

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО
ИНФРАСТРУКТУРА
КОММУНИКАЦИИ**

Выпуск № 1(22) 2021

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, ком. 2135а;

тел.: +7(473)2-71-53-21;

e-mail: gik_vgasu@mail.ru.

Ознакомиться с *электронной версией журнала* можно на сайте:

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



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

<http://www.elibrary.ru>



ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Выпуск № 1(22)

Март, 2021

- 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



ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Научный журнал

Издается с 2015 года

Выходит 4 раза в год

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

Статьи рецензируются, подвергаются обработке по 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. арх., 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. арх., доц., Воронежский государственный технический университет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Дата выхода в свет 31.03.2021. Усл. печ. л. 5,9. Формат 60×84/8. Тираж 500 экз. Заказ №
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-68664.

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

Цена свободная

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, ком. 2135а;
тел.: (473)2-71-53-21; e-mail: gik_vgasu@mail.ru.

ОТПЕЧАТАНО: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ
394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

СОДЕРЖАНИЕ

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	6
<i>Тулская С. Г., Курносов А. Т., Благовестный Р. О.</i>	
Комплексная оценка вариантов размещения городских территорий на основе критерия оптимальности.....	6
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ.....	10
<i>Коровкина А. И., Калинина А. И., Тагайчинова А. А., Голядкина А. Д.</i>	
Пути повышения эффективности работы возобновляемых источников энергии.....	10
<i>Попова Н. М., Таран В. Е., Петрикеева Н. А., Чудинов Д. М.</i>	
Оценка технического состояния тепловых сетей в РФ.....	16
<i>Мартыненко Г. Н., Петрикеева Н. А., Высоцкая А. А., Еремеева Д. Д.</i>	
Выбор оптимального геотермального контура для частного дома, находящегося в Воронежской области	22
<i>Сафонов Н. Е., Иценко А. С., Коровкина А. И., Колосова Н. В.</i>	
Экономический эффект от внедрения систем телеметрии в газорегуляторных пунктах	29
<i>Журавлев П. О., Плаксина Е. В.</i>	
Разрушающие методы контроля трубопроводов.....	34
<i>Долбилова М. А., Попова Н. М.</i>	
Особенности организации естественной вентиляции в образовательных учреждениях.....	39
СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ.....	44
<i>Макаров А. Р., Аралов Е. С., Волох А. С.</i>	
Причины аварий на автомобильных газозаправочных станциях. Предупреждение их развития и ликвидация последствий	44
ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....	50

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 711.4

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ

С. Г. Тульская, А. Т. Курносов, Р. О. Благовестный

Воронежский государственный технический университет

С. Г. Тульская, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: Tcdtnkfyf2014@yandex.ru

А. Т. Курносов, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

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

Р. О. Благовестный, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

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

Постановка задачи. В данной статье рассмотрены вопросы территориального планирования городских территорий на основе критерия оптимальности. В современных условиях эффективное планирование городских территорий невозможно без комплексной оценки. Комплексная оценка формирует не только состояние на сегодняшний день, но и должна учитывать прогнозирование развития в будущем.

Результаты и выводы. Рассмотрены основные критерии, по которым может быть выполнена оценка вариантов планировочных решений размещения городских территорий. Разработан комплексный критерий оптимальности по размещению городских зон. Модель планирования городских территорий может быть использована при проектировании новых городских территорий.

Ключевые слова: эксперт, городская территория, комплексный критерий, критерий оптимальности.

Введение. Планирование размещения городской территории производится на стадии разработки генеральных планов, планов обустройства земельно-хозяйственного угодия, планов застройки, развития пригородных территорий и т.д. Рациональное планирование позволяет обеспечивать правильное зонирование территорий поселений.

Организация размещения городской территории наиболее интенсивнее в использовании. Городская территория планирования представляет собой сложную систему, которая включает множество подсистем: численность людей, промпредприятия, транспортные сети, инженерные сети, ландшафт и т.д. Для работы этой подсистемы, необходимо планирование размещения территорий под каждую функцию.

Термин планирование трактуется как комплекс методов и средств, которые дают возможность выбрать из количества вариантов один наилучший наиболее рациональный и эффективный в развитии городской территории [1].

Структурная схема планирования городской территории можно представить в виде следующей формы (рис.1):

- начальный этап планирования (цель, задачи);
- сбор информации согласно территории застройки;
- разрабатывается компьютерная форма планирования (технология-ГИС);
- моделируется модель состояния территории в будущем;

- сравнение возможных вариантов и выбор наиболее оптимального;
- производится непрерывный мониторинг размещения;
- контроль и управление в течении всего планирования территории.



Схема планирования городской территории [1]

Методы экспертных измерений городской территории. В настоящее время экспертные методы измерений получили широкое применение в различных отраслях [2–4]. При экспертных измерениях определяется насколько показатель качества одного объекта выше другого. Если комплексный показатель одного объекта больше, чем другой, то делается вывод о том, что качество первого выше, чем второго. Из вышеизложенного материалы формируются задачи выбора критериев принятия решений. К формированию задач экспертных измерений относят показатели:

- показатель численный, который определяет количество значений показателей качества;
- показатель правильного выбора, который относится к классу эквивалентности к объекту принадлежности.

Применяемые в городской территории блок-схем в экспертных оценках должны выполнять основные требования:

- рассматриваемая территория оценивается каждым членом эксперта;
- рассматривая различные территории эксперт сравнивает одно и тоже число раз.

В качестве основных показателей городской территории можно выбрать:

1. Ландшафтно-композиционный критерий – P_1 ;
2. Экологический критерий – P_2 ;
3. Транспортный критерий – P_3 ;
4. Социальный критерий – P_4 ;
5. Экономический критерий – P_5 .

Если в блоках изучают некоторые объекты, то схема называется неполноблочным планом. Применение неполноблочного плана зависит от наличие полной информации по объекту городской территории застройки. Если отсутствует возможность в реализации проектов различных вариантов, то используют неполноблочные блок-схемы. При создании и реализации блок-схем оценивания снижаются ошибки эксперимента. Эксперты оценивают разное количество объектов городской территории.

Неполноблочной план городской территории можно представить в виде результатов экспертной оценки (таблица).

Результаты экспертной оценки

Показатели	Эксперты					K_j	\overline{K}
	1	2	3	4	5		
Ландшафтно-композиционный критерий P_1							
Экологический критерий P_2							
Транспортный критерий P_3							
Социальный критерий P_4							
Экономический критерий P_5							
D_i							
\overline{D}							

Рассмотрим полученные результаты экспертной оценки. Допустим, что каждому элементу P_i принадлежит одно и тому же число блоков каждой пары P_i и P_j . Обрабатывая результаты экспертной оценки, необходимо знать сумму рангов j -го показателя:

$$K_j = \sum_{i=1}^n P_{ij}, \quad (1)$$

где n – число блоков.

Далее сводим сумму рангов, предоставленных i -м экспертом:

$$D_i = \sum_{j=1}^m P_{ij}, \quad (2)$$

где m – число элементов.

Переходим к подсчитыванию сумм рангов тех экспертов, которые определяли j -й показатель результата максимального качества.

Сводим данные в сводную ведомость исходя из выбранной блок-схемы и показателей городской территории застройки. В данном случае сумма рангов приравнивается к пяти, так как каждый показатель анализируется пятью экспертами (см. табл.).

При проверке результатов экспертной оценки определяем сумму рангов j -го показателя K_j , и сумму рангов предоставленных i -м экспертом, тем показателям, которые он определяет D_i . Показатель качества зависит от суммы рангов экспертов, которые определяли j -й показатель качества выбранной территории застройки. В примере представлена сумма рангов пяти экспертов, так как каждый показатель определяли пять экспертов:

$$D_{(1)} = \sum_1^5 D_j. \quad (3)$$

Результаты измерений по показателям и по экспертам определяем по разбросу значений по формулам:

$$\sigma_{n,n}^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (K_j - \overline{K_n})^2}{r}, \quad (4)$$

где r – число повторений в строке; $\overline{K_n}$ – средний арифметический ранг показателей качества.

$$\overline{K_n} = \frac{K}{m}, \quad (5)$$

$$\sigma_{э,н}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \overline{D_э})^2}{n}, \quad (6)$$

где $\overline{D_э} = \frac{K}{n}$ – средний арифметический ранг экспертов.

Вывод. Исследование данной проблемы становится особо актуальным в связи с широким применением экспертных методов в отраслях строительства [5–7]. Варианты планировочных решений размещений городских территорий могут зависеть от множества критериев. Применение блок-схемы в городской застройке позволит комплексно оценить планировочные решения и распределить показатели последовательности выбора как наиболее важных по показателям. Если рассмотреть множество вариантов планировочных решений, то показатель комплексной оценки приравнивается к бальной системе с максимальными и минимальными значениями. Применение блок-схем позволит определить правильный и последовательный набор критериев в городской территории.

Библиографический список

1. Ламерт Д.А. Прогнозирование использования земельных ресурсов застроенных территорий [Текст]: учеб. пособие / Д. А. Ламерт, Г. И. Юрина. Новосибирск: СГТА, 2012. 76 с.
2. Павлова Л.И. Город, модели реальность [Текст]. М. : Стройиздат, 1994. 311 с.
3. Холл П. Городское и региональное планирование [Текст]. М. : Стройиздат, 1993. 244 с.
4. Горохов В.А. Инженерное благоустройство городских территорий и населенных мест [Текст] / В. А. Горохов, О. С. Расторгуев. М. : Стройиздат, 1994. – 457 с.
5. Копытина Е.А. Применение теории игр в строительной деятельности / Е. А. Копытина, Н. А. Петрикеева, С. Г. Тульская, С. Н. Кузнецов // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. № 4 (52). С. 137–144.
6. Тульская С.Г. Формирование городской территории при градостроительном проектировании / С. Г. Тульская, А. А. Чуйкина // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2016. № 1. С. 9.
7. Мелькумов В.Н. Критерии оптимальности и условия сравнения проектных решений систем теплоснабжения / В. Н. Мелькумов, К. А. Скляр, С. Г. Тульская, А. А. Чуйкина // Научный журнал строительства и архитектуры. 2017. № 4 (48). С. 29–37.

Для цитирования: Тульская С. Г. Комплексная оценка вариантов размещения городских территорий на основе критерия оптимальности / С. Г. Тульская, А. Т. Курносов, Р. О. Благовестный // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 1 (22). С. 6–9.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 621.3

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

А. И. Коровкина, А. И. Калинина, А. А. Тагайчинова, А. Д. Голядкина

Воронежский государственный технический университет

*А. И. Коровкина, ассистент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: alinko199@mail.ru*

*А. И. Калинина, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(952)101-72-96, e-mail: alina27.03@mail.ru*

*А. А. Тагайчинова, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru*

*А. Д. Голядкина, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru*

Постановка задачи. Общими преимуществами возобновляемых источников энергии являются экологичность, доступность и изобилие. В работе рассмотрены пути повышения эффективности работы возобновляемых источников энергии на примере ветровых.

Результаты. Рассмотрены экологические и экономические преимущества использования ветровых энергоустановок, определен потенциал развития ветроэнергетики в России. Электрическая и тепловая энергия на основе возобновляемых источников энергии имеет отличительный аспект в формате низкой стоимости. Это является одним из немаловажных аспектов для обширного строительства энергоустановок на базе ВИЭ, особенно это актуально на территориях, где используют транспортируемое топливо издалека.

Выводы. Использование подобных систем, соблюдая принципы энергосберегающей политики, существенно повысит энергетическую безопасность и позволит снизить затраты на любой вид энергии на производстве.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, возобновляемые источники энергии, мощность ВЭУ, энергия ветра.

Введение. Обязательным условием существования человечества является потребление энергии. Главное звено в развитии каждого направления энергетики – расчет объема ресурсов для определения потенциальной длительности использования этого источника энергии.

Энергетика – основа для развития сил производства экономики любой страны. Она обеспечивает непрерывную работу сельского хозяйства, промышленности, транспорта и ЖКХ.

Ветер – это неисчерпаемый энергоноситель, имеющий множество сложных и непредсказуемых параметров для любого ареала земного шара, ведь, с точки зрения науки, ветер позиционируется как «перемещение воздушных масс относительно поверхности земли в результате неравномерного нагрева и перераспределения атмосферного давления» [1].

Человек с древнейших времен стал активно использовать ветровую энергию, применяя ее в парусном флоте и мельницах.

Именно с этого момента и началось зарождение развития ветроэнергетики.

Задачей этого направления является экономичное энергоснабжение на основе инновационных технологий преобразования электрической и механической энергии.

1. Использование ветроэнергетики. Многолетние открытия в этой области показали, что внедрение энергии ветра в широкомасштабное пользование целесообразно по ряду причин: во-первых, цена ветра, как ресурса, равна нулю, следовательно, не требуются затраты на выработку. А во-вторых, ветровая энергия достаточно экологична по той простой причине, что при выработке энергии не происходит выделения вредных для окружающей среды продуктов сгорания углеводородных топлив. Однако, несмотря на описанные факторы, продвижение ветровой энергетики в России на более высокий уровень очень медленное и несущественное, как и использование других возобновляемых источников энергии [2].

Общими преимуществами возобновляемых источников энергии являются экологичность, доступность и изобилие. Кроме того, в случае необходимости, ВИЭ работают автономно (это необходимо в случае, когда люди не подключены к централизованной сети) [3].

Ветровые источники энергии по сравнению с другими ВИЭ обладают рядом преимуществ, основное из которых заключается в отсутствии вредоносного воздействия на ОС, ведь в ветроэнергетических установках не происходит сгорания углеводородных топлив. Однако, стоит отметить, что территория размещения ВЭУ большой мощности оказывается непригодной для проживания из-за генерации ветроэлектростанцией инфразвукового шума, который вызывает постоянное депрессивное состояние, чувство беспокойства и психологического дискомфорта.

2. Развитие малой энергетики. Стоит отметить, что энергетика так же является основной сферой инновационного внимания. Динамичные природные изменения и регрессивные последствия вечной мерзлоты концентрируют аспект важности актуальных проблем изменения климата, а также стабильно растущее потребление электро- и теплоэнергии, особенно в период самоизоляции, требуют новых решений. Для этого активно вовлекаются возобновляемые источники в виде солнечной энергии, ветроэнергетики, а также применение гидроресурсов.

В современном мире энергетической промышленности, последующим за тепловыми электростанциями, на которые приходится 62 %, значительный процент установок занимают турбины, которые преобразуют силу потока воды в энергию. Однако, минусом является особенности расположения на открытых пространствах, что бывает нереализуемо в некоторых населенных пунктах.

Преимуществом использования такого вида является: интегрированное управление паводками, защита водоносного слоя, укрепление береговой линии рек. Из-за отдаленности рек от промышленных центров происходит сокращение объема воды, что приводит к снижению вырабатываемой энергии гидроэлектростанциями во всех странах мира.

Продвижение программы развития малой гидроэнергетики в Российской Федерации является перспективой будущего отрасли гидроэнергетики. Реализация строительства ГЭС мощностью, превышающей 25 МВт, является перспективным направлением будущего. В 2020 году значимую часть возобновляемой энергии составила МГЭС (1/4 от общего объема). Территориями реализации направленности выбраны регионы Сибири, Кавказа и Центральной части России.

Солнечная индустрия по итогам 2020 года сформировала колоссальное увеличение технических мощностей. Ресурсы позволяют вводить по 200–250 ГВт солнечных электростанций (рис.1) в год. В 2020 году самой крупной солнечной электростанцией на постоянной коммерческой основе были реализованы системные (вспомогательные) услуги передачи энергии. Перспективная динамика развития проектов прогнозирует их рост. На мировом рынке крупными компаниями с декабря 2020 года реализуется выпуск модулей солнечной

энергии с мощностью превышающей 500 Вт. Настоящим прорывом в энергоиндустрии отмечено появление на рынке модулей с мощностью более 600 Вт.

Однако имеются и минусы в виде зависимости от погодных условий.

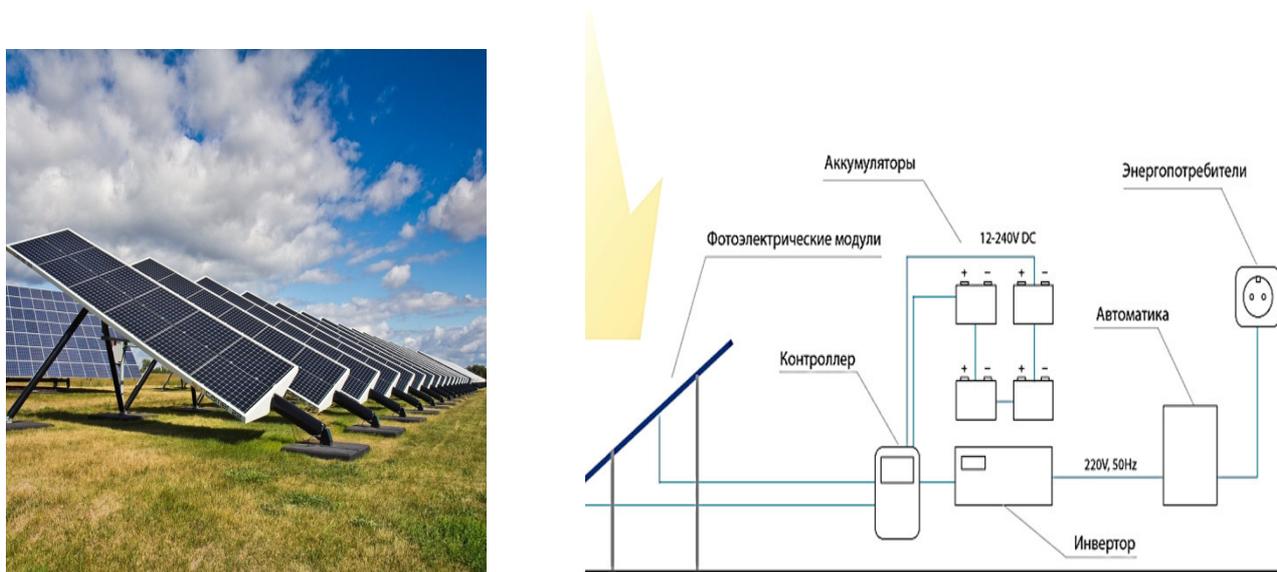


Рис. 1. Общий вид солнечных батарей и схема солнечной электростанции [2]

Внедрение ветряных мельниц (рис.2) становится инновационным шагом в получении энергии. Анализируя данные 2019 года Глобального совета по ветряной энергии (GWEC) установлено превышение мировой совокупной мощности ветряной генерации до 660 гигаватт, что, в свою очередь составляет увеличение на 10 % за год. Прибрежная ветрогенерация приобретает преобладающую важность: в 2019 году вырабатываемая энергия сектора увеличилась на 6,1 гигаватт. Пандемия подорвала активное развитие, но при этом сохранилось увеличение возобновляемых источников энергии, оставаясь передовым сегментом в энергоиндустрии.

