. В.</i>	
Сравнительный анализ существующих методик тушения резервуаров с нефтью и нефтепродуктами.....	38
<i>Алешков А. М., Беков И. М., Бабкин С. А., Кочегаров А. В.</i>	
Требования к автоматической противопожарной защите физкультурно-оздоровительного комплекса.....	45
ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....	51

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 64.066

НАДЕЖНОСТЬ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д. В. Ермоленко, А. И. Колосов, Г. Н. Мартыненко

*Воронежский государственный технический университет**Д. В. Ермоленко, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(919)187-65-37, e-mail: mialan2019@mail.ru**А. И. Колосов, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgsu.vrn.ru**Г. Н. Мартыненко, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: glen2009@mail.ru*

Постановка задачи. Надежность работы теплоэнергетического оборудования является важнейшим показателем энергоэффективности страны. Системы коммунального хозяйства должны непрерывно снабжать потребителей тепловой и электрической энергией. Оборудование в процессе работы принимает на себя различные разрушающие воздействия. Далекие от предельных нагрузки и естественные режимы работы чаще всего приводят к авариям. Важной задачей при этом является снизить риск, а лучше не допустить поломок технологического оборудования.

Результаты. В данной работе проанализированы основные типы аварий теплоэнергетического оборудования. Определены мероприятия, повышающие надежность, безотказность и экономичность работы установок, сетей, аппаратов.

Выводы. Результатом проведенного исследования установлена правильная эксплуатация теплоэнергетического оборудования. На основе требований производственно-технической документации сформулированы рекомендации по проектированию, подготовке к работе, организации технического обслуживания теплотехнологического оборудования.

Ключевые слова: свищ, консервация, калорифер, конденсат, оборудование, отказ, надежность, турбина.

Введение. Современное теплоэнергетическое оборудование, как правило, оснащено развитой системой автоматизированного управления и защиты. Остановка производства влечет за собой огромные финансовые потери, поэтому контролировать нужно не только квалификацию персонала, но и работу отдельных элементов системы. Каждый элемент в системе важен и имеет определенное назначение, поэтому выход из строя любого из них влечет за собой сбой во всей системе [1].

1. Отказы в работе котельного оборудования. Интенсивность горения, давление, продолжительность контактирования с агрессивной средой, перепады температур, изменение свойств металла – все эти факторы негативно влияют на работоспособность системы. Наиболее часто подвергаются воздействию водяные экономайзеры, топочные экраны, пароперегреватели (табл.).

Статистика поломок котельного оборудования [1]

Паропроизводительность, т/ч	Доля отказов из-за повреждений, %				
	экономайзера	испарительных поверхностей	пароперегревателя	промперегревателя	прочих элементов
2500-2650	43,9	19,5	26,8	7,4	2,4
1600-1800	4,1	9,4	37,4	48,4	0,7
950-1000	11,5	22,2	48,8	12,3	5,2
640-670	24,9	16,5	43,1	12,7	6,6
480-500	31,4	23,6	37,5	-	7,3
320-420	29,0	14,0	46,5	-	10,5
120-220	32,0	20,7	40,1	-	7,2

Работая на твердом топливе, скорость дымовых газов уменьшают до 7–10 м/с с целью снижения золового уноса и износа. В процессе соприкосновения летучей золы с поверхностью происходит изнашивание трубопровода. Износ имеет неравномерный характер. Оксидная пленка расщепляется и прогрессирует эрозия. Больше всего страдают места с обширной концентрацией золы и зоны, где скорость более 10 м/с. Маленькая же скорость вызывает золовые заносы, которые вредят эффективности теплообмена.

Очень интенсивно коррозия протекает в момент сжигания высокосернистых мазутов, виной тому элемент в их составе – ванадий. В результате вышеперечисленных факторов в трубе могут развиваться свищи. Свищ – небольшое отверстие в стенке трубопровода, через которое наружу протекает жидкость (рис. 1).



Рис. 1. Свищ на трубопроводе [2]

Чаще всего из-за проявления дефекта в одной трубе, вода сочится и разрушает близлежащие трубы. Дорогостоящее оборудование, расположенное в непосредственной близости к инциденту аварии, в момент обнаружения проблемы может выйти из строя. Неисправность изолирующей обмуровки, упуски воды при трещине в кипятильных и экранных трубах деформируют барабаны котлов. При низких свойствах тепловой изоляции верхнего барабана со стороны газов и высокой температуре, упуск воды ведет к исчерпанию ресурса прочности металла.

Трубы в барабане также деформируются из-за трещин. Малый избыток воздуха, вследствие догорания газов в районе пароперегревателя, провоцирует повышение температуры пара. Накаливание плоскости нагрева пароперегревателя приводит к увеличению средней температуры перегретого пара. Резкое возрастание средней температуры перегретого пара или температуры пара в отдельных змеевиках пароперегревателя приводит к усталости металла. Причиной высокой температуры считается перевод котла на сжигание топлива плохого качества (с обширным влагосодержанием или повышенной зольностью). При переходе на другой (некачественный) вид топлива с низкой теплотворной способностью возникает перераспределение тепловосприятия между конвективной и радиационной поверхностями нагрева.

Конденсат также не обходит стороной стенки теплообменников и зону выхода дымовых газов. В первом случае конденсат образуется из-за разности температур в котле. Охлажденный трубопровод (обратка) попадает в горячий узел, для нагревания. При этом возникает перепад температур, который влечет за собой образование конденсата. Во втором случае, дым от прогорающего топлива, по мере испарения, охлаждается и оседает каплями на дымоходной трубе.

Чтобы исключить аварии котельного оборудования категорически запрещается:

- применять воду из системы отопления для горячего водоснабжения;
- выставлять значения терморегулятора на полную мощность;
- включать отопительное оборудование при дефекте в дымоотводящем канале, в противном случае продукты сгорания газа могут поступить в помещение;
- использовать оборудование при обнаружении утечки.

2. Консервация теплоэнергетического оборудования. Консервация – комплекс мероприятий по обеспечению защиты оборудования от коррозии, механических и иных воздействий человека и внешней среды. Для защиты металла поддерживается соответствующая влажность воздуха, обеспечивающая минимальную скорость коррозии. Такой скорости можно достигнуть при относительной влажности менее 60 %. При влажности 65 % и выше коррозия металла протекает значительно быстрее. Относительной влажности ниже 60 % можно добиться путем непрерывной или периодической вентиляции внутренних поверхностей подогретым или осушенным воздухом. Работа воздухоосушительных установок строится по принципу сорбции или вымораживания влаги до уровня требуемой относительной влажности (рис. 2).

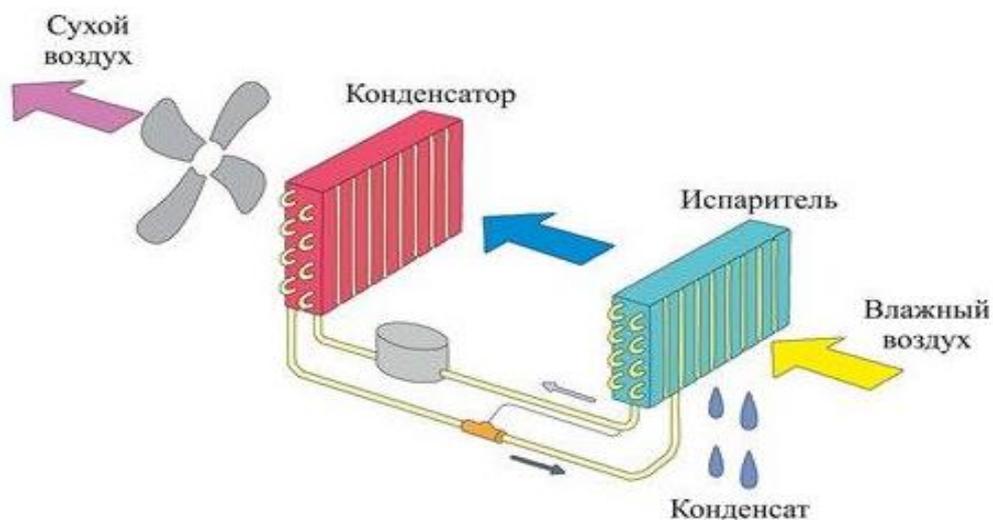


Рис. 2. Принцип работы воздухоосушительной установки [3]

Устройства снижают абсолютное влагосодержание воздуха, но не изменяют температуру осушенного воздуха. При подогревании воздуха одновременно понижается его относительная влажность. Этот процесс осуществляется в воздухонагревательных установках (калориферах) за счет внутренних потерь при сжатии. Консервируемое оборудование продувается подогретым воздухом, при этом возрастающая температура препятствует появлению влаги на поверхности и тормозит коррозию. Воздухоосушительное и воздухонагревательное оборудование объединяются с помощью трубопроводов в замкнутый или разомкнутый контур для продувки воздухом консервируемого оборудования [3]. Подача воздуха должна равномерно поступать во все участки оборудования. Консервацию подогретым воздухом проводят в случае продолжительности простоя оборудования до шести месяцев, а осушенным воздухом – при продолжительности простоя свыше 6 месяцев. Работы по консервации на котельном оборудовании следует проводить при постановке котлов в резерв или ремонте оборудования.

3. Неисправность турбинных систем. В сравнении с котлами, аварийные ситуации на турбинном оборудовании возникают реже, но времени для их восстановления требуется больше. Это обуславливается конструктивным строением и спецификой ремонта. В то же время с некоторыми серьезными проблемами технологическое оборудование может функционировать в полном объеме. Корпус цилиндра, стопорные и регулирующие клапаны имеют толстые стенки и сложные механические особенности. Цилиндры изготовлены из листового металла. Причиной поломки является эрозионный износ паром. Ущерб невелик и быстроустраним. Корпуса стопорных и регулирующих клапанов литые. Дефекты, проявляющиеся при использовании, возникают в следствие малоциклового усталости или температурного перепада.

Неправильные частотные характеристики и плохие настройки от аксиальных колебаний приводят к поломке лопаток (рис. 3).



Рис. 3. Вид поврежденной лопатки [4]

Резкое увеличение амплитуды стационарных колебаний системы внешней силой с той же частотой вызывает резонанс. Заводские недоработки приводят к авариям. Не редким исключением является повреждение лопаток из-за повышения влажности воздуха. Чтобы исключить возможность большой затратной поломки необходимо менять хрупкие элементы лопаток чаще [4].

4. Рекомендации по строительству и проектированию тепловых сетей. До ввода в эксплуатацию смонтированные трубопроводы, запорная и регулирующая арматура подвергаются гидравлическому испытанию на плотность и прочность. Тепловые пункты и системы потребления тепла отключаются на время проведения испытаний. Запрещен ввод в эксплуатацию тепловых сетей при неисправном дренаже. Регуляторам температуры воды и приборам учета теплотребляющих систем следует находиться в исправном состоянии. Эксплуатирующей организацией осуществляется постоянный контроль внутренней коррозии трубопровода путем анализа сетевой воды и конденсата. Без установки обратных клапанов работа конденсатоотводчиков на общем конденсатопроводе запрещается. Вода, используемая в тепловых сетях, заранее обрабатывается. Растворенные газы, соли, содержащиеся в ней, не должны способствовать образованию накипи и шлака.

Совершенная единая тепловая сеть имеет несколько источников тепла, тогда при аварии на одном участке есть возможность частичного снабжения необходимыми ресурсами энергопотребителя за счет альтернативных источников тепла [5]. Устройство перемычек между сетями содействует непрерывному теплоснабжению и во многом сводит к минимуму недопуск тепла при аварии. Процент пригодности тепловой сети складывается из необходимого структурного резерва и резерва пропускной способности (мощности) сети. В первую очередь, расчет степени надежности сети начинается с наиболее значимых элементов, которые отключаясь оставляют потребителя без тепловой энергии.

Второй этап подразумевает расчет резервных трубопроводов при повреждении головных устройств. В конечном счете, неотключенный потребитель должен получить необходимый ресурс тепловой энергии несмотря на аварию соседнего участка [6]. При выходе из строя насосных станций и отдельных участков основных магистралей следует предусмотреть операции по снабжению потребителей теплом, установить приборы, защищающие систему от гидроударов.

Выводы. Таким образом, для снабжения потребителей тепловой и электрической энергией требуется постоянно обслуживать и модернизировать оборудование. Отечественное теплоэнергетическое хозяйство, используемое повсеместно, имеет ряд проблем, так как спроектировано в прошлом веке. Государство должно оказывать больше влияния на энергетику страны в плане модернизации оборудования. Сокращение потребления топливно-энергетических ресурсов, выделение инвестиций на техническое перевооружение, совершенствование технологичности производства – все это ведет к повышению энергетической эффективности Российской Федерации.

Библиографический список

1. Отказы и повреждения в работе энергооборудования [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/1127781/> (дата обращения 05.02.2022).
2. Методы устранения течи в водопроводных трубах [Электронный ресурс]. URL: <https://ecokotly.ru/svisi-v-trubah-kotla-poavilis-do-nacala-ego-ekspluatacii/> (дата обращения 05.02.2022).
3. Принцип работы осушителя воздуха [Электронный ресурс]. URL: <https://osushiteli.ua/printsip-raboty-osushitelya-vozdukha> (дата обращения 05.02.2022).
4. Повреждения крепежных деталей турбинного оборудования [Электронный ресурс]. URL: https://ozlib.com/818178/tehnika/povrezhdeniya_krepezhnyh_detaley (дата обращения 05.02.2022).
5. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии / Т.В. Щукина, Д.М. Чудинов, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2017. № 1. С. 118–121.
6. Оценка технического состояния тепловых сетей в РФ / Н.М. Попова, В.Е. Таран, Н.А. Петрикеева, Д.М. Чудинов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. №1 (22). С. 16–21.

Для цитирования: Ермоленко Д.В., Колосов А.И., Мартыненко Г.Н. Надежность теплоэнергетических систем // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 3 (28). С. 6–10.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.16

КАВИТАЦИЯ ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ДЕФИЦИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

А. Д. Голядкина, Д. П. Субботин, Т. В. Степанова

Воронежский государственный технический университет

А. Д. Голядкина, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(908)135-14-43, e-mail: nitagolyadkina@mail.ru

Д. П. Субботин, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(930)412-56-93, e-mail: dimdim160402@gmail.com

Т. В. Степанова, ст. преподаватель кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: stv19839@gmail.com

Постановка задачи. В работе изучена актуальная проблема дефицита питьевой воды для всего мира и, в частности, России, определены достоинства и недостатки применения технологии опреснения воды в индустрии стран с засушливым климатом. Рассмотрена перспективность развития применения данных технологий.

Результаты. Проанализирована мировая практика использования опреснителей воды, освещены важность проблемы реализации данной технологии в климатических условиях стран Ближнего Востока, Южной Америки, Африки, сложность модернизации, монтажа и демонтажа требуемого оборудования. Рассмотрены основные требуемые условия для осуществления корректной деятельности и решения поставленных задач.

Выводы. Получена информация о преимуществах вывода данной отрасли экономики на новый уровень с учетом объема потребления воды на душу населения в мире. Освещена результативность и экономическая обоснованность введения использования автоматизированных технологических процессов опреснения воды с помощью метода кавитации, возможность интегрирования установки в существующие водоподогревающие установки. Приведены принципиальная схема, натуральный вид установки и сравнительный анализ очистки воды на примере химического метода опреснения.

Ключевые слова: опреснение, дефицит воды, кавитация, питьевая вода, дистилляция, вымораживание.

Введение. Вода является неотъемлемой частью жизни человечества. Водные ресурсы необходимы для реализации питьевых, хозяйственных и производственных нужд. Дефицит водных ресурсов приводит страны к кризису, голоду и вымиранию населения. На 2021 год по статистике на Земле проживает 7,8 млрд. людей. Только для питья по нормам человеку необходимо 1,5–2,5 литра пресной воды в сутки для здорового существования.

Пресная вода – вода, соленость которой не превышает показателей в 0,5 ‰, в том числе в газообразной и твердой фазе в виде пара и льда. Вода покрывает примерно 70 %

поверхности планеты, насчитывая 1,5 млрд. км³, из них солёная морская вода составляет примерно 97,5 % объёма водных ресурсов, а пресная лишь 2,5 %, что приблизительно насчитывает 35 млн. км³. Подавляющая часть пресных вод находится во льдах Арктики и Антарктики и практически не используются человечеством.

Самые водообеспеченные страны мира (рис. 1): Бразилия (8233 км³), Россия (4262 км³), США (3051 км³), Канада (2902 км³), Индонезия (2838 км³), Китай (2830 млрд. м³), Колумбия (2132 км³), Перу (1913 км³), Индия (1880 км³), Конго (1283 км³), Венесуэла (1233 км³), Бангладеш (1211 км³), Бирма (1046 км³) [1].

