

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО
ИНФРАСТРУКТУРА
КОММУНИКАЦИИ**

Выпуск № 1(42) 2026

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

тел.: +7(473)2-07-22-20;

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(42)

Март, 2026

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

Воронеж



Издается с 2015 года

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Научный журнал

Выходит 1 раз в квартал

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Куцыгина О.А., д-р техн. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

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

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

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

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

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

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

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

Дата выхода в свет 31.03.2026. Усл. печ. л. 6,16. Формат 60×84/8. Тираж 25 экз. Заказ № 33.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-68664

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

Цена свободная

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

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

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

ОТПЕЧАТАНО: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ

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

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	6
<i>Шнурникова Е. П., Янгель Д. А.</i> Модерн как самый узнаваемый и наиболее сохранившийся архитектурный стиль Екатеринодара	6
<i>Шнурникова Е. П., Бердник А. А.</i> Утрата идентичности: что искажает облик исторического центра города Краснодара	14
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	18
<i>Истомин Д. Н., Капустина А. С., Долбилова М. А., Калинина А. И.</i> Выбор системы газораспределения для индивидуального жилищного строительства	18
<i>Мартыненко О. М., Петрикеева Н. А.</i> Аварийный режим работы газораспределительных сетей	28
<i>Былинкин Д. А., Колосов А. И., Серикова И. А.</i> Анализ современных полиэтиленовых газопроводов	33
<i>Петрикеев А. Д., Сериков Г. С., Мышовская Л. П.</i> Методы снижения шума в пунктах редуцирования газа	38
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	43
<i>Хабаров Д. А., Хабарова И. А., Борисова Т. П.</i> Теоретические основы выбора материалов для покрытий при строительстве спортивных объектов	43
СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ	48
<i>Брехин И. Ю., Самофалова А. С.</i> Проблема вибраций в нефтегазовой отрасли: комплексный анализ	48
ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ	52

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

УДК 72.036.2

МОДЕРН КАК САМЫЙ УЗНАВАЕМЫЙ И НАИБОЛЕЕ СОХРАНИВШИЙСЯ АРХИТЕКТУРНЫЙ СТИЛЬ ЕКАТЕРИНОДАРА

Е. П. Шнурникова, Д. А. Янгель

*Кубанский государственный технологический университет**Е. П. Шнурникова, ст. преподаватель кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий
им. А. В. Титова**Россия, г. Краснодар, тел.: +7(900)244-16-68, e-mail: shnurnikova@mail.ru**Д. А. Янгель, студент факультета архитектуры, строительства и автомобильных дорог**Россия, г. Краснодар, тел.: +7(918)631-91-48, e-mail: dallermirror666@gmail.com*

Постановка задачи. Анализ стиля модерн в качестве доминирующего архитектурного кода исторического центра города Краснодара (бывшего Екатеринодара) представляет значительный научный интерес для урбанистики, истории архитектуры и культурологии. Системное изучение указанного феномена выходит за рамки инвентаризации объектов культурного наследия и предполагает решение двух фундаментальных исследовательских задач. Это выявление комплекса социально-экономических и культурологических причин, обусловивших доминирование стиля модерн в архитектурном облике Екатеринодара в период конца XIX – начала XX веков, что сделало его ключевым элементом визуальной идентичности города. И, затем, установление совокупности исторических, экономических и технологических факторов, обеспечивших высокую степень сохранности архитектурного пласта указанного периода в сравнении с другими городами Российской Федерации, подвергшимися масштабным трансформациям в XX веке.

Результаты. В работе выявлено, что экономический расцвет Екатеринодара на рубеже XIX-XX веков напрямую обусловил появление и сохранность его архитектурного символа – уникального модерна, синтезировавшего европейские веяния с местной идентичностью.

Выводы. Екатеринодарский модерн – это уникальный архитектурный ансамбль, отражающий «золотой век» города, а его сохранность формирует культурный код и уникальность современного Краснодара, требующие ответственного сохранения.

Ключевые слова: модерн, стиль, фасад, Екатеринодар, архитектурный ансамбль, идентичность, сохранность.

Введение. При ознакомлении с территорией исторического центра города Краснодара, характеризующегося значительным озеленением и сохранностью исторической застройки, наблюдатель неизбежно акцентирует внимание на архитектурных элементах, представляющих историко-культурную ценность. В числе наиболее представительных примеров – фасад особняка, декорированный скульптурными изображениями сов и соцветий подсолнечника, кованое балконное ограждение, металлические завитки которого стилизованы под формы морских раковин, а также скульптура льва, размещенная при входе в бывшее доходное здание купеческой постройки. Указанные элементы не являются исключительно декоративными. Они выполняют функцию символических маркеров,

формирующих специфический архитектурный дискурс исторической части города. Данный визуальный язык может быть идентифицирован как стиль модерн, получивший распространение в период конца XIX – начала XX веков. Для многих городов юга России характерны свои архитектурные детали: Ростов-на-Дону гордится своим конструктивизмом и эклектикой, Одесса – классицизмом и барокко, Таганрог – итальянским ренессансом. Но когда речь заходит о Краснодаре, его визитной карточкой, его самым узнаваемым и целостным стилем становится именно модерн [1]. Он не просто присутствует в городском ландшафте – он во многом и формирует его, создавая тот самый неповторимый облик «большого южного города», уютного и полного скрытых деталей.

Относительно кратковременный, но исключительно продуктивный период развития архитектуры рубежа XIX–XX веков оказал существенное влияние на формирование историко-культурного ландшафта города благодаря комплексу социально-экономических предпосылок. Сохранность объектов, отличающихся визуальной легкостью и декоративной сложностью, объясняется их капитальностью и адаптационным потенциалом в условиях социально-политических трансформаций XX столетия. Ключевым фактором стало преобразование города из военно-административного форпоста в крупный торгово-промышленный узел в период экономического подъема XIX века. Данная трансформация структурировала формирование класса предпринимателей и меценатов, которые стремились к узаконению своего статуса через масштабное гражданское строительство [2].

Символический код екатеринодарского модерна характеризуется смешанным сочетанием элементов, где причудливые растительные орнаменты, отражающие местную флору, интегрированы с эклектичными древнеегипетскими мотивами, а ажурная художественная ковка приобрела статус идентификационного признака целого архитектурного периода [1]. Ключевым аспектом исследования является анализ факторов сохранности данного архитектурного наследия, пережившего социально-политические трансформации XX века. Благодаря уникальной совокупности исторических, экономических и градостроительных условий, современные исследователи имеют возможность изучать указанные объекты как репрезентативный источник, где каждый архитектурный элемент представляет собой нарратив, раскрывающий специфику купеческих амбиций, эволюцию художественных предпочтений и устойчивую тенденцию к созидательной деятельности в период экономического расцвета региона.

1. Исторический контекст: золотой век Екатеринодара – почва для модерна. Для понимания причин утверждения стиля модерн в качестве архитектурного символа Екатеринодара требуется реконструкция исторического контекста города на рубеже XIX–XX столетий. В указанный период Екатеринодар не являлся типичным губернским центром, а представлял собой пространство интенсивной социально-экономической и культурной трансформации. Данный этап характеризуется стремительной модернизацией всех сфер городской жизни, что может быть определено как период экономического и культурного ренессанса. Стиль модерн в архитектуре появился как прямое и закономерное выражение указанных трансформационных процессов, отражая динамику «золотого века» в материальной форме [2].

Ключевым событием стал 1867 год, когда Екатеринодар получил статус гражданского города. Это сняло многовековые ограничения на торговлю и переселение людей, не имеющих воинского звания. Город наводнили предприимчивые купцы, ремесленники, промышленники из центральной России. Он стремительно превращался из патриархальной казачьей станицы в крупный экономический центр юга России. Здесь бурно развивалась мукомольная, маслобойная, табачная промышленность, а главное – торговля хлебом. Этот экономический бум породил новый класс – екатеринодарскую буржуазию, разбогатевшую на торговле и производстве [3].