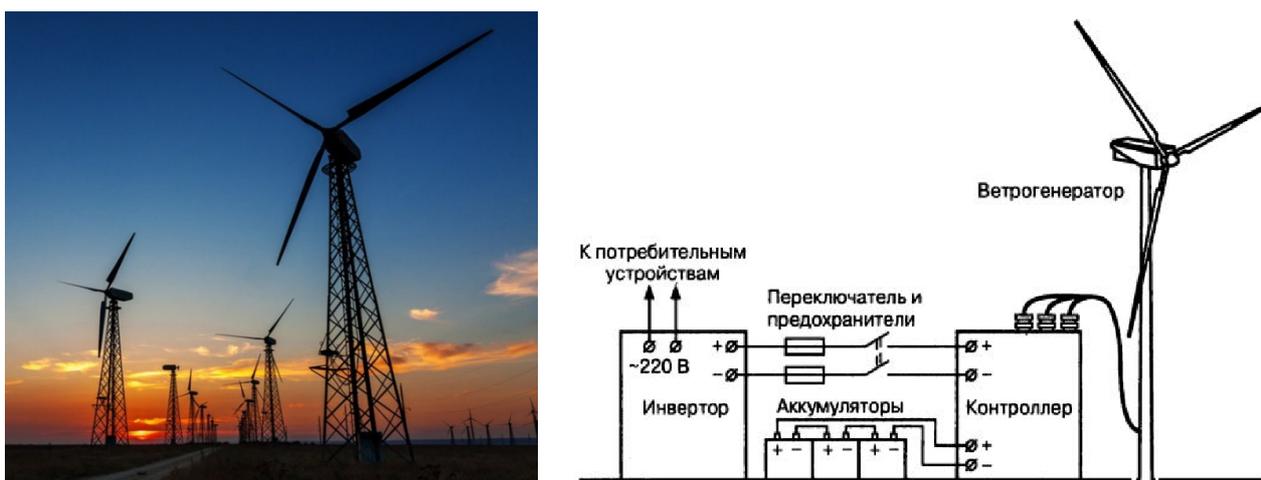


Рис. 2. Общий вид ветряных мельниц и схема ветряной электростанции [3]

В России и за ее пределами самым популярным видом комбинированных установок на основе возобновляемых источников энергии являются ветродизельные комплексы (ВДК).

Они подразделяются в зависимости от соответствующей классификации элементов комплекса и от режима его работы.

Так, например, на территориях с сильными ветрами наиболее эффективно использование ВЭУ как главенствующего источника энергии, в то время как ДЭС играет вспомогательную роль, начиная работать в том случае, когда выработанной ВЭУ энергии недостаточно. Обратная вариация заключается в использовании ВДК как главного источника, ВЭУ как резервного, обеспечивая экономию топлива при организации совместной работы ВДК. Общие характеристики использования ДЭС и ВЭУ в ветродизельном комплексе представлены в таблицах 1–2.

Таблица 1

Общие характеристики ВЭУ в составе ВДК

Параметр ВДК	Основной источник–ВЭУ
Срок службы	ВЭУ–20÷25 лет; ДЭС–до 20 лет
Установленная мощность	ВЭУ–увеличение мощности до 3-х раз; ДЭС–полное резервирование нагрузки потребителя
Экономия топлива	До 70 %
Экологические показатели	Улучшение показателей за счет снижения расхода топлива
Техобслуживание	1–2 раза в год

Таблица 2

Общие характеристики ДЭС в составе ВДК

Параметр ВДК	Основной источник–ДЭС
Срок службы	ВЭУ–20÷25 лет; ДЭС–до 20 лет
Установленная мощность	ВЭУ–до 20 % от установленной мощности ДЭС; ДЭС–обеспечение полной нагрузки потребителя.
Экономия топлива	До 20 %
Экологические показатели	Улучшение незначительное
Техобслуживание	Требует частой замены масла, более дорогостоящее техническое обслуживание

Из таблиц 1–2 видно, что вариант с использованием ВЭУ как основного источника энергии наиболее оптимален, что экономически выгодно для районов с частыми и серьезными ветрами.

Общие затраты ВДК представлены на рис.3.

3. Техничко-экономические составляющие малой энергетики. Основопологающий критерий превосходства ветряной энергии для топливно-энергетического комплекса – это то, что топливные затраты (добыча и транспортировка), равны нулю. Следует отметить также низкие удельные трудозатраты на сооружение ВЭУ (на порядок меньше, чем для ТЭС и АЭС), а сроки ввода намного короче, чем у ядерных реакторов и теплоэнергоустановок (ТЭУ) [4].

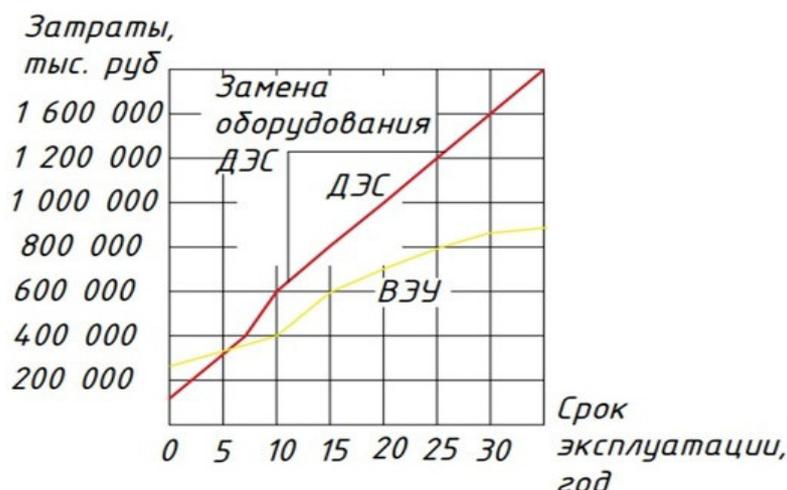


Рис. 3. Общие затраты ВДК за 30 лет [5]

Направление и средняя скорость за фиксированный промежуток времени – основные характеристики ветра. Аэрологические и энергетические характеристики ветровой энергии для каждого отдельно взятого региона отражены в ветроэнергетическом кадастре государственного субъекта [5, 6].

Зависимость мощности, развиваемой одной ВЭУ, от скорости ветра рассчитывается по средним значениям скоростей по нарастающей, начиная от самой маленькой.

Энергия ветрового потока, проходящего через площадь F , охватываемую лопастями ветродвигателя, Дж, рассчитывают по формуле (1):

$$E = \frac{M \cdot v^2}{2}, \quad (1)$$

где v – скорость ветра, м/с; M – масса воздуха, кг.

За секунду через площадь F протекает масса, равная:

$$m = \rho \cdot v \cdot F, \quad \text{кг/с}, \quad (2)$$

где $\rho = p / R \cdot T$ – плотность воздуха, кг/м³; p – атмосферное давление, Па; $R = 287$ Дж/(кг·К) – газовая постоянная; T – абсолютная температура, К.

Для лопастного ветрового колеса площадь F определяется через длину лопасти l_l :

$$F = \pi \cdot l_l^2, \quad (3)$$

Электрическая мощность n_1 , Вт, развиваемая одной ВЭУ, рассчитывается по формуле:

$$n_1 = \eta_{el} \cdot \eta_{эл} \cdot \rho \cdot \pi \cdot l_l^2 \cdot v^3, \quad (4)$$

где η_{el} – коэффициент полезного действия ветродвигателя; $\eta_{эл}$ – электрический коэффициент полезного действия ветрогенератора и преобразователя (0,7–0,85).

Опытным путем выявлен факт того, что для ВЭУ с 2–3 лопастями эффективнее использовать горизонтальные оси, чем вертикальные. Коэффициент полезного действия современных ветродвигателей η_{el} (для одной установки) составляет от 25 до 33 % [4]. Удельное значение работы обычно ВЭУ рассчитывается для значения скоростей в пределах от 5 до 25 м/с.

Самым большим значением скорости ветра, при которой ротор ВЭУ будет разрушен, принято считать 60 м/с.

По предоставленным Министерством энергетики РФ данным, на 01.01.2016 г. суммарная мощность всех ветровых станций России составила 10,9 МВт² [2]. Ключевым препятствием на пути развития ветровой энергетики является нехватка сведений о характеристиках ветра на разных территориях. По крайней мере, так считают многие ученые.

Для регионов, потенциально благоприятных к развитию ветровой энергетики, можно постепенно увеличивать темпы ее развития, значительно уменьшая негативное воздействие на ОС.

Стоит отметить, что существует два фактора при оценке возможности эксплуатации местности для установки ВЭУ:

- ограничивающие, исключая развитие ветровой энергетики в пределах исследуемого района;
- способствующие, включающие благоприятные условия для установки ВЭУ на территории [7].

Главным фактором возможности размещения ВЭУ является высотное размещение, это связано с тем, что при значительном увеличении высоты над землей, растет и скорость ветра. Это актуально и для Воронежской области с ее территорией необычного рельефа: сильные и частые ветра, открытая местность являются прекрасными способствующими факторами для развития ветровой энергетики [8].

Выводы. Перспектива развития ветровой энергетики, а также эксплуатация ВИЭ в совокупности с невозобновляемыми источниками энергии сможет способствовать снижению расходов топлива на выработку энергии. Тогда существенно сократится негативное влияние на ОС.

Электрическая и тепловая энергия на основе возобновляемых источников энергии имеет отличительный аспект в формате низкой стоимости. Это является одним из немаловажных аспектов для обширного строительства энергоустановок на базе ВИЭ, особенно это актуально на территориях, где используют транспортируемое топливо издалека. Использование подобных систем, соблюдая принципы энергосберегающей политики, существенно повысит энергетическую безопасность и позволит снизить затраты на любой вид энергии на производстве.

Библиографический список

1. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108–111.
2. Асаул А.Н. Роль России в формировании единой европейской энергетической стратегии // Экономическое возрождение России. 2006. № 2 (8). С. 3–7.
3. Неижмак А.Н., Расторгуев И.П. Методика оценки климатического потенциала солнечной и ветровой энергии // Гелиогеофизические исследования. 2014. № 9. С. 150–160.
4. Толмачев В.Н., Мельников В.А., Саенко С.С. Анализ опыта создания ветродизельного комплекса для энергоснабжения автономных объектов // Электропитание: науч.-техн. сб. 2003. № 5. С. 13–17.
5. Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России: справочник-учебное пособие / Ю.С. Васильев [и др.]. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. 250 с.
6. Атласы ветрового и солнечного климатов России / под ред. М.М. Борисенко // СПб., 1997. 56 с.
7. Особенности ветроэнергетических установок: достоинства и недостатки оборудования. URL: <https://energo.house/veter/vetroenergeticheskie-ustanovki.html> (дата обращения: 08.03.2021).
8. Анализ поступления солнечной радиации при проектировании альтернативных энергетических систем в условиях воронежской области / Д.М. Чудинов, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова, А.П. Зверков // Высокие технологии в строительном комплексе. 2020. № 1. С. 36–40.

Для цитирования: Пути повышения эффективности работы возобновляемых источников энергии / А. И. Коровкина, А. И. Калинина, А. А. Тагайчинова, А. Д. Голядкина // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 1(22). С. 10–15

УДК 697.33:697.34

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В РФ

Н. М. Попова, В. Е. Таран, Н. А. Петрикеева, Д. М. Чудинов

*Воронежский государственный технический университет**Н. М. Попова, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(908)137-23-33, e-mail: exclusiv.na@mail.ru**В. Е. Таран, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: slavatr@mai.ru**Н. А. Петрикеева, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(952)101-72-96, e-mail: petrikeeva.nat@yandex.ru**Д. М. Чудинов, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(951)549-19-57, e-mail: dmch_@mail.ru*

Постановка задачи. Увеличение темпов развития энергетики, а также моральное устаревание теплоэнергетических сетей требуют внедрения кардинально новых решений. В связи с этим появилась потребность замены устаревшего оборудования на более мощные и инновационные аналоги.

Результаты. Рассмотрен способ снижения теплопотерь путем масштабного внедрения современных теплоизолирующих конструкций на основе высокоэффективных теплоизоляционных материалов.

Выводы. Ключевым моментом в современных условиях теплоснабжения остаётся пятый «идеологический» принцип систем теплоснабжения 4-го поколения: системы центрального теплоснабжения должны быть привлекательны с точки зрения стоимости энергии, а также стратегического финансирования их развития. Для наших условий первый шаг – это однозначное признание тепловой энергии товаром, создание в стране условий действующим в этой области субъектам для взаимовыгодной торговли этим товаром и дальнейшего совершенствования систем теплоснабжения на базе научно-обоснованной технической политики.

Ключевые слова: трубопроводы, теплотрассы, тепловые сети, тепловые потери, теплоизоляция, энергосбережение, объёмы работ.

Введение. В России на нынешний день стоит острая проблема в области теплоэнергетики. Первопричиной является то, что крупнейшее внедрение теплоэнергетических мощностей было осуществлено в 1960–70 гг. Последствием этого, на данный момент, стал сильный износ тепловых сетей, а также оборудования, увеличения числа утечек теплоносителя на тепловых сетях и аварий. К тому же этому способствуют невысокие инвестиции в данную отрасль. Это, в свою очередь, приводит к увеличению платы за энергопотребление из-за потерь тепла при транспортировке его от производителя к потребителю. Имеющиеся тепловые сети, в основополагающей своей массе, проектировались и формировались в отсутствие возможностей, возникнувших по прошествии последних 10 лет на рынке теплоэнергетики. Глобальный прогресс в мире вычислительной техники дал толчок образованию в данный период времени громадного числа научно-технических новшеств, которые совершенно коренным образом скорректировали обстановку в энергосбережении.

1. Общие сведения и условия. Климатические условия в Российской Федерации предопределяют теплоснабжение как наиболее общественно значимый и в то же время в большей степени топливоемкий экономический сектор, потребляющий приблизительно около 40 % всех энергоресурсов, которые используются в государстве, притом около половины данных ресурсов требуется для коммунально-бытового сектора.

По достоверным сведениям, тепловая энергия производится в следующем соотношении: около 70 % энергии приходится на централизованные источники тепла (мощностью не менее 20 МВт), иные 30 % занимают децентрализованные источники, из которых примерно 19 % – индивидуальные и автономные источники тепла. При всем при этом малая доля энергии тепла обеспечивается благодаря утилизации сбросного тепла от технологических систем и с применением возобновляемых источников энергии [1].

По данным Росстата [2], суммарная протяженность теплопроводов, составляет 173649,5 километров (рис. 1). При этом средний процесс износа составляет 60–70 %.

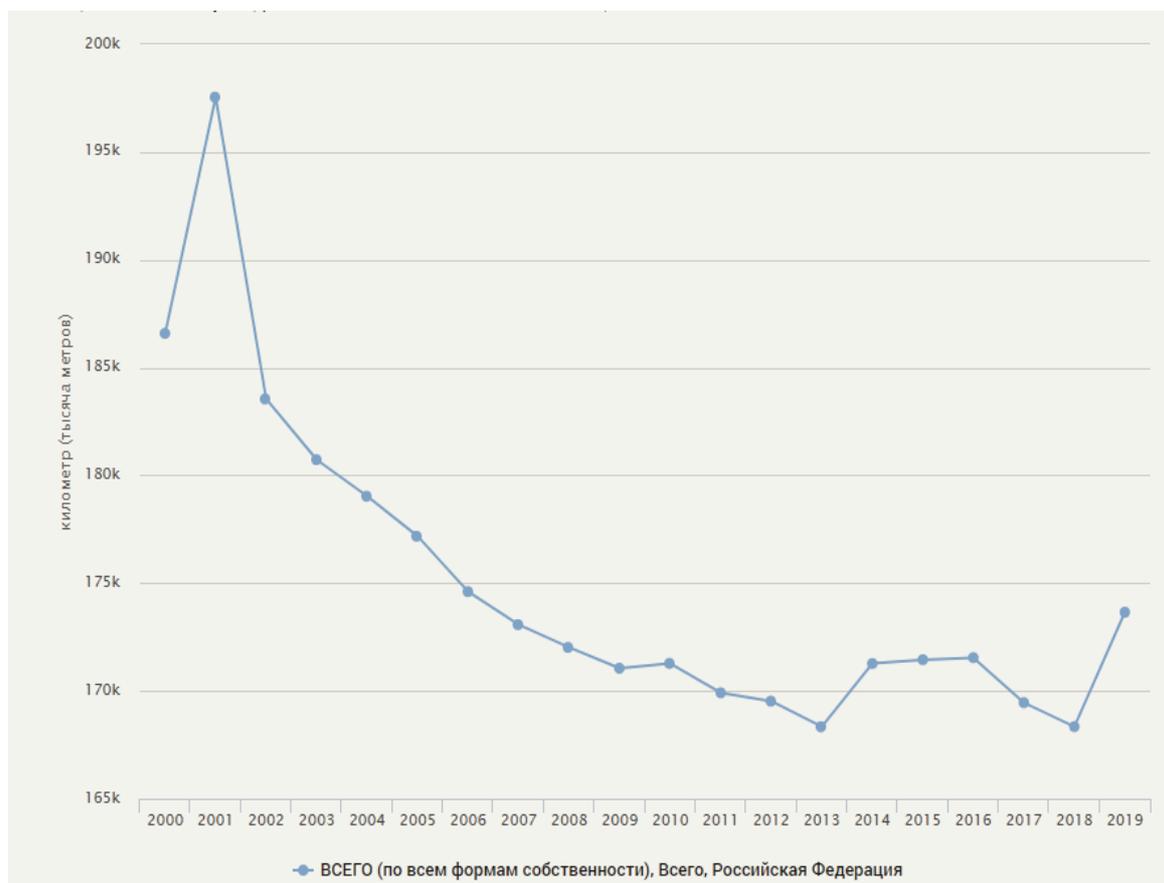


Рис. 1. График протяженности тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении [2]

Не смотря на относительное сокращение протяженности теплопровода по отношению к 2000 году доля теплосетей, нуждающихся в замене, только растет (рис. 2). На данный момент в год производится замена около 2 % изношенного трубопровода.