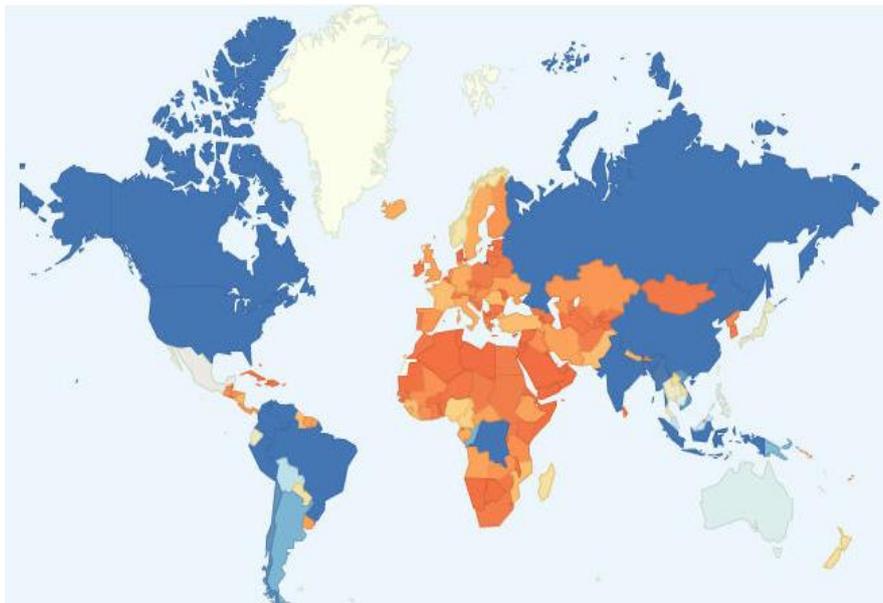


Рис. 1. Распределение водных ресурсов по странам мира: синие зоны – обеспеченные водными ресурсами, красные зоны – с нехваткой водных ресурсов [1]

С ростом численности населения проблема дефицита воды становится острее с каждым годом, что требует принятия экстренных глобальных мер мировым обществом по обеспечению людей водой. В настоящее время по усредненным расчетам на душу населения приходится 24646 м³.

Около трети населения людей живет в условиях физической континентальной нехватки воды; страны Африки, Ближнего Востока, некоторые районы Китая и Индии находятся на грани кризиса водных ресурсов. Проблема нехватки воды является шестой проблемой в списке мировых проблем ООН [2, 3].

Одним из перспективных решений по альтернативной добыче чистой пресной воды для стран становится опреснение морской воды. В перспективе стоит не только опреснение для питья и коммунально-бытовых нужд, но и для орошения сельскохозяйственных угодий и производств. В мире 149 из 197 стран имеют выход к морю. Технологии опреснения водных морских ресурсов являются перспективными и эффективными методами в борьбе с нехваткой водных ресурсов во всём мире, преимущественно для тех районов, в которые поставки воды из обеспеченных стран бывает затруднительным.

1. Основные методы опреснения воды. Процесс опреснения подразумевает уменьшение солей в составе до нормативных значений: питьевая пресная воды должна иметь содержание солей не более 1 г/л (соленость морской воды составляет порядка 35 г/л).

Методы опреснения разделяется на две основных группы: методы изменяющие и неизменяющие агрегатное состояние воды.

На данный момент используются методы опреснения воды:

- дистилляция (испарение);
- ионный обмен;
- замораживание (вымораживание);
- электролиз;
- обратный осмос (ультрафильтрация).

Дистилляция. Метод испарения преимущественно используют на морских судах для получения пресной воды, взятой за бортом, при малом потреблении воды. Для этого способа характерно нагревание воды до кипения с помощью нагревательных элементов в испарителе, а в установленных конденсаторах пар осаждается и по проводящим трубкам дистиллирует в дистилляторы сборники. Осажденные соли удаляются отдельно [4].

В зависимости от солености воды процесс может в несколько этапов (рис. 2): на первом этапе возможно получить до 90 % пресной воды. В таких установках горячая вода может проходить до 50–60 циклов, увеличивая выход воды в 15–20 раз. Однако недостатком данной системы является существенной концентрации солевого раствора на последних этапах, что приводит к неисправности оборудования из-за отложения солей на трубопроводах.

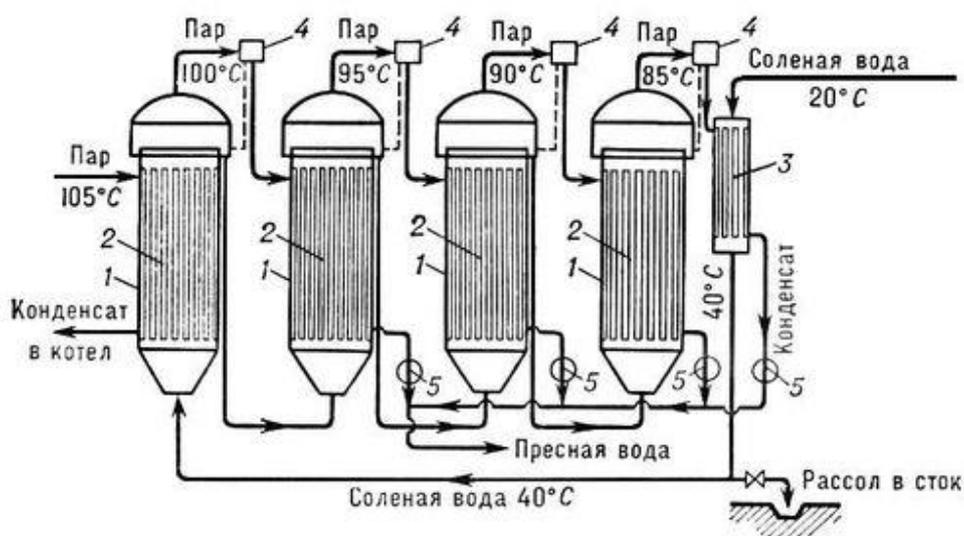


Рис. 2. Схема установки многоступенчатой дистилляции воды: 1 – испарительная камера; 2 – трубчатый нагреватель; 3 – конденсатор; 4 – брызгоулавливатель; 5 – насос [4]

Ионный обмен. В данном методе опреснения воды используются характеристики полимерных смол, ионы которых вступают в обмен с ионами солей в воде. Вода в процессе ионного опреснения проходит через прослойку ионита. Ионы солей воды соединяются с ионитами, что способствует уменьшению их концентрации. На скорость опреснения влияет ионная диффузия, характеризующаяся наличием свободных ионов в ионите, размер гранул, температура процесса [5, 6].

Ионное опреснение используется для опреснения и умягчения воды в широком спектре областей производства, атомной энергетике, металлургии, в пищевой промышленности. Данный метод предпочтителен, т.к. имеет простое оборудование, небольшой расход воды, малое потребление электричества, но ограничен определенным показателем солёности воды (не более 3 г/л).

Вымораживание. Опреснение вымораживанием основывается образовании льда из морской воды, который в природных условиях при температуре ниже температуры замерзания происходит только из молекул воды и является пресным. Замораживание позволяет получать лед, а полученный рассол оседает и удаляется.

Растопленный лед имеет содержание солей не более 500 – 1000 мг/л. В составе установки используют кристаллизаторы (контактные, вакуумные, с теплообменом через стенку), где происходит температурный обмен воды с газообразным или жидким хладагентом.

Несмотря на простоту и экономичность данного метода опреснения, используется на практике он крайне редко, т.к. требует сложного и дорогостоящего оборудования и излишне энергоёмок [7, 8].

Электродиализ. Электролиз эффективен в опреснении воды за счет способности перемещать ионы солей под действием электрического поля. В ёмкость с солёной водой необходимо установить два электрода в виде электрохимически активных диафрагм (в исполнении корпуса из пластмассы или резины и наполнением из смол), после чего по ним пропускается постоянный ток. Химическая реакция проходит с выделением в атмосферу хлора и кислорода (рис. 3). Опресненная вода собирается в промежуточных камерах и отводится, а соляной раствор остается в емкости.

Электродиализ используют для опреснения воды на мобильных установках при небольшой солёности воды. Расход электроэнергии зависит от содержания солей. Метод можно использовать в комбинировании с другими методами опреснения, увеличивая его эффективность.

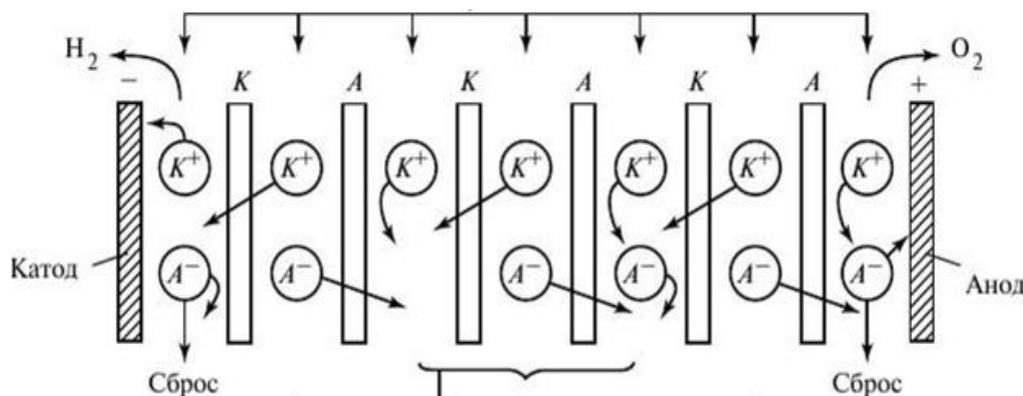


Рис. 3. Схема опреснения электродиализом [8]

Обратный осмос. Соленая вода в методе обратного осмоса подается под большим давлением через мембрану, которая является пропускной для воды, но непроницаемой для растворенных в воде солей (рис. 4). Мембраны создаются из ацетилцеллюлозного волокна, пропитанных перхлоратом магния. Давление подачи воды достигает 15 МПа, поэтому мембраны дополняются пористыми бронзовыми плитами [9, 10].

Преимуществами метода является возможность управления процессом в автоматическом и полуавтоматическом режиме, позволяющем контролировать подачу воды под давлением, а также небольшие энергетические затраты, высокая производительность пресной воды, а сама установка компактна. Для контроля исправности установки снабжены очистительными ингибиторами, рН-метрами и системой химической промывки от накапливаемых солей [4, 10].

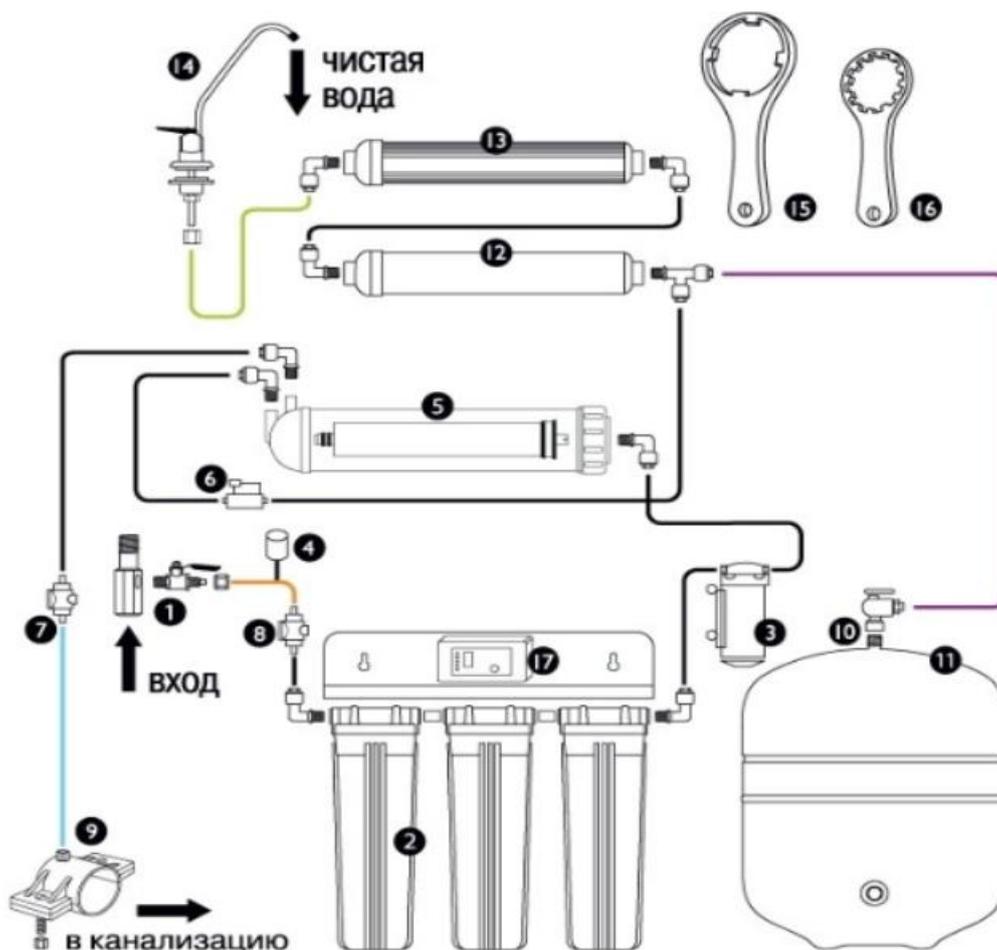


Рис. 4. Схема установки для опреснения методом обратного осмоса: 1 – тройник; 2 – корпуса с фильтрации предочистки; 3 – механический распределительный клапан; 4 – мембрана; 5 – ограничитель потока; 6 – кран ручной промывки; 7 – дренажная муфта; 8 – кран накопительного бака; 9 – накопительный бак; 10 – постфильтр угольный; 11 – кран для чистой воды; 12 – постфильтр угольный; 13 – постфильтр-минерализатор; 14 – кран чистой воды; 15 – ключ корпуса предочистки; 16 – ключ корпуса мембраны; 17 – электронный контроллер [10]

Подбор подходящего метода опреснения зависит от необходимого качества опресненной воды, технико-экономических характеристик и способности интегрирования установок в существующие системы водоподготовки, очищая воду от твердых отходов и мусора перед опреснением.

По оценке существующих данных состояния по обеспечению стран и регионов пресной водой, с учетом их удаленности от естественных источников, можно сделать вывод, что опреснение является необходимостью для водообеспечения.

2. Кавитация как новшество для опреснения морской воды. Кавитация – это явление образования кавитационных микропузырьков (пустот), наполненных газом или их смесью, в результате которого нарушается сплошность воды при местном понижении давления ниже критического уровня [11].

Технология кавитации при её использовании для опреснения воды основана на преобразовании кинетической энергии в тепловую вследствие схлопывания кавитационных пузырьков в фазе высокого давления. Схлопывание пузырьков происходит с большой скоростью, вызывающей повышение температуры воды. Внутри пузырьков образуется

дистиллят под температурным воздействием, и чистая опресненная вода выкачивается насосом установки [12].

В настоящее время была разработана установка гидротермодинамической кавитационной очистки, которая может стать перспективным способом удаления солей и загрязнений из морской воды, позволяющим в будущем снабжать водой население дешевле за счет отсутствия потребности в очистке воды и затрат на нагрев воды (рис. 5, 6).



Рис. 5. Натуральный вид кавитационной установки (исполнение 1)

На рис. 5 и 6 представлены различные исполнения данной установки.



Рис. 6. Натуральный вид кавитационной установки (исполнение 2)

В условиях гидротермической кавитации происходят физико-химические процессы, разделяются на:

- окислительно-восстановительные реакции, в которых участвуют неорганические и органические вещества, находящиеся в воде за счет образования оксидов и гидроксидов (H_2O_2 , O_2 , O_3 и OH^-);
- цепные реакции в растворе, проходящие в жидкости между продуктами расщепления примесей;
- реакции между растворенными газами внутри кавитационных пузырьков и веществами в воде [8].

В таблице приведен сравнительный анализ эффективности и энергоемкости традиционного химического метода и метода гидротермальной кавитации для очистки вод от тяжелых металлов [13–15].

Эффективность удаления тяжелых металлов при различных способах очистки

Ион	Исходная концентрация, мг/дм ³	Концентрация ионов после различных способов очистки					
		Химический метод			Метод кавитации		
		10 мин	15 мин	Effect, %	10 мин	15 мин	Effect, %
Cu	3,94	3,75	3,75	9,8	2,75	1,15	70,8
Fe	13,7	12,66	10,7	59,12	2,66	0,64	95,3
Ni	408,5	334,9	288,07	76,27	37,25	16,25	94,54
Mn	0,032	0,022	0,022	31,25	0,017	0,017	46,8

Опреснение методом кавитации позволяет получить воду качества, соответствующего качеству для использования её в хозяйственно-питьевых, сельскохозяйственных и производственных нуждах населения [16, 17]. Достоинствами метода бесхимической очистки, основанного на эффектах гидротермодинамической кавитации, являются:

- возможность очистки различных вод при значительном количественном содержании загрязнителей;
- возможность модернизации используемого оборудования водоснабжения установками гидродинамической кавитации, так как кавитационные парогенераторы могут интегрироваться в существующие конструкции баков-аккумуляторов без тотальных изменений конструкции аппаратов;
- возможная автоматизация процесса;
- снижение затрат на эксплуатацию, так как метод не требует химических реагентов и затрат энергии на подогрев воды;
- сниженное негативное воздействие на водные объекты.

Выводы. С помощью приведенных характеристик можно сделать вывод, что применяемые на данный момент в технике методы для опреснения требуют развития для более эффективного использования, позволяющего обеспечить достаточную экологическую и экономическую выгоду. В результате сравнения характеристик был подведен итог, что в настоящее время самым перспективным и эффективным методом опреснения воды и снабжения ею потребителей является установка, основанная на методе гидротермодинамической кавитации [18–20].

Использование кавитационной установки, работающей на гидротермодинамической кавитации для очистки воды от солей и её аэрации, позволяет сформировать замкнутый цикл водопользования, что позволяет значительно увеличивать экономическую и экологическую устойчивость региона, испытывающего дефицит пресноводных ресурсов.