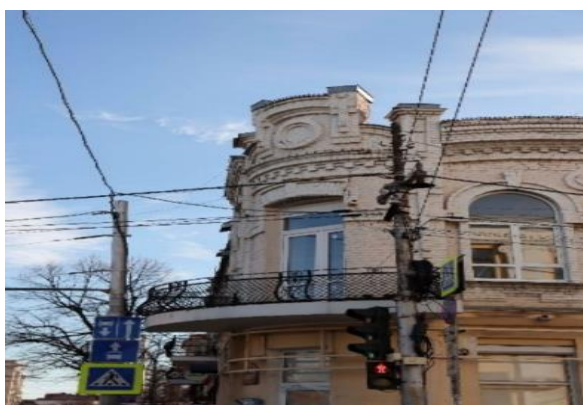
Формировавшаяся в указанный период региональная элита, обладавшая значительными экономическими ресурсами, демонстрировала выраженную потребность в репрезентации своего социального статуса через преодоление традиционных норм казачьей культуры. Возведение репрезентативных особняков стало наиболее релевантным механизмом демонстрации экономического успеха. При этом наблюдался сознательный отказ от архитектурных стилей предыдущей эпохи (классицизм, эклектика), ассоциировавшихся с уходящей дворянской парадигмой. Возник запрос на актуальный стилистический язык, способный визуализировать прогрессивность и эстетические претензии нового класса. Таким языком стал модерн (рис. 1).



Рис. 1. Доходный дом Кузнецова в Краснодаре [3]

Его характеристики – отказ от исторических канонов, пластическая свобода, применение дорогостоящих материалов и акцент на индивидуальности – оказались конгруэнтны запросам екатеринодарской буржуазии.

Расцвету модерна способствовал и технический прогресс. Широкое применение получили новые технологии: железобетонные перекрытия, позволявшие создавать огромные витражные окна и сложные эркеры, и металлоконструкции, которые делали возможными те самые ажурные, «парящие» балконы и козырьки (рис. 2).



а)



б)

Рис. 2. Городские фасады: а – на ул. Рашилевская, 47/1; б – на ул. Рашилевская, 22 [4]

В городе и вокруг него открылись многочисленные кирпичные заводы (заводы Лукьянова, Тарасова, братьев Кирпичевых), обеспечившие строителей качественным местным материалом. Появились и свои кадры: талантливые местные архитекторы. Это Иван

Мальгерб и Александр Козлов (рис. 3), а также инженеры и приглашенные из столиц мастера, которые привозили с собой самые свежие идеи и воплощали их в кубанском камне [4]. Конкуренция в пределах правящего класса проявляла себя в том числе и в сфере архитектуры, где каждый заказчик стремился достичь превосходства над другими не только через масштаб, но и через художественную уникальность сооружения.

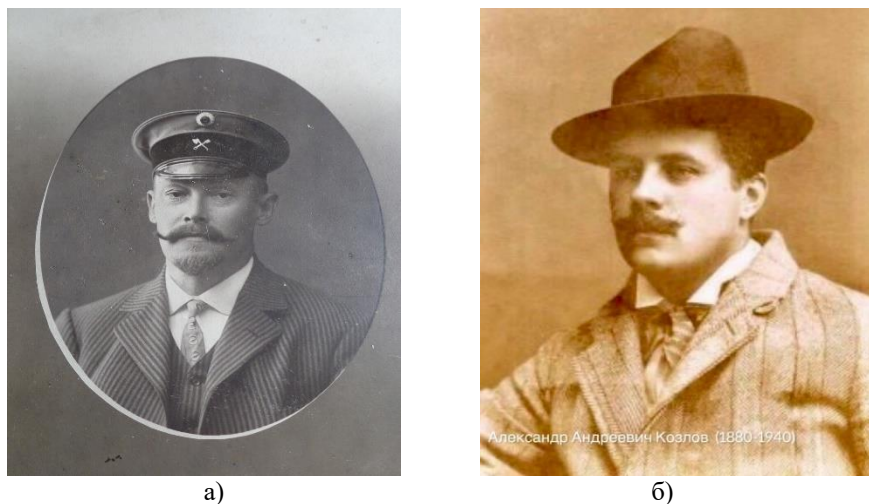


Рис. 3. Портреты талантливых местных архитекторов: а – Иван Мальгерб; б – Александр Козлов

Важно, что город не просто богател, но и культурно вырос. Открывались театры, библиотеки, художественные училища. Купцы активно занимались меценатством. В этой атмосфере просвещения и роста самосознания модерн с его ориентацией на синтез искусств (архитектура + живопись + скульптура) оказался как нельзя кстати. Он был не просто стилем богатых домов, он был стилем новой, современной жизни.

Таким образом, утверждение стиля модерн в архитектуре Екатеринодара может быть интерпретировано как закономерное следствие социокультурных и экономических процессов конца XIX – начала XX века. Данный стиль стал материальной репрезентацией доминирующих тенденций эпохи: интенсивного развития капиталистических отношений, технологической модернизации, а также культурных амбиций и стремления к статусной репрезентации новой городской элиты [4].

Важно подчеркнуть, что распространение модерна в регионе не являлось механическим заимствованием столичной архитектурной моды, а представляло собой осознанный выбор, отражающий специфику динамичного городского развития и формирующейся локальной идентичности.

2. Узнаваемые черты екатеринодарского модерна: авторский почерк в камне и металле. Модерн в Екатеринодаре – это не просто копия столичной архитектуры, а совершенно уникальное явление. Он взял общие идеи стиля, но переплавил их через местные традиции, практические потребности купцов и безудержную фантазию архитекторов. Узнается он по нескольким ярким деталям, которые создают неповторимый облик города.

Наиболее характерной особенностью екатеринодарского модерна является эклектичный синтез разнообразных стилистических мотивов, получивший в исследованиях определение «кубанский космополитизм» [3]. В отличие от северного модерна, ориентированного на флористические образы ирисов и лилий, местная версия стиля демонстрирует обращение к автохтонным растительным символам: подсолнуху (соляная семантика и репрезентация процветания), виноградной лозе (символика витальной силы и аграрного изобилия), злаковым культурам и даже подорожнику. Указанные элементы выполняли не только декоративную, но и семиотическую функцию, выступая в роли

апотропеических знаков, призванных обеспечить благополучие домовладельцев. Зооморфный декор фасадов, включающий изображения сов (дом архитектора Козлова), львов, саламандр и дельфинов, совмещал эстетическую функцию с символической нагрузкой, отражая как охранительные практики, так и социально-статусные амбиции заказчиков. Особый интерес представляет аккультурация восточных и древнеегипетских мотивов, репрезентированных в оформлении особняка Богарсуковых (ул. Гимназическая, 67) (рис. 4) через стилизованные изображения лотосов, пальметт и сфинкса. Данный факт свидетельствует не только о распространении общеевропейских ориенталистских тенденций, но и о включении местной купеческой элиты в общеимперский культурный контекст [5].



Рис. 4. Особняк Богарсуковых [5]

Особую значимость в контексте екатеринодарского модерна приобретает художественная ковка, выступающая не второстепенным элементом ограждений, а ключевым компонентом архитектурно-художественного решения. В отличие от более ранних кованых конструкций, отличавшихся функциональной простотой и массивностью, модерн характеризуется применением сложных пластических форм: извилистых линий, спиралевидных элементов и фитоморфных завитков, стилизованных под растительные организмы [5].

Ажурные балконные ограждения, кованые козырьки-маркизы, декоративные водосточные системы и флагодержатели трансформировались в самостоятельные объекты прикладного искусства. Важно отметить, что для каждого архитектурного объекта разрабатывались индивидуальные кованые элементы, что свидетельствует о высоком уровне индивидуализации и художественном соперничестве между мастерами-кузнецами [5].