В России около 10 % участков тепловых сетей проложены надземным способом, бесканальная прокладка занимает 6 %, а подземная 84 %. Основополагающими материалами для теплоизоляции считаются изделия на базе минеральной ваты, объем которых достигает 90%. Изоляция осуществляется путем укладки матов базальтовой, а также минеральной ваты, после чего трубы укрываются оцинкованными листами или металлопластом. Что в теории защищает трубопровод от перепада температур, ультрафиолетовых лучей, процессов коррозии. Однако в ходе эксплуатации всевозможные физико-химические процессы окружающей среды инициируют разрушительные процессы в теплогидроизоляционных системах подземных трубопроводов, кардинально изменяющие пористость структуры материала, способствуя увеличению численности сквозных пор и их объемов, также содействует появлению трещин и прочих дефектов.

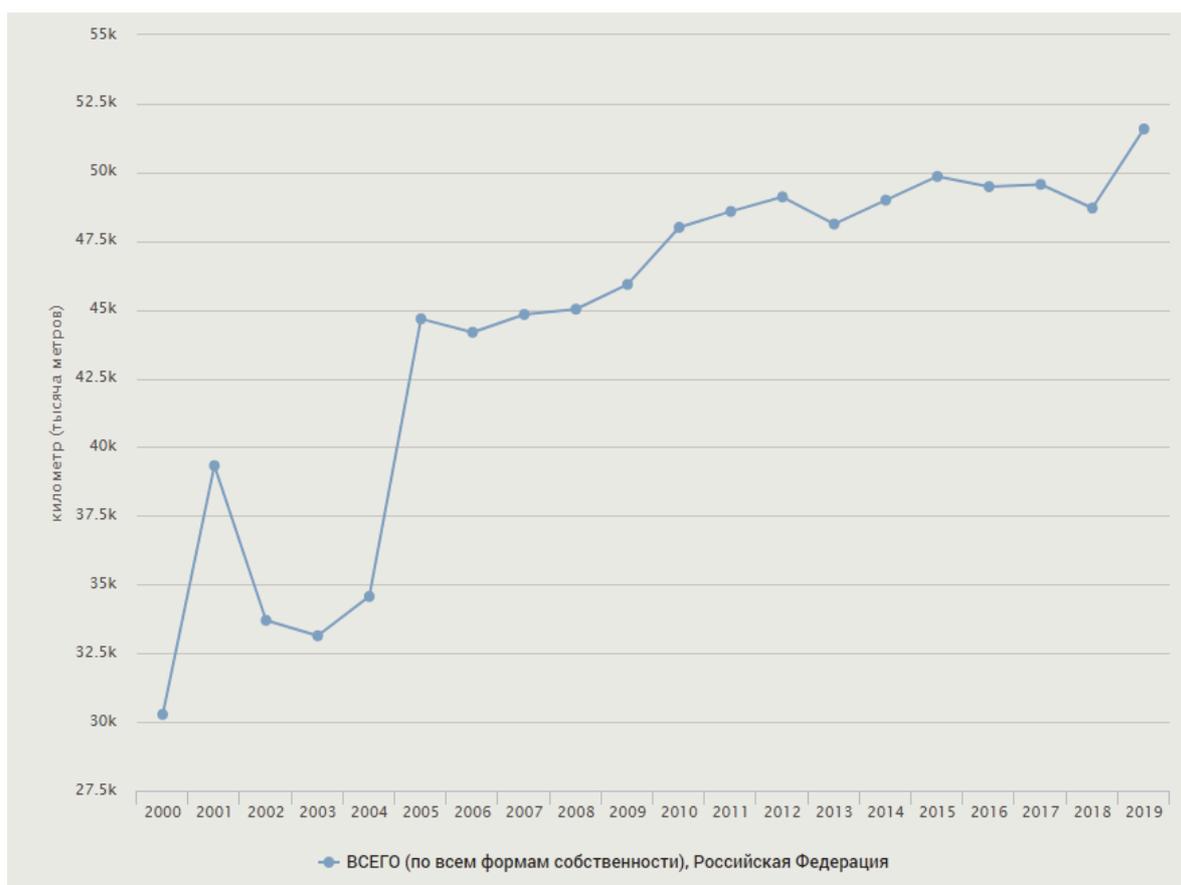


Рис. 2. Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении, нуждающихся в замене [2]

В сухом состоянии, подобные изменения в структуре материала изоляции практически не оказывают воздействия на теплопроводность, однако, в очень внушительной степени оказывают влияние на коэффициент переноса жидкой влаги, повышая его на несколько порядков, что приводит к повышению эксплуатационной влажности изоляции. Следовательно, это приводит к резкому понижению ее теплозащитных свойств [3]. На увлажненных участках теплоизоляции, в большинстве случаев, образуется внешняя коррозия труб. Применение изделий на базе минеральной ваты, привело к тому, что у 80 % тепловых сетей превышен срок безаварийной службы, более 30 % находятся в ветхом состоянии и нуждаются в срочном ремонте [4].

2. Тепловые потери. По сведениям, взятым из института «Теплопроект», в настоящее время наблюдаются сверхнормативные потери тепла, обусловленные неудовлетворительным технологическим состоянием теплоизоляционных систем и возросшими требованиями к теплотехнической эффективности изоляции [5].

Тепловые потери в магистральных и распределительных сетях основательно отличаются. Техническое состояние магистральных сетей, в большинстве случаев, заметно лучше. Кроме того, суммарная поверхность магистральных сетей, посредством которой, теряется тепловая энергия, существенно меньше поверхности намного более разветвлённых и протяжённых распределительных сетей. Отчего на магистральные сети приходится в несколько раз меньшая доля тепловых потерь сравнительно с распределительными [6].

В промышленной изоляции оборудования и трубопроводов отдельные тепловые потери превосходят нормативные в 1,25–1,3 раза, а в тепловых сетях – в 2 раза. Примером больших тепловых потерь является тепловизионное обследование тепловой сети (рис. 3).



Рис. 3. Неудовлетворительное техническое состояние теплоизоляционных конструкций [6]

На рисунке 4 приведен пример тепловизионного обследования и показаны 2 участка: 1 трубопровод абсолютно заизолирован и не имеет износа; 2 трубопровод имеет частичную изношенность и открытые участки, максимальная температура на них составляет 69,5 °С.

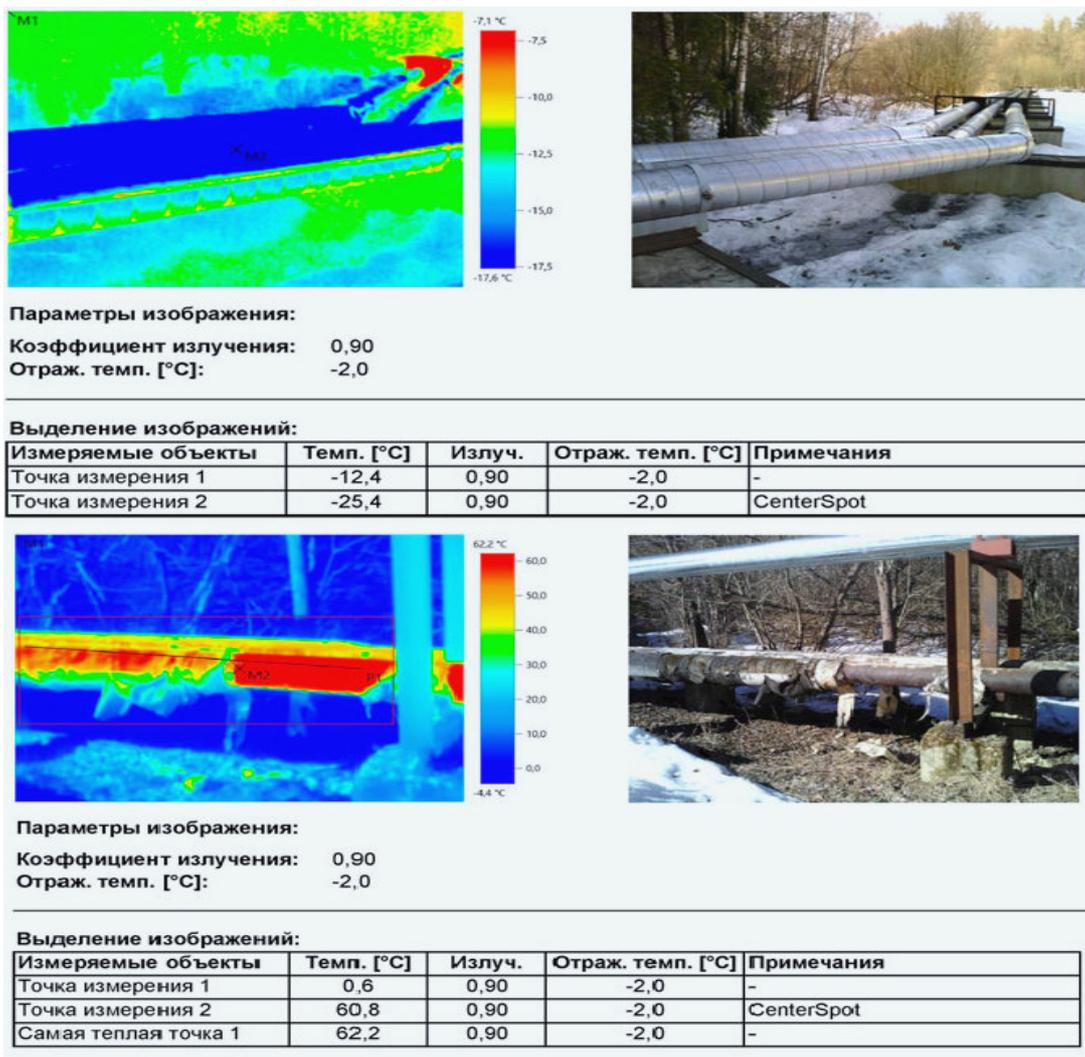


Рис. 4. Пример тепловизионного обследования тепловой сети [7]

В России системы центрального теплоснабжения исторически состояли из крупных промышленных объектов, принадлежащих государству. В стране применялись так называемые системы второго поколения (1930–1980) центрального теплоснабжения (2ЦТ), где тепло вырабатывалось централизованными установками, подававшими горячую воду (более 100 °С) под давлением по трубам, проложенным в бетонных каналах. Тепловая энергия, вырабатываемая на предприятии, расположенном за пределами города, традиционно транспортируется по разветвленной сети (150 °С и 70 °С) на групповую подстанцию, а затем, наконец, к потребителю с 95/70 °С и бытовой горячей водой 60 °С (ГВС).

Основной целью 2ЦТ было достижение экономии топлива и большего комфорта при использовании комбинированной теплоэнергетики (ТЭЦ) [7]. В тех случаях, когда вводилась государственная политика и осуществлялись инициативы в области планирования, было получено много преимуществ, хотя и существовали некоторые препятствия. Государственная политика предоставляла возможность подключения к сети ЦТ даже домам с низкой линейной плотностью тепла и длинными линиями теплораспределения однако, реализация такого подключения наталкивалась на дополнительные проблемы. Прежде всего это значительные теплопотери и низкое качество обслуживания. В России плотность теплопотребления может достигать 0,5 МВт/км² [4]. Однако в советское время даже эти районы были подключены к тепловым сетям. Ситуация усугубляется порчей изоляции в местах, где трубы находятся в открытом доступе, и проблемами гидравлической балансировки.

Вышеперечисленные факторы способствовали тому, что в настоящее время в России теплоснабжение осуществляется системами 2-го поколения. Из-за старения системы в настоящее время, как ожидается, будут работать с ограниченным запасом температура 110–115 °С, что приемлемо, если не возникают условия пиковой нагрузки [5].

3. Меры по уменьшению потерь теплоты с поверхности трубопроводов. Внедрение энергосберегающих технологий в хозяйственную деятельность как предприятий, так и частных лиц, является одним из важных шагов в решении многих экологических проблем: изменения климата, загрязнения атмосферы, истощения ископаемых ресурсов и другие. От их широкого применения зависит более эффективное использование топливно-энергетических ресурсов и существенное снижение денежных затрат.

Экономия энергии – это эффективное использование энергоресурсов за счет применения инновационных решений, которые осуществлены технически, обоснованы экономически, приемлемы с экологической и социальной точек зрения и не изменяют привычного образа жизни.

Основные направления и способы сохранения тепловой энергии это: повышение эффективности систем теплоснабжения и снижение теплопотерь при транспортировке и потреблении тепловой энергии [7].

Мероприятия по снижению потерь тепла и повышению эффективности систем теплоснабжения [8]:

- использование современного оборудования с высоким КПД теплогенерации;
- использование узлов учета тепловой энергии;
- использование когенерации;
- установка индивидуальных (модульных) тепловых пунктов с регулировкой количества подаваемого теплоносителя;
- уменьшение затрат энергии и тепла на собственные нужды.

тепловая сеть:

- применение высокотехнологичной тепловой изоляции сетей, с установкой предварительно изолированных вспененным полиуретаном в пластиковой оболочке труб, которая способна уменьшить потери теплоты в окружающую среду при наземной прокладке в 10–15 раз, а при подземной в 3–5 раз;
- сокращение пути теплоносителя от производителя к потребителю тепловой энергии;

- оптимизация гидравлических режимов теплосетей.
- потребитель:
- надлежащая изоляция отапливаемых помещений (выполнение работ по утеплению теплоизоляционными материалами стен, потолка и фундамента);
 - установка энергоэффективных дверей и окон;
 - использование систем местного регулирования отопительных приборов (установка термостатических вентилей на радиаторах отопления);
 - перевод зданий в режим нулевого потребления тепла для отопления за счет установки в помещениях системы приточно-вытяжной вентиляции с применением рекуперационных и теплонасосных систем;
 - регулярное проведение гидравлических промывок внутренней системы отопления, что повышает уровень теплоотдачи;
 - установка приборов коммерческого учета тепловой энергии.

Выводы. Энергосберегающие технологии способны свести к минимуму ненужные потери энергии и на сегодняшний день, это является одним из приоритетных направлений не только на государственном уровне, но и на уровне каждой отдельно взятой семьи. Это связано с возрастающей стоимостью добычи энергоресурсов, а также с глобальными экологическими проблемами.

Следует отметить, что ключевым моментом в современных условиях развития теплоснабжения остаётся пятый «идеологический» принцип систем теплоснабжения 4-го поколения: системы центрального теплоснабжения должны быть привлекательны с точки зрения стоимости энергии, а также стратегического финансирования их развития. Для наших условий первый шаг – это однозначное признание тепловой энергии товаром, создание в стране условий действующим в этой области субъектам для взаимовыгодной торговли этим товаром и дальнейшего совершенствования систем теплоснабжения на базе научно-обоснованной технической политики. Тогда реально в ближайшее время получить в России системы центрального теплоснабжения 4-го поколения, отличающимся прозрачными методами учета тепла, доступом к информации и справедливыми ценами.

Библиографический список

1. Башмаков И.А. Повышение энергоэффективности в системах теплоснабжения. Часть 1. Проблемы российских систем теплоснабжения // Энергосбережение. 2010. №2. С. 46–51.
2. Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении // Единая межведомственная информационно-статистическая система. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/33898> (дата обращения: 01.03.2021).
3. Николаенко Р.А., Ермоленко М.В., Степанова О.А. Влияние увлажнения тепловой изоляции на величину тепловых потерь тепловых сетей // Молодой ученый. 2014. №6 (65). С. 207–210.
4. Белых А.Ф., Фахрисламов А.Ф. Проблемы снижения теплопотерь и обеспечение пожарной безопасности конструкций тепловой изоляции // Пожаровзрывобезопасность. 2010. № 7. С. 22–28.
5. Как определить фактические тепловые потери в тепловых сетях // Энергоаудит [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://energo-audit.com/teplovye-poteri-v-teplovuh-setiah> (дата обращения: 01.03.2021).
6. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов / О. Л. Данилов [и др.] / под ред. А.В. Клименко. М.: Издательский дом МЭИ. 2010. 424 с.
7. Энергосберегающие мероприятия в многоквартирных жилых домах / Д.М. Чудинов, Т.В. Щукина, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Высокие технологии в строительном комплексе. 2019. № 1. С. 32–36.
8. Уровень снижения температуры теплоносителя в системе отопления многоэтажного жилого дома / Д.М. Чудинов, Т.В. Щукина, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2020. № 1 (18). С.17–21.

Для цитирования: 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.

