

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО  
ИНФРАСТРУКТУРА  
КОММУНИКАЦИИ**

**Выпуск № 3(32) 2023**

**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](mailto: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(32)**

**Сентябрь, 2023**

- 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  
**Тульская 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

**Куцыгина О.А.**, 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 В.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 29.09.2023. Усл. печ. л. 7,1. Формат 60×84/8. Тираж 35 экз. Заказ № 318

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;

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**

<b>ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....</b>	<b>6</b>
<i>Шнурникова Е. П., Волохин В. Ю., Кондрашов А. В.</i> Использование принципов органической архитектуры в исторической части города Краснодара.....	6
<i>Сокольская О. Н., Андрющенко А. Е.</i> Благоустройство территории застройки с учетом ветрозащитных мероприятий (на примере города Новороссийска).....	11
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ.....</b>	<b>19</b>
<i>Голядкина А. Д., Субботин Д. П., Красникова А. Н., Мышовская Л. П.</i> Отопление жилых зданий, не соответствующих требованиям установки газового отопительного оборудования.....	19
<i>Гасанов З. С., Коровкина А. И., Попова Н. М., Калинина А. И.</i> Защита сооружений от коррозии блуждающими токами.....	24
<b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ.....</b>	<b>30</b>
<i>Новиков М. В., Лебедева А. Ю., Рыбалко А. А., Черникова Ю. А.</i> Оценка параметров теплового контура гражданских зданий .....	30
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....</b>	<b>39</b>
<i>Соколов Д. А., Головина Е. И.</i> Анализ термина «вибраокустический фактор» в сфере экологической безопасности и охраны труда.....	39
<b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ .....</b>	<b>44</b>
<i>Шанин А. О., Баранов А. А.</i> Внедрение технологии подачи обратного шлама в помол кварцевого песка при производстве газобетона .....	44
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ.....</b>	<b>53</b>
<i>Дядина А. В., Ерин Н. С., Калинина А. И., Долбилова М. А.</i> Нефтепоглощение из сточных вод на АЗС путем подбора оптимального сорбента .....	53
<b>ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....</b>	<b>60</b>

---

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

---

УДК 711.4

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ОРГАНИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ В ИСТОРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ГОРОДА КРАСНОДАРА

Е. П. Шнурникова, В. Ю. Волохин, А. В. Кондрашов

---

*Кубанский государственный технологический университет*

*Е. П. Шнурникова, ст. преподаватель кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий  
им. А. В. Титова*

*Россия, г. Краснодар, тел.: +7(900)244-16-68, e-mail: shnurnikova@mail.ru*

*В. Ю. Волохин, студент кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий им. А. В. Титова*

*Россия, г. Краснодар, тел.: +7(918)125-79-34, e-mail: kissenkah@gmail.com*

*А. В. Кондрашов, студент кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий им. А. В. Титова*

*Россия, г. Краснодар, тел.: +7(909)458-98-58, e-mail: sasha\_kandrashov01@mail.ru*

---

**Постановка задачи.** Исторический центр любого города характеризуется не только памятниками культуры, но и является активной зоной с появляющимися новыми веяниями. Реконструируемые или современные возводимые сооружения так или иначе влияют на сложившийся в старой части города архитектурный облик. Поэтому необходимо рассмотреть основные принципы органической архитектуры, определить, возможности применения данных принципов относительно исторической застройки города.

**Результаты.** Проанализированы основные черты органической архитектуры, обозначено их возможное использование в городе Краснодаре.

**Выводы.** В результате проведенного исследования даны рекомендации для проектирования, строительства и реконструкции в исторической части города Краснодара, которые позволят внести новизну в архитектурный облик города, не оказывая негативного влияния на его традиционный стиль и характерные черты.

**Ключевые слова:** органическая архитектура, архитектурный облик, Краснодар, историческая часть, строительство, реконструкция.

**Введение.** Самой старой частью города Краснодара является его исторический центр, расположенный на берегу реки Кубань. Этот район был основан в 1793 году в рамках строительства Черноморской оборонительной линии и назван Екатеринодаром в честь Екатерины II. В центре города находилась крепость, которая защищала границы Российской империи.

В период гражданской войны Екатеринодар был одним из главных центров белого движения, и в городе произошли значительные бои. В 1920 году город переименовали в Краснодар в честь красной армии и коммунистической идеологии.

Современный исторический центр города Краснодара сохраняет свой первоначальный план, характерный для Екатеринодара – это сетка улиц, расположенных под прямым углом друг к другу. Здесь можно увидеть множество старых зданий, ресторанов и кафе, а также многочисленные памятники архитектуры и истории. Среди них можно отметить здание

---

бывшей губернской администрации, дом-музей главного врача С.П. Боткина, здание Театра юного зрителя, здание районного суда и многие другие. В исторической части Краснодара также находится и центральная площадь им. 30-летия Победы, на которой расположен памятник «Воинам-освободителям Кубани». Площадь является одним из главных мест встреч и мероприятий города [1, 2].

Исторический центр Краснодара – это не только место ностальгической атмосферы и памятников культуры, но также активная и живая часть города. Здесь находятся важные офисы и торговые центры, а также различные кафе и рестораны, которые привлекают множество гостей и жителей. Именно поэтому актуальной проблемой города Краснодара является сохранение архитектурного наследия при проектировании и застройке его исторической части. Реконструируемые или современные возводимые здания и сооружения так или иначе влияют на сложившийся в старой части города архитектурный облик. Попыткой решить данную проблему будет обоснование целесообразности применения новаторского подхода к проектированию с использованием принципов органической архитектуры [2, 3].

**1. Исследование принципов органической архитектуры.** Органическая архитектура – это философия проектирования зданий, которая придерживается идеи, что здания должны быть гармоничным продолжением окружающей среды и взаимодействовать с природой, а также учитывать потребности и комфорт людей. Идея органической архитектуры возникла в 30-х годах XX века в США и стала продолжением идей французского архитектора Ле Корбюзье и немецкого архитектора Вальтера Гропиуса о функциональности и простоте в архитектуре [2, 4].

Основные идеи органической архитектуры:

1. Гармония с природой. При проектировании зданий следует учитывать их взаимодействие с окружающей средой. Органические здания должны быть максимально интегрированы в природный ландшафт и учитывать климатические условия, чтобы обеспечить максимальный комфорт жителей и минимальный вред окружающей среде.

2. Использование естественных материалов. Для строительства должны использоваться только природные и долговечные материалы, такие как камень, древесина, глина и т.д.

3. Ориентация на человека. Архитектура должна быть ориентирована на потребности и комфорт жителей, учитывая их физические и психологические потребности.

4. Простота и функциональность. Здания должны быть созданы с учетом минималистического подхода, в котором форма и функция взаимосвязаны, а здание должно быть максимально функциональным и удобным в использовании.

Примером органической архитектуры является знаменитый американский архитектор Фрэнк Ллойд Райт, который создал такие знаменитые здания, как «Дом на водопаде» и «Талиесин». Другими примерами органической архитектуры являются Ханс Шарун, Антонио Гауди и некоторые другие архитекторы. Органическая архитектура в настоящее время продолжает развиваться и становится все популярнее благодаря своей устойчивости и инновационной философии.

Несмотря на американские истоки, принципы органической архитектуры актуальны для города Краснодара, в котором необходимо совместить современные потребности горожан со сложившейся исторической застройкой [4, 5].

**2. Интеграция органического подхода в застройку г. Краснодара.** Рассмотрим каким образом можно интегрировать актуальные технологии и инструменты в преобразовании исторической части города Краснодара, основываясь на принципах органической архитектуры.

Так, например, популярным инструментом является создание зеленых крыш. Зеленые крыши – это технология интенсивного устройства крыш зданий с использованием растительности. Такая технология используется во многих городах для улучшения

экологической обстановки и повышения энергоэффективности зданий. В Краснодаре зеленые крыши могут иметь особенное значение в связи с развитием городского строительства и ограниченностью зеленых зон [2, 6].

Главным достоинством зеленых крыш в Краснодаре станет снижение сильного прогревания воздуха летом. Согласно нормам, озеленение на одного человека составляет от 6 до 10 м<sup>2</sup>, а на данный момент в Краснодаре этот показатель значительно ниже – всего 2,7 м<sup>2</sup>. Эффективность зеленых кровель в таких условиях достигнет максимума – они смогут снизить температуру в жару на 1,3 градуса, и горожане получат прохладное зеленое место в знойный день не выходя из дома [2, 7, 8].

Основываясь на втором пункте из вышеперечисленных принципов органической архитектуры, касающемся использования натуральных материалов, стоит отметить перспективы развития деревянного домостроения. В ближайшие годы долю деревянных объектов недвижимости власти планируют увеличить в 2,5 раза, т.е. до 30 % [3, 9].

Древесина – один из наиболее популярных материалов при строительстве зданий. Она является экологически чистым материалом, имеет приятный внешний вид и обладает рядом других преимуществ. Несмотря на то, что использование древесины в строительстве было широко распространено в прошлом, она также заслуживает внимания современных архитектурных проектов [2, 10, 11].

В Краснодаре использование древесины может быть идеальным решением для реконструкции исторической застройки по следующим причинам:

1. Экологичность. Древесина является экологически чистым материалом, который производится из природного источника и может быть утилизирован при необходимости.

2. Энергоэффективность. Древесина обладает отличными теплоизоляционными свойствами, которые позволяют сократить расходы на отопление здания, устройство которого в старой части города имеет некоторые затруднения.

3. Визуальный эффект. Древесина обладает естественной красотой и может добавить приятный естественный вид в здание, простоявшее многие годы.

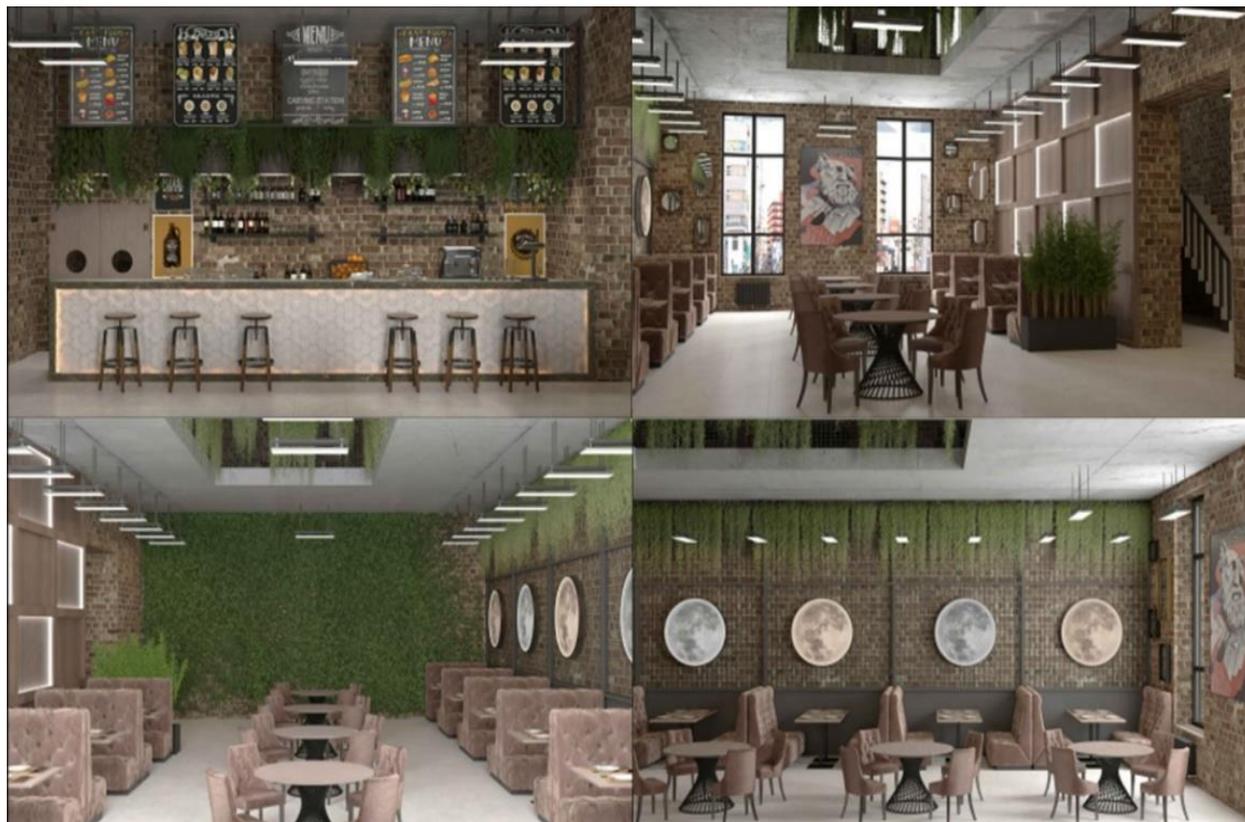
Использование древесины в современном строительстве не только обладает преимуществами для экологии, но и способствует развитию технологий строительства и расширению возможностей для архитектурной фантазии.

Так, например, древесину можно использовать при реставрации деревянных элементов. Если здание имеет деревянные элементы, которые пострадали от времени или эксплуатации, их можно заменить аналогичными деталями из древесины при реконструкции. Также деревянные элементы часто используются при замене старых стропильных систем зданий.

Особо интересно древесина может быть использована при реставрации фасада и интерьера зданий. Оригинальные деревянные элементы и изделия из древесины добавляют красоты и изящества в здание, сохраняя старый архитектурный стиль [2, 12, 13].

**3. Реконструкция исторического здания.** Что касается архитектуры, ориентированной на человека, стоит отметить, что она представляет собой подход к проектированию и реконструкции зданий и пространств, который учитывает потребности и комфорт людей, использующих эти здания и пространства. Главной целью этого подхода является создание пространств, которые максимально соответствуют потребностям и ожиданиям пользователей, обеспечивая им высокий уровень комфорта и удобства [14, 15].

Так, например, авторами в составе студенческой группы был разработан проект реконструкции швейной фабрики «Александрия», расположенной по ул. Гоголя 82/56. Так как здание уже не используется непосредственно как швейная фабрика, согласно проекта, предложено изменить назначение здания с производственного на общественное. Предполагаются ресторан и конференц-зал (рис. 1). Данное назначение в большей степени направлено на потребности современного человека в центре города.



Визуализация ресторана в здании бывшей Швейной фабрики «Александрия»  
(выполнена авторами в программе Autodesk 3ds Max)

Архитектура, ориентированная на человека, включает все – от зданий жилой и коммерческой недвижимости до городской планировки и дизайна общественных пространств. Этот подход помогает создавать более комфортные и удобные пространства для жизни и работы, способствует развитию городов и повышению качества жизни пользователей [2, 16].

Также при реконструкции зданий исторической застройки, той же швейной фабрики «Александрия», необходимо опираться на принцип простоты и функциональности, которые являются важными факторами процесса реконструкции. При проектировании и реконструкции зданий нужно учитывать функциональное назначение здания. Новый дизайн и внутренняя планировка должны соответствовать потребностям и требованиям пользователей. Например, если здание предполагало несколько небольших помещений, разделяемых перегородками, а при реконструкции назначение здания изменилось на предполагающее большие пространства, то объемно-планировочные решения должны учитывать расширения пространств [17, 18].

Простота при реконструкции должна предусматривать понятность новых элементов в помещениях и на фасаде здания. Информационные таблички и указатели должны быть легко читаемыми и интуитивно понятными для всех пользователей. Это поможет пользователю быстрее ориентироваться в новой планировке, сократит время перемещения и повысит комфорт при использовании здания [19, 20].

**Выводы.** Проведенное исследование позволяет установить, что принципы органической архитектуры могут быть активно внедрены в строительство и реконструкцию в исторической части города Краснодара. Новшества не исключают сохранения традиционного архитектурного облика, за счет чего между ними достигается гармония. Данная концепция представлена в практическом исполнении.

## Библиографический список

1. Бродягин В.А., Бичевой А.М. Традиции и новаторства при проектировании исторической части города с использованием принципов органической архитектуры (на примере г. Краснодар) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42897155> (дата обращения: 05.04.2023).
2. Маловичко Д.В., Труфляк И.С. Зеленая архитектура в г. Краснодаре [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48796231> (дата обращения: 06.04.2023).
3. Чистякова С.Б., Смывковская Г.Ю., Краснощекова Н.С. Методические основы составления территориальных схем охраны окружающей среды городов // Науч.-метод. аспекты разработки территориальных комплексов, схем охраны окружающей среды городов. 1986. С. 7–19.
4. Сокольская О.Н., Иванченко В.Т., Клименко В.В. Основы теории градостроительства и планировки населённых мест Краснодарского края. 2022. С. 90–124.
5. Гиясов А.Р., Сокольская О.Н. Формирование городской застройки с учетом экологических факторов атмосферной среды в жарких маловетренных и штилевых климатических условиях: монография. Краснодар: КубГТУ, 2016. 140 с.
6. Мягков М.С., Алексеева Л.И. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки // Architecture and Modern Information Technologies. 2014. № 1 (26). С. 5–15.
7. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: Минрегион России, 2016. 28 с.
8. Зуева А.А. «Региональная градостроительная идентичность» жилых образований в условиях южного берега Крыма // Строительство и техногенная безопасность. 2018. №12 (64). С. 7–15.
9. Новосельская В.А. Культурно-природный ландшафт как предмет комплексного анализа // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. 2016. №37–1. С. 18–31.
10. Косицына Э.С. Экологичность малоэтажного жилья как индикатор устойчивого развития города // Малоэтажное строительство в рамках Национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России: технологии и материалы, проблемы и перспективы развития в Волгоградской области»: материалы международной научно-практической конференции. 2009. С. 374–375.
11. Никифорова М.Е. Применение экологического подхода к развитию малоэтажного домостроения в России // Малоэтажное строительство в рамках Национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России: технологии и материалы, проблемы и перспективы развития в Волгоградской области»: материалы международной научно-практической конференции. 2009. С. 34–36.
12. Петрова З.К., Долгова В.О. «Экологический урбанизм» как перспективное направление в теории и практике градостроительства // Градостроительство. 2017. №6 (52). С. 57–64.
13. Гуртяк М.А., Вильчинская П.П. Проектирование высотного здания с учетом экологических факторов // Академия педагогических идей Новация. Серия: Студенческий научный вестник. 2019. №2. С. 5–17.
14. Трофимчук Д.А. Зеленые насаждения урбандолиндов как способ оптимизации городской среды // Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии: материалы VI Международной научной конференции (к 100-летию со дня рождения профессора В.А. Дементьева). 2018. С. 241–244.
15. Максимова О.Н. Что такое экологический каркас города и зачем он нужен [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/5ecfa2679a79475081e84b12> (дата обращения: 03.12.2022).
16. Георгица И.М. Специфика городского экологического каркаса // Ярославский педагогический вестник. 2011. № 3. С. 133–136.
17. Алексеева Т.М. В Краснодаре к 2026 году по нацпроекту построят «Парк достижений» [Электронный ресурс]. URL: <https://kuban24.tv/item/v-krasnodare-k-2026-godu-po-natsproektu-postroyat-park-dostizhenij> (дата обращения: 24.12.2022).
18. Савельев М.В., Унагаева Н.А., Федченко И.Г. Особенности формирования открытых общественных пространств Красноярска в зоне влияния объектов культурного наследия // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. 2021. №42. С. 135–157.
19. Ковалева Г.Н., Баранская Е.А., Пивоваров А.В. Сохранение и восстановление зеленого пространства исторически сложившейся жилой застройки средней этажности в Краснооктябрьском районе г. Волгограда // Малоэтажное строительство в рамках Национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России: технологии и материалы, проблемы и перспективы развития в Волгоградской области»: материалы международной научно-практической конференции. 2009. С. 369–372.
20. Формирование современной городской среды путем реконструкции придомовых территорий многоквартирных домов / Л.В. Гирия, С.В. Хоренков, Е.С. Головатенко, Д.Г. Черкезия // Инженерный вестник Дона. 2019. № 3. С. 7–11.

*Для цитирования:* Шнурникова. Е.П., Волохин В.Ю., Кондрашов А.В. Использование принципов органической архитектуры в исторической части города Краснодара // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 3 (32). С. 6–10.

УДК 711.1

**БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ  
С УЧЕТОМ ВЕТРОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ  
ГОРОДА НОВОРОССИЙСКА)**

О. Н. Сокольская, А. Е. Андрющенко

*Кубанский государственный технологический университет**О. Н. Сокольская, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий  
им. А. В. Титова**Россия, г. Краснодар, тел.: +7(929)841-82-02, e-mail: ons33@mail.ru**А. Е. Андрющенко, студент кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий им. А. В. Титова  
Россия, г. Краснодар, тел.: +7(928)430-90-45, e-mail: andr.anna.e@gmail.com*

**Постановка задачи.** Рассмотреть проблему ветрозащиты в современном градостроительстве. Проанализировать благоустройство городов с повышенными ветровыми характеристиками в других странах. Рекомендовать ветрозащитные мероприятия для черноморского побережья Краснодарского края на примере территории города Новороссийска с учетом ветровых особенностей данной местности.