Библиографический список

1. Водные ресурсы стран мира / The CIA World Factbook [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cia.gov> (дата обращения: 01.01.2022).
2. Водные ресурсы в Европе и Центральной Азии. Том 1. Проблемы и стратегические направления / The world Bank. [Электронный ресурс]. URL: <https://web.worldbank.org> (дата обращения: 01.05.2021).
3. Анализ по доступу сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия государств – членов ЕАЭС на рынок Государства Израиль. Департамент промышленной политики / Евразийская экономическая комиссия [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eurasiancommission.org> (дата обращения: 01.01.2022).
4. Опреснение воды методом обратного осмоса [Электронный ресурс]. URL: <https://chem21.info/info/1486383> (дата обращения: 03.01.2021).
5. Мазурин Е.А., Зайцева Н.А. Современные методики опреснения воды как решение мировой проблемы нехватки водных ресурсов // XII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ». [Электронный ресурс]. URL: <https://science.kuzstu.ru> (дата обращения: 24.04.2022).
6. Мосин О.В. Физикохимические основы опреснения морской воды // Сознание и физическая реальность. 2012. № 1. С. 19–30.
7. Степанова Т.В., Медведев Е.В., Шведов А.В. Очистка сточных вод методом кавитации // StudNet. 2021. № 5. С.56–61.
8. Промтов М.А. Кавитационная технология опреснения морской и загрязненной воды // Тамбовский государственный технический университет [Электронный ресурс]. URL: <https://science.kuzstu.ru> (дата обращения: 24.04.2022).
9. Никаноров А.М. Мониторинг качества вод: оценка токсичности / А.М. Никаноров, Т.А. Хоружая, А.В. Жулидов. СПб: Гидрометеозидат, 2000. 156 с.
10. Dubrovskaya O.G. The Alternative Method of Conditioning Industrial Wastewater Containing Heavy Metals Based on the Hydrothermodynamic Cavitation Technology, Volume 941 // The International Scientific and Practical Conference "Modern Problems of Ecology, Transport and Agricultural Technologies", [Электронный ресурс]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/941/1/012009/pdf> (дата обращения: 26.06.2022).
11. Мониторинг качества вод: оценка токсичности / А.М. Никаноров, Т.А. Хоружая, Л.В. Бражникова [и др.]. СПб.: Гидрометеозидат, 2000. 182 с.
12. Александрова В.В. Применение метода биотестирования в анализе токсичности природных и сточных вод. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2009. 94 с.
13. Худиковский В.Л., Петрикеева Н.А. Результаты экспериментальных исследований работоспособности фильтров очистки воды // В сборнике: Научно-технические проблемы систем теплогасоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения. Межвузовский сборник научных трудов. Воронеж, 2002. С. 119–122.
14. Худиковский В.Л., Жемчужникова Н.А. Устройство глубокого дросселирования рабочего тела // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Инженерные системы зданий и сооружений. 2003. № 1. С. 38–40.
15. Петрикеева Н.А., Турбин В.С., Сотникова О.А. Математическая модель процессов конденсации водяных паров на теплообменных поверхностях // Известия Тульского государственного университета. Серия: Строительство, архитектура и реставрация. 2006. № 10. С. 159–163.
16. Турбин В.С., Петрикеева Н.А. Методика технико-экономического обоснования схем теплогенерирующих установок с напорными теплоутилизаторами // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 6. С. 120–122.
17. Реконструкция инженерного оборудования жилых зданий / О.А. Сотникова, Д.М. Чудинов, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газознергоснабжения. 2018. № 1. С. 216–223.
18. Марговцев В.Н. К вопросу использования кавитационных процессов в пищевой и перерабатывающей промышленности // В сборнике: Актуальные проблемы социально-экономического развития общества. Сборник трудов по материалам III научно-практической конференции филиала ФГБОУ ВО «КГМТУ» в г. Феодосия. Под общей редакцией Масюткина Е. П., 2018. С. 98–104.
19. Пичахчи А.Г., Саенко Н.А. Современные проблемы водных ресурсов и способы их решения // Пожарная и техническая безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. № 2 (6). С. 336–342.
20. Спицов Д.В. Применение эффективных ингибиторов при опреснении вод черного моря методом обратного осмоса. Сантехника. 2016. Т. 6. № 6–6. С. 20–27.

Для цитирования: Голядкина А.Д., Субботин Д.П., Степанова Т.В. Кавитация для опреснения морской воды как перспективное решение проблем дефицита водных ресурсов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 3 (28). С. 11–18.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 692.232

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НАРУЖНЫХ СТЕН МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

А. А. Лысенко, М. В. Новиков

*Воронежский государственный технический университет**А. А. Лысенко, студент кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого**Россия, г. Воронеж, тел: +7 (951)551-84-95, e-mail: nastena.lysenko.2001@mail.ru**М. В. Новиков, канд. техн. наук, доц. кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н.В. Троицкого**Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (958)649-91-86, e-mail: pz-vgasu@mail.ru*

Постановка задачи. В последнее время в городе Воронеже возводятся многоэтажные жилые дома нетиповых современных конструкций и планировок. Одним из основных решений, позволяющих обеспечить комфортные условия проживания помимо правильного выбора схемы строительства, является утепление стеновых конструкций.

Результаты. Проанализированы конструктивные схемы утепления наружных стен, обеспечивающие комфортное проживание людей в многоквартирных домах.

Выводы. В результате изучения материалов и конструктивных особенностей зданий были проанализированы различные виды утепления наружных стен, найдены достоинства и недостатки того или иного вида утепления, приведены конструктивные схемы.

Ключевые слова: жилой дом, теплоизоляция, утеплитель, конструкция, стеновая панель, фасад.

Введение. Человек любит создавать новое. Это прослеживается во всех сферах его деятельности, в том числе и в строительстве. Появляются новые технологии возведения зданий, новые планировки, решения и материалы [1–3].

В последнее время в городе Воронеже возводятся многоэтажные жилые дома современных нетиповых конструкций. Посмотрев перечень строящихся объектов, восхищаешься их неповторимостью и многофункциональностью. Каждый комплекс отличается своей уникальностью от других [4–6]. Но все же можно выделить три конструктивные схемы, которые наиболее популярны:

- монолитное строительство;
- монолитно-кирпичное возведение;
- панельный тип.

Строительные компании нашего города отдают предпочтение монолиту при сооружении многоэтажных жилых домов, поскольку не возникает существенных проблем с планировками. Из бетонной смеси можно отформовать даже самую сложную форму.

Относительно невысокую стоимость имеет панельное здание. Темп постройки таких домов стремительный, жилой комплекс строится в считанные месяцы, а сам процесс напоминает сборку конструктора. Широко применяется в Воронеже и монолитно-кирпичная конструкция, которая позволяет соединить достоинства сразу двух материалов.

1. Утепление стеновых конструкций. Одним из основных решений, позволяющих обеспечить комфортные условия проживания помимо правильного выбора схемы строительства, является утепление стеновых конструкций. С наступлением холодов начинает понижаться температура воздуха не только на улице, но и в помещении. Замерзает дом, замерзает и человек. В таком состоянии невозможно ничего делать, в голову лезут только мысли о свитере. Поэтому, чтобы не тратить большие деньги на отопление, лучше изначально подумать об утеплении конструкции. Преимущественно теплоизоляция требуется для панельных домов, в которых в зимнее время года температура порой опускается ниже 15 °С [7, 8].

Большая часть горожан довольно серьезно подходит к выбору утеплителя. Современные теплоизоляционные материалы обладают множеством разнообразных требований касательно пожаробезопасности, долговечности, экологичности, эффективности и пр. [10, 11]. Данная сторона побуждает разработчиков постоянно улучшать свой продукт, предлагать рынку инновационные утеплители с развитыми, усовершенствованными характеристиками, дабы остаться ведущими в своей области производства [9, 3].

Сейчас на рынке представлено множество вариаций сырья. В широком смысле утеплители делят на искусственные (каменная вата, стекловата, пенопласт, пенополистирол, пеностекло, эковата), которые создали люди, и природные (опилки, солома, мох, лен).

В действительности можно выполнить теплоизоляцию двумя способами: наружным и внутренним.

К изъянам внутренней теплоизоляции приурочивают:

- сокращение жилого пространства;
- потребность в дополнительной вентиляционной системе на фасаде, поскольку возникают трудности для выхода пара сквозь стены;
- человек не живет в квартире в период монтажа.

Достоинства способа наружной изоляции:

- внутренние площади такие же, как изначально в плане;
- сборка реализуется снаружи и не причиняет дискомфорта жителям;
- пар просачивается сквозь толщу стены без преград.

2. Виды наружных стен. Конструкции бывают разных видов, рассмотрим некоторые.

Несущий каркас с заполнением. Данная схема представлена на рис. 1.

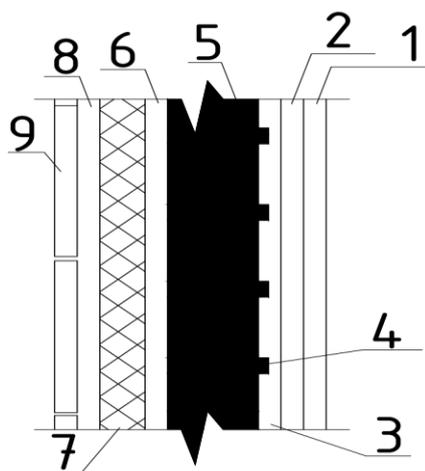


Рис. 1. Схема несущего каркаса с утеплителем в заполнении: 1 – гипсокартон;

2 – пароизоляционная пленка; 3 – водостойкая плита; 4 – стальной элемент; 5 – металлический профиль для гипсокартона (ГКЛ) с утеплителем между стойками; 6 – водостойкая плита; 7 – базальтовый утеплитель; 8 – гидроветрозащитная пленка; 9 – облицовка (в данном случае фасадная облицовочная плитка) [1]

Несущая стена с наружным утеплением. Это одна из распространенных конструктивных схем (рис. 2).

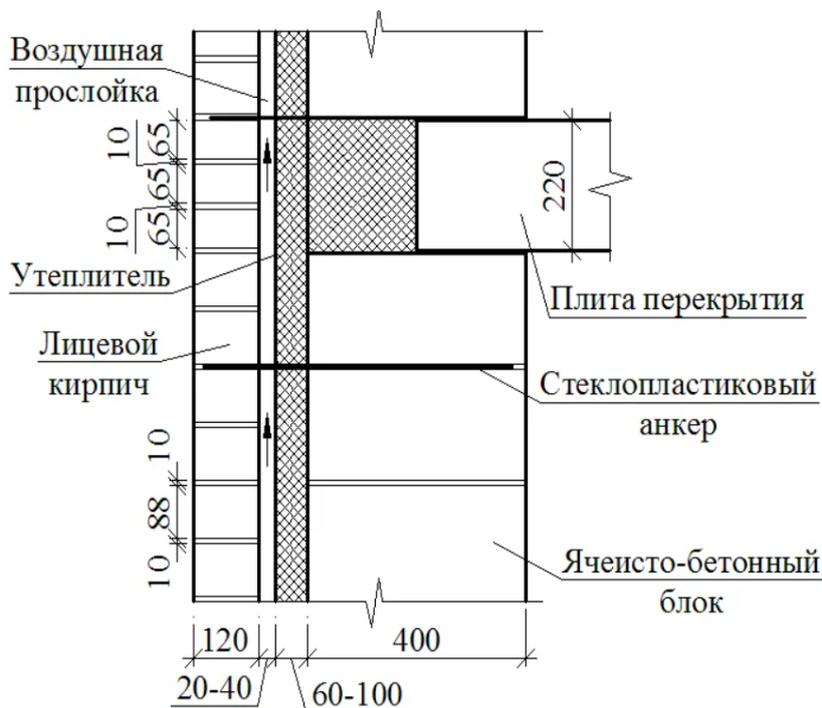


Рис. 2. Схема несущей стены с наружным утеплением [1]

Однослойная стена. Материал стены в данном случае выполняет одновременно и несущую, и теплоизолирующую функции (рис. 3).

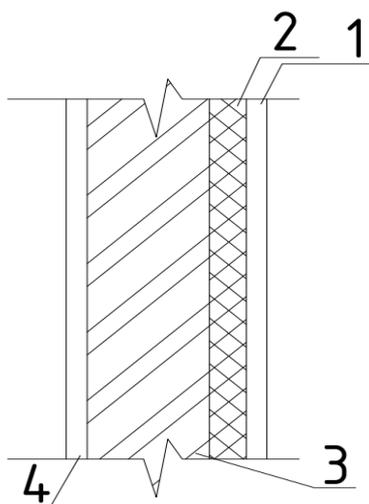


Рис. 3. Схема однослойной стены: 1 – наружный штукатурный слой; 2 – слой термоизоляции; 3 – конструкционный слой из керамического кирпича; 4 – внутренний штукатурный слой [1]

Системы с несъемной опалубкой (рис. 4). Они мало распространены и используются в массовом производстве достаточно редко.

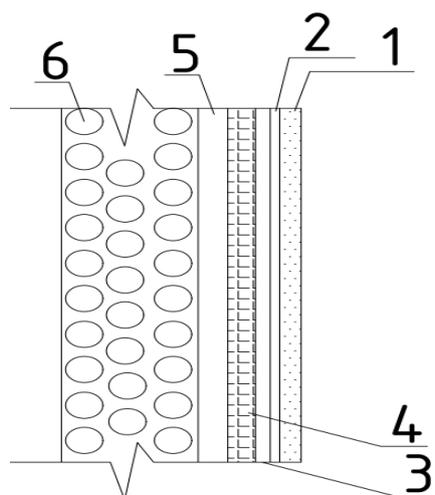


Рис. 4. Система стены с несъемной опалубкой: 1 – искусственный или натуральный камень; 2 – клей для камня; 3 – дюбель фасадный; 4 – стеклосетка; 5 – клеевой состав; 6 – пенополистирольный блок (несъемная опалубка) [1]

Каркасные постройки надежны, конструкционные части (раскос или профильная обшивка) придают им жесткость. Утеплитель здесь должен плотно заполнять все пустоты, образованные силовыми элементами. Слой пленки с высоким сопротивлением паропроницанию устанавливается с герметизацией стыков, с тщательной проработкой вокруг оконных и дверных проемов, а также в местах выхода из стены коммуникаций, запрятанных в толщу утеплителя [10–13].

Для теплоизоляции наружных стен используются морозоустойчивые легкие стройматериалы, имеющие низкую теплопроводность. Снижается влажность, стены остаются сухими, уменьшается вероятность возникновения грибков и плесени.

Исходя из этого есть вентилируемые фасады (рис. 5) и мокрые фасады (рис. 6). Вентилируемые составлены из несущего каркаса металлического, теплоизоляционного материала, воздушного зазора между поверхностью стены и отделкой и облицовочных панелей [5, 14]. Такой фасад достаточно популярен в современном облике Воронежа.

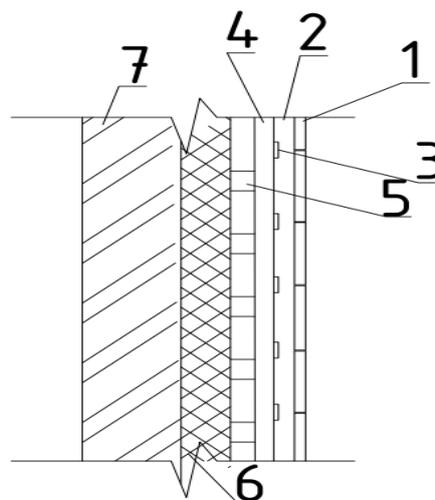


Рис. 5. Схема вентилируемого фасада: 1 – облицовочные плиты из керамогранита; 2 – воздушный зазор; 3 – кляммер; 4 – вертикальный профиль; 5 – горизонтальный профиль; 6 – утеплитель; 7 – кирпичная кладка [1]

В данной технологии здание обеспечивается дополнительной теплоизоляцией и быстрым процессом облицовки. С другой стороны, несоблюдение требований может привести к трещинам, шуму от ветра, продуванию [15].

Мокрый фасад – замена вентилируемых фасадов [5, 16]. Здесь на стену крепится теплоизоляционный материал, который впоследствии окрашивают штукатуркой из стекловолокна и синтетических материалов. Достигается хорошая шумоизоляция, долговечность эстетики внешнего вида.

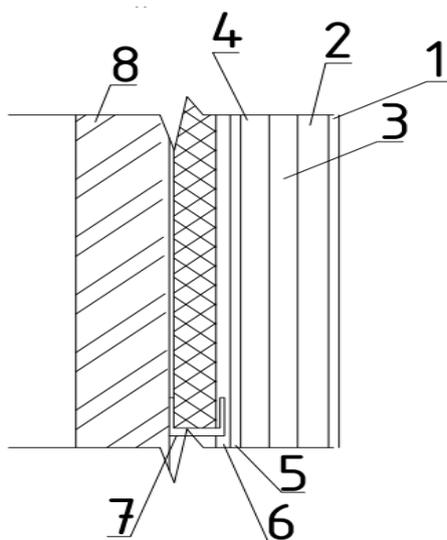


Рис. 6. Схема мокрого фасада: 1 – краска; 2 – декоративная штукатурка; 3 – грунт; 4 – армирующая стеклосетка; 5 – клей для сетки; 6 – дюбель; 7 – утеплитель с опорным цокольным профилем; 8 – кирпичная стена [1]

Однослойные стены выполнены, как правило, из единого материала: газобетонные блоки или крупноформатные керамические блоки [10, 17]. Дома с такими стенами существуют многие десятки лет без повреждений фасадов.