УДК 536.1

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ГЕОТЕРМАЛЬНОГО КОНТУРА ДЛЯ ЧАСТНОГО ДОМА, НАХОДЯЩЕГОСЯ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. Н. Мартыненко, Н. А. Петрикеева, А. А. Высоцкая, Д. Д. Еремеева

*Воронежский государственный технический университет**Г. Н. Мартыненко, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(900)304-62-51, e-mail: glen2009@mail.ru**Н. А. Петрикеева, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(952)101-72-96, e-mail: petrikeeva.nat@yandex.ru**А. А. Высоцкая, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)403-33-22, e-mail: vysotskaya-1998@mail.ru**Д. Д. Еремеева, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)459-59-22, e-mail: elmond98@mail.ru*

Постановка задачи. Рассмотреть различные варианты геотермального контура. Сформулировать условия, определяющие наиболее эффективный геотермальный контур, применяемый на территории Воронежской области.

Результаты. Произведен анализ различных вариантов геотермального контура. Сформулирована общая характеристика различных геотермальных контуров. Выявлены преимущества и особенности применения вертикального геотермального контура для частного дома.

Выводы. Установлено, что вертикальный геотермальный контур является наиболее оптимальным для частного дома, находящегося в Воронежской области.

Ключевые слова: геотермальный контур, возобновляемые источники энергии.

Введение. С принятием распоряжения Правительства Российской Федерации от 28 августа 2003 года N 1234-р «Об утверждении Энергетической стратегии России на период до 2020 года» в нашей стране появился документ, предписывающий Минэкономразвитию России и Минэнерго России регулировать сферу топливно-энергетического комплекса, а также все большее внимание уделять развитию сферы возобновляемых топливных ресурсов и источников энергии. Несмотря на то, что большее внимание в этой сфере уделяется солнечной и ветровой энергии, как наиболее популярным способам замены теплоэлектроцентралей на большинстве территорий Российской Федерации, также развивается и геотермальная энергетика как способ замены котельных.

Широкое распространение такой подход получил в геотермально активных регионах и регионах труднодоступных для традиционных видов топливных ресурсов (газ, мазут, уголь). В районах с высоким уровнем газификации можно встретить здания с геотермальной системой отопления, зачастую это частные дома, но иногда бывают и общественные здания.

Остановимся подробнее на системе геотермального отопления для частного дома. Из-за термина «геотермальное» большинство заказчиков и строительных организаций не рассматривают такой вариант отопления. В связи с различными федеральными программами газификации бытует мнение, что данная система в большей степени предназначена для геотермально активных регионов, таких как Камчатка или Северный Кавказ. Однако в регионах, не имеющих геотермальной активности, данная система показывает себя достаточно энергоэффективной. Довольно большое распространение получили геотермальные системы в отоплении загородных или частных домов.

Исходя из проведенных исследований, наиболее оптимальной в Воронеже или Воронежской области является система геотермального отопления с вертикальным грунтовым теплообменником (грунтовой вертикальный зонд), так как такой тип теплообменника позволяет обустроить прилегающую территорию, не беря в расчеты систему отопления.

1. Геологическая и климатическая характеристика. В целом, в Воронежской области преобладают пески и глины, северная часть преимущественно состоит из аллювиальных песков и глин, хотя на северо-западе увеличивается количество песков, а на северо-востоке пески с прослоями песчаников и глин. Центральная и южная части в большей степени состоят из песков, а также имеется большее количество известняков, нежели в северной части.

В геологическом отношении главным показателем является уровень грунтовых вод, но также важным является и грунт, ведь как мы знаем «теплопроводность грунтов уменьшается с увеличением дисперсности в следующей последовательности: крупнообломочные-песчаные-супесчаные-лёссовые-суглинистые-глины-торф» [1]. Из чего мы можем сделать вывод, что наиболее благоприятным регионом будет юг и центр Воронежской области, исключения составят русла рек (рис.1).

Также важным фактором является климат, а юг Воронежской области наиболее теплый (так, например, среднегодовая температура в Анне +6,2 °С, в Лисках +6,7 °С, в Богучаре +8,0 °С), что делает данный регион наиболее привлекательным с точки зрения установки геотермальной системы отопления для частного дома.

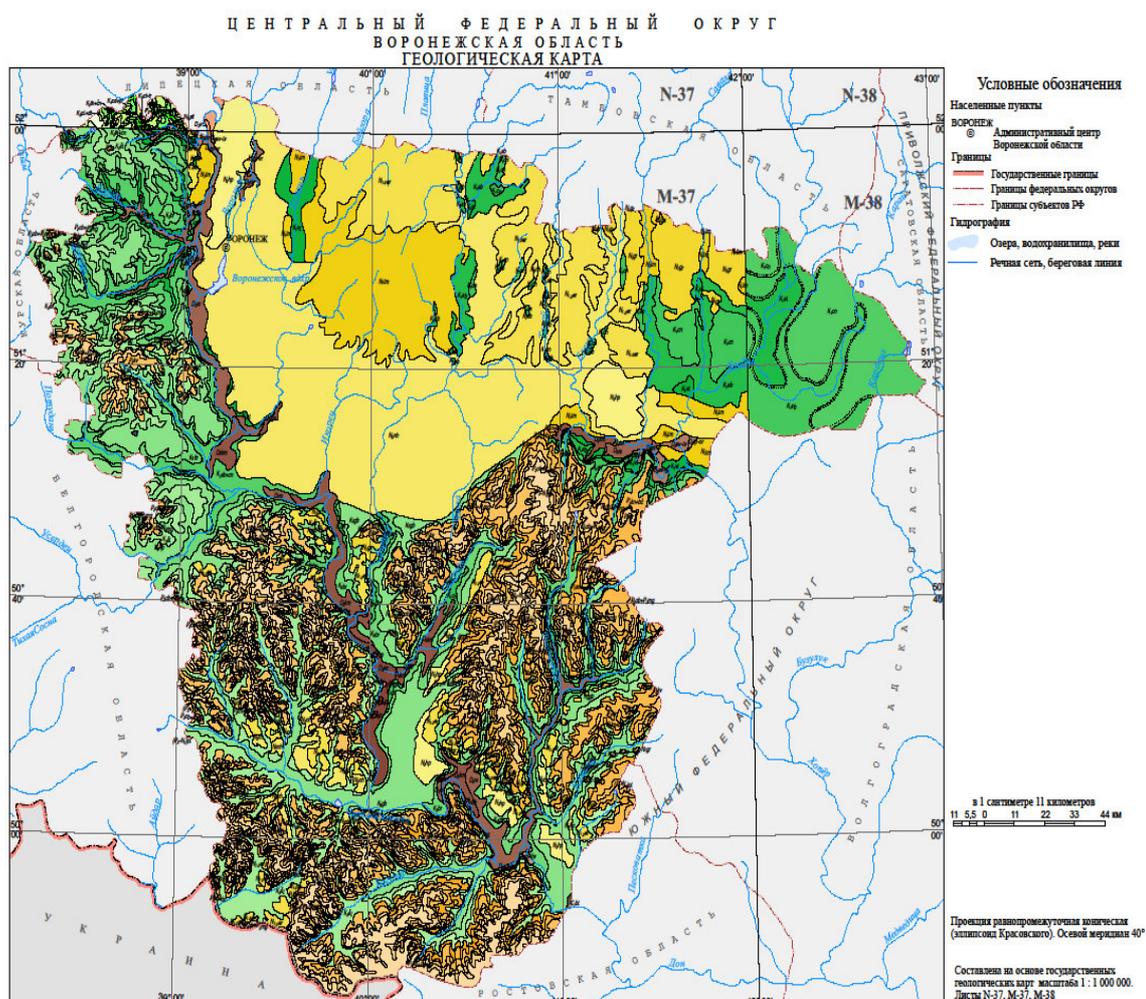


Рис. 1. Геологическая карта [2]

На геологической карте (рис.1) преобладают такие грунты как глины и пески (до 30 м), алевриты, местами песчаники с галькой кремней и фосфоритов (до 27 м), известняки с прослоями песчаников и алевролитов (до 165 м).

2. Сравнение различных теплообменников. В результате исследований был определен регион, наиболее подходящий для установки геотермальной системы отопления. Геотермальные системы имеют разные виды теплообменников, таких как: горизонтальный, вертикальный, теплообменники типов «Корзина» и «Спираль» (рис.2) (последние два очень редко встречаются).

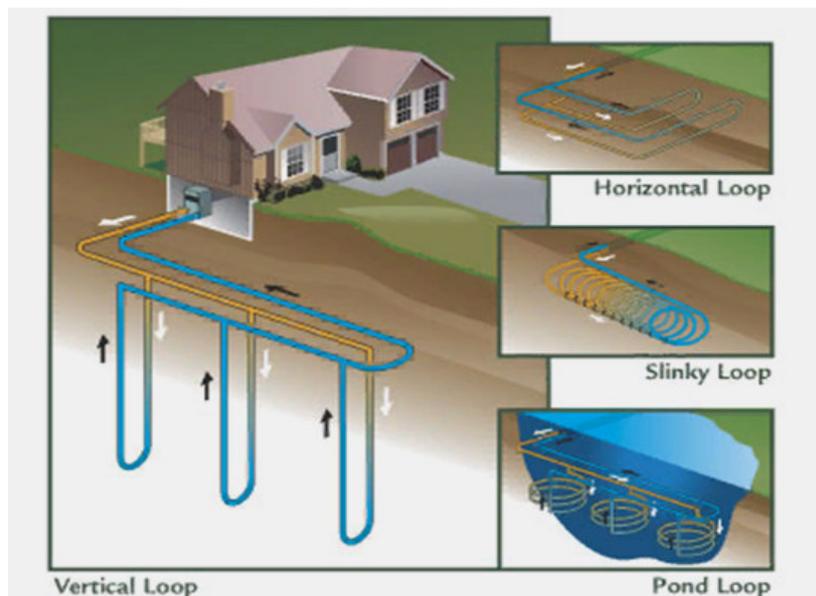


Рис. 2. Геотермальные тепловые насосы с различными теплообменниками [3]

Делая выбор между горизонтальным и вертикальным теплообменником необходимо учесть несколько факторов, таких как стоимость, эффективность, ремонтпригодность, особенности установки и необходимое для монтажа пространство (рис.3).

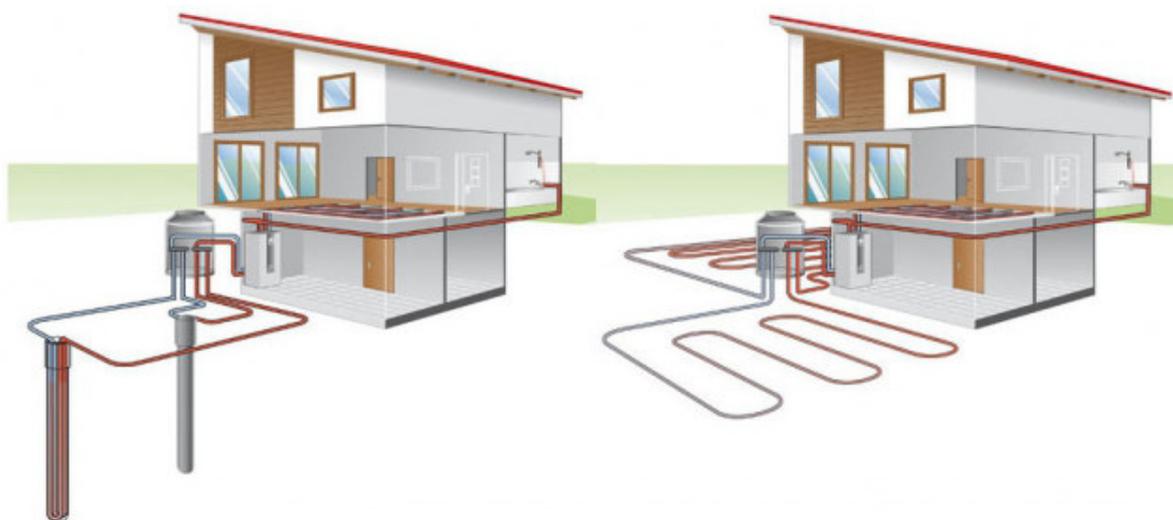


Рис. 3. Вертикальный (слева) и горизонтальный (справа) теплообменники [3]

Рассмотрим более подробно установку горизонтального теплообменника. Он представляет собой трубопроводы, уложенные ниже глубины промерзания грунта, через которые и осуществляется теплосъём с грунта (зачастую указывают расстояние между трубами около 1 метра). Эти трубопроводы могут быть уложены в несколько слоёв с определённым постоянным шагом. Горизонтальный теплообменник стоит меньше чем вертикальный, но из-за годовых колебаний температур необходимо подбирать достаточно мощный тепловой насос с большим запасом. Также в случае поломки какого-либо отрезка трубопровода работы по его восстановлению займут большой период времени и в зависимости от сезона могут иметь разную стоимость. Критичными являются особенности эксплуатации данного вида теплообменников, предусматривающие отсутствие деревьев и каких-либо строений над самим теплообменником, также в нашем регионе наиболее вероятно потребуется монтаж нескольких слоёв трубопроводов данного вида [2].

Также рассмотрим вертикальный теплообменник или «Зонд». Он представляет собой трубопровод, установленный в скважину большего диаметра, в которой пустоты заполнили раствором с высокой теплопроводностью. Как и в случае с горизонтальным теплообменником скважин может быть несколько с постоянным расстоянием между ними (зачастую указывают 5 метров). Стоимость такого теплообменника конечно же выше чем у горизонтального, но из-за того, что процесс теплосъёма происходит на глубине с постоянной круглогодичной температурой тепловой насос может быть намного менее специализированным, нежели при горизонтальном теплообменнике. В случае поломки трубопровода работы не будут дешевле, но займут меньше времени чем в случае с горизонтальным. Из вышесказанного можно сделать вывод, что такой вид теплообменника экономит место для его установки и использование специального бурильного оборудования [3].

Суммируя всё вышесказанное, напрашивается вывод, что наиболее оптимальным будет выбор вертикального грунтового теплообменника.

3. Тепловые насосы. Тепловой насос (ТН) – устройство для переноса тепловой энергии от источника низкопотенциальной тепловой энергии (с низкой температурой) к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой. Существует ряд компаний на нашем рынке, которые предлагают различные виды ТН (табл.).

Обзор российских компаний производителей ТН

Компания-производитель	Внешний вид ТН	Средняя цена	Линейка ТН
ООО «КОРСА»		22 000 – 387 000 рублей	<p>– среднетемпературные ТН (нагрев теплоносителя до 55 °С при температуре источника 0 °С, мощность 5-110 кВт);</p> <p>– высокотемпературные ТН (нагрев теплоносителя до 65 °С при температуре источника 0 °С, мощность 5-50 кВт).</p>

Продолжение таблицы

Компания-производитель	Внешний вид ТН	Средняя цена	Линейка ТН
Завод «АЛЬФА» (ALTAL GRUP)		\$1798 – \$21844	ТН с мощностью от 5,4 до 109 кВт; – обогреваемая площадь от 70 м ² до 500 м ² .
ООО «БРОСК»		От 278 000 до 1 041 000 рублей	– тепловая мощность от 11,1 до 100,3 кВт; – нагрев теплоносителя до 55°С; – обогреваемая площадь от 120 м ² до 1000 м ²
ООО «НЕНК»		247 000–336 000 рублей 276 000 – 365 000 рублей 268 000 – 361 000 рублей 257 000 – 354 000 рублей	– ТН стандартной комплектации (нагрев теплоносителя до 45 °С, тепловая мощность 8,1–22,5 кВт, обогреваемая площадь 100–360 м ²); – ТН с дополнительными теплообменниками (нагрев теплоносителя до 65 °С, тепловая мощность 8,1–22,5 кВт, обогреваемая площадь 100–360 м ²); – ТН высокотемпературные (нагрев теплоносителя до 75 °С, тепловая мощность 8,6 – 20,2 кВт, обогреваемая площадь 100–300 м ²); – тепловые эконасосы (нагрев теплоносителя до 45 °С, тепловая мощность 8,8–22,8 кВт, обогреваемая площадь 100–360 м ²)

Основные достоинства использования тепловых насосов:

- Экономичность: электроэнергия тратится лишь на работу компрессора.
- Долговечность: срок службы грунтового зонда и отопительного контура составляет порядка 50 лет. Компрессора – 25...45 лет.
- Комфорт: возможность настройки температуры.
- Взрыво- и пожаробезопасность.
- Экологичность: отсутствие выбросов.

Тепловые насосы делятся на следующие типы:

- тепловые насосы типа «воздух-вода»,
- тепловые насосы типа «вода-вода»,
- тепловые насосы типа «соляной раствор-вода» [4, 5].

Самый оптимальный метод теплового расчета, отличающийся наиболее широким диапазоном возможных конструкций вертикальных грунтовых теплообменников и возможностью учета их совместной работы с тепловым насосом был предложен С.О. Филатовым [6, 7]. Но не менее важной частью является и геотермальный тепловой насос. В отличие от самого теплообменника он более широко представлен на рынке. У многих известных фирм, занимающихся отопительным оборудованием, имеются свои модели. Также подбирая тепловой насос, можно узнать о готовой геотермальной системе, как например система Daikin Altherma [8,9]. Как показывает практика, установка систем геотермального отопления «под ключ» широко распространена в Московской области, где на большинстве территорий состав почв примерно такой же.

Также не стоит забывать про программу газификации регионов России осуществляемую совместно с ПАО «Газпром». В рассматриваемом регионе уровень газификации, с учетом жилфонда подлежащего газификации, на 01.01.2019 г. составил 92,92 %. В том числе город – 97,32 %, село – 83,90 % [9,10,11]. На этом фоне идея об установке геотермальной системы уже не кажется такой необходимой. Даже при уровне газификации в Москве и области превосходящим Воронежскую область более чем на 13 % геотермальная система отопления в столице пользуется популярностью [12–14].