**Результаты.** Проанализированы направления и сила ветров в холодное и теплое время года. Выделены зоны, наиболее нуждающиеся в ветрозащитных мероприятиях в холодное время года.

**Выводы.** В результате проведенных исследований рекомендованы ветрозащитные мероприятия специального назначения с учетом ветровых особенностей города Новороссийска, направленные на защиту территории от ветров в холодное время года и развития их в теплое время года.

**Ключевые слова:** градостроительство, благоустройство, ветрозащита, Новороссийская бора, бриз, озеленение.

**Введение.** Проблемы защиты от ветра – это актуальная проблема в современном градостроительстве. Существуют города, территория которых наиболее подвержена воздействию ветровых потоков. К примеру, Баку (Азербайджан) со среднегодовой скоростью ветра 4,96 м/с, Сент-Джонс (Канада) – 5,85 м/с, Пунта Арена (Чили) – 6,48 м/с, Рио-Гальегос (Аргентина) – 6,84 м/с, Веллингтон (Новая Зеландия) – 7,15 м/с [1].

На карте ветрового районирования РФ много городов с повышенным ветровым уровнем: в Анадыре дуют ветры со среднегодовой скоростью 6,6 м/с, в Воркуте (Республика Коми) – 5,3 м/с [2], в Ставрополе – 4,4 м/с, в Норильске – 4,5 м/с [3, 4] и т.д. Но наибольшее внимание представляет черноморское побережье, представляющее интерес для проживания и отдыха.

Данная территория характеризуется общими комфортными показателями, а именно, жарким летом с большим количеством солнечных дней и приятными бризовыми ветровыми потоками и относительно теплой зимой с экстремально сильными ветрами. Примером города с таким климатом служит Новороссийск со среднегодовой скоростью ветра 4,6 м/с.

Установлено, что благоустройство городов с повышенными ветровыми характеристиками необходимо вести с учетом наличия ветрозащитных мероприятий как на уровне градостроительного проектирования, так и на уровне застройки. На сегодняшний день существует ряд рекомендаций градостроительного и архитектурно-планировочного характера по регулированию ветрового режима [5].

**1. Архитектурные ветрозащитные приемы.** Известны исследования, где была определена эффективность различных архитектурно-планировочных решений застройки с точки зрения создания комфортных условий аэрации, а также установлены коэффициенты скорости ветра для получения усиления проветривания или ветрозащиты территории. Так, например, при строчном приеме застройки при параллельном направлении ветра коэффициент скорости ветра равен 0,75-0,95, а при перпендикулярном ветровом потоке – 0,4-0,5. При групповой конфигурации, в первом случае – 0,45-0,65, а во втором – 0,25-0,35 и т.д. В первом варианте, планировочными схемами застройки получают усиление ветровых потоков, а во втором, создаются условия проветривания, ветрозащиты территории [4, 6].

Интересным примером благоустройства территории застройки с учетом ветрозащитных мероприятий является необычная остановка в городе Умео на севере Швеции. В этом северном городе даже летом температура редко поднимается выше 15 °С, а с моря постоянно дует холодный ветер. Авторы проекта предложили свое видение новой остановки (рис.1), которая состоит из одного лишь навеса с прикрепленными к нему вертикальными модулями, похожими на стручки гороха, которые заменяют привычные сиденья. Деревянные «лепестки» защищают пассажиров, стоящих на платформе, от ветра, дают чувство покоя и безопасности – в них можно даже вздремнуть. При желании такой модуль можно повернуть в любую сторону – угол вращения составляет 360°. Так же в кровлю встроена «умная» система оповещения (рис.1) [5, 7].



Рис. 1. Пример остановки общественного транспорта в Швеции [5]

Другим примером благоустройства территории является остановка общественного транспорта в городе Веллингтон, который считается самым ветреным городом в мире. Самый сильный ветер метеорологи зафиксировали в 1962 году: его скорость достигала 248 км/ч, или 68,9 м/с. Местные жители всеми способами защищаются от сильного ветра, который постоянно дует в Веллингтоне, ограждая свои дома высокими заборами. Поэтому и остановки общественного транспорта в городе капитальны: с крышей и стеклянными стенами (рис. 2).

В центре города на перекрестках стоят навесы от дождя со стеклянной стенкой. А вдоль некоторых улиц они идут практически непрерывно [6, 8].

Опыт других стран в сфере ветрозащитных мероприятий можно применять на прибрежной территории черноморского побережья РФ.

Так, в городе Новороссийске, расположенном на черноморском побережье Краснодарского края, входные группы, выступающие за пределы основного объема жилого многоквартирного дома, оборудованы навесом и боковыми перегородками.



Рис. 2. Пример остановки общественного транспорта в городе Веллингтоне [6]

Такие приемы также являются хорошим ветрозащитным приемом в зимнее время года (рис. 3).



Рис. 3. Входная группа в новых жилых комплексах в городе Новороссийске с навесом и ограждением по бокам [6]

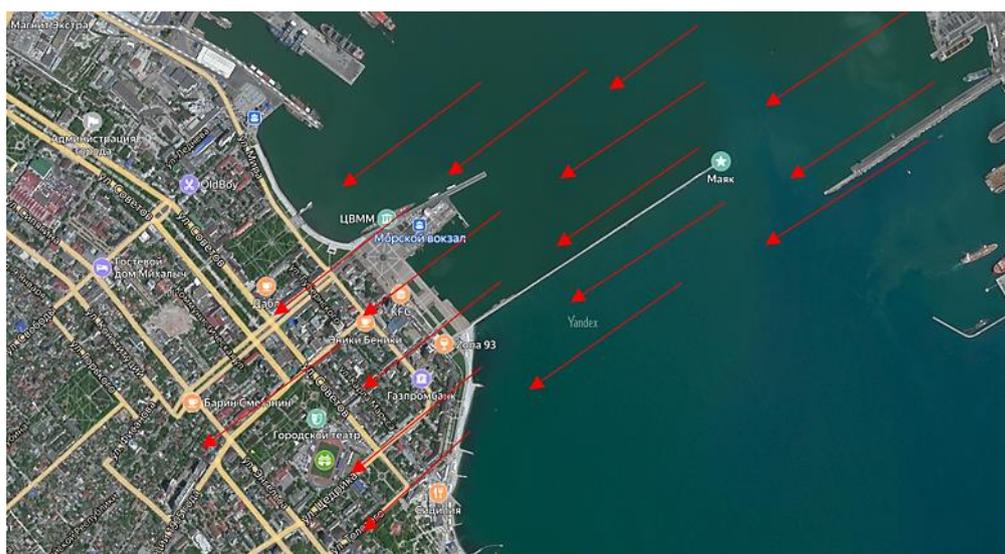
**2. Климатологические особенности города Новороссийска.** Подобные мероприятия необходимо организовать на всех уровнях градостроительного проектирования и в зоне застройки, которая встречает холодные ветры зимой. В городе Новороссийске такой территорией является центральная набережная Серебрякова.

Необходимо отметить, что на территории города Новороссийска основными видами ветра являются бриз и бора.

В теплое время года наблюдается бризовый ветер – это местный ветер с суточной периодичностью, который действует вдоль берега моря. Береговой бриз на морской сменяется два раза в сутки. Дневной (морской) бриз дует со стороны относительно холодного моря на нагретое побережье, ночной (береговой) наоборот – с охлажденного побережья на уже нагретое море. Бризовые ветры приходятся на период с марта по ноябрь, преобладающим направлением которых является юго-восточное и северо-западное. Их скорость составляет в июне и июле около 3,5 м/с, августе – 3,9 м/с [7, 9]. Бризовый ветер является благоприятным микроклиматическим показателем, который улучшает качество атмосферной приземной среды, поэтому бризовые ветры следует развивать.

Второй тип ветра – бора, наиболее сильно выражена на территории города Новороссийска, который на 25 км вытянулся вдоль Цемесской бухты и окружен горами Северного Кавказа. С северо-восточной стороны город прижимает к морю Маркотхский горный хребет, высота которого в среднем в городе составляет 400 м. В холодный период года местный порывистый ветер северо-восточного направления возникает, когда масса холодного воздуха преодолевает на своем пути горный хребет и с огромной силой обрушивается на город [8]. В Новороссийске в среднем бывает 46-48 дней в году с борой, из них около половины с ветром со скоростью не менее 20 м/с. Иногда она может достигать скорость 40 м/с и более. Именно с такой скоростью экстремальные холодные ветра наблюдаются в период с ноября по март. Продолжительность отдельных случаев достигает 1-3 суток, а иногда бора длится даже в течение целой недели [9, 10]. В связи с высокими усредненными показателями скорости ветра, в холодный период года возникает вопрос ветрозащиты территории города Новороссийска.

На территории города Новороссийска можно выделить зоны, которые в наибольшей степени нуждаются в ветрозащитных мероприятиях. Особенно в защите от ветра нуждаются прибрежные территории, представленные на рис 4. Это центральная набережная города имени Серебрякова, являющаяся одной из главных достопримечательностей с большим количеством общественных мест. В холодное время года из-за экстремальных ветров на ней сложно находиться. Сюда также относятся улицы, идущие вдоль потока экстремального зимнего ветра вглубь селитебной зоны (рис. 4).



—▶ - Новороссийская бора

Рис. 4. Распространение Новороссийской боры по городу [6]

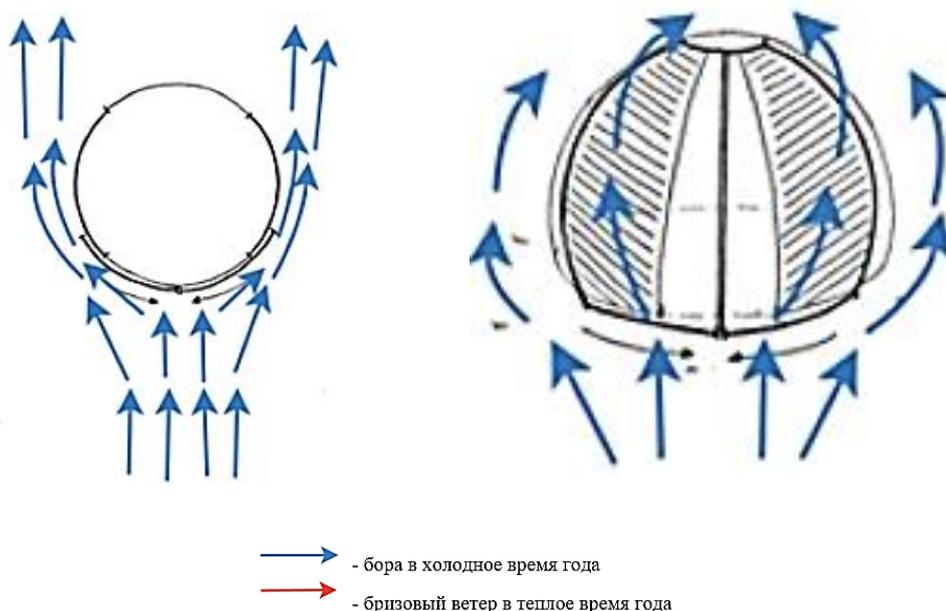
**3. Предложения по ветрозащитным мероприятиям.** Именно в этих зонах на территории города Новороссийска со сложившейся застройкой необходимо предусмотреть ветрозащитные мероприятия специального назначения, препятствующие прохождению экстремального ветра боры в холодный период года и наоборот способствующие прохождению благоприятных бризовых ветров в теплое время года. Именно поэтому ветрозащитные мероприятия на улицах города должны носить изменяющийся кинетический характер в течение года, т.е. изменяться относительно потока ветра [11].

В качестве ветрозащитных мероприятий для города Новороссийска будут актуальны малые архитектурные формы (МАФ) специального назначения, имеющие кинетический изменяющийся характер. Интересным элементом благоустройства являются кинетические

малые архитектурные формы, имеющие движущиеся элементы, подстраивающиеся под ветер с помощью изменения своей формы, положения или ориентации. Они могут использоваться для создания зон отдыха и общественных площадок. В целом, они представляют собой интересные и современные решения для обеспечения комфорта на территории. Ветряные кинетические МАФы имеют привлекательный вид, обладают широким спектром практических функций. Это и делает их особенно ценными для городской среды.

Хорошим средством от ветра служит беседка. Конфигурация беседок может быть различной: округлой, квадратной, прямоугольной, шестиугольной и т.п. Главной особенностью такого ветрозащитного мероприятия является остекление, которое в зависимости от направления ветра, может двигаться, создавая комфортные условия внутри беседки. При благоприятных бризовых ветрах ее стены должны «открываться», вследствие чего, создается эффект проветривания. А при экстремально холодных ветровых потоках она закрывается и становится округлой формы, благодаря которой ветер ее огибает, и внутри и рядом с беседкой будет безветренное пространство или эффект проветривания (рис. 5, 6).

Пример ветрозащитной кинетической беседки, в которой во время экстремального холодного ветра стеклянные стенки сдвигаются, образуя барьер, представлен на рис.5.

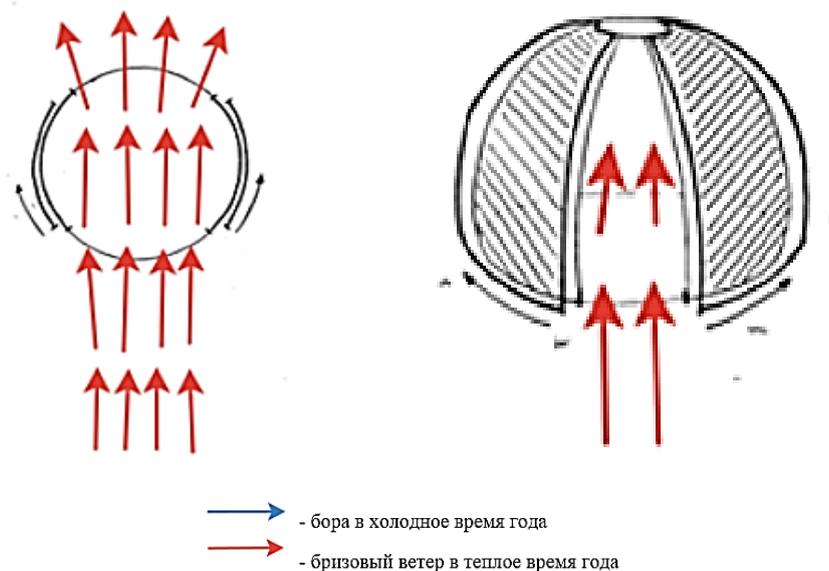


**Рис.5.** Пример сдвигающейся ветрозащитной кинетической беседки [7]

Также беседка, стены которой заплетены вьющимися растениями, также эффективно защищает от ветра. Ветровому потоку препятствует «зеленая» стена, которая ослабевает его и создается проветривание. Такой растительностью может служить плетистая роза, клематисы или вьюны.

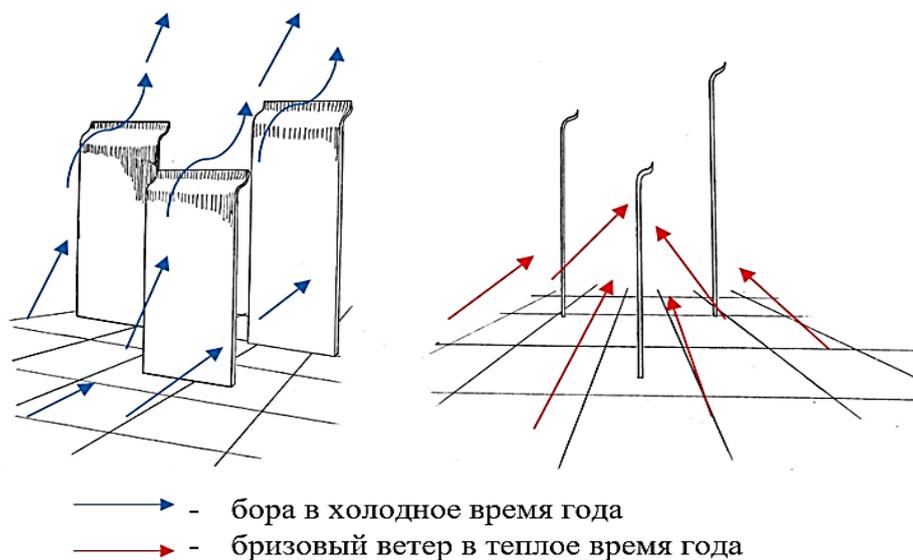
Пример ветрозащитной кинетической беседки, в которой во время бризового благоприятного ветра стеклянные стенки раздвигаются, способствуя развитию аэрации в приземной зоне нахождения человека, представлен на рис.6.

Еще одним способом защиты городской территории от ветра является использование ветрозащитных экранов. Примеров экранов существует большое количество: из дерева, из цельного материала, пропускающего воздух, оргстекла или поликарбоната. Для ветровой проблемы города Новороссийска они будут очень актуальны. Их можно расположить рядом с прибрежными территориями на территории входных групп улиц в город [12].



**Рис.6.** Пример раздвигающейся ветрозащитной кинетической беседки [7]

Такие экраны должны представлять из себя подобие арт-объекта, который имеет практичное использование. В холодный период времени их нужно разворачивать и фиксировать параллельно набережной, выстраивая таким образом стену, которая не даёт Новороссийской боре попасть в город вдоль улиц. А в летний период времени «открывать» экраны и ставить их по направлению бризовых ветров, развивая их. Такой способ ветрозащиты может стать новой достопримечательностью, которая будет привлекать туристов, и преградой экстремально сильным ветрам (рис. 7).



**Рис.7.** Пример ветрозащитных кинетических экранов [7]

Еще одним способом скорректировать ветровой режим являются ветрозащитные приемы озеленения. Для территории Новороссийска, в зонах наиболее подверженных воздействию сильного ветра, рекомендуется озеленение с плотной кроной разноярусной системы посадки групп зеленых насаждений.

Их можно располагать несколькими способами:

1. Рядами из деревьев и низким подлеском в виде кустов с плотной кроной. Это долгосрочный проект для защиты и украшения городской территории из вечнозеленых видов растений с плотной кроной [10]. Живые ветрозащитные полосы создают полупроницаемый барьер для снижения скорости ветра и, следовательно, обеспечивают укрытие [11, 13].

2. Деревья или кустарники в виде ярусных посадок с раскидистыми, крупными кронами располагают одиночно. Такое размещение позволяет уменьшить распространение ветра сразу на всей территории (в шахматном или произвольном порядке, равномерно, с соблюдением определенного расстояния).

3. Элементы вертикального озеленения. Вьюны, растущие по опорам, можно использовать для создания ветрозащитных экранов при условии.

Для ветрозащитных посадок можно использовать неприхотливые растения с быстрым ростом. Сюда относят боярышник, ели, пихты или туи, шиповник, дерен, иргу, чубушник и другие кустарники или деревья. Для более эффективной ветрозащиты используют деревья с ажурными плотными кронами [10, 14].

Такое озеленение можно расположить вдоль линии набережной, оно будет служить своеобразной стеной между холодной борой с моря и городской территорией. Также при прохождении ветрового потока вдоль по улице, рекомендуется ярусное озеленение располагать вплотную к стенам зданий. Такой прием поможет снижению зон турбулентности при обтекании зданий (рис. 8).

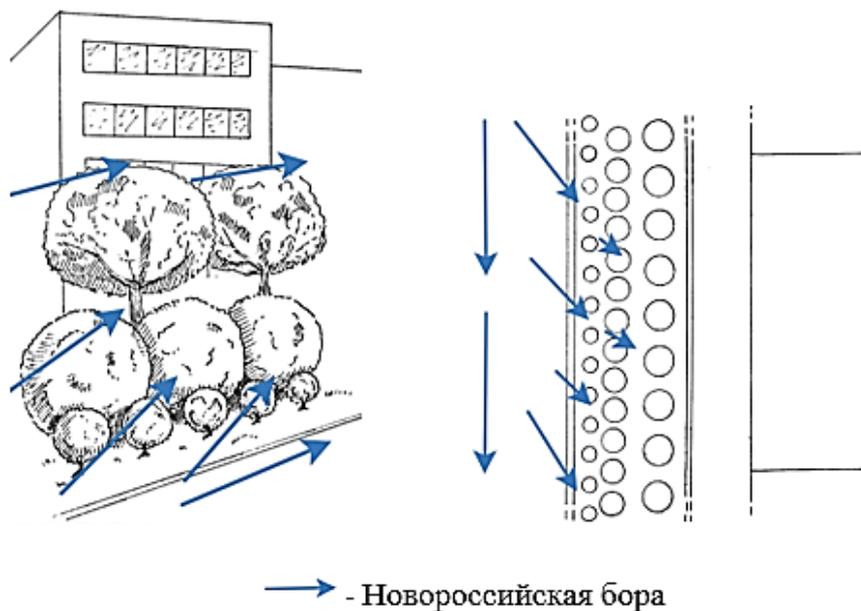


Рис. 8. Пример ветрозащитного озеленения [8]

**Выводы.** Город Новороссийск обладает уникальным ветровым режимом, который является особенностью данной территории. В теплое время года здесь преобладает благоприятный бриз, а в холодное время – экстремальная бора, которая несет опасность и значительно отражается на жизни горожан. Вследствие чего были выделены наиболее подверженные этому потоку зоны: прибрежные территории (набережная Серебрякова) и улицы, идущие вдоль потока экстремального зимнего ветра вглубь селитебной зоны.