Дома в стиле модерн никогда не бывают скучными и статичными. Они словно движутся. Фасады оживляют выступающие эркеры, которые часто венчают острые или куполообразные крыши. Это создает особый ритм вдоль улицы. Вход в дом мог быть смещен вбок, главный акцент делался на углу здания, а окна разной формы и размера собирались в причудливые группы. Возникало ощущение, что дом не построили по линейке, а он сам вырос таким, как живой организм. Архитекторы любили сочетать разные материалы, чтобы добиться выразительности. Гладкая штукатурка стен идеально оттеняла пышную лепнину: ракушки, маски, женские головки и растительные орнаменты. Темный фактурный кирпич красиво выделялся на фоне светлой штукатурки, подчеркивая форму окон и дверей. Керамическая плитка, яркая майолика и мозаика использовались для оформления входов и парадных, добавляя зданиям цветности и нарядности [6].

3. Почему модерн сохранился лучше других стилей. Превосходная сохранность архитектурного наследия стиля модерн в Краснодаре по сравнению с другими

историческими стилями объясняется комплексом взаимосвязанных факторов. Возможность современного наблюдения значительного количества объектов данного стиля в историческом центре является результатом уникального сочетания объективных исторических обстоятельств и субъективных социально-экономических предпосылок [6]. Данный феномен представляет собой не случайное стечение обстоятельств, а закономерный исход системы факторов, включающей: благоприятные военно-исторические условия, экономическую целесообразность сохранения застройки и социокультурную адаптацию архитектурного наследия. Именно эта многофакторная формула обеспечила сохранность архитектурного пласта периода XX столетия.

Фактор военной удачи: «Не стоять на пути у бульдозера». В Гражданскую войну (1917-1922 гг.) Екатеринодар был стратегическим центром – столицей Белого юга России. Бои за него велись, но они носили скорее маневренный характер. Здесь не было длительных, изматывающих уличных боев с недельными артиллерийскими обстрелами каждого квартала, как в некоторых других городах. Здания получали некоторые повреждения (например, знаменитый шрам от снаряда на здании художественного музея им. Коваленко) (рис. 5) [7].



Рис. 5. Художественный музей им. Ф. А. Коваленко [6]

В Великую Отечественную войну (1941-1945 гг.) Краснодар был оккупирован и пострадал. Немецкие войска при отступлении действовали по тактике «выжженной земли»: минировали и взрывали здания, жгли их. Постановлением Советского правительства город был включён в число пятнадцати городов, подлежащих первоочередному восстановлению. Но! Не было ковровых бомбардировок. Краснодар не подвергался массированным ударам с воздуха, которые стирали с лица земли целые районы в таких городах, как Сталинград, Воронеж, Севастополь. Авиация бомбила в основном стратегические объекты (железнодорожный вокзал, промышленные предприятия), а не исторический центр. Каменные коробки устояли. Особняки строились на совесть. Объятый огнем каменный дом часто выгорал изнутри, но его несущие стены и фундамент оставались. Это давало возможность восстановить здание после войны, а не строить на его месте новое. Поврежденные, но уцелевшие «коробки» особняков было проще отремонтировать [7].

В 1946 г. был создан генеральный план «послевоенного восстановления», именно на основании этого документа происходило возрождение и развитие города (с 1946 по 1954 год восстановлено свыше трех тысяч домов). В связи с тем, что финансирование, выделенное на восстановление города, было использовано для развития отраслей сельского хозяйства Краснодарского края, все здания возводились хозяйственным способом из местного бюджета. Особенностью реконструкции была надстройка одного или двух этажей над сохранившимися зданиями.

Фактор градостроительной специфики: «Не попали под каток генплана». Краснодар избежал масштабной реконструкции в сталинские и хрущевские времена. Генплан «великой сталинской эпохи» появился лишь в 1940 году, но воплотить его в реальность не получилось, помешала Великая Отечественная война. В отличие от Москвы или Ленинграда, где ради прокладки широких проспектов (например, Невского в Ленинграде или проспекта Калинина в Москве) безжалостно рубили исторические кварталы, в Краснодаре не было грандиозных пробивок. Историческая планировка центра с ее уютными, неширокими улицами осталась практически нетронутой.

Немаловажную роль сыграл фактор капитальности и «молодости»: «крепкий и современный». Типичный особняк екатеринодарского модерна (например, дом архитектора Никитина (рис.6) или особняк Богарсуковых (рис.4)), эти здания возводились на пике экономического расцвета Кубани (конец XIX – начало XX вв.) с использованием самых передовых на тот момент материалов и технологий: прочный кирпич, железобетонные перекрытия, мощные фундаменты. Это были не деревянные одноэтажные домишки и не амортизированные к 30-м годам постройки. Их было физически сложно разрушить и экономически невыгодно сносить.

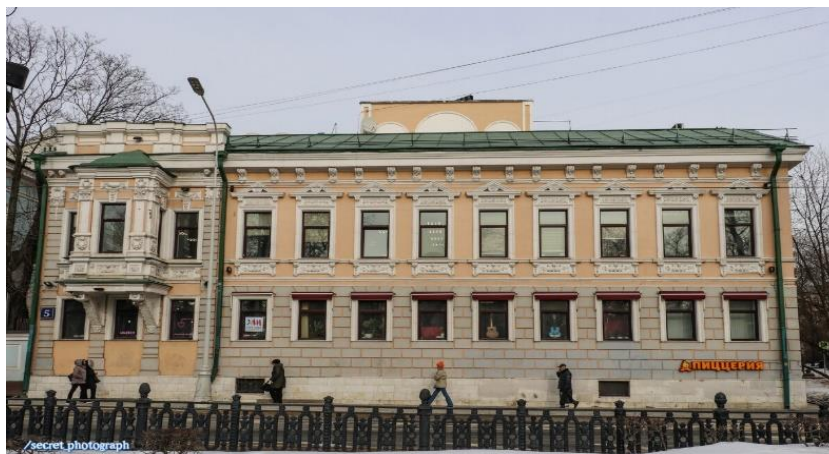


Рис. 6. Дом архитектора Никитина [8]

К 1920-30-м годам этим зданиям было всего 20-40 лет. По меркам города они были не древними реликвиями, а скорее «новым жилым фондом». Они не воспринимались властями как безнадежно устаревшие трущобы, подлежащие немедленному сносу. С ними было можно и нужно работать [6, 8].

Еще одним значимым фактором, обусловившим сохранность архитектурного наследия стиля модерн, являются прагматизм и адаптация: «Приспособить, а не снести». Это, возможно, главная причина, почему особняки уцелели уже в советское время. Идеальные «дворцы для народу»: большие, светлые, с высокими потолками и просторными залами купеческие особняки и доходные дома идеально подходили для нужд молодого советского государства. В них прекрасно размещались административные учреждения: райкомы и горисполкомы, народные суды, военкоматы; социальные объекты: библиотеки, поликлиники, детские сады и ясли; коммунальное жилье: доходные дома легко превращались в многоквартирные коммуналки, а также проектные институты, художественные мастерские, музеи. Новой власти нужны были не символы прошлого, а полезные площади. Сносить добротные каменные здания, чтобы на их месте строить такие же по размеру (но уже советские) было верхом расточительства. Гораздо прагматичнее было вывесить на фасаде купеческого особняка красную звезду и табличку «Райком партии». Эта тотальная «перепрощивка» смыслов спасла светскую архитектуру. Храмы и дворянские

усадеб, не нашедшие нового применения, зачастую разделили гораздо более печальную участь [5, 8].

Фактор человеческий: «Это просто наш город». Со временем то, что изначально спасли из прагматизма, стало цениться по-настоящему. Несколько поколений краснодарцев выросли среди этих особняков. Здания перестали ассоциироваться с «ненавистным царизмом» и стали восприниматься просто как неотъемлемая часть родного города, его уникальный архитектурный код. Эти дома создавали ту самую среду, ту «атмосферу места», которая отличала Краснодар от любого другого города. Они стали предметом своеобразной гордости и любви. А то, что любят, уже не хочется бездумно ломать. Это общественное чувство в конечном итоге стало почвой для появления краеведов, активистов и в конце концов – для официального признания этих зданий памятниками архитектуры, охраняемыми государством.