Выводы. Интерес к экологически чистым и автономным системам теплоснабжения постепенно всё сильнее развивается в ряде регионов. Особенно учитывая, что на замену распоряжению Правительства Российской Федерации от 28 августа 2003 года N 1234-р пришло распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 года N 1715-р «Об утверждении Энергетической стратегии России на период до 2030 года». В документе отмечено, что использование возобновляемых источников энергии и местных видов топлива входит в список перспектив и стратегических инициатив развития топливно-энергетического комплекса. Такой подход к проблеме подтверждает активное желание государства постепенно прийти к повсеместному использованию альтернативных источников тепла и электроэнергии, взамен традиционных. Также это мотивирует к созданию новых решений [15–21].

В соответствии с распоряжением Правительства N1715-р в Воронежской области локально применяются возобновляемые источники энергии. На основании вышесказанного геотермальные системы отопления имеют в Воронежской области довольно неплохие шансы на реализацию как в рамках отопления частных домов, где потребители проживают на постоянной основе, так и для загородной коттеджной застройки.

Также сравнение двух типов теплообменников показало, что наиболее оптимальным будет выбор вертикального грунтового теплообменника. Для этого вывода учтены такие факторы, как стоимость, эффективность, ремонтпригодность, особенности установки и необходимое для монтажа пространство.

Стоимость вертикального теплообменника выше стоимости горизонтального, но по остальным характеристикам «Зонд» или вертикальный теплообменник значительно лучше горизонтального, поэтому целесообразна установка вертикального теплообменника.

Библиографический список

1. Крамаренко В.В. Грунтоведение: учебник для среднего профессионального образования. М.: Издательство Юрайт, 2019. 198 с.
2. Геологическая карта Воронежской области листы М–37, N–37 // ГИС-Атлас: Недра России [Электронный ресурс]. URL: <http://atlaspacket.vsegei.ru/#b08dd41c4718989323> (дата обращения: 21.02.2021).
3. ООО "Новые Энерго Системы" // NSE.com [Электронный ресурс]. URL: <https://nse.com.ua/ru/статьи/hp-types.html>. (дата обращения: 21.02.2021).
4. Колечкина А.Ю., Захаров А.В. Повышение энергоэффективности зданий за счет использования низкопотенциальной энергии // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2016. С.190–200.
5. Филатов С.О. Тепловой расчет вертикальных грунтовых теплообменников // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ–Энергетика: международный научно-технический журнал. 2013. С. 81–91.
6. Филатов С.О. Численное и экспериментальное исследование нестационарной работы U-образного вертикального грунтового теплообменника // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. 2014. С.60–72.
7. Некоммерческое партнерство инженеров [Электронный ресурс]. URL: <https://www.abok.ru/news.php?id=2259> (дата обращения: 21.02.2021).
8. Газпром Газораспределение Воронеж [Электронный ресурс]. URL: <http://gazpromvrn.ru/Sovremennoe-sostoyanie> (дата обращения: 21.02.2021).
9. Neftegaz.RU [Электронный ресурс]. URL: <https://neftgaz.ru/news/gazoraspredelenie/200044-uroven-gazifikatsii-v-moskovskoy-oblasti-dostig-96/> (дата обращения: 21.02.2021).
10. SolarSoul.net [Электронный ресурс]. URL: <http://solarsoul.net/gruntovye-teploobmenniki-dlya-geotermalnogo-teplovogo-nasosa> (дата обращения: 21.02.2021).
11. Мартыненко Г.Н. Возможности использования экологически опасных отходов жизнедеятельности в биогазовых установках // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2014. № 4 (17). С. 119–122.
12. Базыкин Д.А., Мартыненко Г.Н., Лукьяненко В.И. Современные проблемы внедрения биогазовых и пиролизных установок в российской федерации / под общей редакцией Е.Б. Агапитова // Энергетики и металлургии настоящему и будущему России: материалы 17-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и специалистов. 2016. С. 99–101.
13. Исанова А.В. Аспекты внедрения теплонасосных систем теплоснабжения / А. В. Исанова, Г. Н. Мартыненко, В. И. Лукьяненко // Физико-технические проблемы энергетики, экологии и энергоресурсосбережения: труды научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. 2014. С. 82–86.
14. Мартыненко Г.Н., Миляева А.В., Исаева Е.С. Гибридная солнечная черепица как альтернативный источник энергии // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2018. № 1 (10). С. 39–43.
15. Эффективность внедрения биогазовых установок на территории Воронежской области // В.И. Лукьяненко, А.В. Исанова, В.О. Исанов, Г.Н. Мартыненко // Физико-технические проблемы энергетики, экологии и энергоресурсосбережения: труды научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. 2013. С. 95–98.
16. Обзор особенностей внедрения теплонасосного оборудования при создании энергоэффективной жилой среды / А.В. Исанова, Г. Н. Мартыненко, В.И. Лукьяненко, Э.Е. Семенова // Энергобезопасность и энергосбережение. 2020. № 5. С. 24–27.
17. 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.
18. Энергосберегающие мероприятия в многоквартирных жилых домах/ Д.М. Чудинов, Т.В. Щукина, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Высокие технологии в строительном комплексе. 2019. № 1. С. 32–36.
19. Гладышева Т.Ю., Петрикеева Н.А., Заид Т.М. Децентрализация как способ реконструкции инженерных систем зданий и сооружений // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2017. № 1 (6). С. 14–18.
20. 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.
21. 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.

Для цитирования: Выбор оптимального геотермального контура для частного дома, находящегося в Воронежской области / Г.Н. Мартыненко, Н.А. Петрикеева, А.А. Высоцкая, Д.Д. Еремеева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 1 (22). С. 22–28.

УДК 69.003:62.526

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИИ В ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТАХ

Н. Е. Сафонов, А. С. Ищенко, А. И. Коровкина, Н. В. Колосова

Воронежский государственный технический университет

Н. Е. Сафонов, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела,

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: nsafonov96@mail.ru

А. С. Ищенко, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела,

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: nina.ishenko14@yandex.ru

А. И. Коровкина, ассистент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

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

Н. В. Колосова, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(952)555-56-90, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru

Постановка задачи. Безаварийная работа оборудования газорегуляторных пунктов (ГРП) и установок является одним из основных критериев надежности и устойчивости системы газоснабжения. Данную задачу позволяет решить установка систем телеметрии, главной целью которых является контроль технологических параметров и своевременное оповещение обслуживающего персонала в случае аварийной ситуации.

Результаты. В данной работе рассмотрен процесс совершенствования работы газорегуляторного пункта за счет внедрения систем телеметрии. Расчет экономического эффекта после установки систем показал снижение годовых затрат на эксплуатацию ГРП.

Выводы. Внедрение системы телеметрии, описанное в данной статье, прежде всего повышает надежность функционирования объекта, дает возможность обслуживающему персоналу увидеть заранее «уход» параметров за границы штатного режима в режиме «on-line».

Ключевые слова: газорегуляторный пункт, телеметрия, надежность объекта.

Введение. Система газоснабжения – один из крупнейших и важнейших технологических комплексов в нашей стране. Российская Федерация удерживает лидирующие позиции по масштабам и скорости развития газовой отрасли.

Природный газ, используемый в качестве энергоносителя, является одной из причин роста показателей в производстве, а за счет снижения затрат на расход топлива, увеличился выпуск сельскохозяйственной продукции. Немаловажную роль газификация играет и в быту: около 1000 городов, 1900 поселков и 100000 сел оснащены системам газоснабжения. Общая протяженность газовых сетей Российской Федерации – более 150 тыс. км.

Опыт эксплуатации систем газоснабжения убедительно доказывает, что без применения современных энергосберегающих технологий невозможно развитие данной отрасли. Аварии на стальных газопроводах, связанные в большинстве случаев с коррозией и нарушением целостности сварного шва, эксплуатация устаревшего оборудования, не рациональное использование энергоресурсов и отсутствие грамотного учета их расхода – все это значительно тормозит развитие столь важной для нашей страны отрасли [1, 2].

На данный момент более 30 % газопроводов в населенных пунктах эксплуатируется более 20 лет, что говорит о необходимости их реконструкции. Поэтому применение энергосберегающих технологий позволит сократить расходы населения, что, безусловно, является важнейшим фактом.

Стратегическая цель энергосбережения одна и следует из его определения – это повышение энергоэффективности во всех отраслях, во всех поселениях и в стране в целом. И задача – определить, какими мерами и насколько можно осуществить это повышение.

Все вышеперечисленное говорит о необходимости обратить пристальное внимание на изучение и поиск новых эффективных энергосберегающих мероприятий и активно использовать их в системах газоснабжения [3, 4].

В современном производстве самым применяемым топливом является природный газ. Его расход составляет около 90 % от общего объема потребления, как предприятиями энергетической отрасли, так и объектами коммунально-бытового назначения.

Рано или поздно на любом производстве поднимается вопрос о необходимости его модернизации. Однако модернизация самой технологии требуется далеко не всегда. Порой достаточно обеспечить безотказность и безаварийность функционирования уже используемого оборудования, чтоб коренным образом поднять саму технологию на более высокий уровень качества и обеспечить необходимый экономический эффект.

Безотказная и безаварийная работа оборудования газорегуляторных пунктов (ГРП), установок (ГРУ) и газопроводов является одним из основных критериев надежности и устойчивости системы газоснабжения населенных пунктов. Данную задачу позволяет решить внедрение систем телеметрии, главной задачей которых является контроль технологических параметров и своевременное оповещение обслуживающего персонала в случае аварийной ситуации [5, 6].

1. Внедрение систем телеметрии в ГРП. Оснащение объектов газораспределительных сетей, таких как пункты учёта газа и пункты редуцирования давления газа, системами телеметрии (рис. 1), позволяет не только оперативно получать достоверную информацию с большого количества территориально разбросанных объектов, но и значительно повысить безопасность и эксплуатационную надёжность системы газоснабжения вследствие повышения оперативности управления и предупреждения аварийных ситуаций.

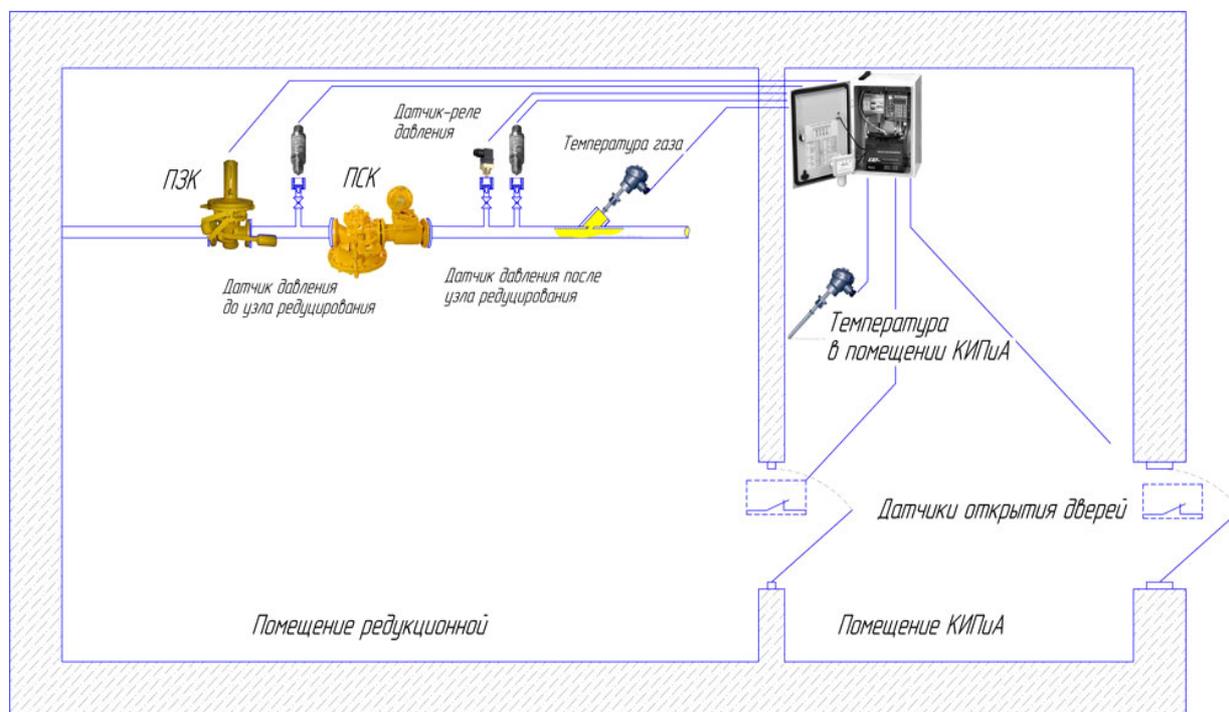


Рис. 1. Структурная схема системы телеметрии в ГРП [5]

Для получения полной информации о ситуации в газорегуляторном пункте необходимо организовать съем следующих параметров:

- давление газа на входе и выходе;
- регистрация и фиксация перепадов на графике давления;
- наличие загазованности помещения;
- измерение температуры в помещении ГРП;
- контроль доступа в технологическое помещение (открытие/закрытие дверей);
- срабатывание предохранительного клапана;
- учет потребления природного газа;
- телеуправление и телерегулирование технологическим оборудованием.

Систему телемеханизации можно разделить на 2 составные части: верхний уровень и нижний уровень.

В нижний уровень входит шкаф телемеханизации (рис. 2), в котором находятся блоки питания датчиков давления, сигнализаторы загазованности, GSM-модуль. Важнейшей частью данного уровня является микропроцессорный контроллер, который позволяет управлять системой, получать данные с датчиков и передавать их в диспетчерский пункт. Для обеспечения бесперебойной работы системы телемеханизации шкаф необходимо оборудовать монитор сети и аккумуляторной батареей 12В/10АЧ, а во избежание возникновения пожароопасных ситуаций – барьеры искрозащиты [3, 6].

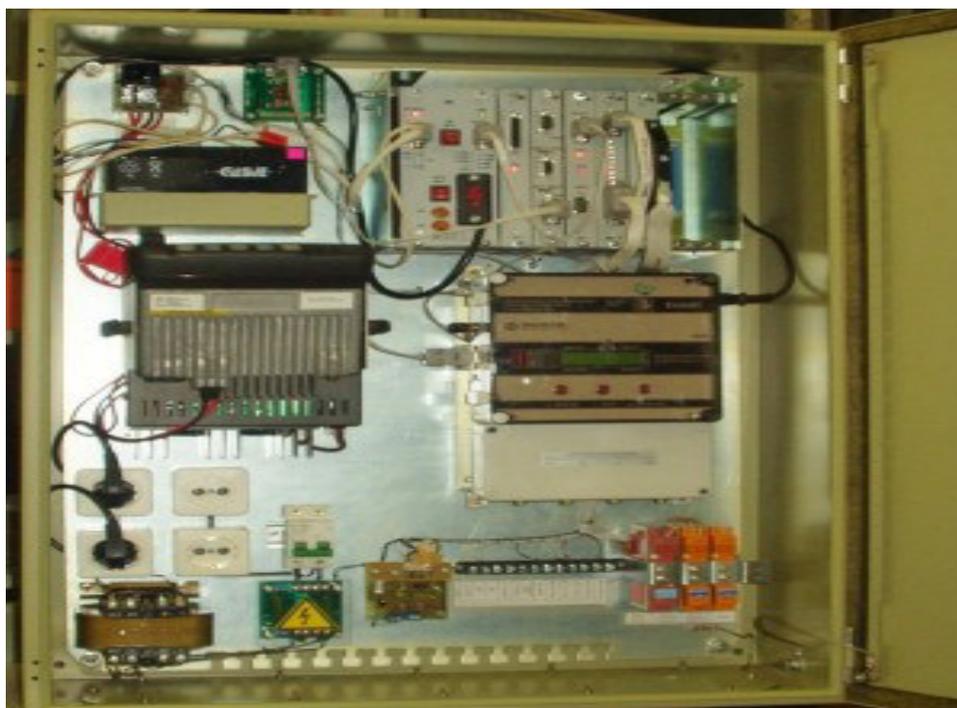


Рис. 2. Шкаф телемеханизации [3]

Верхний уровень представлен SCADA-системой, управляющим контролером верхнего уровня, GSM-модулем.

Важнейшей частью системы телемеханизации является разработка средств телеуправления и телерегулирования. Это позволит удаленно реагировать на какие-либо отклонения в показаниях датчиков давления и незамедлительно решать эти проблемы путем регулирования или, в случае серьезной аварии – перекрыть подачу газа запорной арматурой. Для реализации этих процессов необходимо провести замену оборудования ГРП на более современное.

Результаты замены представлены в таблице.

Эффекты от замены оборудования ГРП

Наименование оборудования	Эффект от установки
Регулятор давления непрямого действия	Уменьшение отклонения величины давления газа, подаваемого потребителям от проектного значения
Предохранительно запорный клапан с электроприводом	Предотвращение преждевременного срабатывания
Запорная арматура с электроприводом	Предотвращение не герметичности при закрытии запорной арматуры
Электронные датчики давления	Повышение точности снятия показания

Устанавливая систему телемеханизации для газорегуляторных пунктов, мы получаем огромную выгоду, даже при наличии больших затрат на установку и наладку. Данная система позволяет организовать круглосуточный контроль за состоянием ГРП, что дает возможность сократить до минимума количество обходов и осмотров оборудования сотрудниками газовых служб. Использование телеметрического канала для передачи показаний счетчиков газа, получаемых с приборов учета газа, установленных на промышленных предприятиях, позволяет оперативно контролировать параметры потребления газа и состояние приборов учета. Ввод в эксплуатацию нового оборудования для редуцирования газа и предохранительно-запорной арматуры позволит повысить бесперебойность подачи газа потребителям.

2. Расчет экономического эффекта. Согласно [1, 7, 8] обход ГРП проводится по графику, утвержденному руководителем газораспределительной организации. Как правило, это 1 раз в 2-е суток.