Для данных зон рекомендованы следующие ветрозащитные мероприятия:

1. Ветряные кинетические беседки, трансформирующиеся под действием изменения направления ветра. В закрытом виде защищающие от экстремальных холодных потоков ветра, а в открытом виде создающие условия для развития благоприятных бризовых потоков в летнее время года. Данные конструкции хорошо будут смотреться на прибрежных территориях в начале улиц, вдоль которых проходит ветровой поток.

2. Ветрозащитные экраны, положение которых можно механически изменять в зависимости от направления ветра, создают эффект проветривания территории в теплое время года или защищают ее в холодное время года;

3. Ярусное озеленение вдоль улиц, по которым идет ветровой поток, позволит уменьшить зоны турбулентности воздушных потоков при обтекании зданий.

Таким образом, в городе Новороссийск должны быть учтены особенности ветрового режима при благоустройстве территории сложившейся застройки. При этом существует возможность значительно улучшить микроклиматические параметры приземной зоны нахождения человека с помощью малых архитектурных форм специального назначения и озеленения, что приведет к повышению комфорта и защиты от ветра данной городской территории.

#### Библиографический список

1. Taiwo V. The 7 Windiest Cities On The Planet [Электронный ресурс]. URL: <https://a-z-animals.com/blog/the-7-windiest-cities-on-the-planet/> (дата обращения: 05.04.2023).

2. Хромов В.А. В каких городах России самые сильные ветры? [Электронный ресурс]. URL: <https://kipmu.ru/v-kakix-gorodax-rossii-samy-e-silnye-vetry/> (дата обращения: 05.04.2023).

3. Средняя скорость ветра по Красноярскому краю [Электронный ресурс]. URL: [https://energywind.ru/recomendacii/karta-rossii/sibir/krasnoyarskij-kraj?searched=Норильск&advsearch=oneword&highlight=ajaxSearch\\_highlight+ajaxSearch\\_highlight1](https://energywind.ru/recomendacii/karta-rossii/sibir/krasnoyarskij-kraj?searched=Норильск&advsearch=oneword&highlight=ajaxSearch_highlight+ajaxSearch_highlight1) (дата обращения: 05.04.2023).

4. Измайлова А.И. На севере Швеции построили «умную» остановку: она не только защищает от ветра, но и сигнализирует о приближении автобусов [Электронный ресурс]. URL: <https://archi.ru/news/85611/na-severe-shvecii-postroili-umnuyu-ostanovku-ona-ne-tolko-zaschischaet-ot-vetra-no-i-signaliziruet-o-priblizhenii-avtobusov> (дата обращения: 21.04.2023).

5. Варламов И.С. Столица Новой Зеландии: как выжить в таком климате [Электронный ресурс]. URL: <https://varlamov.ru/2824723.html> (дата обращения: 12.05.2023).

6. Сокольская О.Н., Каранова В.В. Градо-климатическое зонирование города Новороссийска с учетом особенностей ветрового режима // Строительство: наука и образование. 2022. №4. С.33–45.

7. Тукаева В.Р. Особенности ветра в Краснодарском крае // Наука через призму времени. 2021. №12 (57). С.11–16.

8. Ветрозащита на участке - посадки и сооружения // Ландшафтная компания ПозитивПроект - проектирование, благоустройство и озеленение в Москве [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ginkgo.ru/inform/landshaft/vetrozacshita/#:~:text=Для%20ветрозащитных%20посадок%20лучше%20и%20использовать,будут%20замедлять%20ветер%20эффективнее%20всего> (дата обращения: 30.05.2023).

9. Мягков М.С., Алексеева Л.И. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки // Architecture and Modern Information Technologies. 2014. № 1 (26). С. 5–15.

10. Климатических данные городов по всему миру [Электронный ресурс] // Климатические данные: официальный сайт, 2012. URL : <https://ru.climate-data.org> (дата обращения: 01.11.2023).

11. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. М.: Стандартинформ, 2012. 46 с.

12. Сокольская О.Н., Иванченко В.Т., Клименко В.В. Основы теории градостроительства и планировка населенных мест Краснодарского края: учеб. пособие. Краснодар: Изд-во ФГБОУ ВО КубГТУ, 2022. 204 с.

13. Гясов А.Р., Сокольская О.Н.. Формирование городской застройки с учетом экологических факторов атмосферной среды в жарких маловетренных и штилевых климатических условиях: монография. Краснодар: КубГТУ, 2016. 140 с.

14. Расчет некоторых аэродинамических параметров для г. Воронеж / К.О. Покусаева, Н.А. Петрикеева, Д.М. Чудинов, Д.Н. Корниенко // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2020. №2 (19). С. 17–24.

Для цитирования: Сокольская О.Н., Андрищенко А.Е. Благоустройство территории застройки с учетом ветрозащитных мероприятий (на примере города Новороссийска) // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 3 (32). С. 11–18.

---

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

---

УДК 662.995

### ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, НЕ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ТРЕБОВАНИЯМ УСТАНОВКИ ГАЗОВОГО ОТОПИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А. Д. Голядкина, Д. П. Субботин, А. Н. Красникова, Л. П. Мышовская

---

*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*

*Д. П. Субботин, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(930)412-56-93, e-mail: dimdim160402@gmail.com*

*А. Н. Красникова, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(919)239-10-77, e-mail: krasnikowa.arina@yandex.ru*

*Л. П. Мышовская, канд. техн. наук, доц. кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и  
управления недвижимостью*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: mlp@vgasu.vrn.ru*

---

**Постановка задачи.** В работе рассмотрено новое технологическое конструктивное решение индивидуального отопления при помощи теплогенерирующего оборудования для помещений, не соответствующих нормам размещения и использования газового оборудования.

**Результаты.** Наружные котельные установки могут решить проблемы теплоснабжения не только старого жилого фонда, неудовлетворяющего требованиям размещения агрегатов, но и при строительстве нового жилого фонда.

**Выводы.** Для отопления общественных, административных и торговых зданий наружные отопительные установки могут заменить модульную котельную установку и обходятся в 2–3 раза дешевле.

**Ключевые слова:** теплогенерирующая установка, отопление, котел, газоснабжение, теплоснабжение, требования.

**Введение.** С каждым годом возрастают темпы строительства как многоквартирного, так и частного жилого фонда. Каждое жилое помещение, содержащее функцию временного или постоянного нахождения в нем людей, должно отапливаться в холодный период года. Для поддержания заданных комфортных условий микроклимата помещений служит система отопления.

С энергетическим развитием наиболее приоритетным (при наличии технической возможности) стало отопление с использованием газового топлива. Газ имеет большую теплоту сгорания, безопасный и экологически чистый при полном сгорании, а также более экономичный [1, 2].

Централизованное теплоснабжение жилого фонда (в том числе и индивидуального) иногда не представляется возможным по следующим причинам:

- большая нагрузка на систему увеличивает число малых котельных;
-

- большая опасность возникновения прорыва на протяженных тепловых сетях;
- удаленность некоторых домов ведет к большой протяженности тепловых сетей, что сопровождается большими теплопотерями, изменением инженерной инфраструктуры микрорайонов, большими экономическими затратами;
- невозможность прокладки тепловых сетей;
- сложность сооружения котельных и прокладки тепловых сетей из-за климатических особенностей регионов или рельефа местности т.д.

**1. Индивидуальное отопление зданий.** Решением данных проблем является переход на индивидуальное отопление зданий. Для бытовых и административных помещений – использование отопительного котла, для многоквартирных домов и производственных помещений – сооружение индивидуальных котельных. Однако не смотря на положительные аспекты использования данного вида отопления, газовые котельные обладают большой пожарной опасностью в связи со взрываемостью газа [1, 3, 4]. Существует ряд требований к помещениям, в которых возможно использование отопительного газового оборудования:

- помещение теплогенератора должна размещаться в отдельном нежилом помещении;
- помещение, в котором находится отопительное газовое оборудование, запрещается размещать над и под жилыми помещениями;
- помещения по категории пожарной опасности должны иметь категорию Д или Г;
- помещение для размещения отопительного котла с открытой камерой сгорания должно быть объемом не менее 15 м<sup>3</sup> при высоте не менее 2,5 м, для котла с закрытой камерой – не менее 7,5 м<sup>3</sup>;
- не допускается предусматривать установку более двух отопительных котлов в одном помещении, находящихся внутри здания, и их теплопроизводительность не должна превышать 100 кВт;
- помещение должно быть оборудовано системами естественной вентиляции, обеспечивающей трехкратный воздухообмен в час;
- для теплогенератора должен быть предусмотрен индивидуальный дымоход;
- теплогенераторные должны быть оснащены автоматикой безопасности при: отключении подачи электроэнергии; неисправности цепей защиты; погасании пламени горелки; падении давления теплоносителя ниже предельно допустимого значения и т.д.

Существующий жилой далеко не всегда может реализовать данные требования, капитально не изменяя конфигурацию помещений, что может привести к большим временным и денежным затратам, изменениям несущих способностей здания [5, 6]. Также наряду с требованиями к помещениям для установки котлов, пользователи сталкиваются и с другими проблемами:

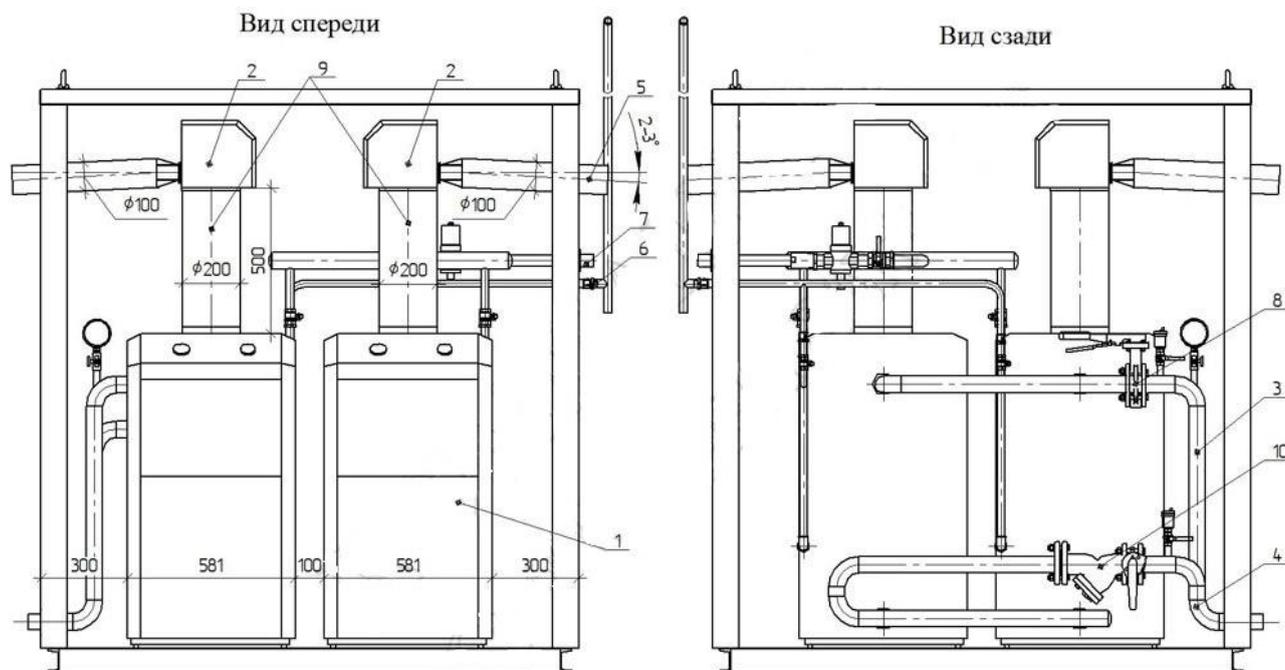
- большие первоначальные затраты на оборудование;
- длительная по времени и дорогостоящая процедура получения многочисленных разрешений и согласований (при установке газового котла);
- необходимость регулярного обслуживания оборудования;
- риск взрывопожароопасных ситуаций.

До недавнего времени в малых населенных пунктах для жилых и общественно-административных зданий было распространено печное отопление. С активной газификацией регионов, многие потребители рассматривают перспективу подключения к более удобному и чистосгораемому топливу, заменив печи на котлы, преимущественно способные работать на отопление и горячее водоснабжение одновременно [7, 8].

**2. Установка теплогенераторов вне помещений.** Для решения проблем установки теплогенераторов, было предложено решение размещение котлов вне помещений зданий. Такое технологическое решение существовало для административных,

общеобразовательных и производственных зданий. Но на данный момент такая альтернатива отопления была предложена и для частных жилых домов [9, 10].

Газовый котел наружного размещения (КНР) служит для автономного отопления дома, используя в качестве топлива природный или сжиженный углеводородный газ (СУГ), позволяя использовать газ как с распределительных газопроводов, так и баллонные установки СУГ. Коэффициент полезного действия таких установок составляет не менее 92 % (рис.1).



**Рис.1.** Схема котла наружного размещения: 1 – газовые водогрейные котлы; 2 – дымоотводящий блок; 3 – подающий трубопровод; 4 – обратный трубопровод; 5 – дымоотводящие патрубки; 6 – сбросная газовая свеча; 7 – вход газопровода; 8 – контрольные приборы (манометры); 9 – дымовая труба; 10 – фильтр обратного теплоносителя [8]

Представляет собой установку вне помещения, заключенную в отдельный блок с усиленной теплоизоляцией в составе «сэндвич»-панелей толщиной до 50 мм, защищающем оборудование осадков и температурных перепадов [11, 12].

В устройство установки входит:

- система электроснабжения, поддерживающая контрольно-исчислительные приборы и автоматику, позволяющие контролировать и управлять работой котельной, а также системой подсчета расхода топлива;
- система дымоудаления и воздухозабора для полного сжигания топлива (традиционного исполнения и коаксиальной системы труб);
- система трубопроводов с циркуляционным основным и резервным насосом, соединенных с жильем для подачи теплоносителя; трубопровод для подпитки системы водопроводной водой. Так же дополнительно котельный блок может оборудоваться системами водоподготовки при несоответствующем качестве водопроводной воды [13, 15].

По конструктивным особенностям, наружные газовые котлы могут быть:

- с одной топочной камерой (одинарные) и подающим и обратным трубопроводами с мощностью установки 20-500 кВт;
- с двумя топочными камерами (сдвоенный) мощностью 40-1200 кВт;
- с тремя топочными камерами с мощностью 60-1800 кВт. Такое исполнение позволит использовать каждую горелку независимо и регулировать температуру теплоносителя.

Каждая топочная камера имеет отдельную горелку, контролируемую отдельным блоком автоматики. Автоматика котла обеспечивает:

- датчиками поддержания температуры за заданном уровне и автоматический розжиг горелок от запальников;
- отключение горелок при отклонении установленных параметров за пределы;
- отключение горелок в случае загазованности и превышения температуры в блоке и сигнализацию возникших проблем.

Монтаж таких водогрейных приборов производится в соответствии СП 41-104-2000, СП 42-101-2003 и СП 60.13330.2020. Индивидуальные особенности монтажа котлов отдельных конструктивов и мощностей описываются и технических паспортах установок.

Установка наружных водогрейных котельных установок производится согласно проектным решениям. Располагаться приборы могут на расстоянии от двух до пятидесяти метров от отапливаемых зданий, а также непосредственно на стене, при расстоянии в свету от отходных дверей и открывающихся окон не менее 1 метра, а до уровня земли не менее 0,8 метра (рис.2). Перед вводом в эксплуатацию проводятся процедуры проверки автоматики и опрессовку системы [16, 17].



а)



б)

**Рис.2.** Установка котла наружного размещения в отдельно стоящем блоке (а) и на фасаде здания (б) [8]

Для отопления общественных, административных и торговых зданий наружные отопительные установки могут заменить целую модульную котельную установку и являются в 2-3 раза дешевле.

Для частного пользования котлы малой мощности в данном исполнении составят стоимость от 150000 рублей. Окупаемость данного отопительного агрегата зависит от потребляемого тепла. От одной такой котельной установки можно отапливать от 200 до 18000 м<sup>2</sup> жилой площади. Моделью российского производства котел для частных домовладений наружного размещения является ТГУ-НОРД-С [18–20].

**Выводы.** Наружные котельные установки могут решить проблемы теплоснабжения старого жилого фонда, неудовлетворяющего требованиям размещения агрегатов, но и при строительстве нового жилого фонда.

Например, при строительстве экологичных туристических баз отдыха, дачных поселков сезонного проживания и летних лагерей с проживанием детей и взрослых, не имеющих

капитальных строений, соответствующих требованиям и выполненным из легкогораемых материалов (дерево, пластмасса, стекло). Одна такая отопительная установка соответствующей мощности позволит заменить установку электрических накопительных водонагревателей для каждого помещения и установку систем регулирования микроклимата (сплит-систем, электрокаминов и т.д.), что позволит заметно удешевить стоимость предоставляемых коммунальных благ и сделать систему теплоснабжения компактной, практичной и эффективной.

## Библиографический список

1. СП 402.1325800.2018. Здания жилые. М.: Стандартинформ, 2019. 54 с.
2. СП 281.1325800.2016. Установки теплогенераторные мощностью до 360 кВт, интегрированные в здания. М.: Стандартинформ, 2017. 46 с.
3. Петрикеева Н.А., Лавлинская Е.А., Зыкова М.Ю. Аккумуляторы теплоты на фазовом переходе // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Студент и наука. 2015. №8. С. 226–233.
4. Бадагуев Б.Т. Безопасная эксплуатация паровых и водогрейных котлов / Б.Т. Бадагуев. М.: Альфа-пресс, 2012. 847 с.
5. Паровые и водогрейные котлы: Справочное пособие / Ю.Ф. Самойлов, СПб.: Деан, 2000. 196 с.
6. Теплогенераторы котельных / В.М. Фокин. М.: Машиностроение-1, 2005. 204 с.
7. Семенов В.Н., Китаев Д.Н., Овсянников А.С. Актуальные проблемы теплоснабжения муниципальных образований (на примере городского округа город Воронеж) // Вестник центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2015. №14. С. 100–108.
8. Курносоев А.Т., Китаев Д.Н., Бабич А.С. Конструкции и характеристики теплогенераторов и их топочных устройств. Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2007. 50 с.
9. Петрикеева Н.А., Цуканова О.С., Письменный Д.А. Использование теплоты конденсации продуктов сгорания теплогенерирующих установок систем теплоснабжения // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2009. №1 (1). С. 107–113.
10. Волкова Ю.В., Петрикеева Н.А. Технологические схемы очистки дымовых газов от оксидов серы // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2012. №2 (7). С. 10–13.
11. Петрикеева Н.А. Использование полной теплоты сгорания топлива в котельных установках // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2014. №4–2 (17). С. 76–80.
12. Китаев Д.Н., Курносоев А.Т. Исследование значений КПД мини-ТЭЦ // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. №12. С. 71–73.
13. Мартыненко Г.Н., Луценко А.А., Лукьяненко В.И. Телеметрическая система передачи информации с объектов ОАО «Газпром газораспределение Воронеж» // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 2 (31). С. 17–21.
14. Брюханов О.Н. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения / О.Н. Брюханов, А.И. Плужников. М.: ИНФРА-М, 2016. 256 с.
15. Выбор источника теплоснабжения зданий жилой застройки / Д.Н. Ватузов, С.М. Пуриг, Е.Б. Филатова, Н.П. Тюрин // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2014. №4(17). С. 86–91.
16. Фокин С.В., Шпортько О.Н. Системы газоснабжения: устройство, монтаж и эксплуатация. М.: Ашфа-М, 2011. 288 с.
17. Кузнецова Г.А. Технологическая надежность газового оборудования // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. №1(22). С. 25–29.
18. Оценка надежности газоснабжения отдельных потребителей с использованием цифрового моделирования / Г.Н. Мартыненко, Н.А. Петрикеева, С.А. Горских, А.А. Горских // Альтернативная и интеллектуальная энергетика: материалы II Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2020. С. 159–160.
19. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии в гелиоустановках / Т.В. Щукина, Д.М. Чудинов, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Высокие технологии. Экология. 2017. №1. С. 118–121.
20. Петрикеева Н.А., Березкина Л.В., Колосов А.И. Зависимость концентрации оксидов азота от величины теплопотерь с уходящими дымовыми газами теплогенерирующих установок // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2010. №2(18). С. 121–125.