Владельцы опасаются проникновения холода сквозь стены, поэтому зачастую используют два, а то и три слоя утеплителя, потому что они перекрывают друг друга и это выглядит надежно на первый взгляд [18].

Специалисты НИИМострой провели исследование и выяснили, что уменьшение количества слоев утеплителя не влияет на показатели теплоизоляции зданий. Если использовать один слой минеральной ваты толщиной 100 мм вместо двух слоев по 50 мм, теплоизоляция не ухудшится [6].

Они выявили следующее:

1. Если монтаж произведен некачественно, то наличие дополнительного слоя утеплителя ситуацию не спасёт.

2. Плиты толщиной более 100 миллиметров намного лучше сохраняют форму, меньше прогибаются, поэтому их выгодней использовать на наклонных и вертикальных поверхностях.

3. В одном слое значительно легче обнаружить дефекты.

4. При укладке утеплителя в один слой лишних обрезков меньше, что приводит к экономии материала.

Самым слабым местом наружного утепления считается его подвластность погодным условиям и сезону. Вдобавок, фасадные работы, проводящиеся выше второго этажа, связаны с риском высоты и имеют потребность в привлечении спецтехники [13].

Таким образом, теплозащита с улицы обеспечивает большую комфортность. Утеплитель оберегает конструкцию от атмосферных осадков, различных повреждений, выветривания, тем самым увеличивая жизненный цикл сооружения.

Выводы. В настоящее время возникает необходимость модернизации доступных материалов теплоизоляции, чтобы людям было комфортно находиться дома в любое время года. В будущем будет еще немало открытий в этой области, ведь строительство не стоит на месте. Главными аспектами при теплоизоляции является выбор материала, соответствующего всем требованиям, типа утепления, серьезный и качественный монтаж с соблюдением нормативов, требований охраны труда и техники безопасности.

Библиографический список

1. Новинки теплоизоляции и утеплителей / Строительный Эксперт [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ardexpert.ru> (дата обращения: 01.06.2022).
2. Валюк А.Е., Новиков М.В., Пуликова Е.А. Исследование теплоизоляционных элементов общественного здания с помощью полнофакторного эксперимента // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2020. № 3–4 (41–42). С. 50–57.
3. Инженерные технологии по отоплению и вентиляции зданий / М.В. Новиков, А.Е. Валюк, М.В. Корчагина, Е.А. Пуликова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2020. № 3–4. С. 14–19.
4. Верхотина А.В., Новиков М.В. Оценка воздушного и влажностного режима ограждающих конструкций здания // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2020. № 2(40). С. 48–55.
5. Ермаков Н.О., Новиков М.В. Обеспечение энергоэффективности при реконструкции жилых домов // Нормирование и оплата труда в строительстве. 2019. № 12. С. 28–32.
6. Однослойное или многослойное утепление дома: что лучше [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rmnt.ru> (дата обращения: 03.06.2022).
7. Наружные стены для частного дома – выбор надежного проектного решения [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ardexpert.ru> (дата обращения: 01.06.2022).
8. Утепление фасада многоквартирного дома – все способы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.Alumdevelop.ru> (дата обращения: 02.06.2022).
9. Из чего строят новые дома и жилые комплексы в Екатеринбурге? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pr-flat.ru> (дата обращения: 02.06.2022).
10. Петрикеева Н.А., Березкина Л.В. Влияние инсоляции на интенсивность теплопоступлений в жилые помещения // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2010. № 2 (3). С. 100–103.
11. Новиков М.В., Сотникова О.А., Гойкалов А.Н. Несущая способность комплексных конструкций из ячеистых бетонов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. 2021. № 2 (36). С. 5–10.
12. Создание клееной древесины повышенной прочности на основе клеев, подвергнутых совместному воздействию ультразвука и электрического поля / В.М. Попов, О.Р. Дорняк, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Научный журнал строительства и архитектуры. 2019. № 3 (55). С. 28–35.
13. Энергосберегающие мероприятия в многоквартирных жилых домах / Д.М. Чудинов, Т.В. Щукина, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Высокие технологии в строительном комплексе. 2019. № 1. С. 32–36.
14. Вариант решения задачи оптимизации толщины теплоизоляционного слоя в теплоснабжении / Н.А. Петрикеева, Д.М. Чудинов, Е.А. Копытина, Л.П. Мышовская // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. № 2 (50). С. 21–28.
15. Гладышева Т.Ю., Петрикеева Н.А. Основные направления реконструкции инженерных систем зданий и сооружений // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. № 2 (23). С. 14–21.
16. Петрикеева Н.А., Тюленева О.В., Кучеров Н.Н. Экономически целесообразный уровень теплозащиты зданий при работе систем теплогазоснабжения и вентиляции // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2012. № 1 (6). С. 9–12.
17. Петрикеева Н.А., Садовников А.Н., Никулин А.В. Пути снижения энергопотребления зданиями // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2012. № 1 (6). С. 13–17.
18. Цуканова О.С., Петрикеева Н.А. Проблема борьбы с шумом. История и основные направления развития методов снижения уровня шума // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2009. № 1 (1). С. 67–74.

Для цитирования: Лысенко А.А., Новиков М.В. Конструктивные особенности теплоизоляции наружных стен многоэтажных жилых зданий // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 3 (28). С. 19–24.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 624.13

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

И. С. Волков, Н. В. Колосова, Е. А. Голясикова

Воронежский государственный технический университет

И. С. Волков, студент кафедры теплогасоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru

Н. В. Колосова, канд. экон. наук, доц. кафедры теплогасоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru

Е. А. Голясикова, студент кафедры теплогасоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru

Постановка задачи. Сохранение плодородия почвенных покровов для обеспечения хозяйственно-экономической деятельности человека и предотвращение развития опасных геоморфологических процессов является первоочередной задачей всех мер, предпринимаемых после окончания строительно-монтажных работ на объектах газоснабжения. Данную задачу позволяет решить комплекс мероприятий, направленных на рекультивацию нарушаемых земельных ресурсов.

Результаты. В представленном материале рассмотрены отрицательные последствия для окружающей среды вследствие строительно-монтажных работ на объектах газоснабжения, предложены меры по минимизации этих воздействий, дана комплексная оценка рекультивации нарушенных земель.

Выводы. Проведение работ по рекультивации земель, нарушенных вследствие строительно-монтажных работ на объектах газоснабжения – объективная необходимость, позволяющая восстановить биологическую и хозяйственную продуктивность территории, а также улучшить условия окружающей природной среды.

Ключевые слова: газоснабжение, строительно-монтажные работы, рекультивация, почва, экология, охрана.

Введение. Газовая отрасль – одна из важнейших составляющих экономики государства, без ее надежной работы невозможно дальнейшее экономическое развитие страны. Масштаб воздействий на экологическую обстановку при монтаже и эксплуатации магистральных трубопроводов очень широк, в том числе, огромное влияние такие работы оказывают на почву. В связи с этим проектирование, строительство и эксплуатация всех видов газопроводов не представляются возможными без обеспечения условий безопасности для окружающих нас природных ресурсов на всех этапах выполнения работ. Обязанностью каждой профильной организации является строгое выполнение работ по рекультивации нарушенных земель при выполнении строительно-монтажных работ на объектах газоснабжения. Данное обязательство регламентируется федеральным законодательством Российской Федерации [1].

В соответствующем кодексе Российской Федерации указана обязанность для землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков, а именно «проводить мероприятия по рекультивации нарушенных земель, восстановлению плодородия почв, своевременному вовлечению земель в оборот» [2].

1. Воздействия на окружающую среду вследствие строительного-монтажных работ на объектах газоснабжения. При осуществлении строительного-монтажных работ на объектах газоснабжения происходит искусственно созданное человеком видоизменение земельного покрова. При этом могут быть нарушены региональные ландшафтные комплексы. После окончания таких работ на нарушенном участке необходимо проводить рекультивацию. Это позволит предотвратить развитие нежелательных последствий хозяйственной деятельности человека.

Понятие «рекультивация» относится к мероприятиям по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почвы, восстановления плодородного слоя почвы и создания защитных лесных насаждений [3]. Показателем таких мероприятий является отсутствие или минимизация экологических проблем для общества и планеты в целом.

При выполнении работ имеют место следующие действия:

- механическое воздействие на грунт и почвенный покров;
- загрязнение атмосферного воздуха, почв, воды;
- возрастание фактора беспокойства для животных;
- образование отходов производства и потребления.

Анализ влияния строительного-монтажных работ на окружающую среду удобно проводить на основе перечня вероятных воздействий и их источников, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Виды воздействия различных источников на окружающую среду

Источники воздействия	Возможные виды воздействия	Факторы, определяющие величину воздействия и влияющие на нее
1	2	3
Строительные машины и механизмы	Воздействие на атмосферный воздух, почвенный слой, растительный и животный мир	Продолжительность работ, несоблюдение требований проведения работ по ремонту и обслуживанию техники
Планировка территории	Воздействие на геологическую среду, почвенный слой, атмосферный воздух (пыление), грунтовые воды, растительность	Продолжительность работ, несоблюдение требований проведения работ по ремонту и обслуживанию техники
Площадка заправки техники	Воздействие на атмосферный воздух, почвы, подземные и поверхностные воды	Продолжительность работ, несоблюдение требований проведения работ, природоохранных норм, правил техники безопасности

Что касается непосредственно почвенного покрова, то при проведении строительного-монтажных работ на участках газопроводов возможны следующие негативные воздействия:

– нарушение верхнего почвенного субстрата путем его рыхления до глубины около 1,5–2,5 метров при устройстве траншеи и последующей ее засыпке;

– деградация почвы, которая происходит из-за ее уплотнения. Частой причиной этого является движение тяжелой техники, складирование труб, строительных материалов в полосе отвода и на прилегающих территориях;

– изменение характеристик почвы при наличии производственных отходов;

– ускорение процессов разрушения почвы под действием воды и ветра.

К воздействиям на растительный покров вследствие выполнения строительных работ на объектах газоснабжения относятся:

– нарушение наземной растительности и корневой системы растений;

– создание опушечного эффекта в окружающем коридор лесном массиве, заболачивание;

– нарушение среды обитания для представителей совокупных видов растений.

Разрушения почвенно-растительного слоя в полосе отвода и на прилегающей территории при проведении работ могут спровоцировать активизацию таких негативных процессов, как:

– дефляция – выдувание и перенос ветром мелких частиц почвы;

– плоскостная эрозия – смыв верхних слоев почвы при стекании дождевых или талых вод;

– линейная эрозия – смыв почвы и подстилающей породы дождевыми и талыми водами по определенной линии.

На степень загрязнения воздушного бассейна местности вблизи выполнения строительно-монтажных работ влияют некоторые типы загрязняющих выбросов, количество этих веществ и время воздействия. Выброс вредных веществ и отработавших газов двигателями машин и механизмов на площадке оказывает прямое воздействие на атмосферный воздух.

Химическое загрязнение вызывает поступление в воздух следующих компонентов:

– оксидов углерода;

– оксидов азота;

– двуокиси серы;

– сажи;

– углеводорода;

– бензапирена.

Строительно-монтажные работы на объектах газоснабжения могут оказывать влияние на животных, обитающих непосредственно на самой площадке, а также в зонах влияния.

Среди факторов воздействия на животных выделяют:

– изменение среды обитания вследствие отчуждения земель;

– потеря биологических видов из-за урбанизации, происходящей в результате деятельности человека;

– непреднамеренное случайное переселение фауны, особенно мелких видов;

– снижение защитных параметров среды обитания (работа строительной техники, деятельность человека).

Все это приводит к утрате мест обитания и выведения потомства. Кроме млекопитающих и птиц, обитающих над поверхностью почвы, работы по монтажу газопроводов влияют и на состояние беспозвоночных непосредственно в почве. Это влияние характерно при воздействии на почвенно-растительный слой в районе строительных работ. Неспособность почвенных беспозвоночных к активному перемещению, приводит, зачастую, к их полной гибели на участках, подвергшихся негативным воздействиям.

2. Меры, направленные на минимизацию негативного воздействия на земельные ресурсы. Из соображений рациональности использования земельных ресурсов на участке, выделенном для строительно-монтажных работ, необходимо снять почвенно-растительный слой до начала работ и поместить его во временный отвал. Перед снятием плодородного слоя почвы проводят подготовительные работы по удалению пней, кустарников, валунов [4].

Согласно действующим нормативным документам в области охраны окружающей среды нормы снятия почвенно-растительного слоя устанавливаются при проектировании. После окончания всех строительных работ и проведения рекультивации земель плодородный почвенный слой возвращают на прежнее место. Это способствует улучшению структуры почвенных горизонтов, восстановлению плодородия почвы и формированию напочвенного покрова.

Охранные мероприятия предусматривают выполнение ряда условий:

- выполнение рекультивации необходимо проводить в пределах проектной полосы отвода участка;
- на работы должны допускаться только те строительные машины, которые своевременно выполняют технические осмотры;
- производить подачу топлива для строительной техники при помощи нестационарных автозаправочных комплексов, имеющих затворы у выходного отверстия шлангов;
- наличие согласованной транспортной схемы, по которой возможно кратковременное передвижение техники;
- обязательным условием является наличие специально оборудованных площадок, на которых возможен ремонт, мойка и стоянка специализированных машин;
- установка на строительной площадке контейнеров для сбора всех видов отходов и своевременный вывоз их на санкционированные пункты приема;
- после окончания ремонтных работ до начала работ по рекультивации проводят демонтаж всех рабочих площадок.

Очевидной необходимостью является проведение мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ на территории площадок и предотвращению превышения расчетных значений предельно-допустимых концентраций. К таким мерам относят:

- строгое выполнение правил техники безопасности и противопожарной безопасности при выполнении строительно-монтажных работ;
- коррекция режима работы оборудования в зависимости от метеорологических условий;
- своевременное прохождение техникой планово-предупредительных осмотров (ППО) и планово-предупредительных ремонтов (ППР);
- глушение двигателей машин и механизмов на время простоев;
- размещение на площадке только того оборудования, которое используется на площадке непосредственно на данном этапе работы.

Все проектные решения, направленные на минимизацию негативных экологических последствий или их полное исключение, должны быть заложены на этапе проектирования.

3. Рекультивация нарушенных земель. Все работы, которые ведут к нарушениям растительно-почвенного слоя, требуют строгого соблюдения экологических стандартов, а также соответствующих норм землепользования.

Разработка проекта рекультивации земель и сама рекультивация обеспечиваются лицами, деятельность которых привела к деградации земель, в том числе правообладателями земельных участков, лицами, использующими земельные участки на условиях сервитута, публичного сервитута, а также лицами, использующими земли или земельные участки,

находящиеся в государственной или муниципальной собственности, без предоставления земельных участков и установления сервитутов [5].

Мероприятия по рекультивации должны учитывать следующие параметры:

- географические параметры изучаемой территории (климатические, педологические, геологические, гидрологические, вегетационные);
- местоположение полосы отвода;
- социально-экономическое развитие района работ;
- свойства почвы перед рекультивацией (площадь, форма техногенного рельефа, степень естественного зарастания, современное и перспективное использование нарушенных земель, наличие плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород, прогноз уровня грунтовых вод, подтопление, иссушение, эрозионные процессы, уровень загрязнения почвы);
- показатели химического и гранулометрического состава, агрохимические и агрофизические свойства, инженерно-геологическая характеристика вскрышных и вмещающих пород и их смесей в отвалах в соответствии с требованиями [6];
- хозяйственные, социально-экономические и санитарно-гигиенические условия района размещения нарушенных земель;
- срок использования рекультивированных земель с учетом возможности повторных нарушений;
- охрана окружающей среды от загрязнения ее пылью, газовыми выбросами и сточными водами в соответствии с установленными нормами предельно допустимых выбросов и концентраций (ПДВ и ПДК);
- охранные мероприятия для флоры и фауны [7, 8].

Для качественного выполнения процедуры рекультивации необходимо работы выполнять в две фазы: техническая и биологическая.

Целью технической стадии является сбережение свойств почвенного покрова для обеспечения стабильной жизнедеятельности флоры и фауны и дальнейшее использование рекультивируемых земель. Сюда относим следующие виды работ:

- анализ и рациональная планировка отведенной территории;
- бережное снятие плодородного почвенного покрова;
- создание благоприятной атмосферы для последующего землепользования в соответствии с их целевым назначением.

Вышеуказанный этап рекультивации возможен после завершения всех строительно-монтажных работ.

Целью биологического этапа является выполнение комплекса научно обоснованных методов обработки почвы, направленных на сохранение плодородия почвы и предотвращения эрозии нарушенных земель. Данный этап начинается непосредственно после окончания технического этапа рекультивации. Все работы на этом этапе осуществляются землепользователями, которым передается земля после проведения строительно-монтажных работ.

Биологическая рекультивация зависит от:

- технической рекультивации;
- мощности и структуры плодородных слоев почвы;
- агрохимических свойств почвы и подстилающих пород;
- водно-физических свойств почвы.