Выводы. Архитектурный стиль модерн сформировался в качестве доминирующего элемента городской среды Екатеринодара-Краснодара в силу объективных предпосылок. Его преобладающее положение в исторической застройке центральной части города и исключительная степень сохранности представляют собой закономерный исход комплекса взаимосвязанных экономических, исторических и культурных детерминант.

Указанный стиль репрезентирует материальную фиксацию периода экономико-культурного расцвета Екатеринодара в период XIX-XX веков. Его утверждение может быть интерпретировано как результат целенаправленного выбора новой предпринимательской элиты, которая посредством современной архитектуры стремилась к легитимации социального статуса и демонстрации прогрессивных социокультурных ориентаций.

Екатеринодарский модерн не является провинциальным подражанием. Его уникальность – в синтезе общеевропейских канонов стиля с местным колоритом. Узнаваемый «почерк» сформировали мотивы кубанской флоры и фауны (подсолнухи, виноград, совы), а также смелые эксперименты с экзотическими (египетскими) мотивами.

Особенностью исторического поселения г. Краснодар и его отличительной чертой является высокая для Краснодарского края концентрация памятников историко-культурного наследия [9, 12]. И приоритетной задачей сегодня является сохранение и развитие этого уникального достояния, которое пережило Великую Отечественную войну, а затем было спасено благодаря своей функциональности, массово заняв под нужды советских учреждений, коммуналок и библиотек.

Библиографический список

1. Бардадым В.П. Архитектура Екатеринодара. Краснодар: Советская Кубань, 1997. 256 с.
2. Екатеринодар - Краснодар: Два века города в датах, событиях, воспоминаниях: Материалы к Летописи / Краснодар. гор. Дума. Краснодар: Кн. изд-во, 1993. 800 с.
3. Кизицкий М.И. Лики старого Краснодара: историко-архитектурные очерки / М.И. Кизицкий, Н.А. Козлова; под ред. В. В. Семенкова. Ч. 1. Краснодар: ИМСИТ, 2017. 196 с.
4. Онищенко С.В., Шнурникова Е.П., Петриченко А.Ю. Методы решения проблем сохранения и развития исторических городов на примере Краснодарского края // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. № 1(34). С. 11–18.
5. Слышкин М.А. Кованый металл в архитектуре Юга России конца XIX – начала XX века (на примере Екатеринодара) // Academia. Архитектура и строительство. 2020. № 2. С. 112–119.
6. Федоренко Р.П. Судьба историко-архитектурного наследия Краснодара в XX веке: утраты и сохранение // Культурная жизнь Юга России. 2012. № 3 (46). С. 78–81.
7. Шнурникова Е.П., Волохин В.Ю., Кондрашов А.В. Использование принципов органической архитектуры в исторической части города Краснодара // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 3(32). С. 6–10.
8. Шахова Г.С. Особняки Екатеринодара. Краснодар: Традиция, 2012. 168 с.

Для цитирования: Шнурникова Е.П., Янгель Д.А. Модерн как самый узнаваемый и наиболее сохранившийся архитектурный стиль Екатеринодара // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2026. №1 (42). С. 6–13.

УДК 69.07

УТРАТА ИДЕНТИЧНОСТИ: ЧТО ИСКАЖАЕТ ОБЛИК ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ГОРОДА КРАСНОДАРА

Е. П. Шнурникова, А. А. Бердник

*Кубанский государственный технологический университет**Е. П. Шнурникова, ст. преподаватель кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий им. А. В. Титова**Россия, г. Краснодар, тел.: +7(900)244-16-68, e-mail: shnurnikova@mail.ru**А. А. Бердник, студент кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий имени А.В. Титова Россия, г. Краснодар, тел.: +8(909)454-73-23, e-mail: ann22852@mail.ru*

Постановка задачи. Архитектура является неотъемлемой частью жизни каждого человека, она формируется на протяжении многих лет и несомненно является уникальной и неповторимой. Историческая архитектурная застройка несет в себе наложение культурных пластов различных эпох. В работе были проанализированы ключевые проблемы исторического поселения города Краснодара, их взаимосвязь и последствия для жителей, намечены возможные пути решения.

Результаты. Рассмотрены факторы, влияющие на искажение облика исторического центра и предложены необходимые действия для сохранения культурного наследия города Краснодара.

Выводы. Проведенное исследование позволяет констатировать, что современный облик исторического центра Краснодара находится в состоянии кризиса идентичности, вызванного совокупным воздействием двух ключевых факторов: диссонирующей застройки и гипертрофированного транспортного потока. Архитектурный диссонанс, проявляющийся в нарушении масштаба, использовании чужеродных материалов и точечной уплотнительной застройки, привел к визуальной деградации исторической среды. Утрата идентичности центра Краснодара – это не только вопрос утраты отдельных объектов, но и системная проблема разрушения целостной историко-культурной среды. Для ее решения необходима не точечная, а комплексная градостроительная политика, направленная на реабилитацию исторического ландшафта, включая жесткое регулирование новой застройки, вывод транзитного транспорта и приоритетное развитие пешеходных и общественных пространств.

Ключевые слова: диссонирующая застройка, историческое поселение, Краснодар, реконструкция, центр, плотность застройки, идентичность.

Введение. Краснодар – город с уникальным историческим наследием, который стремительно теряет свой облик и качество городской среды из-за проблем с застройкой и транспортной системой. Сохранение исторической застройки крайне важно, так как это история, которую необходимо беречь. Отсутствие должного внимания к проблеме сохранения исторической застройки негативно отразится как на материальной, так и на духовной сфере человеческой жизни.

В архитектуре на протяжении многих эпох существовало общее правило построения фасадов: композиция здания развивалась снизу-вверх от более массивных форм к облегченным и декоративным. Нижние этажи, особенно цокольный и первый, проектировались визуально тяжелыми и основательными. Для этого использовались крупные элементы: массивный руст (отесанные камни), мощная раскреповка (выступ) на углах здания, глубокий рельеф и солидные архитектурные детали. По мере движения взгляда вверх насыщенность крупными элементами постепенно уменьшалась. Верхние этажи и

венчающая часть здания украшалась более изящным и плоским декором: розетками, медальонами, лепным орнаментом, ажурными карнизами [1, 2].

Эта индивидуальная для каждого объекта закономерность, будучи примененной ко всем зданиям на улице, создавала единый, гармоничный и ритмичный архитектурный ансамбль, формируя упорядоченную историческую среду [3]. Этот принцип прекрасно прослеживается в исторической застройке центра Краснодара, особенно на улицах, сформировавшихся на рубеже XIX–XX веков. Этому правилу придерживались и архитекторы в советский период развития исторического поселения города Краснодара.

1. Примеры застройки и ее особенности. Рассмотрим исторические особняки и доходные дома, например, дом по ул. Красной, 15. Часто можно увидеть, что первый этаж отделан глубоким рустом, а на втором и третьем этажах руст сменяется гладкой штукатуркой. Окна верхних этажей часто украшены наличниками с лепниной, небольшими фронтонами или сандриками, а под карнизом тянется декоративный фриз с орнаментом, что является классическим примером (рис.1).



Рис. 1. Дом по ул. Красной, 15

Еще один объект – здание администрации Краснодарского края (бывший Дом Советов). Его цокольная часть облицована крупным грубым камнем, что создает впечатление монолитности и надежности. Верхние же этажи отделаны более гладко и завершаются декоративным парапетом. Построен 60-х годах XX века архитекторами Сухановской Н.П. и Титовым А.В. (рис.2).



Рис. 2. Здание Краевой администрации

Рост численности населения привел к тому, что все больше объектов культурного наследия застраиваются в лучшем случае, в худшем же подвергаются сносу и уже после на их месте возвышаются многоквартирные дома. Нельзя забывать, что уничтожение архитектуры влечет за собой не только потерю истории, а также потерю идентичности. Дворы превращаются в темные, тесные колодцы, лишённые зелени и уюта [4, 5].