*Для цитирования:* Отопление жилых зданий, не соответствующих требованиям установки газового отопительного оборудования / А.Д. Голядкина, Д.П. Субботин, А.Н. Красникова, Л.П. Мышовская // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 3 (32). С. 19–23.

УДК 620.19

**ЗАЩИТА СООРУЖЕНИЙ ОТ КОРРОЗИИ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ**

З. С. Гасанов, А. И. Коровкина, Н. М. Попова, А. И. Калинина

*Воронежский государственный технический университет**З. С. Гасанов, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)423-53-76, e-mail: zigumgasanov@mail.ru**А. И. Коровкина, канд. экон. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: alinko199@mail.ru**Н. М. Попова, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(908)137-23-33, e-mail: exclusiv.na@mail.ru**А. И. Калинина, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: alina27.03@mail.ru*

**Постановка задачи.** Основной причиной появления коррозии является низкая устойчивость элементов конструкций к отдельным веществам, с которыми им приходится производить постоянный контакт. Необходимо всестороннее изучение коррозионного воздействия на трубопроводы тепловой сети и существующих методов борьбы с коррозией, вызванных блуждающими токами

**Результаты.** Для обеспечения целей решения данной задачи были рассмотрены методы борьбы с коррозией, вызванной блуждающими токами. Проанализированы возможные состояния от данного воздействия.

**Выводы.** При рассмотрении всех методов борьбы с блуждающими токами можно сделать вывод что наиболее актуальным является метод катодной защиты. При соблюдении норм и правил защиты от коррозии и прокладки трубопроводов можно существенно снизить количество аварий, а также сократить возможные экономические потери.

**Ключевые слова:** коррозия, катод, анод, ингибиторы, электрохимическая защита, блуждающие токи.

**Введение.** Блуждающие токи – токи, появляющиеся в почве близ ее использования в роли токопроводящей среды. Вредны тем, что способны вызывать коррозию металлических изделий и конструкций, таких как трубопроводы, газопроводы и другие изделия, расположенные в земле. Электрифицированные железные пути, карьерный транспорт и трамваи относятся к основной причине возникновения блуждающих токов.

Получая ток, тяговая электроподстанция, через питающую линию проходит в контактный провод, после этого ток движется прямым к двигателю, через колеса ток проходит в рельсовую часть и снова возвращается на тяговую электроподстанцию (происходит циклический процесс) [1, 2].

Все участки рельс из-за того, что их сопротивление не равно нулю, получают ненулевой потенциал (убывающий прямым к подстанции). Рельсовый путь от почвы не защищен, которая и является отличным проводником. Электричество поступает через почву, образуя блуждающий ток (рис.1). В почве блуждающий ток расходится и при встрече на своем пути металлических объектов, удельное сопротивление которых ниже сопротивления почвы (катодная зона), блуждающие токи, поступающие из анодной зоны в землю, снова попадают на рельс, а после чего на подстанцию. Рельсы изгибаются в местах попадания электричества в землю, а объекты, находящиеся в земле – в местах возврата тока в железнодорожные пути. В случае регулярной утечки тока металлические изделия будут разрушаться под действием электрической коррозии [3, 4].

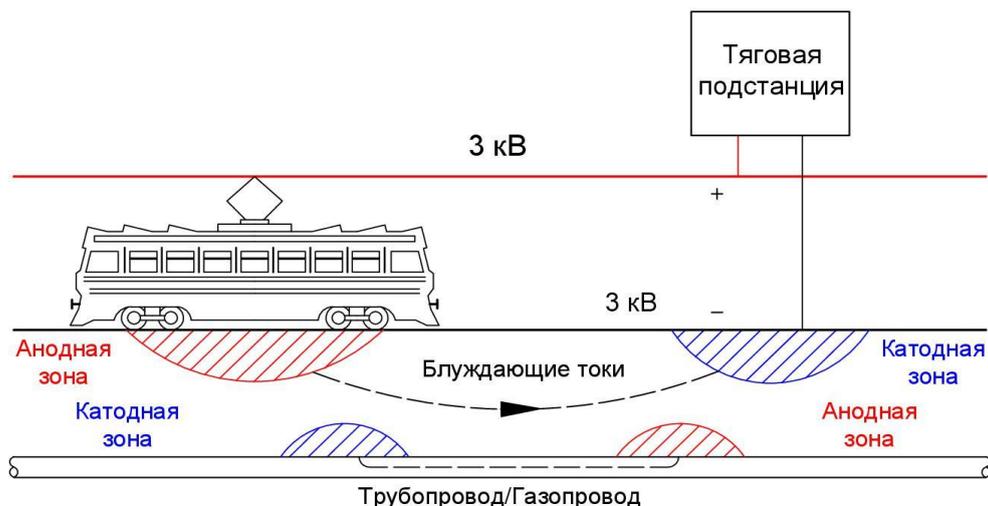


Рис. 1. Блуждающие токи на электрифицированной железной дороге [3]

**1. Виды и причины возникновения коррозии металлов.** В нашем мире существует много различных видов коррозии металлов. Рано или поздно, вне зависимости от ее вида, вред, который она наносит инженерным сооружениям, будет значительно ощутим. Основной причиной появления коррозии является низкая устойчивость элементов конструкций к отдельным веществам, с которыми им приходится производить постоянный контакт.

Существует два типа коррозии металлов химическая и электрохимическая. Коррозия может образовываться в виде пятен, язв. Может быть точечной, подповерхностной, межкристаллитной, структурно-избирательной, подповерхностной. Более подробно рассмотрим проблему появления коррозии, вызванную блуждающими токами [5].

Под землей находится огромное количество различных металлических предметов и изделий: трубопроводы, кабельные линии, железобетон и т. д. Известно, что металл является хорошим проводником электрического тока, поэтому заряд в такой ситуации через грунт транзитом не пройдет, а пойдет через присутствующий в нем металл. Зона, через которую электрический ток входит в почву, называется «катодной зоной», а через которую он выходит – «анодной зоной».

Что касается водопровода, то стоит поговорить подробнее. Известно, что коррозионный процесс в них неизбежен, а подземные воды отличаются высоким содержанием растворимых микроэлементов и служат прекрасным проводником электричества. Так, в подземных металлических трубах вследствие процесса электролиза происходят коррозионные процессы. Коррозия очень хорошо выражена в анодной зоне, а в катодной зоне разрушение менее выражено [6–8].

Итог – блуждающие токи вызывают серьезные разрушения у металлических изделий, что приводит к авариям, и серьезным экономическим потерям.

**2. Меры обеспечения защиты трубопроводов (газопроводов) от блуждающих токов.** В качестве основного мероприятия, гарантирующего уничтожение коррозии в протяженных трубопроводах (газопроводах), рекомендуют применение катодной защиты. Для этой цели на трубопровод отправляется весьма большое значение отрицательного потенциала, что обеспечивает отрицательный потенциал на трубопроводе при всех значениях показателей, создающих блуждающие токи в трубопроводах (газопроводах). На трубу подается потенциал, равный 6 кВ. Предполагается, что при реальных параметрах среды отсутствует электричество, вызывающее коррозию. Появляется защита от блуждающих токов, которая является достаточно эффективной, но имеет свой недостаток. На внутренней поверхности трубы из-за данного метода осаждаются некоторые компоненты.

Парафины, находящиеся в составе транспортируемой среды, существенно снижают диаметр трубы и соответственно мешают нормальному снабжению теплоносителем. С помощью механических методов очистки можно вернуть исходный диаметр трубы (удаление отложений парафина), как правило для этого используют своеобразные «ерши». Но такой метод достаточно энергозатратный и не совсем удобный [9].

Единственным эффективным способом защиты трубы от коррозии, вызванной блуждающими токами, является сведение к нулю токов, протекающих по ней на различных участках. Трубопровод разделяется на секции, к которым приложены напряжения, обеспечивающие «нулевые» (малые) токи между трубой и ее окружением.

Ток будет протекать по трубе между секционирующими участками и тем самым не будет вызывать коррозию. Также нулевое значение тока возможно контролировать автоматически при помощи специальных приборов. Показатели усилителя будут зависеть от величины блуждающих токов и длины участка, на котором они расположены. Такие усилители должны быть оснащены стопроцентной отрицательной связью. При динамическом диапазоне усилителей, выходное напряжение которых может достигать нескольких десятков вольт, возможно практически полное отсутствие коррозии от электрических токов и отложений на стенке перекачиваемого продукта (при использовании усилителей, мало чувствительных к синфазному сигналу). Переходный поток между секциями протекает по трубе и по «полу», не вызывая коррозии трубы [10, 11].

Блуждающий ток зависит от:

- электрохимического потенциала объектов;
- электролита;
- пути, по которому проходит электрический ток;
- наличия электромагнитных полей, пронизывающих предметы и электролиты, что может создавать радианное энерговыделение (феномен Теслы) [12].

**3. Метод гальванической поляризации.** Рассмотрим метод гальванической поляризации (технология гальванических анодов). Этот метод также достаточно прост: один металлический предмет прикрепляется к другому с отрицательным зарядом (чаще всего этот объект создается из легких металлов – алюминия, цинка). Технология гальванической поляризации обычно используется в тех случаях, когда на поверхности объекта имеется защитный слой (рис.2).

Эта технология популярна в Америке, где большое количество малонаселенных территорий и дефицит внешних источников энергии. В нашей стране поляризация могла стать очень актуальной, в связи со своими территориальными особенностями и если бы на трубопроводы старого образца наносили защитные слои, защищающие от появления коррозии, но так как этого не происходило ранее, то данный метод сложно воплотить в реальность теперь [13–15].

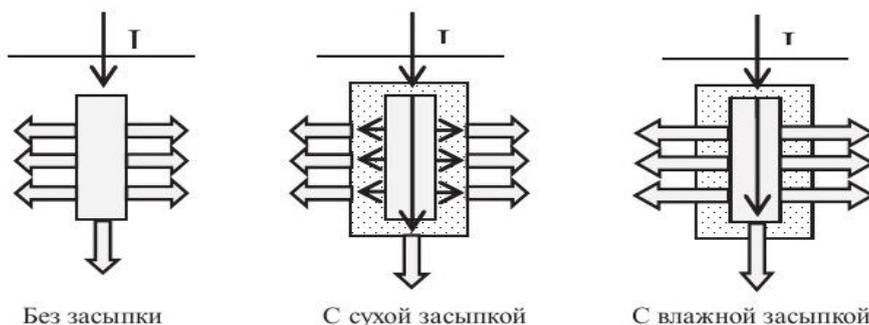


Рис. 2. Схема установки анодных заземлителей [3]

**4. Изоляция трубопроводов (газопроводов) от блуждающих токов.** Обычно для изоляции труб от блуждающих токов применяют экструдированный полиэтилен (рис.3). К его плюсам относятся:

- устойчивость к износу;
- водостойкость, что хорошо для трубопроводов;
- защита от механических повреждений;
- защита от бактерий, плесени и грибковых образований;
- не пропускает электричество.

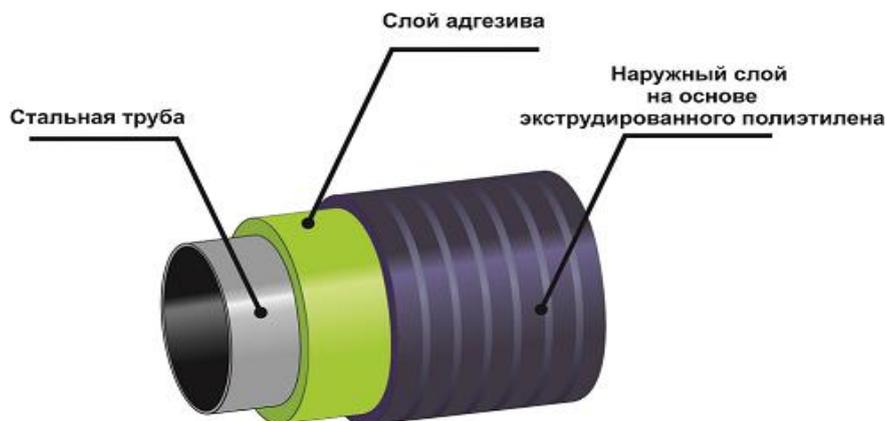


Рис. 3. Слои изоляции трубы [2]

Срок службы данной изоляции 30 лет без дополнительного ремонта и регулярного обслуживания. Полиэтилен нужно наносить на специально подготовленную поверхность трубы [13, 15]. Нанесение изоляции происходит в несколько этапов:

- зачистка внешней поверхности трубы;
- нанесение специальных составов на сталь;
- проверка на наличие скрытых повреждений.

Такой вид изоляции проходит обязательную проверку в лабораториях, где проводятся необходимые мероприятия, такие как:

- оценка сопротивляемости материалов токам;
- уровень степени водостойкости.

После прохождения необходимых процедур товар поступает на склады и готов для дальнейшей эксплуатации [17].

**5. Выбор типа катодной защиты.** Для того, чтобы определить основные параметры защиты (катодной) трубопровода, посчитать количество установок катодной защиты (УКЗ), при помощи формулы делают расчет [13, 18]

$$N = \frac{L}{L_3}, \quad (1)$$

где  $N$  – количество установок катодной защиты, шт;  $L$  – длина трубопровода, м;  $L_3$  – длина защитной зоны участка катодной защиты, м.

Чтобы найти длину одного участка катодной защиты, используем формулу

$$L_3 = \frac{4}{\alpha(t)} \cdot \ln \cdot \frac{U_{mzo}}{k \cdot U_{mzm}}, \quad (2)$$

где  $U_{mzo}$  – смещение разности потенциалов труба–земля в точке дренажа, В;  $U_{mzm}$  – максимальное смещение разности потенциалов труба–земля, В;  $\alpha(t)$  – постоянная распространения тока вдоль трубопровода, принимается равной, 1/м;  $k$  – коэффициент

учитывающий взаимовлияние соседних УКЗ (для одиночной УКЗ  $k = 1$ ; для УКЗ, работающей рядом соседним,  $k = 2$ ).

$$U_{mzm} = |U_m| - |U_e|; \quad (3)$$

$$U_{mzo} = |U_o| - |U_e|, \quad (4)$$

где  $U_m$  – минимальный защитный потенциал, В (определяют из РД-91.020.00-КТН-149-06);  $U_e$  – естественная разность потенциалов труба-земля, В (принимают равной 0,55 В);  $U_o$  – максимальный защитный потенциал, В (определяют из РД-91.020.00-КТН-149-06).

Постоянную величину распространения электричества, вдоль участка трубопровода, можно определить при помощи формулы

$$\alpha(t) = \sqrt{\frac{R_m}{R_{из}(t)}}, \quad (5)$$

где  $R_m$  – продольное сопротивление трубопровода, Ом/м (определяют из РД-91.020.00-КТН-149-06);  $R_{из}(t)$  – прогнозируемое сопротивление изоляции трубопровода, Ом·м<sup>2</sup> (определяют из РД-91.020.00-КТН-149-06).

Силу тока  $i$ , А, катодной установки на начальный и конечный периоды эксплуатации можно определить при помощи формулы

$$i = \frac{2 \cdot U_{mzo}}{Z_{эм}(t)}, \quad (6)$$

где  $Z_{эм}(t)$  – входное сопротивление трубопровода, Ом.

Напряжение на выходе преобразователя  $V$ , В, вычисляют по формуле

$$V = i \cdot [Z_{эx}(t) + R_l + R_3], \quad (7)$$

где  $Z_{эx}(t)$  – выходное сопротивление трубопровода, Ом;  $R_l$  – сопротивление дренажной линии, соединяющей катодную станцию с трубопроводом и анодным заземлением, Ом;  $R_3$  – переходное сопротивление анодного заземления, Ом.

Сопротивление дренажной линии вычисляют по формуле

$$R_l = \rho_m \cdot \frac{y + y_c}{S_{np}}, \quad (8)$$

где  $y$ ,  $y_c$  – длина анодного провода и спусков провода с опор преобразователя катодной защиты к анодному заземлению и трубопроводу соответственно, м;  $S_{np}$  – сечение провода дренажной линии, м<sup>2</sup>;  $\rho_m$  – удельное электрическое сопротивление, Ом·м (для меди  $\rho_m = 1,8 \cdot 10^{-8}$  Ом·м; для алюминия  $\rho_m = 2,8 \cdot 10^{-8}$  Ом·м).

Чтобы найти мощность  $W$ , Вт, на выходе катодного преобразователя, используют формулу

$$W = i \cdot V. \quad (9)$$

При нахождении таких параметров, как напряжение короткого замыкания, мощности и силы тока, нужно определить тип катодной защиты. При монтаже стального трубопровода в почве с повышенной коррозионной активностью, как следствие, при нахождении вида преобразователя необходимо максимально потребный ток увеличить в 1,5 раза [19–21].

**Выводы.** На протяжении многих лет коррозия является большой проблемой в мире. Из-за нее происходят многочисленные аварии трубопроводов, тратятся огромные средства на восстановление и ремонт трубопроводных магистралей, из-за коррозионных процессов страдают в первую очередь люди.

При рассмотрении всех методов борьбы с блуждающими токами можно сделать вывод, что несмотря ни на что наиболее актуальным является метод катодной защиты. При соблюдении всех норм и правил защиты от коррозии и прокладки трубопроводов для осуществления удобного ремонта и обслуживания, можно существенно снизить количество аварий, а также сократить экономические потери.

#### Библиографический список

1. Колпакова Н.В., Колпаков А.С. Газоснабжение: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 200 с.
  2. Медведева М.Л., Мурадов А.В., Прыгаев А.К. Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров: учеб. пособие. М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2013. 250 с.
  3. Теория и технология электрохимических методов защиты от коррозии: учеб.-метод. пособие / О.В. Ярославцева, В.М. Рудой, Н.И. Останин, Т.Н. Останина, А.А. Трофимов. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 96 с.
  4. Гасанов З.С., Горлова А.В., Харин С.О. Защита от коррозии в системах теплоснабжения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 4 (25). С. 16–25.
  5. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. М.: Изд-во стандартов, 2012. 74 с.
  6. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. М.: Изд-во стандартов, 1982. 10 с.
  7. Антикоррозионные покрытия трубопроводов / З.С. Гасанов, А.И. Коровкина, М.С. Кучмасов, И.С. Волков // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 1 (26). С. 28–35.
  8. Чуенко А.А., Ахтямов Р.Г. Расчет катодной защиты магистральных трубопроводов от электрохимической коррозии // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020): материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 121–124.
  9. Panov M.Y., Krasovitskii Y.V., Gasanov Z.S. Analysis of the conditions of the process of regeneration of hightemperature filters in the case of dust collection in the refractory industry // Новые огнеупоры. 2012. С. 55.
  10. Защита от коррозии стальных труб газопроводов / Д.М. Аристов, М.А. Давыдов, Г.Н. Мартыненко, И.В. Дьячкова // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 1 (26). С. 16–22.
  11. Влияние воздушных линий переменного тока на стальные трубопроводы / А.А. Пискунков, Е.А. Копытина, П.А. Чудинова, Н.А. Петрикеева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. №3(16). С. 42–46.
  12. 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.
  13. Анализ статистических данных по аварийности в системах газоснабжения / Е.С. Аралов, С.Г. Тульская, К.А. Скляр, Д.О. Бугаевский // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. №1 (14). С. 9–14.
  14. Хорошилова Е.Л., Петрикеева Н.А., Попова Н.М. Повышение противокоррозионных свойств защиты газонефтепроводов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2018. №2 (11). С. 42–49.
  15. Теория и технология электрохимических методов защиты от коррозии: учеб.-метод. пособие / О.В. Ярославцева, В.М. Рудой, Н.И. Останин, Т.Н. Останина, А.А. Трофимов. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 96 с.
  16. Гришанович А.И., Татаринев Я.С. Исследование коррозионных процессов металлических конструкций // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2017. №3 (8). С. 46–51.
  17. Бырылов И.Ф. Скорость коррозии трубопроводов в грунтах с различными удельными электрическими сопротивлениями // Известия вузов. СевероКавказский регион. 2011. С. 128–130.
  18. Стальные газовые трубы в защитной изоляции [Электронный ресурс]. URL: <https://trubinfo.ru/stalnye-truby/stalnye-truby-dlja-gazoprovodov.htm>. (дата обращения: 06.12.2022).
  19. Слои защитной изоляции газовой трубы [Электронный ресурс]. URL: <https://stavropol-tr.gazprom.ru/press/proekt-azbuka-proizvodstva/izolyatsiya-gazoprovoda/?mode=preview> (дата обращения: 02.11.2022).
  20. Метод электрического потенциала подключение проводников к более активным металлам. [Электронный ресурс]. URL: <https://martensit.ru/wp-content/uploads/2019/12/katodnaya-zashita-6.jpg.webp> (дата обращения: 25.11.2022).
  21. Бохан А.Р., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Коррозионные процессы нефтегазопроводов // Нефтяная столица.: материалы Пятого Международного молодежного научно-практического форума. Сургут, 2022. С. 44–46.
- Для цитирования:* Защита сооружений от коррозии блуждающими токами / З.С. Гасанов, А.И. Коровкина, Н.М. Попова, А.И. Калинина // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 3 (32). С. 24–29.