В соответствии с природно-климатическими условиями территории и агрохимическими свойствами почвы выбираются районированные растительные культуры, способствующие повышению ее плодородия. С целью достижения установленного уровня содержания

питательных элементов в корнеобитаемом слое почвы устанавливаются нормы высева семян каждой из подобранных культур.

Главные виды работ, которые выполняют в вышеуказанной стадии: создать благоприятные условия для почвы, комплексная подкормка, посев, уход за посевами.

Биологическая рекультивация включает:

- мелиоративные мероприятия: разбивка камней, выравнивание рельефа почвы;
- предпосевную обработку: вспашку и боронование (при вспашке происходит крошение и перемешивание промерзшего грунта на глубину 3–10 см; боронование предохраняет почву от быстрого высыхания);
- внесение различных органических и минеральных удобрений;
- посев семян многолетних трав;
- послепосевное прикатывание.

При проведении биологической рекультивации рекомендован посев семян многолетних трав в грунт с последующей заделкой их в почву для луга. По завершении биологического этапа рекультивации нарушенные земли должны быть восстановлены.

Период биологического этапа рекультивации нарушенных земель устанавливают с учетом:

- мощности и качества нанесенного плодородного слоя почвы и потенциально-плодородных пород;
- биологических особенностей возделываемых культур и последующего хозяйственного использования культивируемых земель;
- условий увлажнения [8].

Предлагаемый план работ по биологической рекультивации, в том числе и внесении минеральных удобрений (азотных, фосфорных, калийных), приведены в табл. 2 [9].

Таблица 2

Технология работ по биологической рекультивации [8]

Тип деятельности	Единицы измерения	Период работ, год		
		I	II	III
1	2	3	4	5
Почвенные исследования на участке	га	+	+	+
Ранневесеннее боронование в два этапа	га	+	+	+
Распыление органических удобрений:	га	+	+	+
- аммиачная селитра	0,25 т/га	+	+	-
- суперфосфат гранулированный	0,4 т/га	+	+	-
- калийная соль	0,2 т/га	+	+	-
- суперфосфат гранулированный	0,2 т/га	-	-	+
- калийная соль	0,1 т/га	-	-	+
Внесение минеральных удобрений	30-40 т/га	+	-	-
Вспашка на глубину 15 см.	га	+	-	-
Боронование в два этапа	га	+	-	-
Предпосевное прикатывание	га	+	-	+
Посев зеленых удобрений (костец безостый)	0,035 т/га	+	-	-
Посев зеленых удобрений (клевер)	0,008 т/га	-	-	+
Послепосевное прикатывание в один этап	га	+	+	+
Прикатывание зеленых удобрений	га	-	+	-
Дискование зеленых удобрений в два этапа	га	-	+	-
Запашка зеленых удобрений	га	-	+	-
Скашивание трав	га	-	-	+
Уборка сена	га	-	-	+
Вспашка	га	-	-	+

Расчет оптимального баланса удобрений зависит от состава почвы и агрохимических свойств самих удобрений. Планируемая доза удобрений чаще всего зависит от содержания в нем питательных веществ. Питательные удобрения вносятся по всей рекультивируемой полосе, кроме участков строительной полосы в пределах водоохраной зоны рек и ручьев, а также мест пересечения с автомобильными дорогами.

Работы по рекультивации предусматривают применение различной техники: плуги, культиваторы, агрегаты для внесения минеральных и органических удобрений, тракторные сеялки для посева многолетних трав. Для расчистки территории от кустарников и мелких деревьев используют кусторезы. Экскаваторы одноковшовые применяют для снятия плодородных слоев почвы, перемещения их в отвал, а также для разработки траншей и котлованов под проектируемые инженерные сооружения и коммуникации.

Планировка территории рекультивации, уплотнение грунта, формирование откосов насыпей и территории строительной площадки, а также разработка выемок с последующим перемещением грунта осуществляется с помощью бульдозеров. Также для выполнения планировочных работ применяют грейдеры [10].

Выводы. В процессе строительства и ремонта газопроводов на почвенно-растительный покров оказывается серьезное негативное воздействие. Задача по устранению последствий строительно-монтажных работ решается путем рекультивации земель.

Проведенная нами комплексная оценка рекультивации нарушенных земель при проведении строительно-монтажных работ на объектах газоснабжения показывает, что процесс восстановления почвенно-растительного покрова – это сложный и длительный процесс, требующий особого подхода в каждом конкретном случае. Рекультивация осуществляется после завершения всех строительно-монтажных работ и проходит в два этапа: технический и биологический.

Мероприятия по рекультивации земель имеют огромное значение для восстановления природно-хозяйственной продуктивности рассматриваемой территории, а также для улучшения экологической обстановки современного мира. Рекультивация позволяет избежать негативных последствий нарушенных и загрязненных земель на близлежащие районы и территории, вернуть им биологическую и хозяйственно-экономическую ценность.

Библиографический список

1. Об охране окружающей среды: Федер. закон [принят 10.01.2002] // Собрание законодательств РФ. №7–ФЗ (с последующими изменениями и дополнениями в ред. от 12.03.2014). 97 с.
2. Земельный кодекс Российской Федерации 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 31.12.2017) // Собрание законодательства РФ. 2001. 39 с.
3. Зверев А.Т. Экология. М.: ОНИКС, 2005. 254 с.
4. Банников А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды. М.: Колос, 1999. 304 с.
5. Бурькина А.М. Рекультивация почв, нарушенных промышленностью. Воронеж: Центр. черноземное кн. издание, 1980. 55 с.
6. ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. М.: Стандартинформ, 1986. 28 с.
7. Васильченко А.В. Рекультивация нарушенных земель: учеб. пособие: в 2-х частях. Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ОГУ, 2017. Ч. 2. 158 с.
8. О проведении рекультивации и консервации земель: постановление Правительства Рос. Федерации от 10 июля 2018 г. № 800 (с изменениями и дополнениями). 2018. 9 с.
9. Трушина Т.П. Экологические основы природопользования. М.: ФЛИНТА, МПСИ, 2007. 304 с.
10. Тульская С.Г., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Основные аспекты экологических проблем нефтегазовой отрасли // В книге: Нефтяная столица. Материалы 4-й Международного молодежного научно-практического форума. Ханты-Мансийск, 2021. С. 199–202.

Для цитирования: Волков И.С., Колосова Н.В., Голясикова Е.А. Комплексная оценка рекультивации нарушенных земель при производстве строительно-монтажных работ на объектах газоснабжения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. №3 (28). С. 25–31.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 691.17

«ЖИВЫЕ» МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А. Д. Голядкина, Г. Н. Мартыненко, Н. А. Петрикеева

Воронежский государственный технический университет

А. Д. Голядкина, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(908)135-14-43, e-mail: nutagolyadkina@mail.ru

Г. Н. Мартыненко, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: glen2009@mail.ru

Н. А. Петрикеева, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru

Постановка задачи. В условиях исчерпаемости ресурсов необходимо искать новые альтернативные материалы, способные заменить существующие и удовлетворять или превышать прочностные, теплоизоляционные и другие характеристики, оставаясь при этом долговечными. Необходимо рассмотреть инновационные проекты в сфере инженерных конструктивных цементующих композитов в строительстве и сделать выводы о вкладе изобретений в строительство и перспективу применения их на постоянной основе.

Результаты. Рассмотрены проблемы производства новых строительных материалов, связанные с доступностью сырья и технологическими аппаратами для изготовления, освещены основные требуемые условия для осуществления применения «живых» материалов, вопросы о рентабельности использования данных технологий. Отмечены преимущества инновационных материалов.

Выводы. Получена информация о приоритетности данной отрасли экономики и ее продвижении, что повысит качество строительства, преобразив жизнь населения в стране. Необходима разработка научно обоснованной концепции инновационного развития и комплексной модернизации строительной индустрии, а также вектора реализации инновационных проектов.

Ключевые слова: инновации, технология производства, бетон, строительство, материалы, композиты.

Введение. В современном мире с ускоренными темпами развития новых технологий во всех сферах жизни необходимо решать проблемы, связанные с комфортным существованием населения. На протяжении восьмидесяти лет с середины XX века появилась острая проблема в нехватке жилищного фонда во всём мире и в России, в частности. Активная миграция людей из сельской местности в города, улучшение демографической ситуации, приток населения из разных стран – всё это приводит к необходимости увеличивать количество жилых площадей, удовлетворяющих современным нормативным требованиям по площади, освещённости, инфраструктуре и прочее. Установлено, что сложившаяся практика строительства далека от полного удовлетворения требований рынка и меняет условия финансово-хозяйственной деятельности, а в период пандемии проблема стала более явной в связи с проблемами поставки материалов и перераспределением рабочих мест.

Стабильная работа сферы строительной индустрии является главной задачей экономики страны для обеспечения граждан доступным жильём, которое позволяет обеспечить легкость своевременного исполнения ремонта, технического обслуживания и исправной работы жилищного оборудования, что могло бы увеличить эксплуатационный срок и оставалась бы экономически выгодной для компаний–застройщиков.

Ввод жилья в России за 2020 год составил 82,2 млн. кв. м, что на 0,2 % больше, чем в 2019 году. Рост жилого фонда, как многоквартирного, так и индивидуального, показывает необходимость перспективного и скорого развития строительства, поиск новых материалов, разработку новых площадок и развитие инфраструктуры рядом с жилыми комплексами. Ниже представлена диаграмма сведений общей площади введенного в эксплуатацию жилого фонда в период 2019–2021 гг. (рис. 1).



Рис. 1. Общая площадь построенного жилого фонда в период 2019 – 2021 гг. [1]

1. Актуальность инновационных решений в бетонных смесях. В условиях истощаемости ресурсов необходимо искать новые альтернативные материалы, способные заменить существующие и удовлетворять или превышать прочностные, теплоизоляционные и другие характеристики, оставаясь при этом долговечными. В мире миллионы бетонных строений, потребность в этом материале растет, поэтому требуется интенсифицировать прогресс данной сферы [1].

Самовосстанавливающийся бетон – это новый строительный материал, состоящий из классического бетона и имеющий несколько разновидностей по типу добавок. В настоящее время известен ряд инновационных разработок, связанных с рецептурой бетона:

- «живой бетон» с добавлением грибков и бактерий, способных выжить в щелочной среде и восстанавливать целостность бетона в процессе своей жизнедеятельности;
- гибкий бетон с добавлением оптоволокна, помогающего бетону не терять своей эластичности и предотвращать появление трещин;
- полимерные заплатки – покрытие на бетонных монолитах, состоящее из вещества с микрокапсулами с полимерами, способное при появлении дефектов на бетоне раскрывать капсулы и заполнять углубления в бетоне жидким полимером, который под действием ультрафиолета застывает и полностью восстанавливает прочность бетона.

В соответствии с ГОСТ 25192-2012, ГОСТ 7473-2010, ГОСТ Р 57345-2016, ГОСТ Р 57359-2016, каждый бетон имеет свои следующие характеристики: состав, структуру, условия твердения и так далее. По нормам СНиП 82-02-95 и СНиП 82-01-95 известные бетоны нормируются по содержанию в бетонной смеси цемента, добавок и железобетонных конструкций.

Но известные бетонные смеси являются малостойкими к постоянному воздействию воды и циклам замораживания – оттаивания, что приводит к разрушению бетона. Появилась потребность в создании новой рецептуры бетона, не уступающей, а превосходящей по прочности и долговечности существующие, так как восстановление строений вызывает трудности, возникающие в связи со срочным расселением населения и затратами на восстановление бетонных конструкций.

2. «Живой» бетон и перспективность его использования. «Живой» бетон – это разновидность бетонного материала, состоящего из цемента, песка, воды и содержащий в себе добавку, состоящую из бактерий и грибов. Разработками нового вида инженерных цементирующих композитов занимаются: технический университет Делфта, Нидерланды; Бингемтонский университет, штат Нью-Йорк; университет Рутгерса и университет Мичигана, США; Севастопольский государственный университет.

На протяжении последнего десятилетия учёные разных стран разрабатывали, проверяли и усовершенствовали новую рецептуру бетона, которая стала набирать популярность последние несколько лет. Новый самовосстанавливающийся «живой» бетон отличается от классических рецептов добавлением в состав грибов и спор бактерий, способных выжить в щелочных условиях и придать строительному материалу новые свойства [3, 4].

Классический бетон при эксплуатации под воздействием воды, воздуха и температур теряет свою начальную прочность, приобретая ряд дефектов: сколы, трещины, коррозию. В результате бетонные здания часто после короткого периода времени эксплуатации подлежат дорогостоящему восстановлению.

Ученые нашли выход из ситуации: к классическому составу бетона при производстве обеспечили добавку капсул, содержащих нитрифицирующие бактерии. При разрушении через трещины в тело бетона проникает вода и воздух, что приводит к активации и прорастанию микроорганизмов, которые в результате своей жизнедеятельности вырабатывают карбонат кальция (известняк), заполняющий собой образовавшиеся пустоты. Когда заполнение становится предельным и свет, воздух и вода больше не могут проникать в толщу материала, бактерии снова образуют споры, способные активизироваться при следующем нарушении герметичности. Этот процесс может происходить циклично и продлевать срок эксплуатации бетонных строений в несколько раз.

Из-за бактерий «живой бетон» изначально имеет зеленый цвет, но при затвердевании становится коричневым. На рис. 2 представлен опытный образец самовосстанавливающегося инженерного цементирующего композита, имеющего в составе нитрифицирующие бактерии [2, 5].

В перспективе широкое применение данного вида бетона может совершить прорыв в строительстве и быть использовано в конструкциях зданий, сооружений, тротуаров и бордюров, а также в местах, где производство восстановительных работ затруднено или практически невозможно:

- при подземном строительстве;
- при подводном строительстве;
- в высотных зданиях;
- на транспортных сооружениях мостового типа.



Рис. 2. Опытный образец самовосстанавливающегося инженерного цементирующего композита, имеющего в составе нитрифицирующие бактерии [2]

Несмотря на все плюсы технологии, она не может быть выведена на рынок продаж, поскольку бетон с добавлением биологического материала окончательно технологически не протестирован в разных реальных климатических условиях с сильной засухой и низкими температурами, способных привести к вымиранию бактерий в бетоне. К тому же его производство является дорогостоящей технологией, не являющейся конкурентоспособной в существующих условиях конкуренции в мире и России, в частности [3].

3. Гибкий бетон и перспективность его использования. Гибкий бетон – это разновидность бетонного материала, состоящего из цемента, песка, воды и содержащий в себе добавку полимерных волокон.

Бетонные конструкции часто подвергаются повышенным нагрузкам на изгиб и растяжение, которые активно разрушают их, приводя к аварийному состоянию здания. Для того, чтобы это предотвратить, прибегают к внедрению в конструкцию арматуры, что имеет ряд недостатков:

- увеличение веса конструкции;
- трудоёмкость выполнения работ;
- коррозия металла в толще бетона может привести к уменьшению эксплуатационного срока;
- увеличенная себестоимость за счет дороговизны металла.

В связи с этим встал вопрос о смене металлических каркасов бетонных конструкции. Учёные, работающие в сингапурской школе экологической инженерии NTU's School of Civil and Environmental Engineering, создали уникальную добавку армированного волокна, позволяющего увеличить его прочность и гибкость. Используемые присадки обеспечивают сцепление с бетоном для удобного монтажа.

Изначально разработка была ориентирована на постройку дорожных покрытий, но позже стала исследоваться при построении жилых домов в сейсмически активных регионах и автомобильных мостов, претерпевающих высокие нагрузки, где зафиксированы показатели прочности, превосходящие показатели обычного бетона в 3 раза. Данные характеристики позволяют использовать меньше материала, сохраняя при этом нормативные технические требования для строительных объектов, сохраняя его прочность к дефектам и продлевая срок службы конструкции [4, 5].

Несмотря на плюсы данной инновационной разработки, применение данного вида композитов отмечено лишь в Японии и США, так как данный материал выходит в 3 раза

выше по стоимости аналогичной марки бетона без добавки, что мешает распространению технологии на мировом рынке. На сегодняшний день пока еще ведутся экспериментальные разработки с добавлением фиброволокон и обнародована лишь часть технологий. Проводятся опытные эксперименты над образцами (рис. 3) на выдерживание конструктивным материалом высоких нагрузок и тяжелых климатических условий.

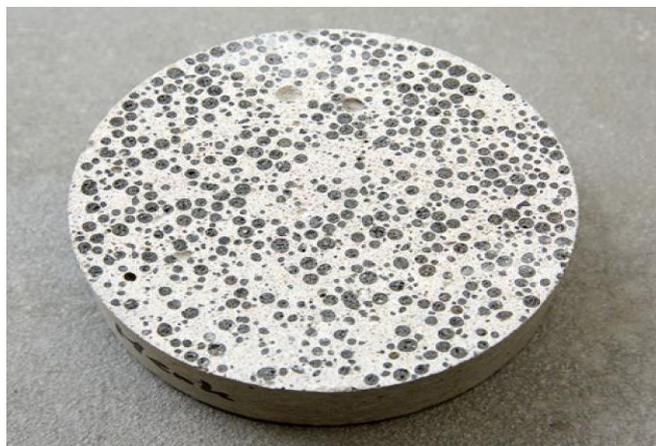


Рис. 3. Экспериментальный образец гибкого бетона [4]

В России также ведутся исследования по созданию гибкого бетона. Добавка «Эластобетон», сертифицированная ГОСТ ISO 9001-2011, служит для придания бетону пластичности, увеличения прочности, морозостойкости и износостойкости, также образцы проходят контроль и используются в соответствии с ГОСТ Р 58411-2019.