Работы по осмотру технического состояния ГРП выполняются бригадой рабочих в количестве не менее двух человек под руководством специалиста или наиболее квалифицированного рабочего. При наличии телемеханики достаточно одного рабочего.

Зарплата слесаря в среднем составляет 25 000 руб. С учетом налогов и затрат на транспорт итоговые затраты составят 40 000 руб. На 20 чел. сотрудников обходчиков, приходится 1 мастер, зарплата которого составляет около 45 000 руб. С учетом налогов и затрат на транспорт итоговые затраты составят 64 000 руб.

Итого затраты с учетом административных расходов, равных 30 % от общих затрат:

$$1,3 \cdot (40000 + 64000 / 20) = 56160 \text{ руб.}$$

Ежемесячно один слесарь совершает до 100 обходов ГРП, тогда стоимость одного обхода равна 562 руб.

В месяц требуется 15 обходов, тогда с учетом состава бригады затраты составят:

$$561,5 \cdot 2 \cdot 15 = 16845 \text{ руб.}$$

Для ГРП, оборудованного устройствами телеметрии, затраты за месяц будут вдвое меньше – 8422,5 руб., но добавятся затраты на обслуживание телемеханики – 20 000 руб. в год.

Таким образом, экономия в год составит:

$$16845 \cdot 12 - (8422,5 \cdot 12 + 20000) = 81070 \text{ руб.}$$

Стоимость автоматизации одного газорегуляторного пункта в среднем составляет 500 тыс. руб.

Срок окупаемости проекта определяется по формуле [6, 9,10]:

$$CO = I / ЧП ,$$

где И – инвестиции в проект, руб.; ЧП – чистая прибыль проекта в год, руб./год.

$$CO = \frac{500\,000}{81\,070} = 6,17 \approx 6 \text{ лет } 2 \text{ месяца.}$$

Выводы. Произведенный нами укрупненный расчёт показал, что внедрение систем телеметрии позволяет сократить годовые затраты на эксплуатацию ГРП в среднем на 40 %.

Внедрение системы телеметрии, описанное в данной статье, прежде всего, повышает надежность функционирования объекта, дает возможность обслуживающему персоналу увидеть заранее «уход» параметров за границы штатного режима в режиме «on-line».

Эффективность внедрения средств телеметрии достигается за счет:

- сокращения числа объездов ПРГ с целью контроля их состояния, что высвобождает транспортных и людских ресурсов;
- увеличение скорости реагирования оперативных служб;
- контроля доступа в помещения ПРГ с целью противодействия хищениям оборудования;
- упреждения и предотвращения аварий на основе анализа графиков и трендов;
- сохранения от повреждения оборудования ПРГ при отказе котла отопления или газового конвектора;
- получения статистических данных в виде графиков давлений и температур, используемых при точной настройке линий редуцирования ПРГ, а также для планирования капитального ремонта оборудования.

Библиографический список

1. СТО Газпром 2–2.3–719–2013. Типовые производственные инструкции по выполнению газоопасных работ на объектах газораспределительных систем. М.: *Профстандарт*, 2013. 38 с.
2. ГОСТ Р 54983-2012 Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация. М.: *Стандартинформ*, 2012. 42 с.
3. ГОСТ 34011-2016 Системы газораспределительные. Пункты газорегуляторные блочные. Пункты редуцирования газа шкафные. Общие технические требования. М.: *Стандартинформ*, 2016. 36 с.
4. СП 62.13330.2011. Газораспределительные системы. М.: ГОССТРОЙ РОССИИ, 2011. 30 с.
5. Назаров А.В., Козырев Г.И. Современная телеметрия в теории и на практике: учебный курс. СПб.: Наука и Техника, 2007. 672 с.
6. Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. М.: Экономика, 2000. 421 с.
7. 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*. 2020. С. 159–160.
8. 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.
9. 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.
10. Формирование и развитие инновационной инфраструктуры в целях коммерциализации технических проектов / Е. Шкарупета, О.А. Попова, О. Шальнев, Н. Колосова // *Энергетическое управление муниципальными объектами и устойчивые энергетические технологии: сборник трудов по материалам XXI Международной научной конференции*. Воронеж. 2020. С. 52–56.

Для цитирования: Экономический эффект от внедрения систем телеметрии в газорегуляторных пунктах / Н.Е. Сафонов, А.С. Ищенко, А.И. Коровкина, Н.В. Колосова // *Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации*. 2021. № 1 (22). С. 29–33.

УДК 620.1

РАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

П. О. Журавлев, Е. В. Плаксина

*Воронежский государственный технический университет**П. О. Журавлев, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: juravlev.pav@yandex.ru**Е. В. Плаксина, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(950)7602631, e-mail: elena.plaksina2013@yandex.ru*

Постановка задачи. Рассмотреть основные принципы изучения строения и решающих свойств металлов и сплавов методами разрушающего контроля при исследовании трубопроводов. Определить параметры, влияющие на свойства металлов и образование дефектов трубопроводов. Установить оборудование, используемое при конкретном методе контроля.

Результаты. Проанализированы основные методы разрушающего контроля, используемые для обнаружения дефектов трубопроводов.

Выводы. В результате проведенных исследований установлены ключевые достоинства и недостатки основных методов разрушающего контроля, а также сформулированы некоторые рекомендации по выбору наиболее эффективного метода, который позволит с большей точностью установить имеющиеся в трубопроводе дефекты.

Ключевые слова: метод разрушающего контроля, трубопроводы, испытания, дефекты, металл, сплав.

Введение. Стальные трубопроводы, обеспечивающие потребителя газом, горячей и холодной водой, подвержены различного вида неблагоприятным воздействиям: нагрузкам от собственного веса труб, давления грунта и грунтовой воды, веса транспортируемой среды, внутреннего избыточного давления, давления от транспортных нагрузок, а также температурных воздействий.

В местах сварного соединения вероятность повреждения трубопровода и нарушение его герметичности возрастает [1]. Несоответствие сварных швов заданным характеристикам приводит к увеличению эксплуатационных затрат и может привести к чрезвычайным ситуациям.

Разработка методов и приборов контроля состояния материалов и изделий, получаемых с помощью различных технологий, является важным фактором качества эксплуатируемых труб. Целью исследования является анализ и систематизация существующих методов разрушающего контроля (РК) стальных трубопроводов. Каждый из совокупности методов РК требует отбора проб или вырезки образцов непосредственно из материала объекта, при этом сам объект остается неработоспособным до восстановления мест отбора проб (образцов).

К таким методам контроля относят механические, металлографические и коррозионные испытания, технологическую пробу, химический анализ, а также испытания на свариваемость.

1. Механические испытания. Механические испытания являются одним из основных методов РК. Такие методы включают растяжение, изгиб, сплющивание и другие виды разрушения, которые количественно характеризуют прочность, качество и надежность соединений. По характеру нагрузки предусматривают статические, динамические и усталостные испытания [2]. Разрушающие испытания чаще всего проводят на образцах-свидетелях, которые сваривают из того же материала и по той же технологии, что и сварные соединения изделий.

Суть испытания на статическое растяжение заключается в подаче растягивающей нагрузки на стандартизированный образец до момента его разрушения (рис. 1) [3].

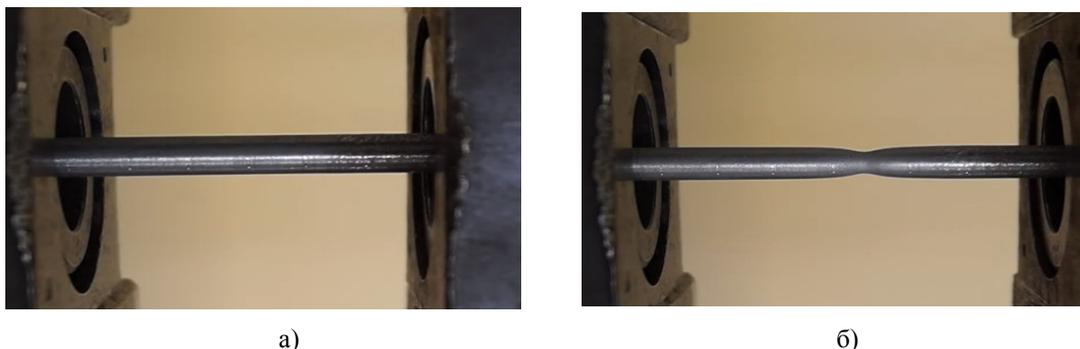


Рис. 1. Испытание образца на статическое растяжение: а) образец до испытания; б) образец перед разрушением [2]

При этом качество сварного соединения, а также прочность металла трубопровода характеризуются различными параметрами, определяемыми по диаграмме растяжения (рис. 2), которая отображается на дисплее испытательной машины.

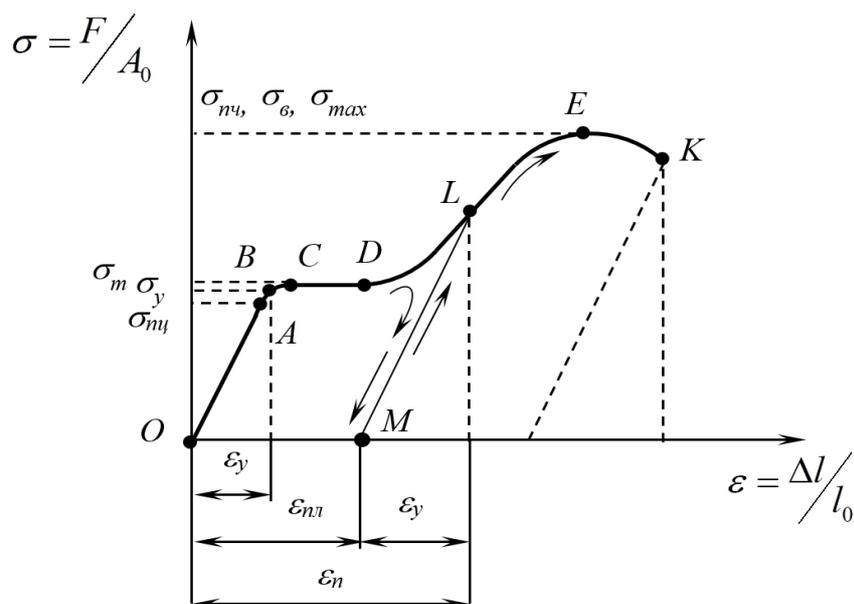


Рис. 2. Диаграмма растяжения для образцов из разного материала [2]

Этими параметрами являются:

- предел текучести физический, σ_T , МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) или предел текучести условный, $\sigma_{0,2}$, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$);
- временное сопротивление, σ_B , МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$);
- относительное удлинение после разрыва (на пятикратных образцах) δ_5 , %;
- относительное сужение после разрыва, ψ , %.

Наиболее значимым показателем является предел текучести, по которому также определяют марку стали.

В таблице представлены марки стали в соотношении с пределом текучести, однако в зависимости от типа термообработки и температуры предел текучести может варьироваться.

Предел текучести сталей

Марка	Предел текучести, МПа
Сталь Ст0	190
Сталь Ст1	190
Сталь Ст2	220
Сталь Ст3	240
Сталь Ст4	260
Сталь Ст5	280
Сталь Ст6	310

В суровых климатических условиях трубопроводы требуют большей надежности, а соответственно и проверка их прочности должна осуществляться при температурах, близких к эксплуатационным. Нормативная документация устанавливает оптимальную температуру для проведения такого рода опытов – минус 40 °С. Для обеспечения данной температуры образцы помещают в криокамеру с охлажденным спиртом.

Для того, чтобы определить способность сварного соединения или металла принимать заданный по форме и размеру изгиб, проводят испытания на статический изгиб. Характеризуется эта способность углом α (рис. 3), при котором образуется первая трещина, развивающаяся в процессе испытаний.

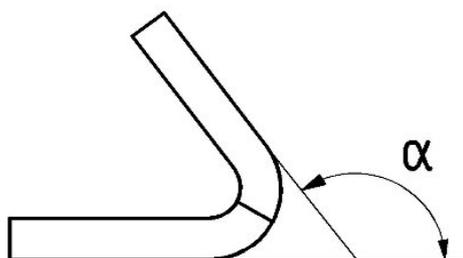


Рис. 3. Испытание на статический изгиб [2]

2. Металлографические исследования. Для изучения макро- и микроструктуры металлов и их влияния на прочностные характеристики, механические, электрические и другие свойства сплавов и соединений используют металлографические исследования. При макроисследовании невооруженным глазом обнаруживаются такие дефекты, как белые пятна (флокены) (рис. 4).

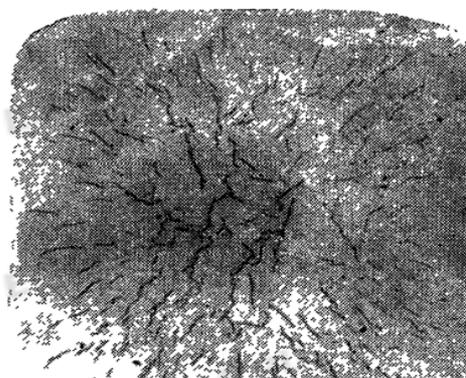


Рис. 4. Флокены в поперечном макрошлифе катаной стали [3]

Для обнаружения пережога, микроскопических трещин, наличия окислов по границам зерен, определения величины зерен металла в микроанализе используются микроскопы в комплексе с системами анализа изображений.

3. Коррозионные испытания. Одним из наиболее распространенных методов определения влияния коррозии на металлы является гравиметрический метод, при котором индикатором разрушающего воздействия является массометрический показатель

$$K_m = \frac{m_0 - m}{s \cdot \tau},$$

где m_0 – масса исходного образца, г; m – масса образца после испытания и удаления продуктов коррозии, г; s – площадь поверхности образца, м²; τ – время испытания, с.

При этом уменьшение массы образца в испытании, отнесенное к единице его поверхности в единицу времени, описывает воздействие на металл только равномерной коррозии.

Наиболее опасным является совместное влияние коррозии и механического воздействия на металлы и сплавы [4–6]. Тогда в лабораторных условиях с использованием специализированного оборудования определяют коррозионно-механическую прочность, например, методом одноосного растяжения с постоянной малой скоростью деформирования (рис. 5).

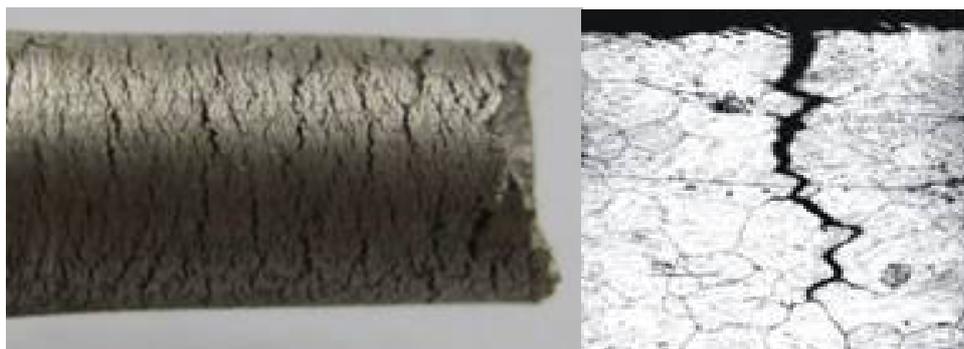


Рис. 5. Коррозионное растрескивание марганцовистых сталей при одноосном растяжении с постоянной малой скоростью деформирования [4]

4. Химический анализ. Все рассматриваемые методы химического анализа металлов трубопроводов опираются на знания аналитической химии, основной целью которой является обеспечение высокой чувствительности и точности определения состава изучаемого образца [7].

Для идентификации того или иного элемента в составе металлов и сплавов применяется качественный анализ, например, метод стилоскопирования, позволяющий определить наличие разного рода включений в образец по их свечению. Данный метод, благодаря возможности применения переносных устройств на производстве, может быть осуществлен не только в лабораторных условиях, но и на рабочем месте, что позволяет сохранить целостность изделия. Однако, использование такого способа требует высокой квалификации операторов, что, в свою очередь, приводит к субъективности получаемых результатов.

Более высокую точность результатов может обеспечить пробирный метод, основывающийся на физико-химических закономерностях восстановления металлов. Возможность использования этого способа усложняется необходимостью длительной подготовки образцов к анализу их состава [8].

5. Испытания на свариваемость. Определение надежности сварного соединения, его соответствия высоким требованиям в эксплуатационных условиях осуществляется путем сравнения основных характеристик изучаемого соединения с нормативными значениями.

Способность металла менять свои свойства под действием сварки характеризуется степенью свариваемости, которая показывает количественное соотношение некоторых показателей свойств зоны наиболее подвергшейся негативному воздействию оплавления и первоначального металла или сплава [9–11]. Определяется степень свариваемости экспериментальным, наиболее подходящим в зависимости от условий использования сварного соединения, методом. Можно отметить следующие основные испытания для проведения оценки свариваемости: сопротивление образованию горячих трещин при сварке; сопротивление образованию холодных трещин при сварке; стойкость против старения в зоне термического влияния, стойкость против искусственного старения и др. О соответствии соединения требованиям говорит положительный результат прохождения всех видов испытаний, выбранных для прохождения того или иного сварного соединения. При отрицательном результате по хотя бы по одному из испытаний степень свариваемости считается неудовлетворительной. И тогда, необходимо производить повторное испытание с изменением технологии сварки [12].

Выводы. Проанализировав базовые методы разрушающего контроля и отметив основные достоинства и недостатки каждого из них, можно сделать вывод, что основным способом определения решающих характеристик металлов и сплавов являются механические испытания. Используя стенды для определения прочности металлических образцов, можно добиться высокой точности в установлении марки стали, что позволит определить возможность эксплуатации данного материала в заданных условиях.