2. Диссонирующая застройка. Стремление современного человека к высотной застройке привело к тому, что исторические панорамы, которые раньше можно было увидеть с угла улицы, теперь перекрыты новыми корпусами [6]. Ярким примером является здание на ул. Красной 176 (ЖК «Центральный»), которое своими гигантскими арками буквально «задавило» отреставрированное здание галереи «Арт-Союза» и заменило весь вид на этом отрезке главной улицы. Также показателен ЖК «Екатерининский» на углу ул. Красноармейской и Мира, чья высота диссонирует с окружением. Дом жилой «доходный» по ул. Рашиповской 55, являющийся объектом культурного наследия регионального значения, меркнет на фоне нового офиса (рис.3).

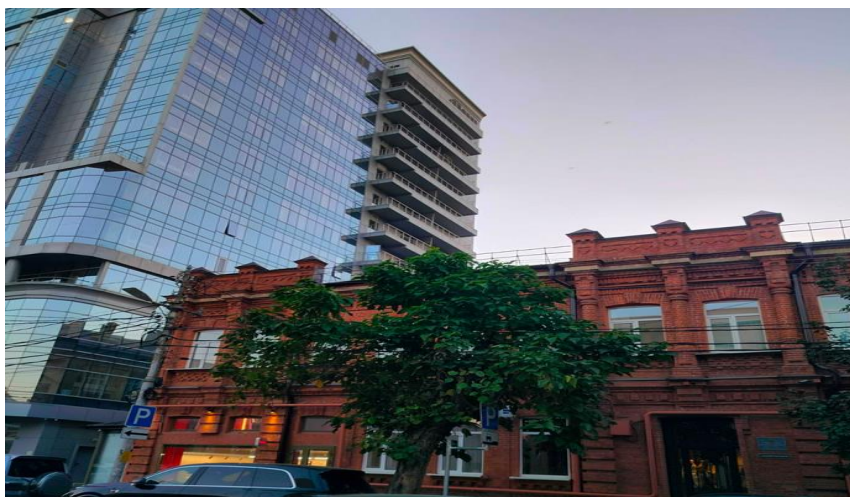


Рис. 3. Дом жилой «доходный»

Последствиями диссонирующей застройки является визуальный хаос: городская среда становится негармоничной и центр перестает восприниматься как целостный исторический ансамбль. Плюс ко всему, после того как на месте старых 2-х и 3-х этажных зданий начинают возвышаться многоквартирные дома, люди начинают ощущать ухудшение качества жизни, так как проблемы точечной застройки и коллапса улично-дорожной сети неразделимы. Они образуют порочный круг: уплотнительная застройка приводит к увеличению плотности населения и числа автомобилей, что обрушивает и без того хрупкую транспортную систему. Хаотичные парковки уничтожают последнее общественное пространство, а высотные новостройки навсегда меняют исторический силуэт города, превращая его в типичный, лишённый индивидуальности муравейник [2, 7, 8].

Уже сейчас власти предпринимают попытки для решения этой проблемы. В 2019 году вышел приказ «Об утверждении предмета охраны, границ территории и требований к градостроительным регламентам в границах территории исторического поселения регионального значения город Краснодар Краснодарского края» [1, 9].

Также для решения данной задачи стоило бы предпринять трехмерное картографирование. Создание точной 3D-модели исторического центра с учетом всех регламентов (высотность, охранные зоны) необходимо. Любой проект застройщика должен будет вначале пройти «цифровую примерку» в этой модели, где будет сразу видно, как он

влияет на объемно-пространственный облик улицы, инсоляцию соседних зданий и территорий, ветровые потоки и панорамы.

Стоит отметить, что необходимо разработать и методику интеграции современной архитектуры в историческую среду города Краснодара [10, 11], например:

- надстройка мансардных этажей (где это диктуется силуэтом улицы);
- качественная реконструкция задних фасадов и внутренних дворов с учетом доступности маломобильных групп населения;
- строительство новых объектов в глубине кварталов, на месте старых гаражей и сараев, без выхода на историческую красную линию улицы.

Выводы. Исторический центр города Краснодара сегодня оказался в ловушке собственной привлекательности. С одной стороны – это сердце города, сосредоточение его идентичности, культуры и памяти. С другой – это поле битвы коммерческих интересов и градостроительной безответственности. Без комплексного подхода и кардинальной смены приоритетов этот процесс может стать необратимым. Спасение центра Краснодара – это не вопрос ностальгии по прошлому, а практическая инвестиция в его будущее. Это вопрос экономики, туристической привлекательности и, в конечном счете, качества жизни каждого горожанина. Сохранить центр – значит не законсервировать его, а бережно вписать в современную жизнь, не растеряв уникальный дух Екатеринодара. От этого выбора зависит останется ли центр Краснодара живым сердцем города или превратится в бездушную бетонную коробку с бесконечными транспортными пробками.

Библиографический список

1. Благодер Т.П., Синицына И.Г., Синицын А.В. Сохранение культурного наследия учитывает как часть социально-экономического развития Тверской области на долгосрочную перспективу // Анализ новой геополитической реальности на государственное управление и развитие Российской Федерации: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Грозный: Чеченский государственный университет, 2020. С. 127–135.
2. Тулинова Т.А., Калошина С.В. Особенности реконструкции зданий в старинных частях города // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2021. Т. 2. С. 92–96.
3. Краеведческие музеи как форма культуры российской провинции [Электронный ресурс]. URL: <http://museumstudy.ru/wp-content/uploads/2015/12/Alekseeva.pdf> (дата обращения: 01.09.2025).
4. Шнурникова Е.П., Горзова С.П., Кононенко В.В. Реконструкция городской застройки с учетом доступности маломобильных групп населения на примере г. Краснодара // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19, № 7. С. 1069–1078.
5. Онищенко С.В., Шнурникова Е.П., Петриченко А.Ю. Методы решения проблем сохранения и развития исторических городов на примере Краснодарского края // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. № 1(34). С. 11–18.
6. Сокольская О.Н., Шнурникова Е.П. Оценка биосферной совместимости застройки южного города (на примере города Краснодара) // Электронный сетевой политематический журнал Научные труды КубГТУ. 2019. № 7. С. 51–61.
7. Титорова Д.Д. 3D-моделирование в реконструкции зданий // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №1 (38). С. 15–22.
8. Сокольская О.Н., Дубиненко Н.А. Послевоенное восстановление Краснодара // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №2 (35). С. 14–17.
9. Шнурникова Е.П., Волохин В.Ю., Кондрашов А.В. Использование принципов органической архитектуры в исторической части города Краснодара // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. №3(32). С. 6–10.
10. Черных А.В. Ревитализация пространства как способ сохранения культурных ценностей // Искусствоведение и дизайн в современном мире: традиции и перспективы: сборник материалов Всероссийской XV научно-практической конференции молодых учёных. Тамбов: Издательский дом «Державинский», 2022. С. 64–69.
11. Шнурникова Е.П., Захарченко Б.А. Воссоздание исторического центра города Краснодара на примере реконструкции доходного дома // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. № 4(41). С. 6–10.
Для цитирования: Шнурникова Е.П., Бердник А.А. Утрата идентичности: что искажает облик исторического центра города Краснодара // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2026. №1 (42). С. 14–17.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 621.64

ВЫБОР СИСТЕМЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Д. Н. Истомин, А. С. Капустина, М. А. Долбилова, А. И. Калинина

*Воронежский государственный технический университет**Д. Н. Истомин, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(950)751-91-89, e-mail: d-ist1000@mail.ru**А. С. Капустина, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(905)673-34-13, e-mail: ankarustina01@mail.ru**М. А. Долбилова, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)218-90-25, e-mail: kirnova.ma@gmail.com**А. И. Калинина, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел. +7(952)101-72-96, e-mail: aikalinina@cchgeu.ru*

Постановка задачи. В связи с актуальностью вопроса в работе необходимо проанализировать особенности систем газоснабжения для индивидуального жилищного строительства (ИЖС). Разработать варианты распределительных газопроводов сельского населенного пункта и выбрать вариант с минимальными затратами на оборудование и материалы.