4. Полимерные заплатки для бетона и перспективность их использования.

Полимерная заплатка – это особое покрытие для бетона, содержащее в себе микрокапсулы с полимером. Южнокорейские специалисты из университета Юнсэй предложили способ, основанный не на укреплении и интенсификации свойств бетона, а на восстановлении его без участия человека [6, 7].

Принцип работы покрытия состоит в следующем (рис. 4):

1. Бетонные конструкции обрабатываются специальным составом, содержащим микрокапсулы с особым полимерным веществом (рис. 4, а).

2. При появлении дефектов капсулы лопаются и углубления заполняются жидким полимером (рис. 4, б).

3. Под действием ультрафиолетовых солнечных лучей жидкие полимеры затвердевают, восстанавливая прочность бетона (рис. 4, в).

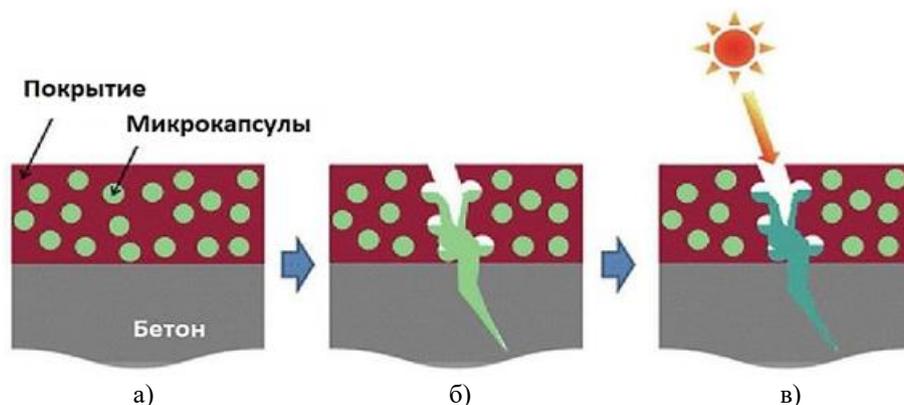


Рис. 4. Принцип действия полимерных заплаток: а, б, в – стадийность покрытия [7]

В данный момент технология также находится в стадии разработки. В лабораторных исследованиях выяснено, что покрытие может сохранять бетон невредимым в течении года, но, с дальнейшим развитием технологии, данный срок может увеличиваться. Данный метод прогнозируется как самый экономически выгодный способ производства бетона, который может быть конкурентоспособным, но не самым надежным по сравнению с другими представленными инновациями, например, самовосстанавливающимися бетонами [8, 9].

Вывод. Сфера строительства всегда была одной из передовых в жизни всего мира. Дефицит обеспечения населения качественными жилыми зданиями и зданиями временного пребывания всегда являлся проблемой и многие страны находятся в стадии активной разработки инновационных идей и создания новых технологий, аппаратов и материалов для строительства, способных вывести индустрию на новый уровень, неся технологический, практический и экономический прогресс [10–12].

Важность этих проблем многократно увеличивается с ужесточением требований к зданиям по архитектурной композиции, инженерной рентабельности, комфортабельности, экологичности, теплоизоляции и другим показателям. За последнее десятилетие сфера строительства перешла на новый уровень и данные инновации будут развиваться, модернизироваться, а после тестирований будут приносить пользу населению на протяжении долгого времени.

Библиографический список

1. Аврениук А.Н. Восстановление бетонных и железобетонных конструкций. М.: Госиздат, 2011. 184 с.
2. Ахромеева А.А., Чеснокова О.Г. Живой бетон в строительстве умных городов // Сборник трудов международной научно-практической конференции: Волгоград, 01–02 декабря 2020 года.. 2020. С. 35–39.
3. Исаченко С.Л., Кодзоев М.Х. Самовосстанавливающийся бетон // Сборник трудов международной научно-практической конференции: Волгоград, 01–02 декабря 2020 года. 2018. №4(4). С. 287–290.
4. Исследование прочности тяжелого бетона с пластифицирующими и минеральными добавками / С.Н. Анисимов, О.В. Кононова, Ю.А. Минаков и др. // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. С.55–59.
5. Савин Ю.Л., Приходько А.П., Савин Л.С. О роли живого вещества в бетоне // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. 2008. № 20. С. 158–161.
6. Сидорова В.В., Сорокина Н.А. Биопозитивные технологии как основа развития устойчивой городской среды // Строительство и техногенная безопасность. 2018. № 10 (62). С. 27–40.
7. Эффективность применения пластифицирующих добавок в производстве тяжелого бетона / В.А. Сленьков, Ю.А. Минаков, О.В. Кононова и др. // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. С. 33–38.
8. Гладышева Т.Ю., Петрикеева Н.А. Основные направления реконструкции инженерных систем зданий и сооружений // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. № 2 (23). С. 14–21.
9. Энергосберегающие мероприятия в многоквартирных жилых домах / Д.М. Чудинов, Т.В. Щукина, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Высокие технологии в строительном комплексе. 2019. № 1. С. 32–36.
10. Формирование и развитие инновационной инфраструктуры в целях коммерциализации технических проектов / Е.В. Шкарупета, О.А. Попова, О.Г. Шальнев, Н.В. Колосова // Энергетическое управление муниципальными объектами и устойчивые энергетические технологии: сборник трудов по материалам XXI Международной научной конференции. Воронеж, 2020. С. 52–56.
11. Лапшина К.Н., Сотникова О.А. Разработка и обоснование применения экспертной системы для проектирования зданий с учетом стандартов «Зеленого строительства» // В сборнике: Современные системы искусственного интеллекта и их приложения в науке: материалы II Всероссийской научной Интернет-конференции с международным участием. 2014. С. 58–66.
12. Системный подход к повышению эксплуатационного качества промышленных и гражданских зданий / В.Я. Мищенко, Ю.Д. Сергеев, Р.Ю. Мясичев, О.А. Сотникова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 4 (40). С. 49–57.

Для цитирования: Голядкина А.Д., Мартыненко Г.Н., Петрикеева Н.А. «Живые» материалы в строительстве // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 3(28). С. 32–37.

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ)

УДК 614.844

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ С НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ

А. Р. Макаров, А. С. Волох, Е. В. Калинин

*Воронежский государственный технический университет**А. Р. Макаров, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: am67293822rambler.ru**А. С. Волох, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: voloh.a@mail.ru**ООО «Бастيون»**Е. В. Калинин, инженер по пожарной безопасности**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(961)616-01-61, e-mail: egor.kalinin.92@mail.ru*

Постановка задачи. Существующие стационарные системы автоматического пожаротушения резервуаров нефти имеют существенные недостатки, которые влекут за собой необходимость внедрения наиболее эффективных, экономически выгодных установок автоматического пожаротушения резервуаров нефти.

Результаты. Проанализированы основные способы тушения вертикальных стальных резервуаров, рассмотрены их преимущества и недостатки. Изучены натурные испытания эффективности работы стационарных установок пенного пожаротушения на основе модуля изотермического с жидкой углекислотой (МИЖУ) для защиты резервуаров нефти и нефтепродуктов.

Выводы. Проведен анализ и выделены преимущества использования изотермических модулей пожаротушения низкого давления жидкой углекислоты относительно существующих систем автоматического пожаротушения РВС с нефтью и нефтепродуктами.

Ключевые слова: резервуар, нефтепродукт, возгорание, методы тушения, пожаротушение, углекислота.

Введение. В настоящее время как в России, так и за рубежом, несмотря на ежегодное сокращение среднего количества пожаров на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, проблема предотвращения возникновения и своевременного тушения пожаров остается. Наиболее уязвимыми объектами относительно защищенности от пожара считают резервуарные парки нефтепродуктов. Пожар в резервуарах приводит к разливу нефтепродуктов на значительную площадь, а также способствует стремительному распространению огня на близстоящие объекты и технику.

Наличие воспламенения и небольшого количества взрывоопасной концентрации в пределах резервуара провоцирует возникновение пожара. Пожару, как правило, предшествует взрыв паровоздушной смеси, которая образуется под действием таких факторов как химические свойства нефтепродуктов, конструктивные особенности резервуаров, эксплуатационные и погодные условия. Источником зажигания может быть как естественный природный процесс (молния, атмосферное электричество), так и технологический процесс или огневой источник.

По статистическим данным, возникновение возгорания или аварии нефтяных резервуаров является одним из самых частых чрезвычайных происшествий, происходящих на объектах нефтегазовой промышленности. Доля таких чрезвычайных ситуаций (ЧС) составляет порядка 17 %.

Пожары и аварии на вертикальных стальных резервуарах (РВС) представляют опасность для близрасположенных объектов предприятий и инженерных коммуникаций, а также для персонала объекта и участников тушения. Об этом свидетельствуют пожары, возникшие на Уфимском нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) (28.03.2011 г.), на РВС под Ангарском (21.08.2013 г.), на территории «Газпром» в городе Салават (28.08.2013 г.), на НПЗ в Уфе (09.08.2014 г.), Саратовском нефтеперерабатывающем заводе «Роснефти» (23.06.2015 г.), на территории НПЗ «Уфанефтехим» (16.03.2016 г.), на нефтеперерабатывающем заводе в Нижегородской области (05.10.2017 г.) [1].

1. Способы тушения РВС. В настоящее время основным средством пожаротушения РВС является пена различной кратности, как правило, средней и низкой. Пена подается в резервуар по стационарным трубопроводам и препятствует поступлению паров в зону горения, снижает скорость испарения жидкости, охлаждает горящий нефтепродукт. Выделяют несколько способов подачи пены в горящий резервуар с нефтепродуктами: надслойный, подслойный и комбинированный.

При надслойном способе тушения РВС пена средней кратности подается через борт резервуара непосредственно на открытое пламя, в результате чего часть пены разрушается о нагретую поверхность, а оставшаяся часть блокирует доступ паров в зону горения, выделяющийся при этом пенообразователь охлаждает разогретый продукт (рис. 1).



Рис. 1. Надслойный способ тушения РВС [2]

При подслойном способе тушения пена низкой кратности по трубопроводам, расположенным внутри резервуара, поступает в нижние слои нефтепродукта. Пена, медленно поднимаясь на поверхность и охлаждая продукт, образует изолирующую пленку, которая предотвращает распространение и дальнейшую локализацию огня (рис. 2).

Преимущество подслойного способа перед надслойным, заключается в том, что генераторы пены, а также пеноводы, установленные на РВС, защищены от взрыва паровоздушной смеси. Помимо этого, пожарные подразделения и специальная техника для тушения находятся за пределами обвалования резервуара, что способствует уменьшению возможной опасности от выброса нефтепродуктов. Однако, на практике данные системы не обеспечивают достаточной защиты, и к тому же данные установки не способствуют быстрому тушению возгорания.



Рис. 2. Подслойный способ тушения РВС [2]

2. Недостатки стационарных установок пенного пожаротушения. Основной причиной неэффективной работы стационарных установок пенного пожаротушения служит вывод их из строя вследствие взрыва паровоздушной смеси. Однако для осуществления эффективной пенной атаки необходимо порядка двух часов с начала возникновения возгорания, за которые осуществляется сбор достаточного количества сил и средств для локализации пожара. Для некоторых крупных возгораний, а также для удаленно расположенных объектов, полноценное тушение начинало осуществляться только спустя 10–12 часов после начала пожара. Также для пены свойственно очень долго охлаждать нагретые поверхности, а способность пены к изоляции очень незначительна.

К вышеперечисленным проблемам можно добавить тенденцию по увеличению резервуаров, что значительно затрудняет возможность эффективного тушения крупнообъемных объектов системами противопожарной защиты, применяемыми в настоящее время. Это связано в основном с большой площадью пожара, который будет развиваться при таких габаритах РВС. Также к существенным недостаткам применения растворов пенообразователя для тушения резервуаров нефтепродуктов следует отнести их низкую эффективность при отрицательных температурах, ограниченный срок годности и возможность применения только в определенной консистенции.

К тому же водопенное пожаротушение влечет за собой большие финансовые затраты при эксплуатации, так как:

1. Необходимо обслуживать и отапливать насосную станцию.
2. Необходимо содержание большого количества воды и поддержания его положительных температур, а для этого требуется сооружение дополнительных резервуаров и системы подогрева.
3. Необходимо проводить лабораторный анализ пенообразователя для обеспечения необходимой кратности.
4. Необходимо предусматривать резерв электрической мощности для корректной работы насосов.

В исследованиях зарубежных специалистов также отсутствуют сведения об успешном и эффективном применении пожарной автоматики при серьезном возгорании РВС. Ликвидация возгораний резервуаров нефти и нефтепродуктов всегда осуществлялась пожарными подразделениями, которые применяли передвижную пожарную технику.

3. Новые методы тушения РВС. Все это способствует поиску и проведению испытаний новых методов и установок автоматического пожаротушения (АПТ) для тушения РВС с наибольшей эффективностью и наименьшей стоимостью, которые дают возможность прекратить распространения опасных факторов пожара (ОФП) в резервуарах нефти на начальной стадии пожара и не требуют использования для тушения огромного количества сил и средств.

Использование огнетушащих газов может обеспечить тушение большинства горючих легковоспламеняющихся жидкостей, твердых веществ и материалов, а также электрооборудования [3]. Установки газового пожаротушения, в отличие от других установок АПТ, обеспечивают тушение всего объема помещения сразу. Также основными преимуществами газового АПТ можно считать его безопасность к материалам и оборудованию в защищаемом помещении, быстроту тушения и высокую эффективность. Значительным минусом применения установок газового пожаротушения является вред от применяемых газов для персонала и посетителей объекта защиты.

Установки газового пожаротушения уже длительное время применяются для тушения помещений серверных, архивов, библиотек. В нефтехимической промышленности установки газового пожаротушения применяются уже более 30 лет. Ими защищают компрессорные, помещения автоматики и другие производственные и складские помещения. Однако практика использования и нормативные требования по применению установок газового пожаротушения для защиты РВС с нефтью и нефтепродуктами отсутствуют.

4. Изотермические модули пожаротушения низкого давления жидкой углекислоты МИЖУ. В последнее время активно стали использовать изотермические модули пожаротушения низкого давления жидкой углекислоты (МИЖУ) (рис. 3).

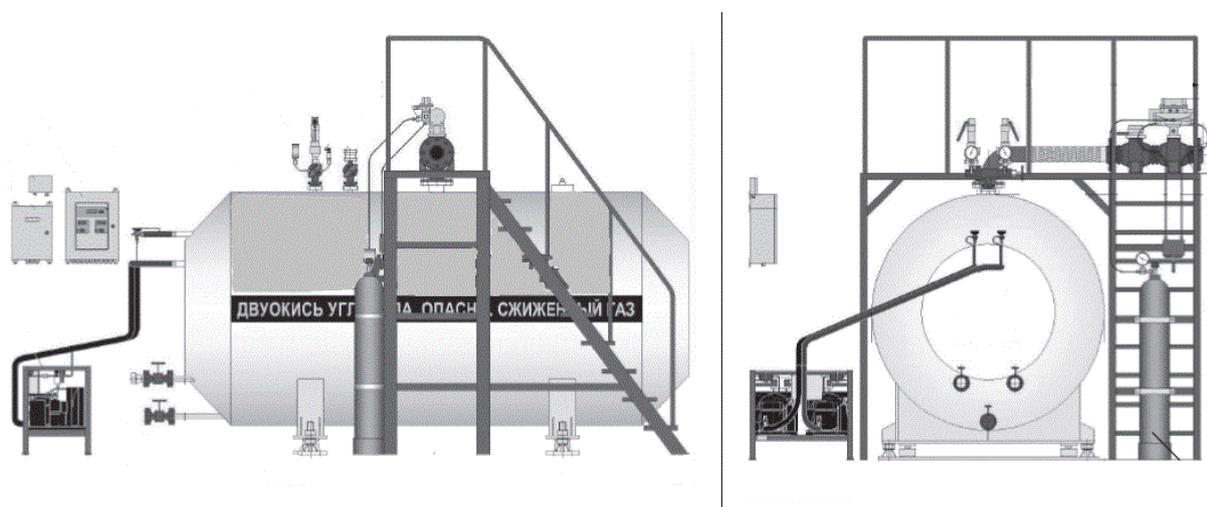


Рис. 3. Общий вид изотермического модуля пожаротушения низкого давления жидкой углекислоты (МИЖУ) [4]

На сегодняшний день для проектирования данной системы пожаротушения разработаны и согласованы в департаменте надзорной деятельности МЧС России «Специальные технические условия на проектирование противопожарной защиты вертикальных и горизонтальных резервуаров для нефтепродуктов, сливноналивных автомобильных и железнодорожных эстакад, технологических зданий (помещений) с применением модуля газового пожаротушения изотермического для жидкой двуокиси углерода (МИЖУ)».

В состав установок пожаротушения МИЖУ входят различные технические устройства, подразделенные на две группы [5, 6].

Первая группа – это технологическая часть, которая включает в себя:

- установку длительного хранения (УДХ) жидкой двуокиси углерода с вместимостью сосуда 3 – 28 м³;
- холодильные агрегаты и электронагреватели, которые способны обеспечивать сжиженное состояние СО₂ и поддерживать рабочее давление на заданном уровне;
- распределительное устройство для подачи газового огнетушащего вещества (ГОТВ);
- магистральный трубопровод и распределительный кольцевой, расположенный в верхней части резервуара;
- насадки, обеспечивающие подачу СО₂ в слой нефтепродуктов РВС;
- запорно-пусковое устройство, контролирующее выпуск СО₂ и его хранение;
- предохранительную и переключающую арматуру;
- средства измерения;
- весовой терминал.