Развитие методов разрушающего контроля позволит с большей точностью определять несовершенство металла, из которого выполняются трубопроводы, что станет решающим фактором в обеспечении их безопасной эксплуатации и снижении расходов при выходе труб из строя.

Библиографический список

1. Волченко В.Н. Контроль качества сварки. М.: Машиностроение. 1975. 328 с.
2. Методы оценки качества, используемые для сварных соединений / А. Новожилов, В. Михеев, П. Алексеев [и др.] // ТехНадзор. 2015. №12. С. 126–127.
3. ISopromat.ru : техническая механика [Электронный ресурс]. М: ИнтраПлюс. 2009. Режим доступа: <https://isopromat.ru> (дата обращения: 21.02.2021).
4. Федосова Н.Л. Анतिकоррозионная защита металлов. Иваново, 2009. 187 с.
5. Вопросы металловедения в гальванотехнике и оррозии: учеб. пособие / С.Н. Родников [и др.]. Горький: изд. ГГУ, 1989. 104 с.
6. Герасименко А.А. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: справочник / под ред. А.А. Герасименко. М.: Машиностроение, 1987. 688 с.
7. Мухина З.С. Методы анализа металлов и сплавов. М.: Химия, 1959. 528 с.
8. Сварка. Резка. Контроль: справочник. В 2-х томах / Н. П. Алешин [и др.]. М.: Машиностроение, 2004. 624 с.
9. Долгополов Н.Н. Электрофизические методы в технологии строительных материалов. М.: Стройиздат, 1971. 305 с.
10. Юхин Н.А. Дефекты сварных швов и соединений. М.: Соуэло, 2007. 156 с.
11. Хорошилова Е.Л., Петрикеева Н.А, Попова Н.М. Повышение противокоррозионных свойств защиты газонефтепроводов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2018. № 2 (11). С. 42-49.
12. 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.

Для цитирования: Журавлев П.О., Плаксина Е.В. Разрушающие методы контроля трубопроводов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 1 (22). С. 34–38.

УДК 697.533

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

М. А. Долбилова, Н. М. Попова

*Воронежский государственный технический университет**М. А. Долбилова, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)218-90-25, e-mail: kirnova.ma@gmail.com**Н. М. Попова, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(908)137-23-33, e-mail: exclusiv.na@mail.ru*

Постановка задачи. Дети проводят значительную часть времени в образовательных учреждениях, при этом они более подвержены неблагоприятным воздействиям окружающей среды. Недостаточная вентиляция, а следовательно, высокое содержание CO₂ и тепловой дискомфорт – вот некоторые из проблем, связанные с вентиляцией в школьных классах.

Результаты. Проведенный анализ показал, что как в России, так и за рубежом, в школах наблюдается превышение уровня CO₂ во время занятий. Анализ зарубежных и российских исследований показал обоснованность требований нормативных документов к качеству микроклимата помещений образовательных организаций.

Выводы. Естественная вентиляция доказала свою высокую эффективность в улучшении параметров внутренней среды при одновременном снижении вентиляционных нагрузок и уменьшении затрат на электроэнергию.

Ключевые слова: естественная вентиляция, учебные помещения, кратность воздухообмена, концентрация, оксид углерода.

Введение. Для обеспечения притока свежего воздуха и его циркуляции в помещениях изначально использовались только естественные силы, такие как ветер и разница температур. Только с конца XIX века механическая вентиляция получила широкое распространение. Не смотря на все свои преимущества она полностью так и не заменила естественную вентиляцию ни в производственных, ни в общественных зданиях.

Если раньше основными преимуществами естественной вентиляции были простота в обслуживании и низкая стоимость, то сейчас она становится все более привлекательным методом снижения энергопотребления и затрат. В европейских странах при проектировании пассивных зданий для сокращения потребления энергии, а, следовательно, и выбросов углерода часто используется естественная и гибридная вентиляция. На системы вентиляции приходится около 13 % энергии, потребляемой в общественных зданиях, а это означает, что повышение энергоэффективности этих систем, может существенно снизить потребление электроэнергии.

В недавнее время были проведены и опубликованы серии исследований, относящихся к изучению качества окружающей среды в учебных помещениях [1–4]. В результате исследований естественная вентиляция доказала свою эффективность в обеспечении требуемых параметров внутреннего воздуха.

Дети проводят значительную часть времени в образовательных учреждениях, при этом они более подвержены неблагоприятным воздействиям, чем взрослые. Поэтому строительство и реконструкция образовательных организаций должны выполняться так, чтобы обеспечить максимально возможное качество внутренней среды для учащихся.

1. Параметры микроклимата и качество воздуха в учебных помещениях. Качество воздуха в помещениях жилых и общественных зданий обеспечивается согласно действующим нормативно-техническим документам необходимым уровнем вентиляции (величиной воздухообмена в помещениях), обеспечивающим допустимые значения содержания углекислого газа в помещении.

Хотя это не самый важный загрязнитель с точки зрения здоровья, в классах чаще всего используется именно он, так как это продукт дыхания, и учебные помещения обычно остаются с высоким уровнем плотности пребывания людей. Обычно концентрация CO₂ в зданиях не достигает ПДК, а, следовательно, она безвредна. Однако при высоких концентрациях, которые могут возникать в учебных классах из-за их высокой наполняемости и недостаточной вентиляции, имеются данные [5] о возникновении проблем с дыханием, затруднением при концентрации внимания и головных болях.

В таблице 1 приведены параметры качества воздуха (расход воздуха в помещении, концентрация CO₂ и кратность воздухообмена (ACH)) из некоторых международных стандартов и национальные правила для аудиторий. Эти значения были получены для типового класса на 25 человек, площадью помещения 50 м² и высотой 3 м, что соответствует объему 150 м³.

Таблица 1

Требования к качеству воздуха

Страна [нормы]	Воздухообмен, м ³ /ч	Концентрации CO ₂ , ppm	Кратность воздухообмена в час
Россия [СП 251.1325800.2016, ГОСТ 30494-2011]	500	1000 ¹⁾	2,0
США [ASHRAE 62.1 (2013)]	600	1080	3,7
Европа [EN 15251 (2007)] ²⁾	756	880	5,0
Великобритания [BuildIng Bulletin 101 (2006)]	450 ³⁾	1500	3,0
Германия [DIN1946-2 (2005)]	500	1500	3,3
Франция [Règlement Sanitaire Департаментарная type (2004)]	375-450	–	2,5-3
Финляндия [National Строительный Часть 2 (2010)] кодекс.	540	1200	3,6

¹⁾ С учетом загрязнения наружного воздуха

²⁾ Значение для класса II (новостройки и капремонт)

³⁾ Предусматривается возможность достижения 720 м³/ч. Для классных комнат с естественной вентиляцией минимальная вентиляция составляет 270 м³/ч

Несколько исследований [4, 6] показали, что часто требуемые воздухообмен и пределы концентрации CO₂ не соблюдаются независимо от типа системы вентиляции.

В Москве проводились испытания [6] в восьми школах и гимназиях в разных районах города. Параметры школьного микроклимата отслеживались с помощью базовых станций системы умного микроклимата MagicAir со встроенными датчиками углекислого газа, температуры и влажности. Базовые станции были установлены в 13 кабинетах, где все занятия в течение пяти учебных дней с понедельника по пятницу проходили по обычному расписанию. Механическая вентиляция в школах либо отсутствовала (5 школ), либо была отключена из-за сильного шума, который мешает ученикам во время уроков (2 школы), либо включалась только на переменах (1 школа).

Ниже, на рисунке 1, приведен график изменения концентрации CO₂ в течение учебного времени для одного из обследованных помещений. Результаты за все дни проведения эксперимента приведены на рис. 2.

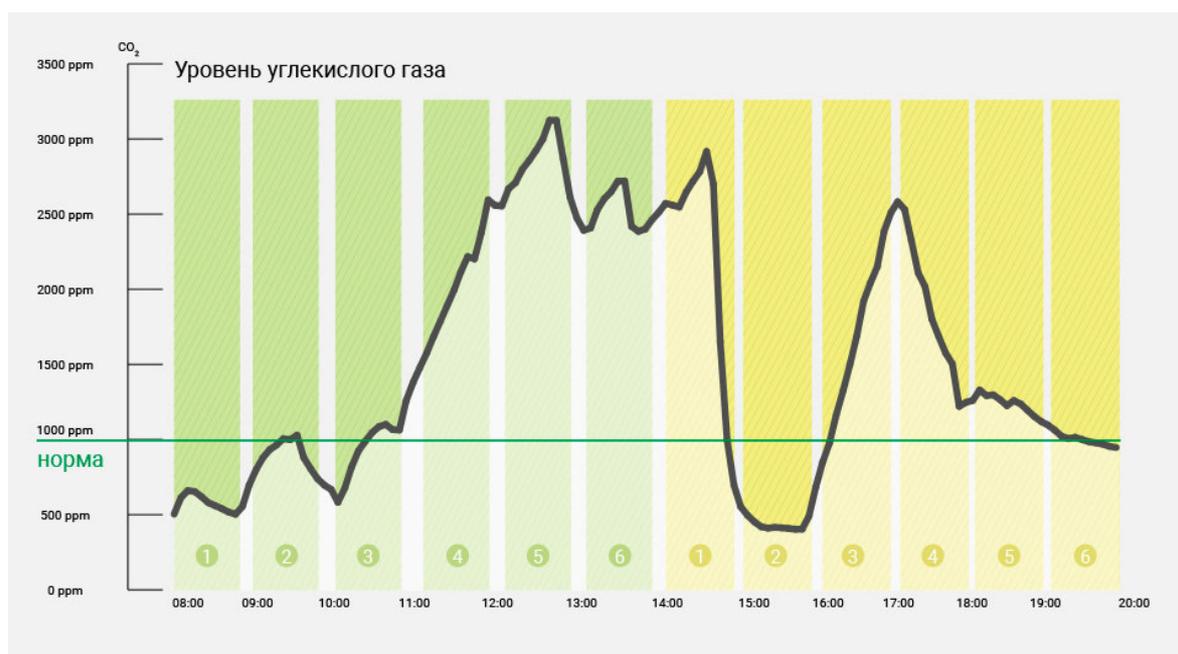


Рис. 1. Изменение концентрации CO₂ в учебном кабинете [6]

Школа, число кабинетов в исследовании	Средний уровень CO ₂ , ppm	Средняя влажность, %	Средняя температура, °C	Среднее пиковое значение CO ₂ , ppm	Средняя продолжительность превышения уровня CO ₂ в течение учебного дня (8.00-19.00), ч
Школа 1, 2 кабинета	1200 ±540	24	25	2310	6,8
Школа 2, 2 кабинета	1700 ±560	46	21	2650	9,4
Школа 3, 2 кабинета	1400 ±460	31	24	2160	8,4
Школа 4, 1 кабинет	1200 ±450	26	25	2160	6,3
Школа 5, 1 кабинет	1900 ±1000	33	22	3440	7,0
Школа 6, 2 кабинета	1200 ±570	27	24	2380	6,1
Школа 7, 1 кабинет	2100 ±710	45	21	3120	9,6
Школа 8, 2 кабинета	1300 ±710	26	23	2650	5,6

Рис. 2. Результаты исследований параметров микроклимата школ в г. Москва [6]

Проведенное исследование микроклимата в российских школах показало, что наблюдается превышение уровня углекислого газа во время уроков, в среднем на 500 ppm, недостаточная влажность воздуха и слишком высокая температура. Другими словами, микроклимат в школах не соответствует нормативным требованиям.

Ситуация за рубежом ненамного лучше. Так выборка из 104 школ США (пятые классы) [1], подтвердила, что у 87 из них воздухообмен ниже рекомендуемого стандартом ASHRAE 62.1 (ASHRAE 2013). Окна и двери сохранились закрытые в период занятия аудиторий, а максимальная концентрация CO₂ варьировалась от 661 и 6000 ppm со средним значением 1779 ppm. Недавно было предоставлено исследование 310 школ и детских садов во всех регионах Франции. В период занятости средний уровень CO₂ был 1200 промилле зимой и 960 промилле летом. Ученые из Великобритании провели измерения в 75 классах 4 школ. Было выявлено, что в 39 % классных комнат превышен рекомендуемый предел 1500 ppm, при этом 93 % школ располагались в старых зданиях.

2. Естественная вентиляция в учебных помещениях образовательных организаций. За недавнее время было проведено несколько исследований качества окружающей среды в учебных помещениях образовательных организаций с различными системами естественной вентиляции при различных режимах работы (непрерывном или проветривании). Естественная вентиляция проявила себя как энергоэффективная система, обеспечивающая удовлетворительное качество внутреннего воздуха. Однако результаты, показали, что с точки зрения теплового комфорта результирующая температура воздуха в помещении не всегда была удовлетворительной.

Кроме того, исследования показывают, что у детей и взрослых разные восприятие комфорта. Mogs и др. [2, 7] изучали модель (PMV) в трех классах из разных начальных школ, расположенных в Нидерландах, где во всех помещениях предусмотрена естественная вентиляция. Они пришли к выводу, что модель PMV не точно предсказывает тепловое ощущение дети, недооценивая тепловые ощущения до 1,5 балла по шкале. Также было обнаружено, что дети предпочитают более низкие температуры, чем предсказывает адаптивная модель.

В работе [3] концентрация CO₂ в новом школьном здании в Великобритании измеряется на первой неделе начала отопительного сезона. В школе была предусмотрена естественная вентиляция. Был сделан вывод, что проветривание в течение 10 мин может снизить концентрацию CO₂ примерно на 1000 ppm без ущерба для теплового комфорта.

В работе [4] наблюдали за качеством воздуха в 62 учебных помещениях 27 школ Афин с естественной вентиляцией. Измерения проводились весной и осенью, когда окно являлось основным элементом вентиляции. Были оценены три ситуации: (а) пустые комнаты и окна закрыты; (б) во время занятий, с некоторыми открытыми окнами; и (с) классы, где большинство окон открыты. Статистически значимая взаимосвязь между положением оконного проема и разницей концентрации вредных веществ в помещении – температура наружного воздуха была подтверждена.

Ученые измерили уровень концентрации CO₂ в двух начальных школах в Германии, оборудованных механической вентиляцией. Эксперимент проводился 3 недели (в феврале и марте). На третьей неделе скорость вентиляции была улучшена за счет включения в расписание дня проветривания путем открывания оконного проема между занятиями. Было подтверждено, что на третьей неделе было снижение среднего значения на 1000 частей на миллион. Данное исследование показывает обоснованность требований СП к конструкциям окон по их открыванию, независимо от типа системы вентиляции.

Проведенные испытания [1] на герметичность позволили сделать вывод о том, что характеристики конструкции, включая материалы и принятые технические решения, а именно вентиляционная система и воздухопроницаемость ограждающих конструкций, а также возраст зданий, имеет решающее значение для герметичности оболочки. Результаты показали герметичность классов, где в ходе реконструкции были заменены окна и утеплены стены. Сделан

вывод о необходимости устройства дополнительных приточных устройств. Было показано, что как перекрестные, так и односторонние естественные системы вентиляции имеют большой потенциал. Выбор способа открывания окна, и их расположение важно в проектировании школьного фасада, поскольку это влияет на эффективность естественной вентиляции.

Нормативными документами [8, 9] в проектируемых образовательных учреждениях предусмотрена следующая схема воздухообмена: удаление воздуха из учебных помещений естественной вытяжной вентиляцией из расчета однократного обмена в 1 час и механической вытяжной вентиляцией через рекреации и коридоры. Подача воздуха в учебные помещения должна осуществляться приточными системами с механическим побуждением.

Следует отметить, что в работе [6] было указано, что ни в одной из исследуемых школ вентиляция не работает должным образом (была отключена, включалась только на переменах или вовсе отсутствовала). Приток при этом будет осуществляться за счет инфильтрации. Это не позволит возрасти концентрации CO_2 .

Выводы. Проведенный анализ исследований показал, что как в России, так и за рубежом, в школах наблюдается превышение уровня CO_2 во время уроков в среднем на 500 – 800 ppm. В большинстве школ микроклимат не соответствует нормативным требованиям. При этом многочисленные исследования доказывают, что состояние микроклимата в этих помещениях, и особенно уровень углекислого газа, напрямую негативно влияет на самочувствие, концентрацию внимания и успеваемость школьников.

Выявлено, что системы вентиляции зданий не эксплуатируются надлежащим образом. Анализ зарубежных и российских исследований показал обоснованность требований нормативных документов к качеству микроклимата помещений образовательных организаций.

Естественная вентиляция доказала свою работоспособность, показала снижение концентрации CO_2 без изменения комфортных условий в учебных помещениях. Также естественная вентиляция способна улучшить параметры внутренней среды при одновременном снижении вентиляционных нагрузок и уменьшение затрат на электроэнергию. Кроме того, организация проветривания, сквозного или углового, во время перемен - это очень простая мера в борьбе с ростом углекислого газа.

Библиографический список

1. Ricardo M.S.F. Almeida, Manuel Pinto, Paulo G. Pinho, Luís T. de Lemos. Natural ventilation and indoor air quality in educational buildings: experimental assessment and improvement strategies // Energy Efficiency. 2017. №10. С. 839–854.
2. Mors S.T., Hensen J.L.M., Loomans M.G.L.C., Boerstra, A.C. Adaptive thermal comfort in primary school classrooms: creating and validating PMV-based comfort charts // Building and Environment. 2011. № 46(12). С. 2454–2461.
3. Griffiths, M. Control of CO_2 in a naturally ventilated classroom // Energy and Buildings. 2008. №40(4). С. 556–560.
4. Santamouris M. Experimental investigation of the air flow and indoor carbon dioxide concentration in classrooms with intermittent natural ventilation // Energy and Buildings. 2008. №40(10). С. 1833–1843.
5. Satish U. Is CO_2 an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO_2 concentrations on human decision-making performance/ Satish U. et al. // Environmental Health Perspectives. 2012. С. 1671–1677.
6. Каким должен быть микроклимат в школах и университетах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://daklimat.com/blog/kakim-dolzhen-byt-mikroklimat-v-shkolah-i-universitetah> (дата обращения: 24.02.2021).
7. Охота на душный воздух. Сколько CO_2 в школе? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/tion/blog/367689/> (дата обращения: 21.02.2021).
8. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. М.: ИС Техэксперт, 2014. 48 с.
9. СП 251.1325800.2016. Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования. М.: ИС Техэксперт, 2016. 46 с.