---

---

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

---

---

УДК 699.86

### ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛООВОГО КОНТУРА ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

М. В. Новиков, А. Ю. Лебедева, А. А. Рыбалко, Ю. А. Черникова

*Воронежский государственный технический университет**М. В. Новиков, канд. техн. наук, доц. кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н. В. Троицкого  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)277-43-39, e-mail: novikov-2005@mail.ru**А. Ю. Лебедева, студент кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н. В. Троицкого  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(999)721-70-68, e-mail: liebiedieva2000@list.ru**А. А. Рыбалко, студент кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н. В. Троицкого  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(951)567-94-23, e-mail: Rybalko.artjom@yandex.ru**Ю. А. Черникова, студент кафедры проектирования зданий и сооружений им. Н. В. Троицкого  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(951)854-33-99, e-mail: yulya.chernikova.00@yandex.ru*

---

**Постановка задачи.** Стремление к проектированию энергоэффективных наружных ограждающих конструкций является одной из приоритетных задач. В работе представлен сравнительный анализ различных типов наружных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий в одних и тех же климатических условиях.

**Результаты.** Выполнены расчеты теплового контура зданий, в которых определены сравнительные параметры и теплотехнические показатели.

**Выводы.** В ходе работы определены основные параметры трех объектов проектирования. Были определены удельные расходы на теплоснабжение, вентиляцию и кондиционирование помещений, вычислены расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию за годовой период, а также определены классы энергетической эффективности расчетных вариантов. Сравнительный расчет и анализ результатов представлены для наглядности в табличной форме.

**Ключевые слова:** тепловой контур, энергоэффективность, теплотери, сопротивление теплопередаче, зона конденсации, коэффициент компактности.

**Введение.** Ограниченность топливных ресурсов на нашей планете ставит человечество перед острой необходимостью экономии энергии, а также использования новых ресурсосберегающих технологий и материалов [1–4]. Основная причина такой проблемы, как энергетическая – активное использование минерального топлива, начавшееся в двадцатом столетии и продолжающееся по сей день [5, 6].

Среди перспективных направлений ресурсосбережения обратим внимание на возможность снижения затрат энергии при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. Ранее основным способом, применяемым в строительстве и проектировании, было применение технических решений, значительно уменьшающих стоимость строительства, но это, в свою очередь, приводило к возрастающим затратам на теплоснабжение и электроэнергию. При переосмыслении мер, применяемых ранее, разработаны новые мероприятия и технологии, которые, несомненно, снижают энергопотребление и увеличивают эффективность применения ресурсов.

---

Система архитектурно-технологических мероприятий, предназначенных для повышения энергетической эффективности зданий и сооружений, учитывает разработку рациональных и оптимальных объемно-планировочных решений зданий, теплоизоляционных конструкций наружных ограждений и инженерных систем, установку приборов учета, а также использование альтернативных источников энергии [7].

В гражданских зданиях человек проводит много времени, и обеспечение комфортного микроклимата является важной миссией, стоящей перед проектировщиком. Для таких зданий характерна большая площадь наружных ограждающих конструкций, следовательно, необходима работа по учету тепловых потерь и энергосбережению. Наибольший вклад в тепловую защиту зданий вносят наружные ограждающие конструкции. Следовательно, стремление к проектированию энергоэффективных наружных ограждающих конструкций является одной из приоритетных задач.

**1. Повышение энергоэффективности конструкций.** Вопрос повышения энергоэффективности зданий поддерживается законодательством РФ, а в частности ФЗ №261 «Об энергоэффективности» от 2009 года. Класс энергетической эффективности необходимо определять для всех проектируемых зданий путем сопоставления фактической величины отклонения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию со справочным значением классов энергетической эффективности зданий. Согласно современным нормам проектировать зданий с классами энергоэффективности «D» и «E» нельзя [8, 9].

Для классов энергоэффективности ниже «C» (нормальный), необходимо производить реконструкцию теплозащитной оболочки для устранения больших теплопотерь, чтобы в здании поддерживался благоприятный микроклимат помещения. Для увеличения доли зданий, которые относятся к классам «A» и «B» субъектов РФ, необходимо применять меры по экономическому стимулированию [4, 10, 11].

Ниже проведен сравнительный анализ тепловых контуров гражданских зданий. Для объективного сравнения использованы одни климатические условия проектирования, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Климатические параметры региона проектирования (г. Воронеж)

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,92	Средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8$ °С	Продолжительность периода со средне-суточной температурой воздуха $\leq 8$ °С, сут	Зона влажности	Условие эксплуатации ограждающей конструкции	Температура внутреннего воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %
1	2	3	4	5	6	7
- 24	- 2,4	190	сухая	A	20	55

**2. Сравнительные характеристики расчетных вариантов.** Ниже нами представлены объекты проектирования для сравнительного анализа. Рассмотрим их подробнее.

Здание I – 10-этажный жилой дом со встроенным медицинским центром (рис. 1). Объект является зданием с вертикальными уступами на верхних этажах в плане. Размеры в осях 28,44×34,09 м, высота здания 36,3 м. Высота этажей составляет 3,3 м. Высота подземной парковки от пола нижнего до пола верхнего равна 5,0 м.

Конструктивная схема здания – рамно-связевый каркас. Несущими конструктивными элементами являются монолитные ж/б пилоны, перекрытия, балки выше отметки +16,500, диафрагма жесткости – лестничная клетка и лифтовая шахта.



Рис. 1. Фасад 10-этажного жилого дома [1]

Здание II – Общественно-деловой центр с гостиничным комплексом общей площадью 4216,85 м<sup>2</sup> (рис. 2). Проектируемое здание имеет сложную геометрическую форму в плане с габаритными размерами 18,2×16,0 м. Высота первого этажа от пола до потолка составляет 4,2 м. Все остальные этажи имеют высоту от пола до потолка 2,7 м.

Конструктивная схема здания – каркасная. Несущими элементами конструкций являются монолитные ж/б колонны и плоские плиты перекрытия.

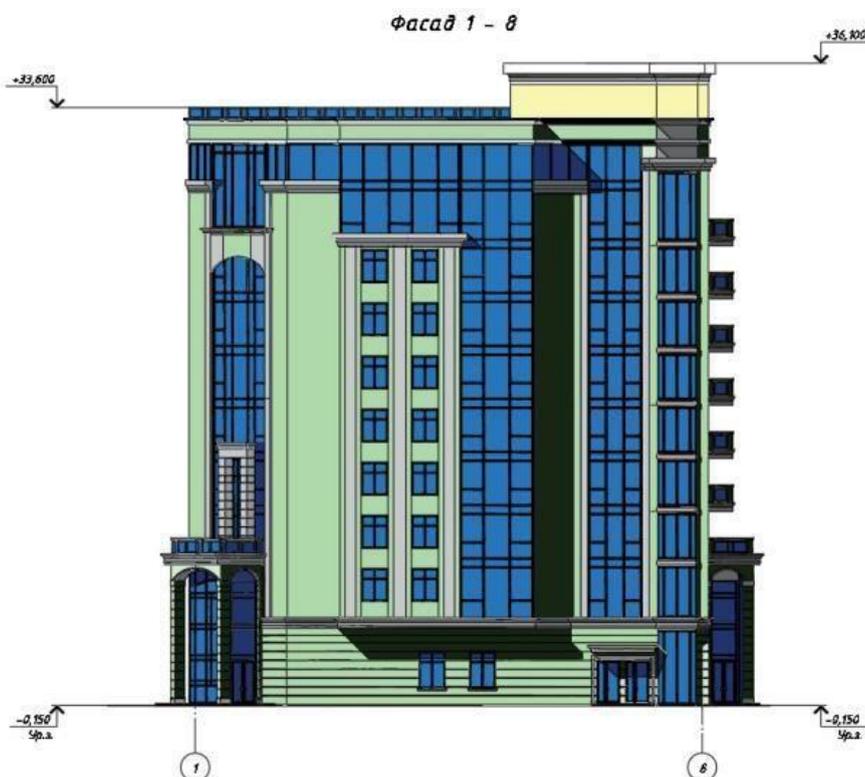


Рис. 2. Фасад общественно-делового центра [1]

Здание III – Физкультурно-оздоровительный комплекс общей площадью более 2000 м<sup>2</sup> (рис. 3). Здание имеет прямоугольную форму в плане с габаритными размерами 54,0×36,0 м.

Конструктивная схема здания – смешанный рамно-связевый каркас. Несущими элементами являются металлические колонны и фермы покрытия. Здание бесподвальное со скатной кровлей. Наружные ограждающие конструкции стеновые и кровельные сэндвич панели.



Рис. 3. Фасад физкультурно-оздоровительного центра [1]

Сравнительные геометрические параметры теплового контура по вариантам зданий представлены в таблице 2.

Таблица 2

Геометрические параметры зданий

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Здание I	Здание II	Здание III
Общая площадь здания	$A_{от}, м^2$	7216,13	3016	2047,65
Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$	5584,15	1407,84	-
Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{р}, м^2$	-	-	1656,31
Отапливаемый объем	$V_{от}, м^3$	23340	9047,18	17767,32
Коэффициент остекления фасада здания	$f$	0,28	0,28	0,1
Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,19	0,34	0,22
Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{н}^{сум}, м^2$	4538,39	2777,83	3686,96
- стен	$A_{ст}, м^2$	2873,90	1703,45	1621,4
- окон и балконных дверей	$A_{ок1}, м^2$	1128,00	208,14	17,64
- витражей	$A_{ок2}, м^2$	-	471,08	-
- покрытий	$A_{покр}, м^2$	486,09	395,16	2047,65

Определены относительные показатели, такие как коэффициент компактности и коэффициент остекления. Исходя из этих данных можно обратить внимание на то, что

здание III является менее остекленным, соответственно тепловые потери через окна в нем минимальны. Здание I является наиболее компактным в плане, что делает его наиболее энергоэффективным по форме.

Конструкции наружных стен по вариантам зданий с описанием конструктивных слоев и их характеристик представлены в таблице 3.

Таблица 3

## Конструкция наружных стен зданий

Варианты сравнения зданий	Сечение по наружной ограждающей конструкции	Наименование конструктивного слоя	$\delta_s$ , мм	$\lambda_s$ , Вт/м <sup>2</sup> ·°C	$R_s$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт
1	2	3	4	5	6
Здание I		Штукатурка (цементно-песчаный раствор)	20	0,76	0,026
		Кладка газобетонных блоков	250	0,22	1,136
		Плиты из экструзионного пенополистирола «Пеноплэкс Основа»	60	0,035	1,714
		Кладка из керамического кирпича	120	0,58	0,207
Здание II		Штукатурка цементно-известковая	20	0,87	0,022
		Газосиликатные блоки	200	0,22	0,91
		Утеплитель «Rockwool Фасад Баттс»	90	0,038	2,37
		Штукатурка цементно-песчаная	20	0,93	0,022
Здание III		Оцинкованная тонколистовая сталь	0,5	58	$8,6 \times 10^{-6}$
		Минераловатные плиты	100	0,042	2,38
		Оцинкованная тонколистовая сталь	0,5	58	$8,6 \times 10^{-6}$

Результаты температурно-влажностного режима стен и покрытий по вариантам их исполнения проиллюстрированы в табличном виде (таблицы 5 и 6).

Исходя из таблицы 5, в конструкциях стен зданий I и II плоскость возможной конденсации находится между слоями 3 и 4, в конструкции стены здания III отсутствует плоскость возможной конденсации. Согласно СП 50.13330.2012, данные конструкции стен удовлетворяют всем требованиям по паропроницаемости [12–14].

Таблица 4

Исследование температурно-влажностного режима стен по вариантам зданий

Вариант стены	Схема стационарного тепловлажностного режима	Схема влагонакопления
	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Температура</li> <li>— Температура "Точки росы"</li> <li>■ Зона конденсации</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Безразмерное сопротивление паропрооницанию</li> <li>— То же насыщенного паром воздуха</li> <li>— Плоскость максимального увлажнения</li> </ul>
Здание I		
Здание II		
Здание III		

Исходя из таблицы 6, в конструкции покрытия здания I плоскость возможной конденсации находится между слоями 6 и 7, в конструкциях покрытий зданий II и III отсутствует плоскость возможной конденсации. Согласно СП 50.13330.2012, данные конструкции покрытий удовлетворяют всем требованиям по паропрооницаемости [15].

Таблица 5

Исследование температурно-влажностного режима покрытий  
по вариантам зданий

Вариант стены	Схема стационарного тепловлажностного режима	Схема влагонакопления
	<p>— Температура</p> <p>— Температура "Точки росы"</p> <p>■ Зона конденсации</p>	<p>— Безразмерное сопротивление паропрооницанию</p> <p>— То же насыщенного паром воздуха</p> <p>— Плоскость максимального увлажнения</p>
Здание I		
Здание II		
Здание III		

**3. Анализ полученных результатов.** В данной статье были произведены расчеты, исходя из которых можно выделить основные параметры для оценки теплового контура объектов проектирования [16, 17]. Параметры сравнения приведены в табличном виде (таблица 6).

Таблица 6

## Теплотехнические, удельные и комплексные показатели

Показатель	Обозначение показателя, единица измерения	Здание I	Здание II	Здание III
1	2	3	4	5
Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	$R_0^{np}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	-	-	-
- стен	$R_{0,ст}^{np}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	2,48	2,16	2,37
- покрытий	$R_{0,покр}^{np}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	3,30	3,91	3,30
- окон	$R_{0,ок}^{np}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	0,36	0,54	0,49
Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об}, \text{ Вт}/\text{ м}^3 \cdot \text{°C}$	0,194	0,223	0,095
Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент}, \text{ Вт}/\text{ м}^3 \cdot \text{°C}$	0,17	0,12	0,21
Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт}, \text{ Вт}/\text{ м}^3 \cdot \text{°C}$	0,32	0,002	0,042
Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад}, \text{ Вт}/\text{ м}^3 \cdot \text{°C}$	0,018	0,042	0,003
Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^p, \text{ Вт}/\text{ м}^3 \cdot \text{°C}$	0,322	0,298	0,276
Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{тр}, \text{ Вт}/\text{ м}^3 \cdot \text{°C}$	0,301	0,319	0,266
Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период	$q, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{ м}^3 \cdot \text{°C}$	32,89	30,44	28,19
Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{год}$	767661,19	278386,32	500891,74
	$Q_{общ}^{год}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{год}$	867790,91	316971,49	553521,67
Класс энергосбережения	-	C-	C+	C
Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите	-	Да	Да	Да

**Выводы.** В ходе выполнения расчетов вычислены основные параметры трех объектов проектирования. Были определены удельные расходы на теплоснабжение, вентиляцию и кондиционирование помещений, а также вычислены расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию за годовой период. Также в ходе исследования были определены классы энергетической эффективности, соответственно, каждого здания. Все исследуемые объекты имеют класс повышенный, что является наименьшим из допустимых для проектируемых зданий. Наибольшие удельные расходы на отопление, вентиляцию и кондиционирование в здании I, наименьшие – в здании III. Вследствие использования инженерных систем и теплотехнических свойств применяемых ограждающих конструкций наибольшую удельную теплозащитную характеристику имеет здание II, что характеризует его как наиболее теплоэффективное.

#### Библиографический список

1. Ткачук А.Э., Гойкалов А.Н., Новиков М.В. Проектирование двойного фасада в архитектуре зданий арктических регионов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 3 (41). С. 87–92.
2. Новиков М.В., Вороновский А.Е. Влияние материала кладки наружных стен на тепловые потери малоэтажного жилого дома // Инженерные системы и сооружения. 2020. № 3-4 (41-42). С. 43–49.
3. Лысенко А.А., Новиков М.В. Конструктивные особенности теплоизоляции наружных стен многоэтажных жилых зданий // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. №3 (28). С. 19–24.
4. Валюк А.Е., Новиков М.В., Пуликова Е.А. Исследование теплоизоляционных элементов общественного здания спомощью полнофакторного эксперимента // Инженерные системы и сооружения. 2020. № 3-4 (41-42). С. 50–57.
5. Новиков М.В., Чеботарева В.С. Расчет удельных тепловых потерь различных фасадных систем // Инженерные системы и сооружения. 2019. № 2(35). С. 51–56.
6. Петрикеева Н.А., Березкина Л.В. Влияние инсоляции на интенсивность теплопоступлений в жилые помещения // Инженерные системы и сооружения. 2010. № 2 (3). С. 100–103.
7. Верхотина А.В., Новиков М.В. Проектирование теплозащитной оболочки здания досугового центра // Инженерные системы и сооружения. 2020. № 2(40). С. 71–77.
8. Назарова Т.А., Новиков М.В. Проектирование наружных ограждающих конструкций здания районного суда по минимальным требованиям теплозащиты // Инженерные системы и сооружения. 2020. № 2(40). С. 63–70.
9. Власов И.Е., Новиков М.В. Проектирование наружных ограждающих конструкций здания гостиницы по минимальным требованиям теплозащиты // Инженерные системы и сооружения. 2018. № 3(32). С. 35–43.
10. 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.
11. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федер. закон [принят Гос. Думой 11.11.2009] // Собрание законодательств РФ. 2009. № 261. 62 с.
12. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. М.: Стандартинформ, 2013. 100 с.
13. Сравнительный расчет изоляционных материалов, применяемых в трубопроводных конструкциях / К.А. Григорьева, Е.Е. Ерилова, Н.А. Петрикеева, Д.М. Чудинов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2020. №4 (21). С. 28–38.
14. Петрикеева Н.А., Копытин А.В., Попов Н.О. Оптимизация стоимостной целевой функции при определении толщины изоляции в системах теплоснабжения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2016. №2 (3). С. 26–33.
15. Энергосберегающие мероприятия в многоквартирных жилых домах / Д.М. Чудинов, Т.В. Шукина, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Высокие технологии в строительном комплексе. 2019. № 1. С. 32–36.
16. Попов Н.О., Петрикеева Н.А., Копытин А.В. Определение оптимальной толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов систем теплоснабжения // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2015. №1(18). С. 15–22.
17. 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.

*Для цитирования:* Оценка параметров теплового контура гражданских зданий / М.В. Новиков, А.Ю. Лебедева, А.А. Рыбалко, Ю.А. Черникова // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 3(32). С. 30–38.

---

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

---

УДК 331.45

### АНАЛИЗ ТЕРМИНА «ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЙ ФАКТОР» В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА

Д. А. Соколов, Е. И. Головина

---

*Воронежский государственный технический университет*

*Д. А. Соколов, студент кафедры техносферной и пожарной безопасности*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)544-98-00, e-mail: pushkareva.01@mail.ru*

*Е. И. Головина, канд. техн. наук, доц. кафедры техносферной и пожарной безопасности*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473)271-53-21, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru*

---

**Постановка задачи.** В последнее время частое использование в специальной технической литературе получил такой термин как «виброакустический фактор», в частности по отношению к сфере экологической безопасности и природоохранных мероприятий в строительстве, на железнодорожном транспорте, в хозяйственной и промышленной деятельности. Статья посвящена анализу термина «виброакустический фактор» и формированию конкретизации и более емкого его определения.

**Результаты.** В процессе изучения теоретической базы на основе имеющихся источников дана конкретная оценка термину и проанализировано его определение, что направлено на применение его в сфере экологической безопасности.

**Выводы.** Рассматриваемый фактор стоит рассматривать в рамках совокупности вредного воздействия шумового и вибрационного загрязнения.

**Ключевые слова:** шум, звук, виброакустический фактор, звуковое давление, здоровье, охрана труда, экология.

**Введение.** Понятие «виброакустический фактор» впервые применено еще на заре становления экологической безопасности на производстве как вида деятельности. Обычно, упоминание этого термина подразумевает наличие описания шумового, вибрационного, ультра- и инфразвукового загрязнения. Но часто, особенно в методиках по анализу вредных экологических и производственных факторов на железной дороге, виброакустические факторы рассматриваются по отдельности (например, совокупное воздействие превышения уровня звукового давления (УЗД) и вибрации рассматривается очень редко), что является не совсем верным. Именно совокупная работа двух негативно влияющих факторов, таких как вибрация и шум, оказывает вдвойне губительное воздействие на здоровье человека, которое косвенно или напрямую подвержено их влиянию [1].

Шумовое загрязнение также рассматривают как негативный фактор, влияющий на физиологическое и на психическое здоровье тех, кто подвергается его воздействию. Такая классификация привела к созданию более жестких нормативов по контролю превышения звукового давления.