Ко второй группе относится электротехническая часть, состоящая из:

- шкафа управления МИЖУ;
- приборов приемно-контрольных пожарных;
- пожарных извещателей;
- кабелей электроснабжения.

Шкаф управления необходим для отслеживания и осуществления контроля за всеми параметрами установки пожаротушения. Он осуществляет свою работу с помощью контроллеров, запрограммированных логически. На установках МИЖУ данные шкафы обеспечены большим количеством контролируемых параметров, а также имеют расширенный функционал, при этом для просмотра получаемой информации и ввода необходимых данных на шкафах управления установлен десятидюймовый сенсорный экран.

Для надежной работы при скачке напряжения электропитания в шкафу управления применяется стабилизатор напряжения, а для передачи информации по открытому протоколу MODBUS и для совместной работы системы диспетчеризации (SCADA) и управления, шкаф управления МИЖУ оснащен двумя выходами RS-485. Имеющаяся программа мониторинга, предусмотренная для оборудования на объекте защиты автоматизированного рабочего места, осуществляет своевременный контроль и отображение всех главных параметров и состояния оборудования, отображает возможные неисправности и все произошедшие события [5, 7].

Шкаф управления обеспечивает:

- возможность ручного ввода количества подаваемой жидкой углекислоты (до десяти различных значений) и автоматический выпуск выбранной массы огнетушащего вещества по сигналу от системы пожаротушения;
- световую и звуковую сигнализацию при возникновении ненормативных показателей, а также представление на панели управления всех необходимых данных о работоспособности оборудования установки газового пожаротушения;
- управление и контроль запорно-пускового устройства;
- автоматическое или ручное регулирование холодильных агрегатов и электронагревателей;
- автоматическое переключение источника электроснабжения с основного на резервный при отключении основного ввода и переключение обратно при восстановлении основного источника;
- работу запорно-пускового устройства в дежурном режиме и режиме резервного электроснабжения при отключении основного;
- поддержание рабочего давления в резервуаре в заданных пределах и контроль за его изменением;

- работу источника электропитания в течении двадцати четырех часов от аккумуляторных батарей;
- автоматическую подзарядку аккумуляторных батарей и их защиту от глубокого разряда;
- контроль срабатывания предохранительных устройств;
- контроль массы жидкой углекислоты и анализ показаний каждого датчика веса;
- автоматический контроль соединительных линий на обрыв и короткое замыкание;
- отображение и передачу информации о состоянии исполнительных механизмов, датчиков и технологических параметров;
- систематическую самодиагностику системы и ее повторный запуск после аварии.

МИЖУ работает за счет создания в защищаемом помещении огнетушащей концентрации CO_2 (рис. 4). В момент срабатывания запорно-пускового устройства углекислота в течение 60 секунд поступает по трубопроводам в защищаемое помещение или оборудование, где углекислота вытесняет кислород. Тем самым создается среда, которая не поддерживает горение, происходит мгновенное понижение температуры окружающей среды в помещении и охлаждение самого оборудования в помещении [8, 9].

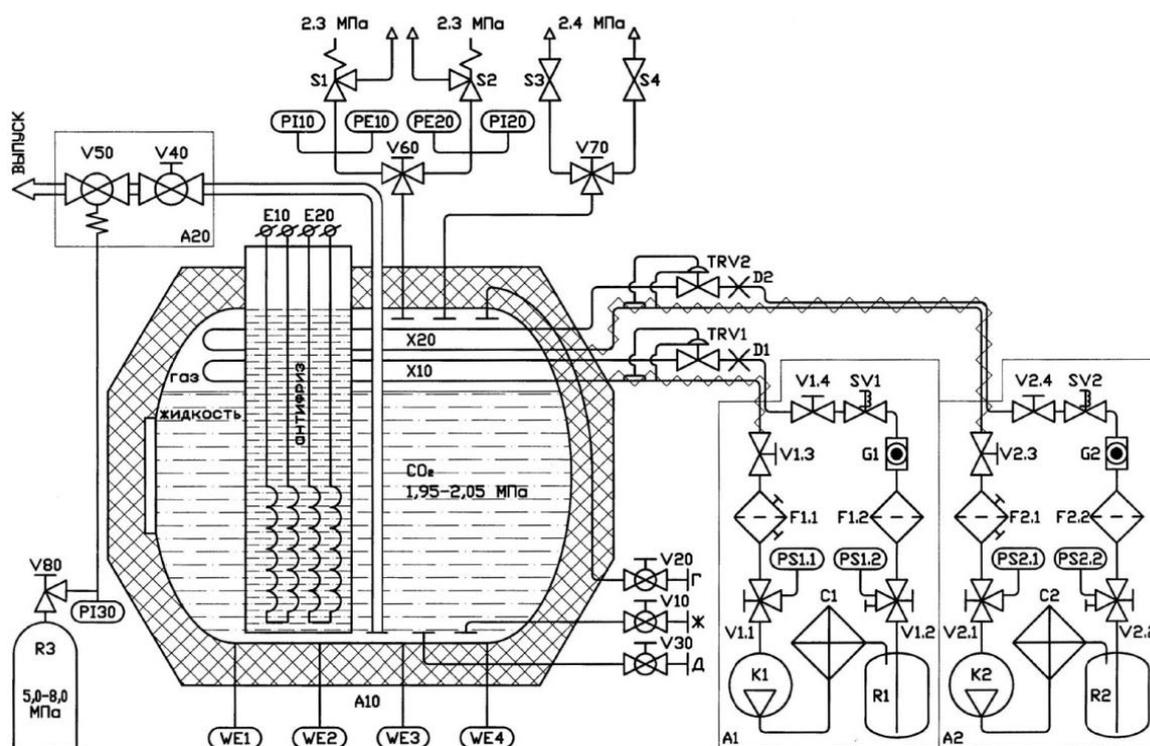


Рис. 4. Принципиальная пневмогидравлическая схема: А10 – резервуар (РЖУ);

А20 – запорно-пусковое устройство (ЗПУ); А1, А2 – холодильные агрегаты (ХА); С1, С2 – конденсаторы ХА; D1, D2 – расширительные вставки ТРВ; E10, E20 – электронагреватели РЖУ; F1.1, F1.2, F2.1, F2.2 – фильтры-осушители ХА; G1, G2 – смотровые стекла ХА; K1, K2 – компрессоры ХА; PE10, PE20 – преобразователи давления (ПД); PI10, PI20 – манометры; PI30 – электроконтактный манометр ПБ; PS1.1, PS2.1 – реле низкого давления ХА; PS1.2, PS 2.2 – реле высокого давления ХА; R1, R2 – ресивер ХА; R3 – пробудительный баллон (ПБ); S1, S2 – предохранительные клапаны; S3, S4 – предохранительные мембраны; SV1, SV2 – соленоидные вентили ХА; TRV1, TRV2 – терморегулирующие вентили (ТРВ); V10, V20 – заправочные вентили РЖУ; V30 – дренажный вентиль РЖУ; V40, V50 – шаровые краны ЗПУ; V60, V70 – переключающие устройства; V80 – запорное устройство ПБ; V1.1, V1.2, V2.1, V2.2 – 3-ходовые вентили ХА; X10, X20 – испарители; V1.3, V1.4, V2.3, V2.4 – запорные вентили ХА; WE1-WE4 – датчики весового устройства (ВУ) [6]

Эффективность применения изотермических модулей пожаротушения низкого давления жидкой углекислоты для тушения резервуаров нефти подтверждалась проведенными многочисленными масштабными испытаниями и положительным опытом тушения пожаров на крупных нефтеперерабатывающих и нефтедобывающих предприятиях.

Первые огневые испытания автоматических установок газового пожаротушения (АУГП) были проведены на «Полотняно-Заводской» нефтебазе на РВС-2000 с частично демонтированной крышей и дизельным топливом. Последующие испытания проводили уже на резервуарах РВС-5000. В 2012–2014 годах АУГП испытывали уже на резервуарах объемом 20000 м³ на территории работающего парка нефти «Южный Балык». В 2015 году проведены испытания на полигоне Лукойл-Норси в Нижнем Новгороде, где использовали модули пожаротушения жидкой углекислоты для тушения резервуара РВС-1000 с мазутно-бензиновой смесью [10, 11].

Выводы. Проведя анализ систем водопенного пожаротушения и установок МИЖУ можно сделать вывод, что недостатки, выявленные при применении автоматических установок пенного пожаротушения (АУППТ), можно устранить, если оборудовать РВС с нефтепродуктами только установками газового пожаротушения на основе жидкой углекислоты. Это может привести к существенному снижению эксплуатационных затрат, а также сокращению времени подачи огнетушащего вещества и времени срабатывания установки втоматического пожаротушения.

Библиографический список

1. Боблак В.А. Применение установок газового пожаротушения на основе жидкой двуокиси углерода для защиты резервуарных парков хранения нефти и нефтепродуктов: автореферат к дис. ... канд. тех. наук : 05.26.03 / Виктор Александрович Боблак ; ФГБОУ ВО СПб УГПС МЧС России. СПб., 2012. 23 с.
2. Как устроена система подслоного тушения РВС [Электронный ресурс]. URL: <https://pozhar.info/sredstva-pozharotusheniya/kak-ustroena-sistema-podslojnego-tusheniya-rvs> (дата обращения: 30.03.2022).
3. Астапов И.Н., Бедрин И.Г. Анализ эффективности систем противопожарной защиты резервуарных парков // Вестник современных исследований. 2018. № 12 (27). С. 21–24.
4. Модуль изотермический МИЖУ-16/2,2 [Электронный ресурс]. URL: https://pb-russia.ru/shop/gazovoe_pozharotushenie/modul_izotermicheskiy_mizhu_16_2_2/ (дата обращения: 30.03.2022).
5. Модули изотермические для жидкой двуокиси углерода (МИЖУ) [Электронный ресурс]. URL: <https://artsok.com/projects/Moduli-izotermicheskie-dlya-zhidkoy-dvuokisi-ugleroda-MIZhU> (дата обращения: 30.03.2022).
6. МИЖУ-10/2,2-П ЗАО "АРТСОК" [Электронный ресурс]. URL: https://pzhproekt.ru/nsis/KatalogPTP/Special/Parts/Raz_4/pasport_4/arts1.htm (дата обращения: 30.03.2022).
7. Сушко Е.А., Скляров К.А., Калинин Е.В. Проблемы, возникающие при тушении пожаров нефтепродуктов в резервуарах нефти // В сборнике: Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема. 2018. С. 187–190.
8. Тульская С.Г., Скляров К.А., Харьковская А.А. Экологические проблемы загрязнения окружающей среды нефтепродуктами в ходе разлива из резервуаров // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2016. № 4 (5). С. 45–51.
9. Лапшина К.Н., Скляров К.А., Чухлебов А.А. Оптимизация системы технического обслуживания потенциально опасных промышленных объектов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2013. № 4 (13). С. 33–42.
10. Макаров А.Р., Аралов Е.С., Волох А.С. Причины аварий на автомобильных газозаправочных станциях. предупреждение их развития и ликвидация последствий // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 1 (22). С. 44–49.
11. Обоснование мероприятий по повышению экологической безопасности городских автозаправочных станций / К.В. Гармонов, М.Н. Жерлыкина, А.Р. Макаров, А.С. Жерлицина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2022. № 2 (21). С. 96–105.

Для цитирования: Макаров А.Р., Волох А.С., Калинин Е.В. Сравнительный анализ существующих методик тушения резервуаров с нефтью и нефтепродуктами // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 3(28). С. 38–44.

УДК 614.842

**ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЕ
ФИЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

А. М. Алешков, И. М. Беков, С. А. Бабкин, А. В. Кочегаров

Академия государственной противопожарной службы МЧС России
А. М. Алешков, канд. техн. наук, доц. кафедры пожарной автоматики
Россия, г. Москва, тел.: +7(495)617-27-27, e-mail: alexander-akfire@yandex.ru
И. М. Беков, студент кафедры пожарной автоматики
Россия, г. Москва, тел.: +7 (922)006-00-29, e-mail: khgandarova@bk.ru
Воронежский институт повышения квалификации ГПС МЧС России
С. А. Бабкин, канд. техн. наук, ст. преподаватель
Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473)236-33-00, e-mail: babkinsk@mail.ru
Воронежский государственный технический университет
А. В. Кочегаров, д-р техн. наук, проф. кафедры техносферной и пожарной безопасности
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-30-00, e-mail: kochiegharov77@mail.ru

Постановка задачи. Специфика физкультурно-оздоровительных комплексов заключается в том, что даже при оповещении о необходимости покинуть здание, некоторые юные спортсмены не смогут покинуть опасную зону самостоятельно. В данной статье рассмотрен вопрос определения требований к автоматической системе пожарной сигнализации и системе оповещения и управления эвакуацией для физкультурно-оздоровительного комплекса.

Результаты. Необходимо, чтобы система пожарной безопасности объекта была современной, в полном объеме выполняла все возложенные на нее функции по своевременному обнаружению возгорания и оповещению о нем. Предложена проводная адресная автоматическая система пожарной сигнализации и система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре физкультурно-оздоровительного комплекса.

Выводы. Автоматическая пожарная сигнализация обеспечивает обнаружение возгорания на первоначальной стадии развития пожара, организует информирование о возгорании в помещениях дежурного по зданию и в дежурно-диспетчерскую службу подразделения пожарной охраны. Произведенные расчеты позволяют определить количество оповещателей и их модификацию.

Ключевые слова: автоматика, сигнализация, система оповещения, технические средства, пожар, оповещатели.

Введение. В последнее время в нашей стране строится достаточно много физкультурно-оздоровительных комплексов. В современном обществе все больше внимание уделяется спорту среди детей и юношества. Обеспечение пожарной безопасности объектов данного предназначения является важной задачей. К таким объектам относятся стадионы, тренажерные залы, спортивные залы внутри зданий, физкультурно-оздоровительные комплексы и пр. Специфика таких объектов заключается в том, что даже при обнаружении пожара, при оповещении о необходимости покинуть здание, некоторые юные спортсмены не смогут покинуть опасную зону самостоятельно. Поэтому необходимо, чтобы система пожарной безопасности объекта была современной, в полном объеме выполняла все возложенные на нее функции по своевременному обнаружению возгорания и оповещению о нем. Достичь этого можно путем использования на объектах надежной автоматической системы пожарной сигнализации (АПС) и системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) в комплексе.

1. Анализ существующих автоматических систем противопожарной защиты. Для объектов различных категорий и помещений необходимо разработать и предусмотреть установку систем противопожарной защиты, в том числе в новых построенных зданиях, требующих обследования помещений, конструкций, материалов и т.д. Список объектов, которые необходимо оборудовать указанными системами, устанавливается нормативными документами в области пожарной безопасности.

К средствам обнаружения пожара относятся установки и системы пожарной сигнализации, к средствам оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре с учетом допустимого пожарного риска в условиях конкретного объекта относятся приборы для светового и звукового оповещения.

Технические средства пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны быть установлены в таких помещениях, где воздействие опасных факторов пожара может привести к травматизму и (или) гибели людей. Автоматические установки пожарной сигнализации в зависимости от разработанного при их проектировании алгоритма должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара, подавать управляющие сигналы на технические средства, которые обрабатывают их и передают на СОУЭ, а также приборы управления установками пожаротушения, технические средства управления системой противодымной защиты [1].

Для обеспечения пожарной безопасности физкультурно-оздоровительного комплекса требуется автоматическая система защиты здания, которая должна круглосуточно осуществлять охрану всех помещений здания и производить оповещение при возникновении опасной ситуации. Для защиты физкультурно-оздоровительного комплекса необходимо предусмотреть проводную адресную АПС и СОУЭ третьего типа.

2. Определение требований к оборудованию защиты. Требования к оборудованию систем оповещения и предупреждения, следующие:

- информация, выводимая или транслируемая системой оповещения, должна соответствовать информации, содержащейся в разработанных и размещенных на каждом этаже зданий планах эвакуации людей;
- СОУЭ должна включаться автоматически от командного сигнала, формируемого автоматической установкой пожарной сигнализации или пожаротушения;
- разрабатываемые АПС и СОУЭ надо выполнить на базе оборудования российского производства;
- технические средства СОУЭ, в том числе кабели, провода и способы их прокладки, должны обеспечивать работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону. Любые линии связи должны быть обеспечены системой автоматического контроля их работоспособности.

Также должны выполняться следующие общие требования:

1. Установки автоматической противопожарной защиты должны относиться к слаботочным потребителям электроэнергии и иметь определенную категорию надежности. Для резервного питания допускается использовать автономные источники питания, обеспечивающие работу систем в течение времени, установленного действующими нормативно-техническими документами (НТД) Российской Федерации.

2. Для защиты помещений требуется применить автоматические адресно-пожарные извещатели дымовые тепловые, а на путях эвакуационных выходов предусмотреть монтаж ручных адресных пожарных извещателей. В случае наличия горючей нагрузки в запотолочном пространстве организовать защиту адресными пожарными извещателями.