Для цитирования: Долбилова М.А., Попова Н.М. Особенности организации естественной вентиляции в образовательных учреждениях // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 1(22). С. 39–43.

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ

УДК 624.014.27

ПРИЧИНЫ АВАРИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ИХ РАЗВИТИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ

А. Р. Макаров, Е. С. Аралов, А. С. Волох

Воронежский государственный технический университет

*А. Р. Макаров, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: am6729382@rambler.ru*

Е. С. Аралов, ассистент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

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

А. С. Волох, бакалавр кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

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

Постановка задачи. Активный рост количества автотранспорта, использующего альтернативные виды топлива, возрастает, что приводит к увеличению числа автомобильных газозаправочных станций (АГЗС). Поскольку в технологическом процессе участвует сжиженный углеводородный газ, то данные объекты относятся к категории пожаро-взрывоопасных. Основной целью исследования является выявление основных мер предупреждения развития аварий и локализацию выбросов опасных веществ.

Результаты. Проанализированы основные факторы возникновения чрезвычайных ситуаций на АГЗС, рассмотрены мероприятия, направленные на предупреждение развития аварий и локализацию выбросов (сбросов) опасных веществ.

Выводы. В ходе исследования были определены наиболее эффективные методы предупреждения развития и устранения аварий на АГЗС.

Ключевые слова: автомобильная газозаправочная станция, безопасность, сжиженный углеводородный газ, экология.

Введение. Основной мировой тенденцией является решение энергетических и экологических проблем, вызванных использованием в ведущих отраслях экономики двигателей внутреннего сгорания, работающих на продуктах переработки нефти (бензин, дизтопливо). Сегодня всё более актуальными становятся альтернативные виды топлива не нефтяного происхождения. Наиболее приемлемая на сегодняшний день замена нефтяным топливам – газ [1]. Сжиженные газы обладают высокими антидетонационными свойствами. Октановое число достигает до 120, что создаёт идеальные условия для использования данных газов в качестве горючего, повышает степень сжатия, увеличивает межремонтный пробег и значительно сокращает расход смазочного масла.

С 2020 года в РФ осуществляется программа «Развитие рынка газомоторного топлива». В соответствии с данной программой к 2024 году предусматривается увеличение количества АГЗС до 1273 единиц, а количества транспортных средств на природном газе – до 307,5 тыс. единиц. В данной статье мы проанализируем основные факторы возникновения чрезвычайной ситуации на АГЗС, рассмотрим мероприятия, направленные на предупреждение развития аварий и локализацию выбросов (сбросов) опасных веществ.

1. Общие понятия. Автомобильная газозаправочная станция (АГЗС) – АЗС, технологическая система которой предназначена только для заправки баллонов топливной системы транспортных средств СУГ [2].

Основными разновидностями газа, на котором могут функционировать двигатели современных автомобилей, – пропан-бутан и метан. Пропан-бутан – это сжиженный нефтяной газ, который транспортируется под давлением 10–15 атмосфер. Метан – природный газ находящийся в машине под давлением 200–250 атмосфер.

Ниже приведены основные преимущества и недостатки данных газов (рис.1).

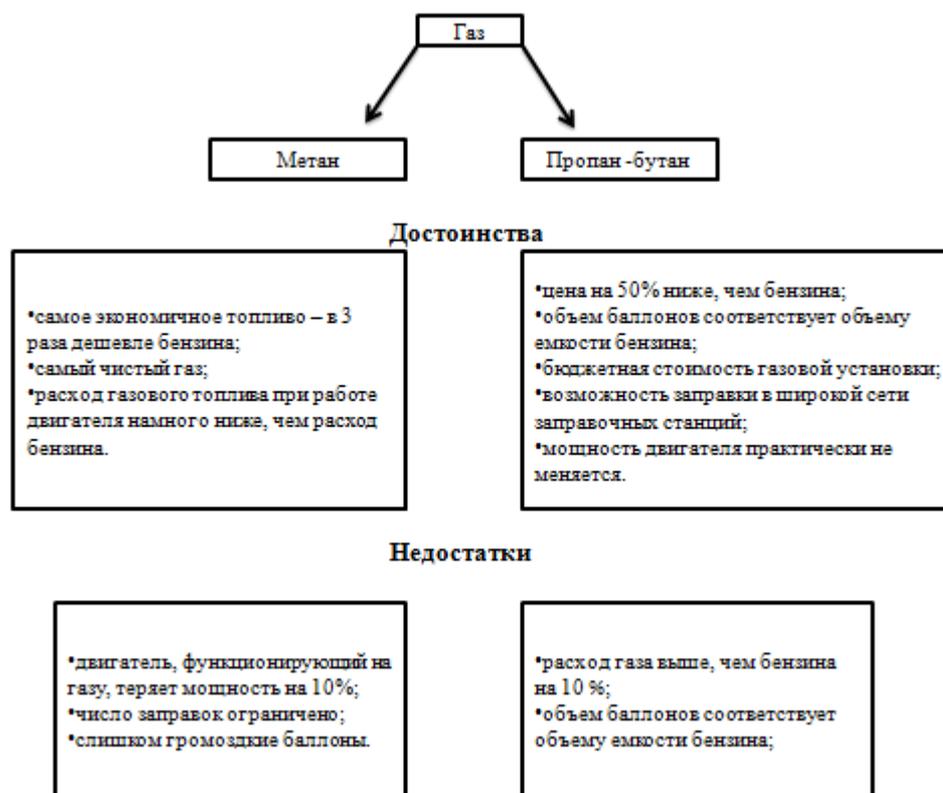


Рис. 1. Основные преимущества и недостатки пропан-бутана и метана [2]

Проанализировав все плюсы и минусы данных видов газа, можно сделать вывод о целесообразности использования пропан-бутановой смеси в качестве альтернативного топлива.

По технологическому исполнению автомобильные газозаправочные станции делятся два типа: стационарные и мобильные (рис.2).

Стационарные АГЗС оборудованы наземными или подземными стальными горизонтальными цилиндрическими резервуарами. Модульная АГЗС с наземным резервуаром состоит из одного или двух резервуаров СУГ с комплектом арматуры, системы трубопроводов, насосного блока с предохранительной и запорной арматурой, силового шкафа и газораздаточной колонки, смонтированными на единую монтажную раму.

К основным преимуществам данной заправочной станции можно отнести: дешевизну доставки, легкость установки и использование меньшей площади земли. Стационарные АГЗС с подземным хранением газа состоит из двух подземных стальных резервуаров, комплекса оборудования для сливо-наливных операций, системы сброса паров, системы автоматики, газозаправочных колонок. К основным плюсам данного вида АГЗС можно отнести: безопасность эксплуатации, сокращение расстояний до ближайших сооружений, эстетичный вид АГЗС.



Рис. 2. Виды автомобильных газозаправочных станций [2]

Мобильная АГЗС – это технологическая система, которая характеризуется наличием совмещенного блока транспортировки и хранения СУГ, выполненного как единое заводское изделие, и конструкцией, не предусматривающей наполнение резервуаров указанного блока топливом на территории АГЗС. Мобильные АГЗС имеют конфигурацию: рамной или безрамной конструкции. Резервуар, используемый при сооружении рамной конструкции монтируют на раме автомобиля или тягача. Резервуар безрамной конструкции сам является несущим.

2. Решения, направленные на предупреждение развития аварии и локализацию выбросов опасных веществ. К особо опасным производствам АГЗС относятся: подземные и наземные резервуары для хранения СУГ, заправочный островок с раздаточной колонкой СУГ, площадка слива для автоцистерны СУГ [3, 4].

На диаграмме (рис.3) показаны основные причины аварий на АГЗС.

На диаграмме видно, что основной причиной возникновения чрезвычайных ситуаций на АГЗС является неисправность электрооборудования АГЗС и составляет 32 % от всех возможных аварий.

Для предупреждения развития аварий и локализации выбросов опасных веществ необходимо предусмотреть следующие мероприятия: конструктивные и технологические решения, наружная и внутренняя отделка, благоустройство и озеленение территории, а также узлы ввода инженерных коммуникаций должны быть выполнены согласно действующих норм и правил.

Для предотвращения ЧС должны быть предусмотрены следующие мероприятия [5]:

- свободный проезд и подъезд автотранспорта к зданию операторной и пожарному инвентарю;
- предусмотрен пожарный подъезд, который обеспечивает доступ пожарных к пожарным резервуарам;
- предел огнестойкости несущих и ограждающих конструкций операторной соответствует II степени огнестойкости;

- по категории производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности здание операторной относится к категории «В»;
- здание операторной оборудуется комплексом средств противопожарной защиты;
- отделочные материалы выполняются с учетом требований пожарной безопасности.

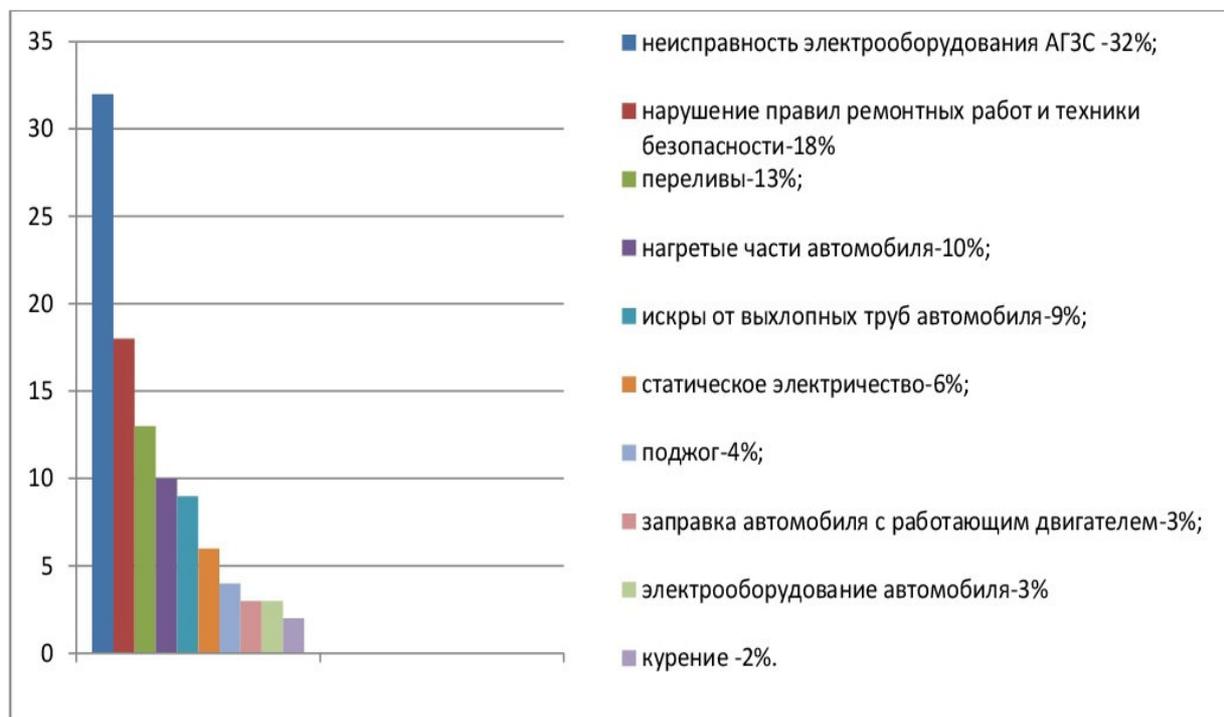


Рис. 3. Причины аварий на АГЗС [3]

При приемке в эксплуатацию:

- повышенные требования к составлению и сдаче исполнительной документации;
- своевременные обнаружения и устранение потенциально опасных участков и очагов возможных отказов;
- безусловное выполнение технологических режимов эксплуатации АГЗС. В ходе эксплуатации;
- обеспечение технологического надзора за качеством ремонта трубопровода СУГ;
- обеспечение безопасной эксплуатации трубопровода СУГ, осуществление планового контроля коррозии;
- составление планов капитального ремонта изоляционного покрытия трубопровода СУГ.

Необходимо разработать специальные организационные мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций в здании и эвакуации людей при пожаре, которые должны предусматривать:

- периодический контроль содержания в исправном состоянии оборудования, контрольно-измерительных приборов, коммуникаций, трубопроводов и проверку их работоспособности, в том числе метрологическое обеспечение систем контроля и управления;
- своевременное устранение предписаний надзорных органов.

Все современные АГЗС должны быть оснащены системой автоматического контроля за эксплуатацией автомобильной газовой заправочной станции. Данная система позволяет автоматизировать все технологические процессы на заправочной станции. Благодаря автоматическому контролю появляется возможность:

- предупреждать возможность переполнения горизонтального цилиндрического резервуара;
- осуществлять контроль непроницаемости горизонтального цилиндрического резервуара;
- выявлять факт утечки паров сжиженного углеводородного газа;
- определить факт появления возгорания;
- отслеживать несанкционированные перемены давления;
- осуществлять мониторинг за всей системой автоматического контроля.

Система предупреждения возможности переполнения горизонтального цилиндрического резервуара состоит из различных систем оповещения, срабатывающих при пересечении топливом минимального и максимального уровня. При срабатывании данной системы происходит автоматическая остановка отпуски СУГ.

Система, отвечающая за контроль непроницаемости, следит за герметичностью резервуаров и оборудования.

Система обнаружения паров СУГ на АГЗС осуществляет мониторинг концентрации паров СУГ: повышение концентрации свидетельствует о возможной утечке, что, соответственно требует приостановки всех операций на АГЗС.

Система обнаружения возгорания блокирует все процессы, происходящие на АГЗС, в случае возникновения аварийной ситуации.

Система автоматического контроля изменения давления состоит из электроконтактного манометра с возможностью автоматического контроля давления и подачей светозвукового сигнала.

Помимо вышеперечисленных систем автоматизации, все АГЗС должны быть оснащены системой заземления и молниезащиты.

3. Ликвидация последствий аварии на АГЗС. Все аварийные работы на заправочной станции выполняются сотрудниками АГЗС. Участие аварийных служб и действия персонала в аварийных работах заправочной станции устанавливается планом мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на АГЗС. Руководитель заправочной станции является ответственным за пересмотр и согласование плана мероприятий с руководителем аварийно-спасательной службы или руководителем профессионального аварийно-спасательного образования [6].

В качестве примера рассмотрим типовой план мероприятий по локализации и ликвидации аварии при заявке: «Авария автоцистерны сжиженных углеводородных газов – утечка газа», сведенный в таблицу [7].

Локализация и ликвидация аварии по заявке: «Авария автоцистерны сжиженных углеводородных газов–утечка газа» [7]

№ п/п	Последовательность проведения работ
1.	Обработка сотрудником аварийно-спасательной службы и проведение вводного инструктажа аварийно-спасательной бригады
2.	Оформление запроса и аварийной заявки бригаде на устранение повреждений
3.	Предоставление бригаде информации об объекте газификации и его особенностях
4.	Установка предупредительных знаков и проведение мероприятий по предотвращению возникновения открытого огня
5.	Рассеивание СУГ
6.	Определение места разгерметизации автоцистерны приборным методом

Продолжение таблицы

№ п/п	Последовательность проведения работ
7.	Проверка загазованности соседних строений в радиусе пятидесяти метром
8.	Проведение мероприятий по ликвидации аварии
9.	Опорожнение поврежденной автоцистерны в другие резервуары
10.	Продувка поврежденной автоцистерны с целью установления отсутствия опасной концентрации газа
11.	Составление акта аварийно-диспетчерского обслуживания
12.	Проведение восстановительных работ

Выводы. В ходе исследования были проанализированы основные виды альтернативного топлива не нефтяного происхождения, выявлены их достоинства и недостатки. Рассмотрены все виды причин аварийных ситуаций на АГЗС и выявлены наиболее распространенные. Определены наиболее эффективные методы предупреждения развития аварийных ситуаций на АГЗС и рассмотрен типовой план локализации ликвидации аварии.

Библиографический список

1. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. М.: Изд-во «НЕФТЬ и ГАЗ», 2009. 640 с.
2. СП 156.13130.2014. Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014. 42 с.
3. Аралов Е.С., Помогалов В.Н., Карташов Н.А. Анализ современных проблем обеспечения надёжности объектов хранения углеводородного сырья // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2020. №4 (21). С. 6–11.
4. Аралов Е.С., Лобачева А.А., Ломанцова А.И. Влияние вредных факторов на организм человека в нефтяной и газовой промышленности // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. №4 (17). С. 34–38.
5. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений (с изменениями № 12). М.: Стройиздат, 2012. 38 с.
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива». Серия 12. Выпуск 15. М.: Закрытое акционерное общество «Научнотехнический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2015. 60 с.
7. Типовые планы локализации и ликвидации аварий. М.: СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ, 2017. 62 с.
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. 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.

Для цитирования: Макаров А.Р., Аралов Е.С., Волох А.С. Причины аварий на автомобильных газозаправочных станциях. Предупреждение их развития и ликвидация последствий // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 1 (22). С. 44–49.

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...»).

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.

Требуемый объем аннотации – 7÷10 строк, набранных шрифтом высотой 10 пт.

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

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

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

6. Обязательным элементом статьи является индекс УДК.

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 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 в редакторе формул MathType. 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. Редакция обеспечивает рецензирование статей. Статья рецензируется не более двух раз, после повторной отрицательной рецензии статья отклоняется.

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

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

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

18. 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.

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