**1. Виброзащитные мероприятия.** В связи с техногенезом растет пагубное воздействие виброакустических свойств в широком диапазоне отраслей, включая автомобилестроение, аэрокосмическую промышленность, строительство, городское хозяйство и транспортную сферу. В последние десятилетия технические проблемы были вызваны быстрым развитием и внедрением в эксплуатацию новых агрегатов и устройств. Несмотря на то, что по требованиям экологической безопасности большинство эксплуатируемых машин оборудованы специальными системами из вязкоупругих и эластопластичных материалов, известными своей способностью рассеивать вибрации и акустическую энергию, из-за неправильной или ненормируемой по времени эксплуатации часто можно наблюдать превышение шумового и вибрационного загрязнения на рабочих местах, в промышленных и даже селитебных зонах. Одной из основных областей деятельности инженеров по природоохранным мероприятиям и охране труда в таком случае является контроль, предупреждение, а также создание и внедрение природоохранных мероприятий, направленных на снижение негативного влияния виброакустического фактора как на человека, так и на окружающую среду [2, 3].

В рамках создания и внедрения шумо- и виброзащитных мероприятий перед специалистом стоит ряд проблем. Во-первых, это расчет экономической эффективности метода. Это важно, так как необходимо соблюсти соотношение между целесообразностью внедрения методики и ее эффективностью по другим критериям. Во-вторых, для создания готового плана метода необходимо создать его модель. Сложность в построении модели часто заключается в наличии большого числа параметров, которые необходимо соблюсти для получения более емких и точных результатов моделирования. Наконец, трудность заключается в следующем – сравнение численных моделей с результатами проведенных исследований, поскольку методы сравниваются с различными шкалами прогнозирования показателей, которые зачастую нелегко стандартизировать или измерить.

**2. Шумовые и звуковые явления.** Затем следует разобраться в отличиях понятий «шум» и «звук». Шумом называют любой нежелательный звук. Шум в процессе жизнедеятельности может приводить к нежелательным последствиям, таким как уменьшение внимания и увеличение утомляемости при работе, что может привести к появлению большего риска возникновения опасных ситуаций [4].

Измеряется уровень шума в децибелах (дБ). При воздействии шума происходит кризис центральной, сердечно-сосудистой, вегетативной систем, что может привести к развитию ряда недугов, в том числе и хронических. Верхними границами шума можно считать значения в 140-160 дБ. При возникновении шума свыше 140 дБ может возникнуть разрыв барабанных перепонки, а свыше 160 дБ – возможна смерть человека, который находится под воздействием такого звукового давления. В настоящее время трудно назвать отрасль промышленности, в которой не имелось бы цехов или участков с повышенными уровнями шума на рабочих местах. По сути, шумом является беспорядочно распространяемые в пространстве физические колебания, которые воспринимаемы человеком как неприятный или же некомфортный звук. Природа шума – это различное оборудование, элементы транспортной отрасли, разного рода бытовые системы и агрегаты. Шум содержит в себе уровни звука на разных частотах, преобладающие частоты зависят от природы возникновения шума [5, 6].

Рассмотрим определение понятия «звук». Звук – это относительно устойчивые волны, распространяющиеся в среде, создавая в ней механические колебания. В процессе распространения волны звука, она по-разному воспринимается человеческим ухом. Это объясняется неравномерным распределением звука в пространстве. Соответственно, существует минимально и максимально слышимый звук, который человек может воспринимать органами слуха – это называется порогами слышимости Ноль децибел

соответствует звуковому давлению  $2 \times 10^{-5}$  Па, что соответствует порогу слышимости тона с частотой 1000 Гц.

**3. Шум и вибрация на объектах.** В процессе работы механизмов, возникающие механические колебания могут воздействовать на окружающие объекты не только как шум, но и в роли вибрации. Анализ такого воздействия проходит в рамках диагностики виброакустических методов. Данный метод можно считать универсальным, но он не учитывает совокупное воздействие превышения звукового давления и уровня вибрации. Для нормирования шума применяют такой параметр, как предельно допустимые уровни. Нормирование шума происходит по следующим факторам: времени воздействия, интенсивности, определенным частотам, предельно допустимым уровням [7, 8].

С точки зрения физики, между шумом и вибрацией нет принципиальных различий. Основные отличия заключаются в восприятии: вибрации воспринимаются органами осязаниями и вестибулярным аппаратом, а шум – органами слуха. Колебания механических тел с частотой менее 20 Гц воспринимаются как вибрация, более 20 Гц – как вибрация и звук.

Вибрация с малой интенсивностью может иметь оздоровительное воздействие на человека, позитивно влиять на природу. Но по мере увеличения интенсивности вибрация начинает нести негативный характер и может влиять на возникновение хронических заболеваний нервной и сердечно-сосудистых систем. Высокие уровни вибрации также крайне негативно влияют на целостность техногенных систем и оборудования, значительно усложняя его эксплуатацию и уменьшая срок эксплуатации [9–11].

Губительное влияние шума и вибрации на рабочих наблюдается в процессе контакта с оборудованием, в особенности с аппаратами, которые необходимо использовать при прямом контакте с учетом применения мышечного напряжения (фиксация рукоятки, приложение усилия). Если рассматривать СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий», то можно заметить, что выделяют локальную и общую вибрацию. Локальная вибрация рассматривается в рамках передачи механических колебаний напрямую от источника на конечности человека. Общая вибрация – воздействию колебаний подвергается все тело. Колебания распространяются путем передачи от работающих агрегатов к точке «входа» (ступни, спина, ягодицы и др.).

Для более полного анализа в рамках работы было проведено исследование, которое заключалось в снятии замеров уровней звукового давления от разных источников железнодорожного транспорта – от внешних источников (скорый, электропоезд, грузовой поезд и др.). Основная деталь исследования – замеры производились на границе между железнодорожным полотном и городской чертой, что более открыто может показать воздействие генерируемых колебаний на человека и окружающую среду (в частности, показать уровень социального комфорта). Полученные в процессе исследования данные результатов уровня звукового давления (УЗД) представлены в таблице и графике (рис).

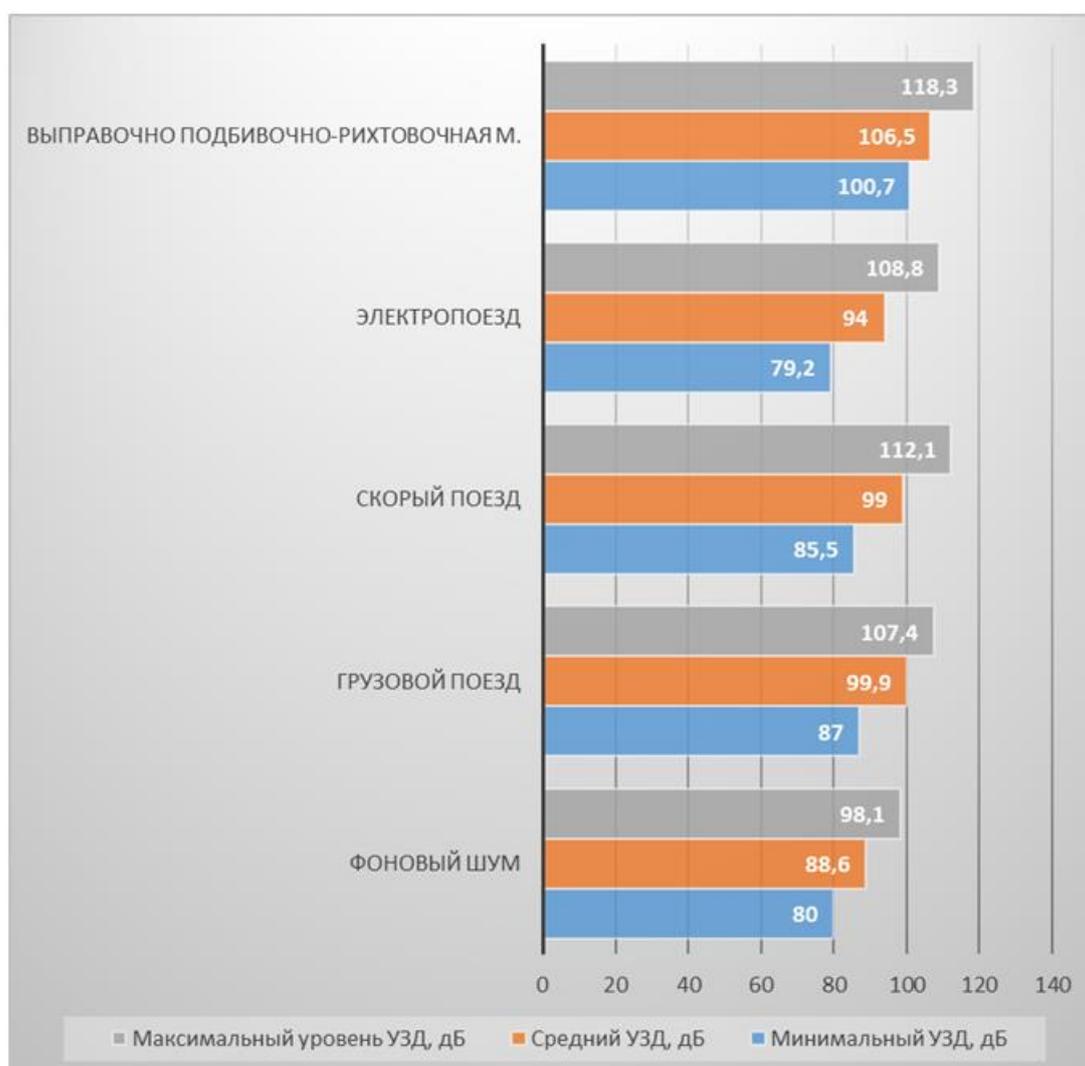
В случае воздействия колебаний, которые создают источники шума на железной дороге по сути на постоянной основе в течении суток – влияние шумового загрязнения в пространстве, излишний уровень вибрации, который возникает не только в связи взаимодействия подвижного состава и рельса, но и как резонанс в результате воздействия сравнительно высокого уровня звукового давления на окружающие объекты, им подвержена вся близлежащая территория. При том, что одинаковые по природе возникновения, но разные по восприятию, колебания методично воздействует на человека и окружающую среду сначала в процессе возникновения колебаний, а после в результате их передачи от объекта к объекту [12, 13].

Таблица

## Результаты замеров УЗД

Наименование показателя замера	Минимальный уровень звукового давления, дБ	Средний уровень звукового давления, дБ	Максимальный уровень звукового давления, дБ
Фоновый шум	80	88.6	98.1
Грузовой поезд	87	99,9	107,4
Скорый поезд	85.5	99	112.1
Электропоезд	79.2	94	108.8
Выправочно подбивочно-рихтовочная машина	100.7	106.5	118.3

Тот же эффект в общем случае можно отметить и при работе строительной техники, оборудования и инструментов, а также прочих источников [14, 15].



Зависимость результатов замеров УЗД от различных категорий

**Выводы.** Таким образом, на основе описания негативного воздействия и исследования комплексного влияния шума и вибрации от железнодорожного транспорта, которое и включает в себя понятие «виброакустический фактор», и применения этого термина для описания воздействия разных по восприятию, но одинаковых по своей природе факторов, которые в своей совокупности несут значительный вред для здоровья человека и целостности окружающей среды, можно охарактеризовать рассматриваемый термин следующим понятием. Виброакустический фактор – это наиболее распространённое, негативно влияющее явление техногенного происхождения, включающее в себя действие ряда схожих по природе возникновения, но разных по восприятию и воздействию факторов, которые при совместной работе могут нести наибольшую угрозу для здоровья человека и целостности окружающей среды.

#### Библиографический список

1. Влияние виброакустических факторов на безопасность и здоровье работников промышленных предприятий / А.О. Хоменко, Н.В. Якшина, В.С.Мушников и др. // Экономика труда. 2022. № 12. С. 2175-2196.
2. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Стандартинформ, 1996. 35 с.
3. Головина Е.И., Соколов Д.А. Обеспечение безопасности труда при эксплуатации железнодорожного транспорта путем модернизации систем вибродемпфирующих накладок и рельсовых пластин // Безопасность техногенных и природных систем. 2023. № 1. С. 39–46.
4. Хованский А.Д. Управление природоохранной деятельностью на предприятии: учеб. пособие [Электронный ресурс]. URL: file:///C:/Users/Home/Downloads/4f668190-c87a-40c2-87a8-3affa913dfbe.pdf (дата обращения: 07.04.2023).
5. Ключевые экологические показатели [Электронный ресурс]. URL: <https://nlmk.com/ru/responsibility/ecology/key-indicators/> (дата обращения: 07.04.2023).
6. Природосберегающие технологии [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2014/10/28/reg-cfo/pravila.html> (дата обращения: 07.04.2023).
7. Цуканова О.С., Петрикеева Н.А. Проблемы борьбы с шумом. История и основные направления развития методов снижения уровня шума // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2009. №1(1). С. 67–74.
8. Сальникова Л.А., Соколов Д.А., Головина Е.И. Анализ влияния шума и запыленности на железобетонном производстве // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 1(26). С. 48–50.
9. Тульская С.Г., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Основные аспекты экологических проблем нефтегазовой отрасли // Нефтяная столица: материалы 4-й Международного молодежного научно-практического форума. Ханты-Мансийск, 2021. С. 199–202.
10. Оптимизация работы энергосистем. Определение вероятного ущерба от перерывов энергоснабжения / Е.А. Куликова, Н.М. Попова, Н.В. Коротких, Н.А. Петрикеева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2018. № 4 (13). С. 29–36.
11. Беленко И.В., Скляр К.А., Петрикеева Н.А. Надежность работы тепловых электрических станций // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 4 (29). С. 40–45.
12. Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов, утвержденный приказом Ростехнадзора от 11 декабря 2020 г. № 517: приказ Ростехнадзора от 23.12.2020 № 61745. 53 с.
13. Отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс]. URL: [https://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/) (дата обращения: 26.05.2023).
14. Ключевые экологические показатели [Электронный ресурс]. URL: <https://nlmk.com/ru/responsibility/ecology/key-indicators/> (дата обращения: 07.04.2023).
15. Хабибулин М.И. Проблемы повышения уровня производительности труда // Молодой ученый. 2018. С. 200–202.

*Для цитирования:* Соколов Д.А., Головина Е.И. Анализ термина «виброакустический фактор» в сфере экологической безопасности и охраны труда // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 3 (32). С. 39–43.

---

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

---

УДК 666.973.6

### ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДАЧИ ОБРАТНОГО ШЛАМА В ПОМОЛ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОБЕТОНА

А. О. Шанин, А. А. Баранов

---

*ООО ПК «Куби Блок Егорьевский»*

*А. О. Шанин, ведущий инженер-технолог*

*Россия, г. Егорьевск, тел.: +7(996)516-81-20, e-mail: shanin.a@cubi-block.ru*

*А. А. Баранов, главный технолог*

*Россия, г. Егорьевск, тел.: +7(915)837-52-72, e-mail: baranov.gazobeton@list.ru*

---

**Постановка задачи.** В производстве ячеистого бетона одной из основных и энергозатратных операций является приготовление песчаного шлама, который занимает более 50 % от всех компонентов в составе газобетона автоклавного твердения. На действующем предприятии ООО ПК «Куби Блок Егорьевский» с выпуском продукции 38-40 тыс. м<sup>3</sup> в месяц на линии Vario-Block фирмы Masa Henke были проведены этапы промышленной апробации технологии получения модифицированного кремнеземистого компонента. Для его производства была смонтирована магистраль, целью которой являлась подача обратного шлама непосредственно в мельницу мокрого помола песка.

**Результаты.** В статье представлены результаты проектирования и монтажа трубопровода, определены его характеристики для обеспечения необходимого количества подаваемого возвратного отхода. Выявлено требуемое давление на входе и на выходе трубопровода, скорректированы режимы работы мельницы. Установлены параметры насоса, обеспечивающие бесперебойную подачу шлама. Учтены особенности дозирования сырья в мельницу, а также специфика перекачивания модифицированного кремнеземистого компонента в шламбассейн.

**Выводы.** В результате модернизации имеющейся схемы производства было установлено, что получение и применение модифицированного кремнеземистого компонента позволит сократить значительную часть расходов при изготовлении автоклавного газобетона и повысить характеристики выпускаемой продукции.

**Ключевые слова:** автоклавный газобетон, шлам, мельница, помол, модифицированный компонент, кварц, ячеистый бетон, модернизация.

**Введение.** На предприятиях по производству автоклавного газобетона зачастую используется универсальная схема получения газобетонных блоков [1, 2]. Она включает в себя:

- подготовку сырьевых компонентов;
  - подачу сырьевых компонентов в высокоскоростной бетоносмеситель;
  - заливку газобетонной смеси в формы;
  - выдержку массивов – сырцов в зоне ферментации;
  - резку массивов – сырцов;
  - сброс отходов от резки и формирование из них обратного шлама путем смешивания с водой;
-

- цикл автоклавирования при давлении 11,5 атм и температуре 185 °С;
- упаковку готовых газобетонных блоков.

В настоящее время отмечен тренд на «Устойчивое развитие» и концепцию «Бережливое производство». Они направлены на поиск способов утилизации отходов и совершенствование технологий производства [3–5].

Основная задача данного исследования состояла в модернизации имеющейся схемы производства с одновременным повышением характеристик выпускаемой продукции. Ее реализация была осуществлена за счет подачи обратного шлама в мельницу мокрого помола песка и получения таким образом модифицированного кремнеземистого компонента. Совместно с основной задачей были поставлены цели по сокращению расходов производства. К ним относятся:

- сырьевые компоненты (вяжущие);
- потребляемая мощность мельницы (электроэнергия);
- мелющие тела (напол металл в шламе);
- вода на помол.

**1. Методы и принципы исследования.** По технической документации были изучены характеристики оборудования:

- мельница мокрого помола;
- горизонтальный насос подачи обратного шлама и вертикальный насос перекачки песчаного шлама в шламбассейн.

Соотношение воды и твердой части в обратном шламе рассчитывалось по формулам с учетом фактической и истинной плотностей.

Необходимое количество мелющих тел определяли исходя из нагрузки на двигатель мельницы и требуемого значения удельной поверхности, которую фиксировали на приборе ПСХ-12 (Россия). Его работа основывается на методе газопроницаемости Козени и Кармана.

Седиментационную устойчивость песчаного шлама определяли по динамике изменения высоты осветленного слоя в одинаковых мерных цилиндрах объемом 500 мл.

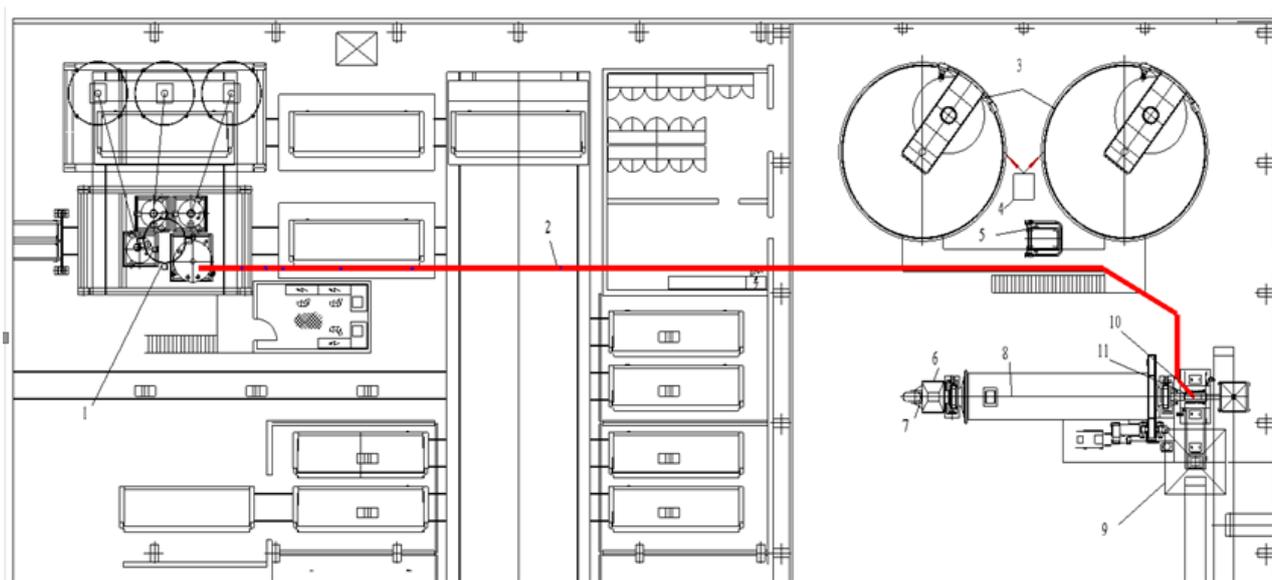
Подача воды регулировалась на пульте управления мельницы, исходя из показателей вязкости и плотности шлама. Плотность шлама отслеживалась на объемных весах (петля замера) путем взвешивания определенного участка трубопровода, находящегося над тензодатчиком. Дополнительно плотность контролировали в производственной лаборатории.

Расход обратного шлама рассчитывался по изменению уровня в шламбассейне [6–8].