Результаты. Выполнен анализ особенностей систем газоснабжения для индивидуального жилищного строительства в сельской местности. Показано, что вариант с установкой бытовых шкафов регуляторных пунктов (ШРП) по приведенным годовым затратам более выгодный. Материалоемкость прокладки полиэтиленовых труб уличной газовой сети среднего давления в три раза ниже варианта прокладки сети низкого давления. Сметная стоимость варианта с низким давлением в 2,35 раз выше, чем варианта со средним давлением газа.

Выводы. Вариант газификации с помощью системы со средним давлением является самым перспективным для газоснабжения, но вариант с низким давлением по-прежнему остается актуальным и востребованным.

Ключевые слова: газопровод, газовые сети, среднее давление газа, индивидуальное жилищное строительство, технико-экономические показатели, сравнение.

Введение. На всем протяжении развития газовой отрасли одним из главных вопросов оставался вопрос о газификации поселков с целью их дальнейшего развития и повышения уровня благосостояния. На конец прошлого, 2024, года по стране уровень газификации составил 74,7 %, т.е. чуть менее 30 % населенных пунктов на территории России все еще не имеют возможности использовать природный газ. Для сельской же местности к концу следующего года стремятся достичь 67,8 %. [1]. После пандемии 2020 года увеличилась доля работающих на удаленной работе и значительно вырос спрос на загородное жилье. В вопросах газификации сельской местности, загородных коттеджных поселков и дачных участков одним из самых трудоемких процессов является проектирование.

Текущий уровень газификации и наметившаяся тенденция роста количества строящихся загородных поселков делают вопросы разработки обоснованной концепции проектирования распределительных газопроводов на землях, предназначенных для индивидуального жилищного строительства, весьма актуальными.

1. Особенности систем газоснабжения для индивидуального жилищного строительства. Распределительные сети сельских населенных пунктов бывают кольцевые, тупиковые и смешанные. Для небольших населенных пунктов с линейной застройкой для обеспечения газом объектов сельскохозяйственного производства чаще всего применяют тупиковые сети.

Для газоснабжения сельских населенных пунктов применяют двухступенчатые системы: высокое давление (0,6 МПа) и низкое (3 кПа) или среднее (0,3 МПа) и низкое давление.

В работах [2, 3] доказана важность оптимальных перепадов давления по всей сети. Показано, что у абонентов, расположенных ближе к газорегуляторным пунктам (ГРП), имеющийся перепад давления не используется полностью, в результате чего сеть оказывается дороже.

Системы газоснабжения для индивидуального жилищного строительства, в отличие от городских сетей, имеют равномерное распределение расхода газа по сети, так как трасса состоит из примерно одинаково нагруженных ответвлений, расположенных друг от друга на одинаковых расстояниях. В таких условиях запроектировать сети с оптимальными параметрами проще, чем в городских условиях.

Еще одним отличием является возможность применения одноступенчатой газовой сети с использованием шкафных газорегуляторных пунктов (ГРПШ), оборудованных домовыми регуляторами давления. Важным преимуществом одноступенчатых систем газоснабжения с домовыми регуляторами давления является также возможность стабилизации давления газа перед газоиспользующими установками. Это позволяет эксплуатировать газовое оборудование зданий при давлениях газа, близких к номинальной величине, обеспечивает работу газовых приборов с максимальным КПД.

В справочнике [4], ставшим настольной книгой проектировщиков нескольких поколений, для жилой застройки рекомендуется проектировать распределительный газопровод низкого давления. В СП 62.13330.2011 указано, что ГРПШ с входным давлением газа до 0,3 МПа включительно разрешено устанавливать на наружных стенах газифицируемых жилых помещений независимо от степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности при расходе газа до 50 м³/ч, что дает возможность применять одноступенчатые системы. Однако в нормативных документах отсутствуют рекомендации по выбору давления газа. Поэтому в данной работе принято решение провести анализ параметров сетей для ИЖС.

2. Расчет газопроводов среднего и низкого давлений для индивидуального жилищного строительства. Для того, чтобы выбрать обоснованный вариант прокладки распределительного газопровода с точки зрения минимизации приведенных затрат [5, 6] на оборудование, затрат на материалы и земляные работы, были рассмотрены два варианта газоснабжения участка населенного пункта Воронежской области.

Подключение проектируемого газопровода – существующий подземный межпоселковый диаметром 110 мм с фактическим давлением в сети 0,3 МПа.

Рассматриваемый газопровод проходит по улице, предназначенной для застройки индивидуальными жилыми домами в количестве 40 единиц. Для гидравлического расчета принимаем, что в каждом жилом доме установлено следующее оборудование:

- плита газовая четырехкомфорочная (ПГ-4) с номинальным расходом газа 1,25 м³/ч;

– котел отопительный с номинальным расходом газа 2,8 м³/ч (ориентировочная тепловая мощность 25 кВт).

В первом варианте рассмотрим врезку в газопровод среднего давления седловидным отводом 110/63 мм, до ГРПШ прокладывается газопровод среднего давления из полиэтиленовых труб марки ПЭ100 SDR11 диаметром 63 мм, обвязка ГРПШ из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91* из стали В-10 ГОСТ 10705-80*. Габаритную и функциональную схему ГРПШ заказываем заводского исполнения (например, в Экс-Форме) исходя из входного, выходного давления и расхода газа (и прочим данным согласно опросному листу). На выходе из ГРПШ газопровод низкого давления ПЭ100 SDR17,6 прокладываем одной веткой до конца населенного пункта, соблюдая все нормативные расстояния, глубину заложения и охранную зону газопровода.

Для понижения давления газа с входной величины 0,3 МПа до выходного значения ниже 0,003 МПа, в проекте предусмотрена установка газорегуляторного пункта типа ГРПШ-РДК-ЭКФО-50Н(С)-1/1-0-4-0-0-У1-0-1-DN50/DN50 (с одним выходом на низкое давление с основной и резервной линией редуцирования, с одноступенчатым редуцированием с Г2 на Г1) с регуляторами РДК-50Н. Для отключения газа на входе и выходе из ГРПШ предусматривается установка шаровых кранов.

Фрагмент плана первого варианта газоснабжения приведен на рисунке 1.