3. Организовать защиту каждого помещения по линиям связи проектируемых систем пожарной автоматики, а также путем установки пожарных извещателей с учетом монтажа в каждом помещении не менее двух, включенных по логической схеме «И» (двухпороговое срабатывание – «Внимание» и «Пожар»).

4. Необходимо организовать передачу сигнала на запуск системы оповещения и управления эвакуацией, отключение инженерных систем при формировании сигнала «Пожар», опускание лифтов и т.д. путем применения реле или сухого контакта.

5. Для электропитания оборудования АПС и СОУЭ предусмотреть РИП, имеющие возможность автоматического контроля электропитания, при отключении основного питания или изменении состояния аккумуляторов и передачи сигналов контроля на прибор приемно-контрольный и на управление системами.

6. Разработанные системы АПС, СОУЭ должны формировать систему сбора информации в диспетчерскую на рабочее место дежурного по зданию для круглосуточного наблюдения.

7. Проверка разработанных систем АПС и СОУЭ должна проводиться с периодичностью не реже 1 раза в 3 месяца.

8. Закладываемое оборудование установок АПС и СОУЭ должно иметь срок эксплуатации не менее 10 лет с момента изготовления и может быть применено в здании после проведенных испытаний в сертификационной лаборатории [2].

9. Проектируемые системы должны иметь возможность интеграции с дополнительными системами, осуществляющими контроль и управление доступом в здание, видеонаблюдение, охрану, оповещение о чрезвычайных ситуациях.

Для контроля за работоспособностью интегрированной противопожарной системы необходимо предусмотреть визуализацию работы системы с возможностью:

- отображения ежесекундного состояния работы каждого извещателя;
- формирование заявок и отчетов выполнения работ по эксплуатации системы;
- контроль уровня запылённости камер дымовых извещателей;
- контроль состояния каналов связи.

Система противопожарной защиты должна обеспечивать автоматическое оповещение соответствующих должностных лиц:

- о невыполнении работ по обслуживанию подсистем;
- запылении камер сенсорных устройств извещателей;
- неустранении неисправностей в соответствующий период времени.

3. Электроакустический расчет для помещений физкультурно-оздоровительного комплекса. Проведем расчет с учетом вышесказанного для отдельных помещений.

Для оповещения спортивного зала с фальшпотолком примем оповещатели «Глагол-П-1» потолочного исполнения со звуковым давлением $P = 93$ дБ. На основании расчётов значения уровней звукового давления на различных расстояниях можно воспользоваться справочной таблицей.

Значения уровней звукового давления на различных расстояниях

Расстояние от оповещателя, м	Звуковое давление, дБ
1	93,0
2	87,0
3	83,5
4	81,0
5	80,0
6	79,4
7	78,1
8	76,9
9	75,9
10	75,0
11	74,2

Количество оповещателей в данном случае зависит от высоты подвеса оповещателей, так как линия «телесного угла» в 90° должна покрывать нормативную высоту 1,5 м (рис. 1).

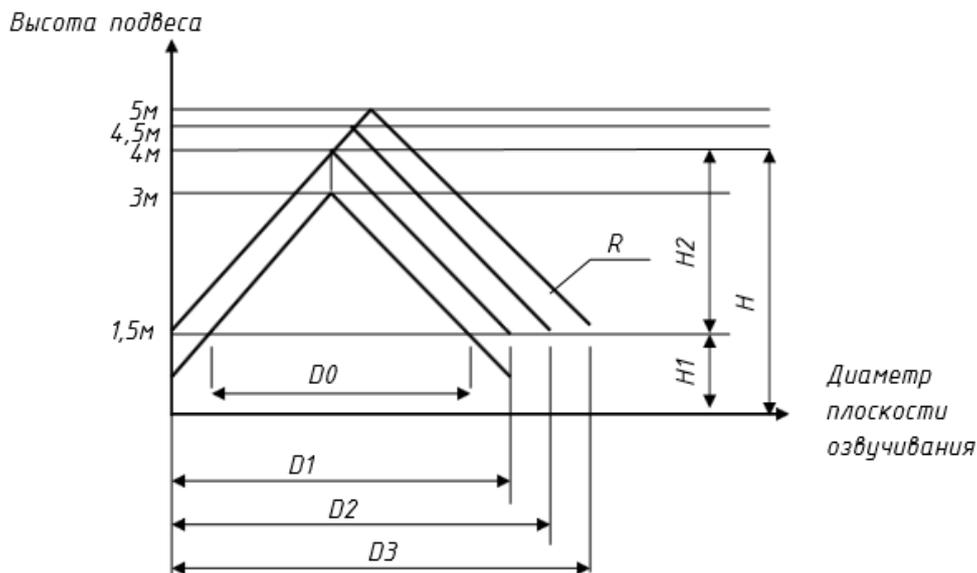


Рис. 1. Зависимость линии телесного угла от высоты подвеса [1]

Из рисунка 1 видно, что чем выше располагается оповещатель, тем больше диаметр плоскости озвучивания. Ограничение высоты составляет длина линии «телесного угла»: она не должна превышать значения расстояния от оповещателя, при котором соблюдается данное требование [3].

Значение площади озвучивания при радиусе $R = 8$ м будет максимальной и составит $S = 63$ м². При высоте потолка $H = 5$ м площадь озвучивания составит $S = 38$ м².

Количество оповещателей в зале, N , определяется по формуле:

$$N = \frac{S_{\text{общ}}}{S}, \quad (1)$$

где S – площадь озвучивания, м²; $S_{\text{общ}}$ – общая площадь зала, м², определяемая по зависимости

$$S_{\text{общ.}} = e \times d, \quad (2)$$

где e – ширина зала, м; d – длина зала, м (рис. 2).

Определим данные параметры, зная габариты помещений и имея необходимые справочные данные.

$$S_{\text{общ}} = (10,6 \times 22,6) = 240 \text{ м}^2$$

$$N = \left(\frac{240}{38} \right) = 6 \text{ шт.}$$

Для выполнения нормативных требований, применим следующую схему расположения оповещателей (рис. 2).

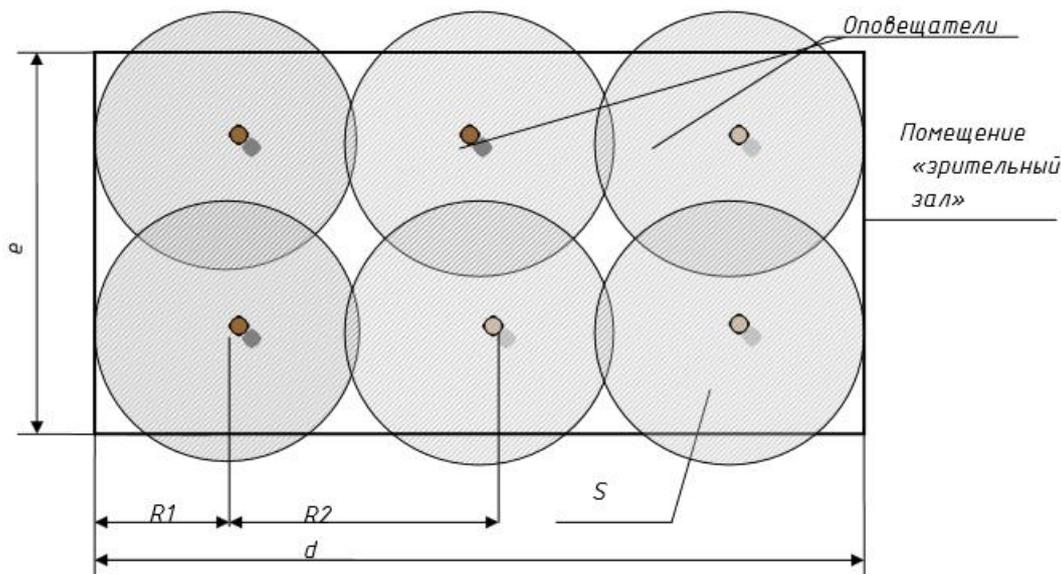


Рис. 2. Размещение оповещателей (вид сверху): S – площадь допустимого значения звукового давления, покрываемая одним оповещателем; r – радиус зоны; R_2, R_1 – установочные размеры для оповещателей; e – ширина зала; d – длина зала

Исходя из геометрических построений, зная габариты помещений, можем найти необходимые установочные размеры R_1 и R_2 :

$$R_2 = D, \tag{3}$$

где D – диаметр плоскости озвучивания, м.

примем $R_2 = 7$ м, тогда $R_1 = (d - 2 \times R_2) = (22,6 - 2 \times 7) = 4,3$ м.

Для установления правильности выбора оповещателя необходимо выполнение электроакустического расчета.

Сначала необходимо найти расстояние R до расчетной (критической точки), которое вычисляется по формуле

$$R = \sqrt{L^2 + \left(\frac{e}{2}\right)^2} = \sqrt{H^2 + d^2 + \left(\frac{e}{2}\right)^2}, \tag{4}$$

После получения значений расстояния до расчетной точки для получения значений площади, зависимости звукового давления от дальности, звукового давления в расчетной точке, разности звукового давления, эффективной дальности громкоговорителя и количества громкоговорителей воспользуемся электроакустическим калькулятором.

Теперь производим расчет отдельных помещений физкультурно-оздоровительного комплекса по формуле (4).

Помещение № 117 (малый спортивный зал):

$$R = \sqrt{0,8^2 + 10^2 + \left(\frac{6}{2}\right)^2} = 10,47 \text{ м.}$$

Получаем следующие значения: площадь помещения – 60 м²; зависимость звукового давления от дальности (r) – 20 дБ; звуковое давление в расчетной точке – 73 дБ.

Помещение № 107 (раздевалка для мальчиков):

$$R = \sqrt{1,7^2 + 6,2^2 + \left(\frac{3,5}{2}\right)^2} = 6,66 \text{ м.}$$

Получаем следующие значения: площадь помещения – 19,5 м²; зависимость звукового давления от дальности (r) – 15 дБ; звуковое давление в расчетной точке – 78 дБ.

Помещение № 127 (электрощитовая):

$$R = \sqrt{1,7^2 + 6^2 + \left(\frac{3,1}{2}\right)^2} = 6,42 \text{ м.}$$

Получаем следующие значения: площадь помещения – 19,2 м²; зависимость звукового давления от дальности (r) – 15 д.; звуковое давление в расчетной точке – 78 дБ.

Помещение № 116 (кабинет администрации):

$$R = \sqrt{1,7^2 + 6,2^2 + \left(\frac{3}{2}\right)^2} = 6,6 \text{ м.}$$

Получаем следующие значения: площадь помещения – 21,7 м²; зависимость звукового давления от дальности (r) – 15 дБ; звуковое давление в расчетной точке – 78 дБ.

Помещение №113 (комната инструктора):

$$R = \sqrt{0,8^2 + 5,1^2 + \left(\frac{4,6}{2}\right)^2} = 5,63 \text{ м.}$$

Получаем следующие значения: площадь помещения – 23,46 м²; зависимость звукового давления от дальности (r) – 13 дБ; звуковое давление в расчетной точке – 80 дБ.

Помещение № 122 (тренажерный зал):

$$R = \sqrt{1,7^2 + 6,6^2 + \left(\frac{5,7}{2}\right)^2} = 7,3 \text{ м.}$$

Получаем следующие значения: площадь помещения – 37,3 м²; зависимость звукового давления от дальности (r) – 14 дБ; звуковое давление в расчетной точке – 79 дБ.

Таким образом просчитываем все имеющиеся помещения согласно принятой схеме размещения, имеющимся габаритам и сравниваем полученные данные с нормативами.

Выводы. Автоматическая пожарная сигнализация обеспечивает обнаружение возгорания уже на первоначальной стадии развития пожара, а также организует информирование о возгорании в помещениях в помещении дежурного по зданию и в дежурно-диспетчерскую службу подразделения пожарной охраны, так как здание относится к категории Ф 3.6.

Интерфейс системы и программа визуализации должны обеспечивать хранение протокола событий объемом не менее 10000 событий.

Производимые расчеты позволяют определить количество оповещателей и их модификацию.

Библиографический список

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон [принят 22.07.2008] // Собрание законодательств РФ. 2008. № 123-ФЗ. 124 с.
2. ГОСТ Р 63326-2012. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2012. 79 с.
3. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях: нормы пожарной безопасности НПБ №104-03. М.: Стандартинформ, 2003. №323. 16 с.

Для цитирования: Требования к автоматической противопожарной защите физкультурно-оздоровительного комплекса / А.М. Алешков, И.М. Беков, С.А. Бабкин, А.В. Кочегаров // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 3 (28). С. 45–50.

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Уважаемые авторы, пожалуйста, строго следуйте правилам написания и оформления статей для опубликования в журнале «Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации».

1. Изложение материала должно быть ясным, логически выстроенным. Обязательными структурными элементами статьи являются *Введение* (~0,5 страницы) и *Выводы* (~0,5 страницы), другие логические элементы (пункты и, возможно, подпункты), которые следует выделять в качестве заголовков.

1.1. *Введение* предполагает:

- обоснование актуальности исследования;
- анализ последних публикаций, в которых начато решение исследуемой в статье задачи (проблемы) и на которые опирается автор в своей работе;
- выделение ранее не решенных частей общей задачи (проблемы);
- формулирование цели исследования (постановка задачи).

1.2. Основной текст статьи необходимо структурировать, выделив логические элементы заголовками (например, «Анализ характера разрушения опытных образцов...», «Расчет прочности тела фундамента»). В основном тексте рекомендуется выделение не менее двух пунктов (разделов).

1.3. Завершить изложение необходимо *Выводами*, в которых следует указать, в чем заключается научная новизна изложенных в статье результатов исследования («Впервые определено/рассчитано...», «Нами установлено...», «Полученные нами результаты подтвердили/опровергли...»).

1.4. Оригинальность научной работы должна составлять не менее 75 %, при этом величина цитирования и самоцитирования в это значение не входят.

2. Особое внимание следует уделить аннотации: она должна в сжатой форме отражать содержание статьи. Логически аннотация, как и сам текст статьи, делится на три части - *Постановка задачи* (или *Состояние проблемы*), *Результаты*, *Выводы*, которые также выделяются заголовками. Каждая из этих частей в краткой форме передает содержание соответствующих частей текста - введения, основного текста и выводов. Аннотация приводится сразу после информации об авторах.

Требуемый объем аннотации – 7÷10 строк, набранных шрифтом высотой 10 пт. Отступ справа и слева – 1 см, выравнивание по ширине.

3. Обязательно указание мест работы всех авторов, их должностей, контактной информации (сведения об авторах приводятся в начале статьи и набираются шрифтом высотой 10 пт.).

4. Объем статьи должен составлять не менее 4 и не более 10 страниц формата А 4. Поля слева и справа – по 2 см, снизу и сверху – по 2,5 см.

5. Обязательным элементом статьи является индекс УДК, который приводится перед заглавием.

6. Ключевые слова, расположенные в тексте после аннотации, приводятся шрифтом высотой 10 пунктов и помогают в поиске материала статьи в сети Интернет.

7. Для основного текста используйте шрифт Times New Roman высотой 12 пунктов с одинарным интервалом. Не используйте какой-либо другой шрифт. Для обеспечения однородности стиля не используйте курсив, а также не подчеркивайте текст. Отступ первой строки абзаца – 1 см.

8. 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.

9. 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.

10. На первой странице внизу также обязательным элементом является указание авторского знака © с перечислением ФИО всех авторов и года издания статьи.

11. 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.

12. Все латинские обозначения набираются курсивом, названия функций (sin, cos, exp) и греческие буквы - обычным (прямым) шрифтом. Все формулы должны быть набраны только в редакторе формул MathType. Расположение формулы по центру, нумерация по правому краю. Пояснения к формулам (экспликация) должны быть набраны в подбор (без использования красной строки).

13. Ссылки на литературные источники в тексте заключаются в квадратные скобки [1]. Библиографический список приводится после текста статьи на русском языке в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008. Список источников приводится в алфавитном порядке или по порядку их упоминания в тексте.

14. Статьи представляются в электронном и отпечатанном виде, печатный экземпляр должен быть подписан всеми авторами.

15. Редакция обеспечивает рецензирование статей. Статья рецензируется не более двух раз, после повторной отрицательной рецензии статья отклоняется.

16. Для публикации статьи необходимо заполнить и выслать на адрес редакции сопроводительное письмо (шаблон письма размещен на сайте журнала <http://journal-gik.wmsite.ru>).

17. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи.

18. Редакция поддерживает связь с авторами преимущественно через электронную почту – будьте внимательны, указывая адрес для переписки.

19. Представляя рукопись в редакцию, автор гарантирует, что:

– он не публиковал и не будет публиковать статью в объеме более 50 % в других печатных и (или) электронных изданиях, кроме публикации статьи в виде препринта;

– статья содержит все предусмотренные действующим законодательством об авторском праве ссылки на цитируемых авторов и издания, а также используемые в статье результаты и факты, полученные другими авторами или организациями;

– статья не включает материалы, не подлежащие опубликованию в открытой печати, в соответствии с действующими нормативными актами.

Автор согласен с тем, что редакция журнала имеет право:

– предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования;

– производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи;

– допечатывать тираж журнала со статьей автора, размещать в СМИ предварительную и рекламную информацию о предстоящей публикации статьи и вышедших в свет журналах.

20. Рукописи статей авторам не возвращаются (даже в случае отказа в публикации) и вознаграждение (гонорар) за опубликованные статьи не выплачивается.