**2. Модернизация линии.** Для производства была смонтирована магистраль, целью которой являлась подача обратного шлама непосредственно в мельницу мокрого помола песка. Был проведен анализ компоновки основного оборудования. В соответствии с полученными данными была подобрана оптимальная схема размещения спроектированного трубопровода (рис. 1).

Схема включает в себя:

- в магистраль циркуляции обратного шлама (рис. 2) «врезан» спроектированный трубопровод (рис. 3) длиной 59 метров;

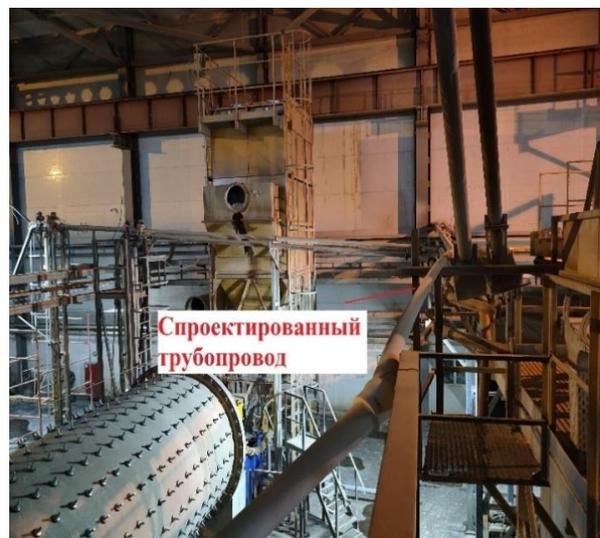


**Рис. 1.** Схема размещения спроектированного трубопровода: 1 – бетономесительный узел; 2 – спроектированный трубопровод; 3 – шламбассейны песчаного шлама; 4 – насос перекачки шлама на БСУ; 5 – объемные весы; 6 – разгрузочная емкость; 7 – насос перекачки шлама в шламбассейны; 8 – мельница мокрого помола; 9 – бункер песка; 10,11 – краны

– для обеспечения подачи обратного шлама в мельницу были выбраны полипропиленовые трубы PN20 Ø63 мм со стенкой толщиной 10,5 мм и внутренним диаметром 42 мм;



**Рис. 2.** Магистраль обратного шлама



**Рис. 3.** Спроектированный трубопровод

– для подачи обратного шлама смонтированы три шаровых крана. Два крана (основной и предохранительный) располагаются у места соединения спроектированного и действующего трубопроводов (рис. 4). Третий (регулирующий) располагается на конце магистрали (рис. 5). Им осуществляется корректировка количества подаваемого обратного шлама;



Рис. 4. Основной и предохранительный краны



Рис. 5. Кран регулировки подачи

– к регулирующему крану присоединен шланг (рис. 6) с внутренним диаметром 7 мм и длиной 6,5 м, который проходит через вибротрубу во внутрь мельницы (рис. 7);

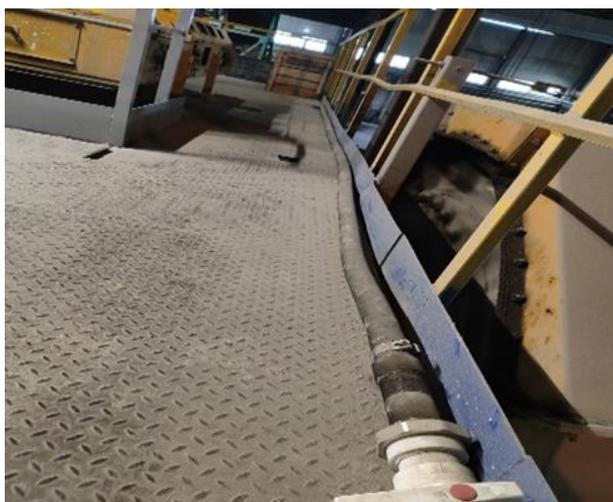


Рис. 6. Шланг для подачи обратного шлама

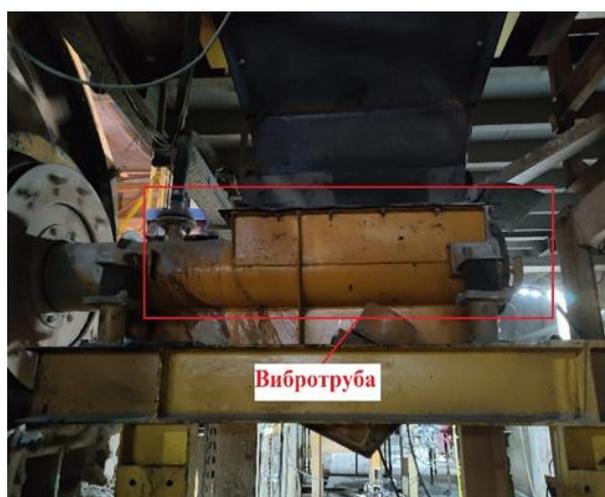


Рис. 7. Вибротруба

Регулирующим краном корректировалось количество подаваемого обратного шлама для получения модифицированного кремнеземистого компонента с заданными характеристиками [9].

**3. Результаты модернизации.** Насос с характеристиками, представленными в таблице 1, перекачивал обратный шлам по спроектированному трубопроводу в мельницу мокрого помола фирмы Semtec.

В мельнице среда воды и обратного шлама взаимодействует с кремнеземистым компонентом и проникает в его микротрещины, препятствуя их «заживлению». Данный фактор положительно сказался на кинетике измельчения. Также возвратный отход обладает активной составляющей по CaO и имеет  $pH=9\div 10$ . Он покрывает поверхности песчинок и тем самым появляются активные центры, способствующие образованию гидросиликатов кальция уже на стадии помола. Поэтому получаемый модифицированный песчаный шлам становится реакционноспособным компонентом [10–12].

Таблица 1

Характеристики горизонтального насоса  
марки VASA 303-100 PU 4CD90 [5]

Пропускная способность, м <sup>3</sup> /час	Диаметр импеллера, мм	Установленная мощность, кВт	Максимальное рабочее давление, МПа	Максимальная скорость, об/мин
60	30	30	1	2000

Характеристики мельницы мокрого помола фирмы Semtec приведены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры мельницы мокрого помола Semtec [6]

Диаметр, м	Длина, м	Загрузка шарами фракции 10 ÷ 40 мм, %	Число оборотов, об/мин	Производительность по сухому компоненту, т/ч
2,5	8,0	25÷27	21	29

У модифицированного кремнеземистого компонента повысилась удельная поверхность, а также улучшилась седиментационная устойчивость по сравнению с базовым песчаным шламом (рис. 8).

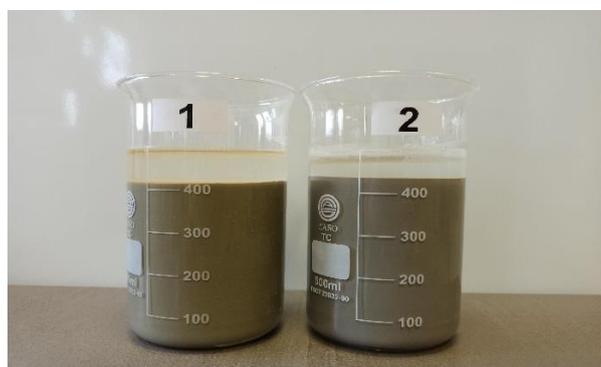


Рис. 8. Высота осветленного слоя базового (1) и модифицированного (2) кремнеземистого компонента спустя 16 часов наблюдения

Модифицированный кремнеземистый компонент через разгрузочную емкость (рис. 9) при помощи вертикального насоса марки VT100 05 НС (рис. 10) с характеристиками, указанными в таблице 3, перекачивался в шламосборник объемом 300 м<sup>3</sup>.

Таблица 3

Характеристики вертикального насоса VT100 05 НС [10]

Пропускная способность, м <sup>3</sup> /час	Диаметр импеллера, мм	Установленная мощность, кВт	Максимальное рабочее давление, МПа	Максимальная скорость, об/мин
42	30	30	0,6	1800



Рис. 9. Разгрузочная емкость



Рис. 10. Вертикальный насос

Замер плотности производился на петле песчаного шлама. Также ее дополнительно контролировали в лаборатории путем взвешивания шлама в мерном цилиндре объемом 500 мл и рассчитывали.

Апробация проходила в три этапа. Производительность мельницы при этом была неизменной и составляла 29 т/ч. На первых двух этапах помол производился при простое бетоносмесительного узла.

Авторы исследования подбирали плотность подаваемого обратного шлама, а также отслеживали как изменяются параметры работы мельницы. Была проанализирована седиментационная устойчивость подаваемого возвратного отхода (рис. 11). Выявлено, что шлам с плотностью ниже  $1,30 \text{ г/см}^3$  имеет ускоренное осаждение твердой части и, как следствие, предрасположен к забиванию спроектированного трубопровода [13–16].



Рис. 11. Высота осветленного слоя обратного шлама спустя 16 часов: 1 –  $1,44 \text{ г/см}^3$ ;  
2 –  $1,30 \text{ г/см}^3$ ; 3 –  $1,18 \text{ г/см}^3$

На первом этапе перекачка обратного шлама в мельницу производилась с плотностью  $1,31 \text{ г/см}^3$ . Необходимо было определить при каком значении плотности шлам может беспрепятственно подаваться в помол.

Количество поданного возвратного отхода составило  $5,57 \pm 0,33$  т/час (в свою очередь при истинной плотности  $2,48 \text{ г/см}^3$  соответствует  $2,10 \div 2,36$  т/час твердого вещества и

3,14÷3,54 т/час воды). Данные значение были рассчитаны по формулам определения сухой части и содержания воды в шламоотходах. В таблице 4 в процентном содержании показана зависимость доли твердой части и воды от плотности.

Содержание сухой части в шламоотходах, кг, определяется [17, 18]

$$Q = \frac{Q_{ош} \times (\rho_{ош} - \frac{\rho_{ош.ист} - \rho_{ош}}{1,48})}{\rho_{ош}}, \quad (1)$$

где  $Q_{ош}$  – масса обратного шлама, кг;  $\rho_{ош}$  – плотность обратного шлама, г/см<sup>3</sup>;  $\rho_{ош.ист} = 2,48$  г/см<sup>3</sup> – истинная плотность обратного шлама.

Содержание воды в шламоотходах, кг, определяется

$$P_g = Q_{ош} - Q. \quad (2)$$

Таблица 4

Зависимость содержания твердой части и воды от плотности

Плотность, г/см <sup>3</sup>	Твердая часть, %	Вода, %
1,30	38,67	61,33
1,35	43,44	56,56
1,40	47,88	52,12
1,45	52,01	47,99

На втором этапе обратный шлам подавали с плотностью 1,40÷1,44 г/см<sup>3</sup>. Данное значение соответствует рабочей плотности при подаче возвратного отхода в миксер на этапе заливки. Ввиду этого авторами установлено, что отпадает необходимость разбавлять обратный шлам и разделять шламбассейны (один для подачи возвратных отходов в заливку как сырьевой компонент, другой для подачи возвратных отходов в помол). При помоле песчаного шлама расход обратного шлама уже составил 7,49 т/ч (3,97 т твердой части + 3,52 т воды). Подача обратного шлама в мельницу положительно сказалась на количестве намолотого песчаного шлама. Производительность мельницы по готовому модифицированному кремнеземистому компоненту выросла на 8,3÷16,7 % в час по сравнению с обычным режимом.

Повышение удельной поверхности позволило снизить количество мелющих тел, подаваемых в мельницу [19]. Фактическое значение силы тока на двигателе мельницы упало с 774÷803 А до 750÷772 А. Соответственно, снизилось значение потребляемой электроэнергии с 453 кВт до 425 кВт. Зависимость показаний мощности от фактических значений силы тока показаны в таблице 5.

Расчет потребляемой мощности (трехфазное питание) производился по формуле

$$P = \frac{U \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3}}{1000} \quad (3)$$

где  $U$  – напряжение, В;  $I$  – фактическая сила тока, А;  $\cos \varphi$  – угол сдвига фаз между напряжением и силой тока.

Таблица 5

Зависимость показаний мощности от фактических значений  
силы тока

Фактическое значение силы тока, А	Мощность, кВт
750	425
760	430
770	436
780	441
790	447
800	453

На третьем этапе подача обратного шлама в мельницу осуществлялась одновременно с работой бетономесительного узла в полном рабочем режиме. Предполагалось, что заливка массивов-сырцов и подача обратного шлама в мельницу снизят давление в магистрали трубопровода обратного шлама. Данное обстоятельство могло привести к увеличению времени набора обратного шлама на весы. Это предположение не подтвердилось, что позволило производить модифицированный кремнеземистый компонент с сохранением темпов заливки массивов-сырцов [21, 22].

При длительных остановках как спроектированный трубопровод, так и действующий промывались водой.

Во время производства модифицированного кремнеземистого компонента было отмечено:

- снижение количества общей подачи воды в мельницу по сравнению с базовой с 9,50 т/ч до 8,64 т/ч;
- при увеличении плотности обратного шлама увеличивается вязкость всей системы;
- шланг, проходящий через вибротрубу в мельницу повышает вероятность ее забивания. Решением может стать врезка шланга в трубу подачи воды в мельницу или установка отдельной трубы в вибротрубе;
- гипсовый камень при повышении плотности модифицированного кремнеземистого компонента начинает всплывать на поверхность и тем самым ухудшается его размалываемость.

**Выводы.** Внедрение технологии получения модифицированного кремнеземистого компонента позволило сократить расходы на производство песчаного шлама и ускорить срабатывание отходов (обратного шлама).

Благодаря тому, что модифицированный кремнеземистый компонент приобретает активную составляющую по СаО от 0,15 % до 1,83 %, возникли предпосылки к снижению вязущих компонентов в рецепте на 3–10 кг/м<sup>3</sup>.

Обратный шлам вносит в систему помола «кварцевый песок + вода» дополнительную часть воды. Данный фактор положительно сказался на количестве свободной воды, подаваемой в мельницу, снижение которой составило 9,05 %.

Отмечено увеличение удельной поверхности получаемого шлама на 3–45 %.

Уменьшение количества мелющих тел позволило сократить потребляемую мощность шаровой мельницы, тем самым снизив расход электроэнергии на 6,2 %.

По результатам работы была подана заявка на патент на изобретение в Федеральный институт промышленной собственности: № заявки 2023101010, дата регистрации 18.01.2023.

## Библиографический список

1. Технологический регламент производства газобетонных блоков автоклавного твердения по средней плотности Д300, Д400, Д500, Д600, Д700 // ООО «Егорьевский завод строительных материалов». Егорьевск, 2016. 19 с.
2. Сырьевая смесь для изготовления газобетона автоклавного твердения: пат. 2600398. Рос. Федерация. №2015142756/03 / Голубев В.А., Леонтьев С.В., Курзанов А.Д., Шаманов В.А.; заявл. 07.10.2015; опубл. 20.10.2016, Бюл. №29. 7 с.
3. Способ изготовления изделий из ячеистого бетона и способ приготовления сырьевой смеси для его осуществления: пат.2253567 Рос. Федерация. № 2003116382/03 / Исхаков Ф.Ш., Сулейманов Н.Т.; заявл. 10.01.2005; опубл. 10.06.2005, Бюл. №16. 7 с.
4. Horizontal slurry pump VASA – 300-100 PU 4CD90 // «Project Egorievsci» - Metso (Deutschland) GmbH, 2009. 28 с.
5. Шаровая мельница D2,6×0,8 // «Project Egorievsci» - Cemtec GmbH, 2009. 20 с.
6. Баранов А.А., Коллеров А.Н., Акулова М.В. Роль обратного шлама как сырьевого компонента в оптимизации состава газобетона // Информационная среда вуза: материалы XXI Международной научно-технической конференции. Иваново, 2014. С. 223–227.
7. Баранов А.А., Акулова М.В. Газобетон на модифицированном кремнеземистом компоненте // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера: материалы межвузовской практической конференции аспирантов и студентов (с международным участием). Иваново, 2016. С. 470–471.
8. Ходаков Г.С. Физика измельчения. М.: Наука, 1972. 208 с.
9. The Sala Series of vertical slurry pumps VT1000 05HC // «Project Egorievsci» - Metso (Deutschland) GmbH, 2009. 67 с.
10. Дмитриев О.С., Мищенко С.В., Дмитриев А.О. Метод исследования параметров течения связующего при отверждении композитов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2005. № 1. С. 53–61.
11. К методике определения коэффициента вязкости аномальных жидкостей / Б.М. Кумицкий, С.Г. Тульская, Е.С. Аралов, Е.В. Плаксина // Химия, физика и механика материалов. 2021. № 4(31). С. 94–105.
12. Использование хризотилцементных отходов в качестве вторичного заполнителя для бетонов / А.И. Лиляк, Л.В. Егорова, А.А. Асхадуллин, Р.Р. Нуриев, В.С. Семенов // Строительство - формирование среды жизнедеятельности: материалы Семнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2014. С. 987–992.
13. Рахимов Р.З. Строительный комплекс, экология и минеральные вяжущие вещества // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2022. №2 (758). С. 5–15.
14. Володченко А.Н., Строкова В.В. Разработка научных основ производства силикатных автоклавных материалов с использованием глинистого сырья // Строительные материалы. 2018. №9. С. 25–31.
15. Фомичева Г.Н., Завадский В.Ф., Котельникова О.В. Технологические параметры получения неавтоклавного альбитофирового газобетона // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. №12 (552). С. 26–30.
16. Кузнецова Г.В., Морозова Н.Н. Добавка для автоклавного газобетона на быстрогасящейся извести // Строительные материалы. 2020. №9. С. 4–8.
17. Баранов А.А., Шанин А.О., Акулова М.В. Свойства модифицированного кремнеземистого компонента - перспективного сырья при производстве газобетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2023. №7. С. 8–16.
18. Долгополов В.Н. Проблемы производства качественных стеновых материалов в условиях удорожания энергоресурсов. доступные производственные технологии // Технологии бетонов. 2012. №1-2 (66-67). С. 44–49.
19. Фомина Е.В. Повышение активности смешанных вяжущих в ячеистобетонных смесях автоклавного твердения // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2013. №3. С. 104–106.
20. Белов В.В., Курятников Ю.Ю. Использование золы гидроудаления при изготовлении сухой готовой смеси для неавтоклавного газобетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №1. С. 34–38.
21. Завадский В.Ф. Оптимизация параметров получения газобетона на новых видах дисперсных наполнителей // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. №4 (556). С. 58–63.
22. Голядкина А.Д., Мартыненко Г.Н., Петрикеева Н.А. «Живые» материалы в строительстве // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. №3(28). С. 32–37.

*Для цитирования:* Шанин А.О., Баранов А.А. Внедрение технологии подачи обратного шлама в помол кварцевого песка при производстве газобетона // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. №3 (32). С. 44–52.

---

## СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ

---

УДК 628.3

### НЕФТЕПОГЛОЩЕНИЕ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД НА АЗС ПУТЕМ ПОДБОРА ОПТИМАЛЬНОГО СОРБЕНТА

А. В. Дядина, Н. С. Ерин, А. И. Калинина, М. А. Долбилова

*Воронежский государственный технический университет**А. В. Дядина, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(960)100-07-65, e-mail: al.djadina@gmail.com**Н. С. Ерин, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(919)238-86-59, e-mail: Erinnikita2018@yandex.ru**А. И. Калинина, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(930)407-08-52, e-mail: alina27.03@mail.ru**М. А. Долбилова, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)218-90-25, e-mail: kirnova.ma@gmail.com*

---

**Постановка задачи.** Проблема проливов нефтепродуктов на автозаправочных станциях (АЗС) является одной из самых актуальных экологических проблем в мире, которая приводит к серьезным последствиям для окружающей среды и здоровья человека. Главной причиной проливов является неправильное обращение с нефтепродуктами, а также недостаточное оборудование и контроль со стороны владельцев АЗС. В случае попадания в сточные воды продуктов нефтепереработки, необходимо провести очистку, чтобы избежать экологических проблем (попадания нефти в почву и грунтовые воды), связанных с превышением предельно допустимых концентраций отдельных компонентов.

**Результаты.** Рассмотрены основные критерии, которым должно соответствовать вещество, поглощающее нефтепродукты. Изучены основные этапы очистки вод, учтены критерии нефтепоглощения сорбентов различного происхождения.

**Выводы.** Проанализирована экологическая угроза, возникающая при выбросах углеводородов. Показано влияние структуры вещества (строения микро- и мезопор) на поглощение нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** нефтепоглощение, сорбенты, очистка, грунтовые воды, микропоры, мезопоры, предельно-допустимая концентрация, углеводороды.

**Введение.** Автозаправочные комплексы (АЗК) увеличили свое количество ввиду роста автотранспорта, а также осуществления большего количества перевозок по дорогам федерального, регионального и местного значения. Существует несколько причин утечек на автозаправочных станциях (АЗС) – это «большие» и «малые дыхания», нарушение герметичности резервуаров для хранения фракций, проливы, возникающие при заправках автотранспорта. В дальнейшем нефтепродукты смываются осадками, образуя сточные воды. При правильном конструировании не происходит загрязнения грунтовых вод, все сточные воды попадают в отстойники, очистные сооружения АЗК, где происходит очистка и фильтрация вод от нефтепродуктов легких фракций.