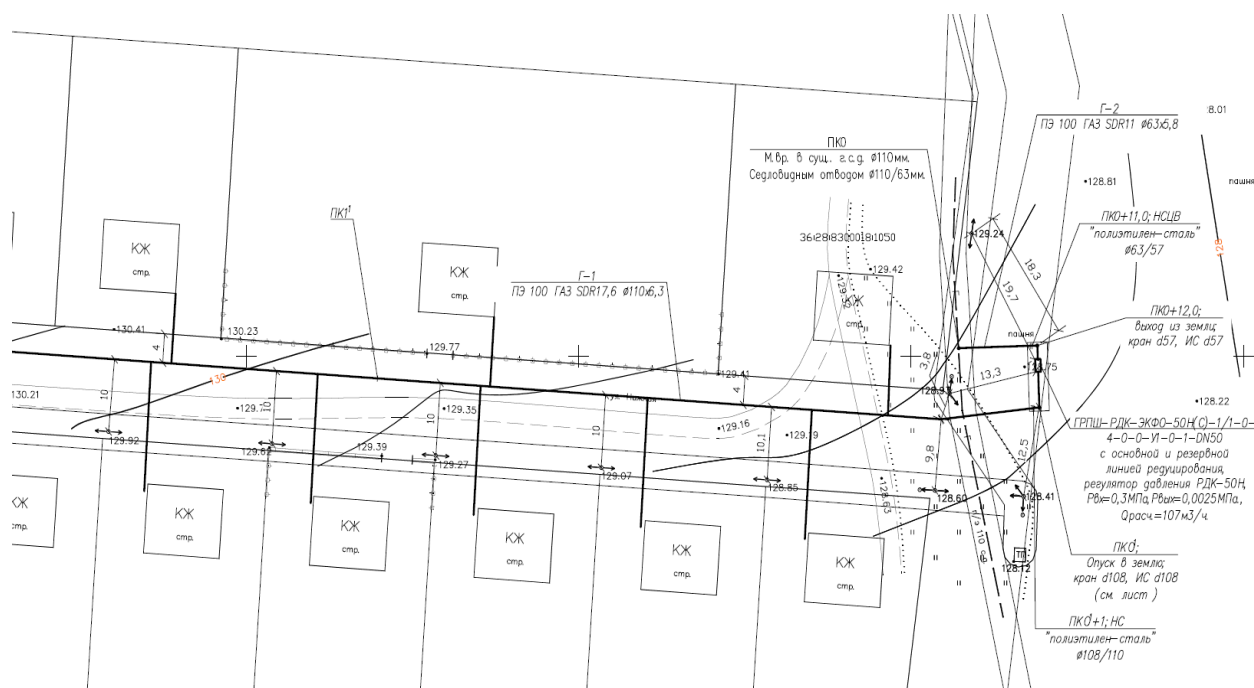


Рис. 1. Фрагмент плана трассы газопровода. Вариант 1

Второй вариант системы газоснабжения предусматривает прохождение газопровода среднего давления (из труб ПЭ100 SDR11) от места врезки до конца хутора. В этом случае понижать давление будем непосредственно у потребителя, индивидуально устанавливая ГРПШ на каждый жилой дом. Для понижения давления газа с входного менее 0,3 МПа до выходного значения менее 0,0025 МПа в проекте предусмотрена установка газорегуляторных пунктов типа ГРПШ-6 (завод-изготовитель ЭПО «Сигнал») на базе регуляторов РДГБ-6 с входным давлением 0,3 МПа и выходным значением 0,0025 МПа. При этом расчетный расход предусмотрен 3 м³/ч, а пропускная способность рассчитана на 10 м³/ч. Вид климатического исполнения пункта У1 ГОСТ 15150-69 для работы при температурах от минус 40 °С до плюс 60 °С.

Фрагмент плана второго варианта системы газоснабжения приведен на рисунке 2.

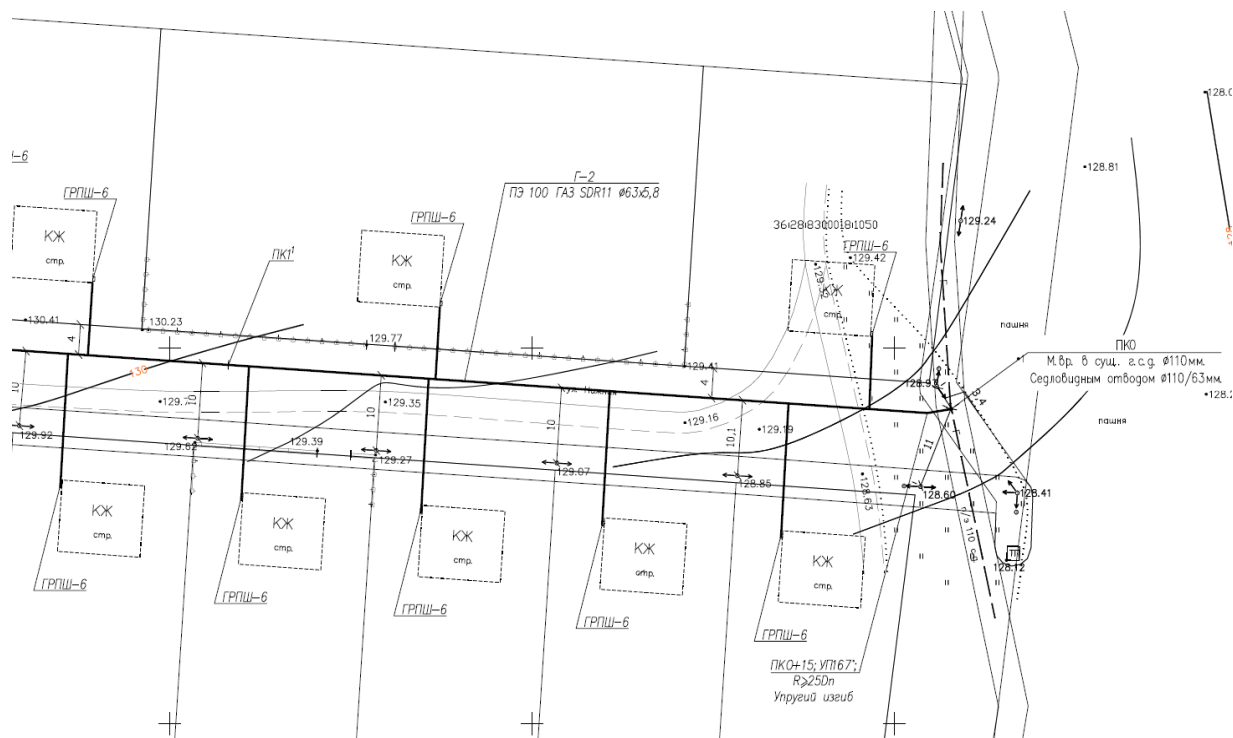


Рис. 2. Фрагмент плана трассы газопровода. Вариант 2

Гидравлический расчет вариантов трассы газопровода выполнен с помощью программы АСПО-ГАЗ.10.0. Ветки до 300 м газопроводов низкого и среднего давления приняты с постоянными диаметрами, что снижает материалоёмкость газопровода и номенклатуру труб в сравнении с ветками переменных диаметров [5, 7, 8]. Расчетные схемы сети представлены на рисунке 3.

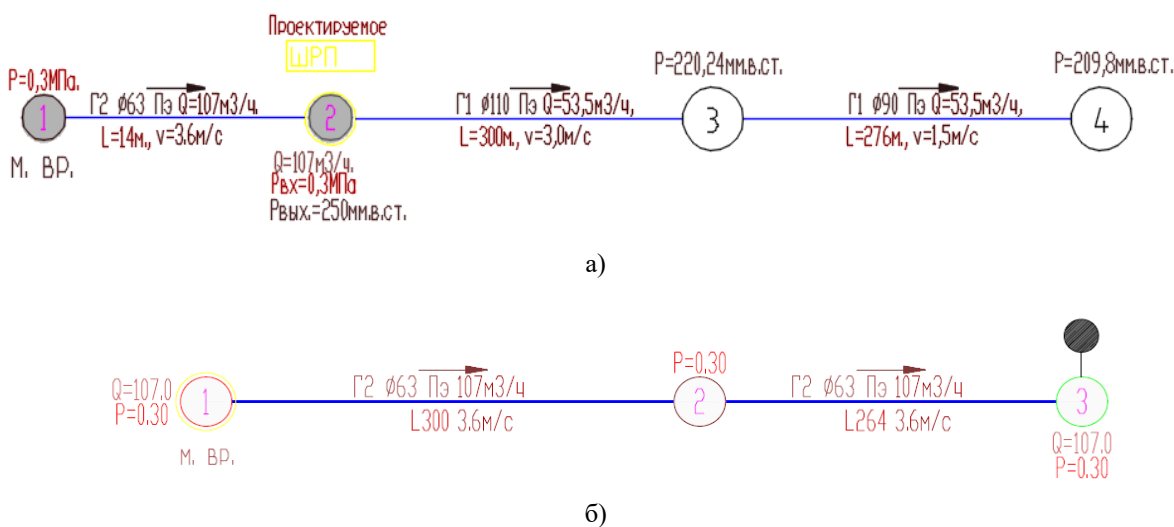


Рис. 3. Расчетные схемы газопроводов низкого и среднего давлений: а – вариант 1; б – вариант 2

Результаты расчетов параметров представлены в таблицах 1–4.