---

Для решения проблемы проливов нефтепродуктов необходимо в первую очередь повышать уровень оборудования и контроля на АЗС, а также проводить регулярную проверку и обучение персонала правилам обращения с нефтепродуктами. Также важна более жесткая ответственность за проливы со стороны владельцев АЗС и правоохранительных органов, а также более активная работа государственных структур по мониторингу и контролю возможных проливов [1, 2].

**1. Критерии нефтепоглощения.** Нефтепоглощение – процесс поглощения нефти, нефтепродуктов или других нефтехимических веществ, которые могут попасть в воду в результате нефтяных разливов или аварий на нефтепроводах. Очень важно, чтобы материалы, используемые для нефтепоглощения, были эффективными и безопасными для окружающей среды. Вот некоторые критерии, которые могут использоваться при оценке эффективности нефтепоглотителей:

- **Скорость поглощения:** нефтепоглощающий материал должен быстро поглощать нефть, чтобы уменьшить ее распространение и минимизировать воздействие на окружающую среду.
- **Вместимость:** сорбент обязан иметь высокую вместимость, чтобы справляться с большим количеством нефти. Это позволит быстро и эффективно очистить затронутые области.
- **Эффективность поглощения:** нефтепоглотитель должен эффективно поглощать нефть и оставлять воду без загрязнений. Это позволит минимизировать воздействие на окружающую среду и защитить местную флору и фауну.
- **Безопасность:** сорбент должен быть безопасен для окружающей среды и людей, которые могут участвовать в его использовании или очистке.
- **Утилизация:** нефтепоглотитель легко утилизируется после использования, с минимальным воздействием на окружающую среду.
- **Стоимость:** сорбент должен быть доступным по стоимости, чтобы его использование было экономически целесообразным.

Ни один материал не может идеально соответствовать всем критериям, однако полезно выбирать материалы, наилучшим образом соответствующие реалиям конкретной ситуации.

**2. Анализ концентрации углеводородов вблизи АЗС.** На объектах автозаправочных станций даже при соблюдении требований проектирования, а также учета всех нормативных актов наблюдается высокая концентрация легких фракций углеводородов. Проанализируем ситуацию вблизи АЗС на примере АЗС-104 г. Томск. Так, ОАО «Томскгеомониторинг» выявил две концентрационные зоны: большее количество углеводородов наблюдается у поверхности и в зонах, где грунтовые воды испытывают колебание [1, 3, 4].

Таблица 1

Концентрация углеводородов по глубине в г. Томск

Исследуемая глубина, м	Концентрация углеводородов, мг/кг
В пределах АЗС-104	
2,0	6503
7,0	2186,5
8,0	7257,0
Вне автозаправочной станции	
6,0	47,9
10,0	47,3
14,0	12,8

Разрешенные концентрации углеводородов в почве и грунтовых водах зависят от типа углеводородов и места их расположения. Основными углеводородами, отслеживаемыми в почве и воде, являются бензол, толуол, этилбензол, ксилол, фенол и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ).

В различных странах присутствует законодательство, которое устанавливает ограничения на концентрации углеводородов в почве и грунтовых водах. Например, в Европейском союзе концентрации углеводородов в грунтовых водах не должны превышать:

- бензол 1 мкг/л;
- толуол 1 000 мкг/л;
- ксилол 1 000 мкг/л;
- этилбензол 5 мкг/л;
- фенол 1 мг/л;
- ПАУ от 0,001 до 10 мкг/л.

Эти значения могут варьироваться в зависимости от местности и типа почвы и грунтовых вод. Нарушение установленных норм может привести к неблагоприятным последствиям для окружающей среды и здоровья человека [5].

**3. Этапы очистки вод от нефтепродуктов.** Существует несколько этапов очистки вод от нефтепродуктов: очистка от механических примесей и углеводородов отстаиванием, доочистка и т.д.

Предварительная очистка – удаление крупных твердых частиц, песка, мусора и других материалов, которые могут быть содержаться в сточной воде.

Физико-химическая очистка – процесс, в ходе которого сточная вода проходит через специальные реагенты и системы очистки, которые удаляют нефтепродукты из воды. Обычно включает в себя флотацию, осаждение, фильтрацию, адсорбцию и другие методы.

Биологическая очистка – процесс, в котором сточная вода проходит через бактерии и микроорганизмы, которые разлагают органические вещества и удаляют нефтепродукты из воды. Обычно проводится в растительных очистных сооружениях и активных илах [6, 7].

Финальная очистка – процесс, в котором происходит окончательное удаление нефтепродуктов и других загрязнений из сточной воды перед ее выходом в природу. Обычно включает в себя процессы обеззараживания, дезинфекции и нейтрализации вредных веществ.

Более подробно остановимся на доочистке при помощи сорбентов. Это широко распространенный метод, при котором в качестве сорбента могут использоваться как органические, так и неорганические компоненты.

Рассмотрим наиболее распространенные виды сорбентов органического и неорганического происхождения. Наиболее часто из органических веществ природного и синтетического происхождения применяются активные угли, торфы, шерсть, отходы ватного производства, синтепоны, поролон, полипропилены. Сорбенты из неорганики представлены стекловолокном, графитом, базальтом, перлитом [8].

**4. Показатели нефтепоглощения природных органических веществ.** Сравним природные органические сорбенты по показателю, влияющему на степень очистки стоков. По критерию нефтепоглощения из природных органических веществ резко выделяется торф (17,7 г/г). Показатель нефтепоглощения у шерсти, к примеру, ниже примерно в 2 раза, а у остальных веществ еще ниже [9–11]. Нефтепоглощение некоторыми природными органическими веществами представлено на рис.1.

Преимуществами данных сорбентов являются:

1) безопасность: природные органические сорбенты считаются безопасными для использования, поскольку они не содержат химических добавок или токсинов;

2) эффективность: эти сорбенты обладают высокой эффективностью в очистке воды и воздуха от загрязнений;

3) экологическая устойчивость: природные органические сорбенты получают из натуральных источников, что не приводит к дополнительному загрязнению окружающей среды;

4) экономичность: использование природных органических сорбентов может значительно снизить затраты на очистку воды;

5) универсальность: природные органические сорбенты могут использоваться для очистки различных типов загрязняющих веществ, включая нефть, токсичные металлы и другие токсичные вещества;

6) регенерируемость: некоторые природные органические сорбенты могут быть использованы несколько раз после регенерации, что делает их более экономически эффективными.

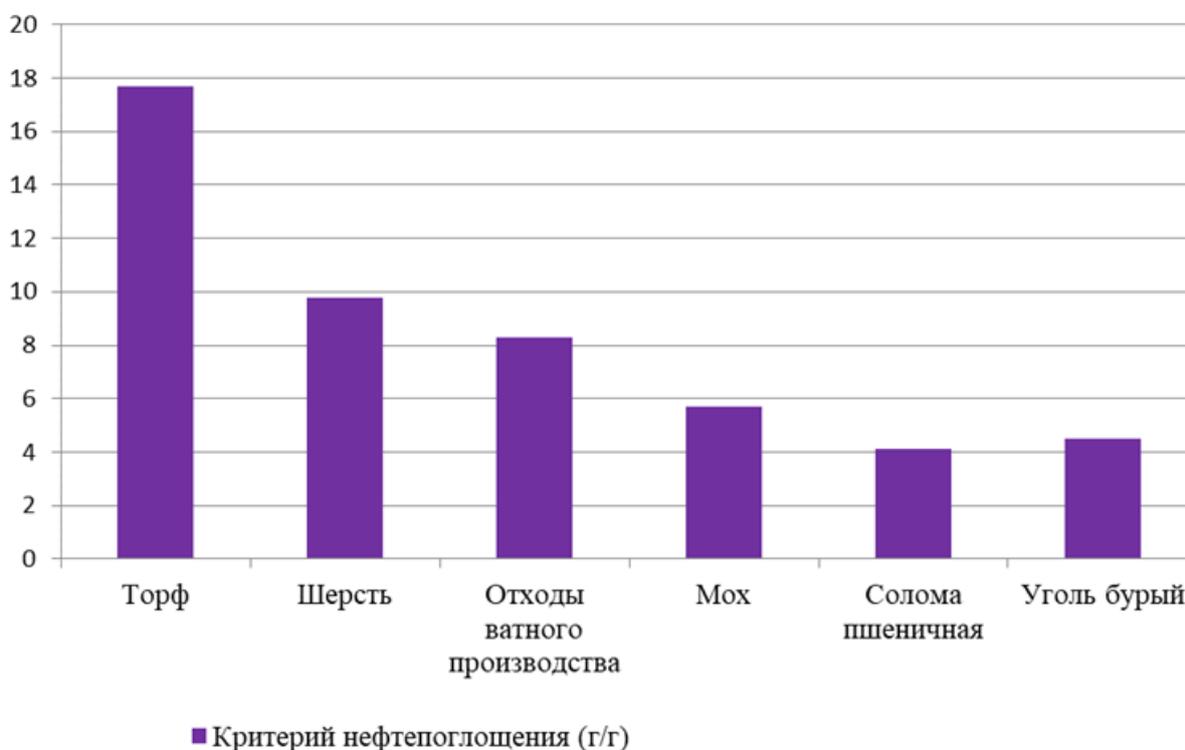


Рис 1. Нефтепоглощение природными органическими веществами [2]

**5. Показатели нефтепоглощения синтетических органических и неорганических веществ.** При синтетическом происхождении вещества показывают приблизительно равные значения нефтепоглощения. Так, синтепоны имеют значение 46,2 г/г, поролон – 37,4 г/г, полипропилены – 40,1 г/г, смолы в виде порошка – 39,6 г/г. В классе неорганических веществ выделяются два наиболее эффективных вещества – базальтовое волокно и графит (37,3 г/г и 59,5 г/г соответственно). Нефтепоглощение некоторыми синтетическими органическими веществами представлено на рис.2.

Преимуществами данных сорбентов являются [12, 13]:

1) высокая эффективность очистки: синтетические сорбенты обычно способны удалять небольшие молекулы и затвердевшие отложения, что делает их эффективными в очистке различных сред;

2) стабильность: синтетические сорбенты обычно имеют очень высокую стабильность, что позволяет им сохранять свои свойства даже при длительном использовании;

3) низкая стоимость: синтетические сорбенты обычно менее затратны, чем натуральные сорбенты;

4) удобство использования: синтетические сорбенты облегчают управление процессом очистки;

5) не требуют особого хранения: для синтетических сорбентов не нужны специальные условия хранения, что обычно делает их лучшим выбором для больших промышленных операций с очисткой.

6) меньшее количество отходов: с использованием синтетических сорбентов в качестве фильтроэлемента, генерируется меньше отходов в процессе очистки.

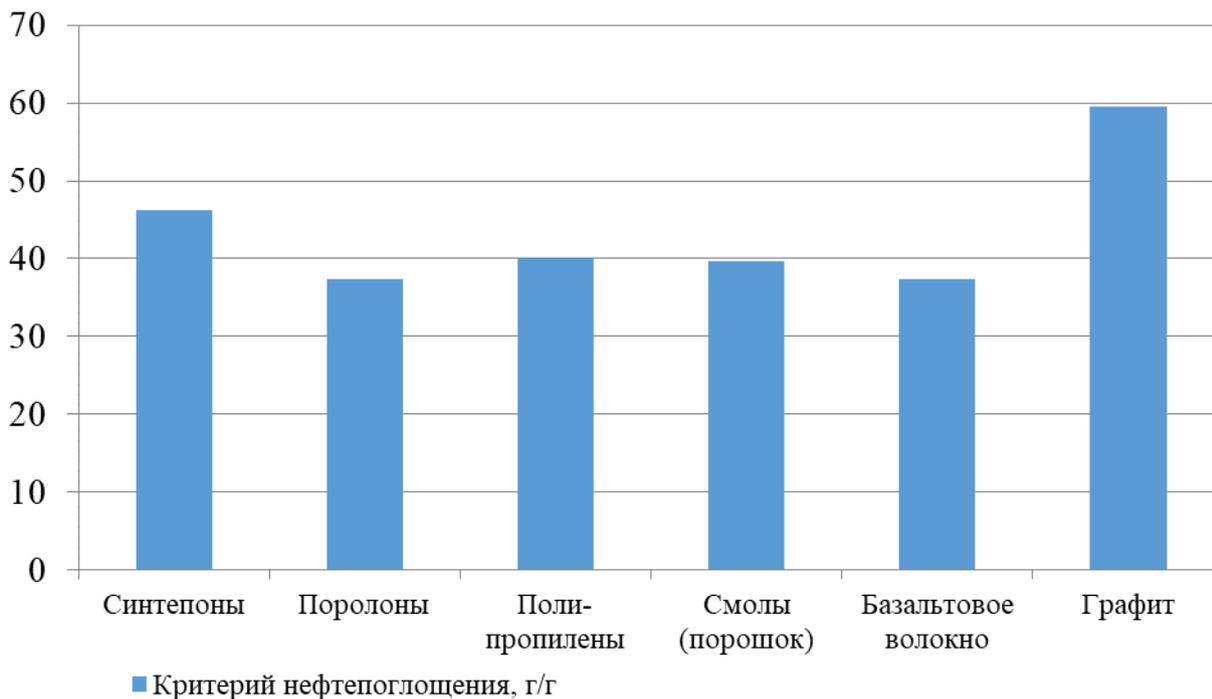


Рис 2. Нефтепоглощение синтетическими органическими веществами [3]

**6. Влияние структуры пор на критерий нефтепоглощения.** Структура микропор и мезопор имеет существенное влияние на эффективность нефтепоглощения. Микропоры являются каналами, размер которых меньше двух нанометров. Они обладают высокой поверхностной энергией и могут притягивать молекулы нефти, что способствует их поглощению. Однако, из-за малого размера микропор, они обладают низкой проницаемостью, что затрудняет движение нефти через них [14].

Мезопоры, в свою очередь, имеют размеры от двух до пятидесяти нанометров. Они обладают более низкой поверхностной энергией, что делает их менее притягательными для молекул нефти, но из-за более крупного размера они обладают более высокой проницаемостью. Это облегчает движение нефти через мезопоры.

Чтобы достичь наилучшей эффективности нефтепоглощения, необходимо иметь определенную комбинацию микро- и мезопор, обеспечивающую быстрое движение нефти через поры и ее взаимодействие с поверхностями пор. В таком случае, структура пористости материала может быть оптимизирована для достижения максимальной эффективности нефтепоглощения [15].

Таким образом, чем более развита структура пор, тем большее нефтепоглощение присуще веществу. Синтетическое происхождение сорбентов позволяет получать необходимые структуры в процессе их создания [11, 14, 16].

**Выводы.** Оптимальностью выбора сорбента можно считать тот выбор, который обеспечивает максимальный уровень очистки с минимальными затратами на материал и эксплуатационные расходы. Однако данный выбор может быть определен только на основе ряда факторов, таких как свойства вещества, которые необходимо удалить, допустимые пределы контаминации, степень загрязнения среды, тип и эксплуатационные особенности используемого сорбента.

Для определения оптимального выбора сорбента необходимо провести сравнительный анализ существующих вариантов, оценить их эффективность и экономическую целесообразность, а также учитывать особенности конкретной ситуации. В этом процессе ключевым является правильное определение технических и экономических критериев оценки, которые должны учитывать все основные аспекты выбора сорбента.

Среди критериев оценки свойств выделяют скорость поглощения, вместимость, эффективность поглощения, стоимостную характеристику. Поэтому зачастую применимы природные материалы.

Для автозаправочных станций экологическая безопасность выходит на первый план, поскольку при анализе выбросов было выявлено существенное превышение ПДК (предельно допустимых концентраций) углеводородов. Экологическая ситуация вне пределов заправочного комплекса также вызывает опасения.

Очистка сточных вод проводится комплексно, т.е. включает в себя несколько этапов, поскольку использование одного метода очистки будет неэффективно. Одним из этапов является сорбционная очистка.

Широкое применение сорбентов обусловлено в том числе их вариативностью. Рассмотрены три класса поглотителей: природные органического происхождения, синтетические органического происхождения, синтетические неорганического происхождения. В ходе исследования отмечены преимущества каждого вида, вместе с тем существуют недостатки, поэтому выбор конкретного сорбента неоднозначен. Существенную роль при выборе сорбента также играет дешевизна материала, скорость впитывания.

Критерий нефтепоглощения можно изменить в сторону увеличения за счет создания материалов с определенным соотношением микро- и мезопор. Но и расходы на покупку данного поглотителя возрастут.

Таким образом, проблема нефтепоглощения остается актуальной, поскольку при всех преимуществах производство синтетических материалов для сорбционной очистки экономически затратно по сравнению с использованием природных. Поэтому перед учеными стоит задача разработки материала, который при большой структуре пор имел бы высокую скорость впитывания, сорбционную емкость, гидрофобность, высокое время удержания нефтепродуктов до десорбции, а также минимальную стоимость производства.

#### Библиографический список

1. Способ получения сорбента для очистки сточных вод от нефтепродуктов: пат. 2708604 С1 Рос. Федерация. № 2019120574 / Бушумов С.А., Короткова Т.Г.; заявл. 01.07.2019; опубл. 09.12.2019, Бюл. № 34. 3 с.
2. Короткова Т.Г., Лозовая А.А., Бушумов С.А. Организационно-технические мероприятия по снижению загрязнения прилегающих территорий на АЗС // Научные труды КубГТУ. 2020. № 1. С. 91–100.
3. Урецкий Е.А., Николенко И.В., Мороз В.В. Исследование работы узла сорбционной доочистки сточных вод с использованием намывных сорбционных фильтров // Строительство и техногенная безопасность. 2021. № 23(75). С. 67–78.

4. Тульская С.Г., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Основные аспекты экологических проблем нефтегазовой отрасли // Нефтяная столица: материалы 4-й Международного молодежного научно-практического форума. Ханты-Мансийск, 2021. С. 199–202.

5. Ерин Н.С., Калинина А.И. Основные виды потерь нефтепродуктов на нефтебазах и способы их предотвращения // Мировая наука: новые векторы и ориентиры: материалы VII Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 2022. С. 92–95.

6. Колосова Н.В., Федорова Н.П., Лаптийев А.В. Анализ и оценка воздействия на окружающую среду предприятий нефтяного комплекса // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 2(23). С. 30–36.

7. Методика расчета дождевой канализации для склада нефтепродуктов в г. Воронеже / Н.В. Колосова, О.А. Кочура, А.А. Тагайчинова, З.С. Гасанов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2020. № 1(18). С. 53–59.

8. Тульская С.Г., Петрикеева Н.А., Чуйкин С.В. Экологическая безопасность окружающей среды при загрязнении нефтепродуктами // Наука и образование – 2019: материалы всероссийской научно-практической конференции. Мурманск, 2020. С. 251–257.

9. Чеснокова И.В. Экономическая оценка и вопросы страхования последствий опасных геологических и геокриологических процессов // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2013. №6. С. 10–14.

10. Бохан А.Р., Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Анализ расчетных значений потерь нефтепродуктов от «пассивных» манипуляций на резервуарах // Нефтяная столица: материалы Шестого международного молодежного научно-практического форума. Москва, 2023. С. 46–47.

11. Повышение противокоррозионных свойств нефтехимического и газового оборудования / Е.Г. Усачёв, А.В. Добычин, М.М. Островская, Н.А. Петрикеева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. №1(14). С. 22–28.

12. Худиковский В.Л., Петрикеева Н.А. Результаты экспериментальных исследований работоспособности фильтров очистки воды. Научно-технические проблемы систем теплогасоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения: межвузовский сборник научных трудов. Воронеж, 2002. С. 119–122.

13. Иванов В.С., Черкасова О.А. Загрязнение почв г. Витебск сульфатами, нитратами и нефтепродуктами // Вестник ВГМУ. 2011. № 4. С. 111–119.

14. Васильченко А.В., Галактионова Л.В. Оценка токсического загрязнения почв нефтепродуктами в результате деятельности автозаправочных станций с использованием метода биотестирования // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. С. 438.

15. Бракоренко Н.Н. Влияние нефтепродуктов на грунты и подземные воды территорий автозаправочных станций (на примере г. Томска): дис. ... канд. геолого-минерал. наук: 25.00.36: утв. 25.11.2013. Томск, 2013. 143 с.

16. Особенности очистки воды от нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов, фильтрующих материалов и активных углей / Е.В. Веприкова, Е.А. Терещенко, Н.В. Чесноков, М.Л. Щипко, Б.Н. Кузнецов // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. (2010 - 3). 285–304.

*Для цитирования:* Нефтепоглощение из сточных вод на АЗС путем подбора оптимального сорбента / А.В. Дядина, Н.С. Ерин, А.И. Калинина, М.А. Долбилова // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. №3(32). С.53–59.

## 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.