Таблица 1

Результаты гидравлического расчета газопровода низкого давления
для варианта 1

Номер уч-ка	Участок		Длина участка, м	Расход, м ³ /ч	Давл. нач., мм.вод.ст.	Давл. кон. мм.вод.ст.	Скорость, м/сек	Диаметр, мм	Матер. трубы
	нач.	кон.							
1	1	2	300	80	250,0	220,2	3,0	110×6,3	ПЭ
2	2	3	276	27	220,2	209,8	1,5	90×5,2	ПЭ
Общий расход -						107,0 м ³ /час			
Минимальное давление в сети -						209,8 мм.вод.ст.			
Максимальная скорость газа -						3,0 м/сек			
Расходы газа на ГРП -						107,0 м ³ /час			

Таблица 2

Ведомость материалов для варианта 1

Трубы полиэтиленовые			
Диаметр трубы, мм	Проектируемые		Объем труб, м ³
	Длина, м	Вес, т	
90×5,2	276	0,4	1,4
110×6,3	276	0,6	2,2
Итого	576	0,9	3,6

Таблица 3

Результаты гидравлического расчета газопровода среднего давления
для варианта 2

Номер уч-ка	Участок		Длина участка, м	Расход, м ³ /ч	Давл. нач., мм.вод.ст.	Давл. кон. мм.вод.ст.	Скорость, м/сек	Диаметр, мм	Матер. трубы
	нач.	кон.							
1	1	2	300	107	0,300	0,297	3,6	63×5,8	ПЭ
2	2	3	264	107	0,297	0,295	3,6	63×5,8	ПЭ
Общий расход -						107,0 м ³ /час			
Минимальное давление в сети -						0,295 МПа			
Максимальная скорость газа -						3,6 м/сек			
Расходы газа на ГРП -						107,0 м ³ /час			

Таблица 4

Ведомость материалов для варианта 2

Трубы полиэтиленовые			
Диаметр трубы, мм	Проектируемые		Объем труб, м ³
	Длина, м	Вес, т	
63×5,8	564	0,5	1,2
Итого	564	0,5	1,2

3. Сравнение вариантов по технико-экономическим показателям. Данные варианты сравнивались по приведенным затратам на оборудование, материалы и земляные работы [9].

Приведенные затраты ПЗ рассчитывались по формуле:

$$ПЗ = Э + E \cdot K, \quad (1)$$

где Э – годовые эксплуатационные расходы, руб/год; E – коэффициент эффективности капитальных вложений, принимается 0,12 1/год; K – полные капитальные вложения с учетом стоимости работ и оборудования, руб.

Годовые эксплуатационные затраты Э рассчитывались по формуле:

$$Э = Aг + Зто + Зтр + Зо, \quad (2)$$

где Aг – годовые амортизационные отчисления, руб; Зто – затраты на годовое техническое обслуживание, руб; Зтр – затраты на текущий ремонт, руб; Зо – затраты на обслуживание ГРПШ, руб.

Общая стоимость газорегуляторного шкафа ГРПШ-РДК-ЭКФО-50Н(С)-1/1-0-4-0-0-У1-0-1-DN50/DN50 компании «Экс-Форма» составляет 1399728 руб. Срок службы, устанавливаемый заводом-изготовителем 35 лет (420 месяцев).

Стоимость газорегуляторного шкафа ГРПШ-6 «Экс-Форма» составляет 13700 руб. Срок службы, устанавливаемый заводом-изготовителем 35 лет (420 месяцев).

При расчете затрат на обслуживание, объемы и сроки всех видов работ, выполняемых при осмотре технического состояния, техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонте, принимались в соответствии с производственной инструкцией и требованиями «Правил технической эксплуатации и требований безопасности труда в газовом хозяйстве Российской Федерации» и «Правил безопасности в газовом хозяйстве».

Так как ШРП являются объектами периодического обслуживания, то заработная плата слесаря, обслуживающего оборудование ШРП, рассчитывалась по методу трудоемкости. С этой целью составлялась таблица трудозатрат согласно [6, 10, 11].

ШРП обслуживают слесари 3-го и 5-го разрядов по эксплуатации и ремонту газового оборудования. Часовая тарифная ставка слесарей принималась соответственно по разрядам (по данным о вакансиях ОАО «Газпром газораспределение Воронеж»).

Заработная плата по тарифу определена на формуле:

$$Зтар = Счас \cdot T, \quad (3)$$

где Счас – часовая тарифная ставка слесаря по эксплуатации и ремонту газового оборудования; T – трудоемкость обслуживания оборудования.

Отчисления на социальные нужды планировались в размере 30 % от основной заработной платы. Данные сведены в таблицу 5.

Таблица 5

Годовые эксплуатационные затраты

Наименование затрат	Сумма, руб.	
	Оборудование варианта 1 (низкое давление)	Оборудование варианта 2 (среднее давление)
Амортизационные отчисления	39 992,2	15 650,88
Основная заработная плата	2 879,19	9 675,0
Отчисления на соц. нужды	863,757	2 902,5
Итого	40 855,96	28 228,38

Следует отметить, что расчетные эксплуатационные затраты варианта с установкой бытовых ШРП могут отличаться от фактических, так как не учитывают, сколько потребуется выездов для того чтобы попасть на территорию всех домовладений [12, 13].

Для оборудования вариант1 (низкое давление) приведенные затраты:
 $PЗ = 40\ 855,96 + 0,12 \cdot 1\ 399\ 728 = 208\ 823,32$ руб.

Для оборудования варианта 2 (среднее давление) приведенные затраты:
 $PЗ = 28\ 228,38 + 0,12 \cdot 13\ 700 \cdot 40 = 93\ 988,38$ руб.

Проиллюстрируем полученные данные на рисунках 4 и 5.



Рис. 4. Приведенные затраты вариантов

Сравнивая приведенные затраты на оборудование, однозначно можно сказать о преимуществе варианта разводки сети среднего давления. Однако, следует отметить, что у рассматриваемых вариантов оборудования источники финансирования различны как для капитальных затрат, так и для эксплуатационных. Если газифицируемый населенный пункт (или его часть, например, СНТ) попадает под программу газификации России, то для потребителя (домовладельца) услуги по подключению до границы участка будут осуществляться без взимания средств, т.е. за счет Государства. Если газификация осуществляется по технологическому присоединению, то оплачивают проект, работы и оборудование сами домовладельцы. То есть для потребителей при подключении к сети низкого давления по госпрограмме оборудование будет бесплатным. При подключении к среднему давлению такой возможности нет, так как бытовой ГРПШ находится непосредственно на участке домовладения [14].

Эксплуатационные расходы бытового ШРП будут полностью покрываться потребителем после заключения договора на техническое обслуживание газового оборудования. В варианте с низким давлением эксплуатационные расходы пункта редуцирования будут присутствовать только в скрытой форме (учтены в тарифе на газ).

Как видно из таблиц, материалоемкость варианта прокладки среднего давления почти в 2 раза ниже варианта подземной прокладки низкого давления из полиэтиленовых труб. Диаграмма металлоемкости вариантов представлена на рисунке 5.

В сводном сметном расчете большую долю составляют затраты на земляные работы, поэтому было выполнено сравнение сметной стоимости наиболее дорогостоящих работ, а именно пунктов «Разработка траншей экскаватором» и «Разработка грунта вручную». Для определения объемов работ по прокладке подземных газопроводов средняя глубина траншеи принята 1,5 метра, ширину ковша Экскаватор ЭО-3323 с обратной лопатой (объем ковша равен 0,5-0,65 м³) примем 0,8 метра. Так как трасса пересекает ЛЭП, то земляные работы ведутся вручную по 10 метров в обе стороны. Кроме этого, проведем сравнение сметной стоимости материалов [15].

Результаты расчета приведены в таблице 6.

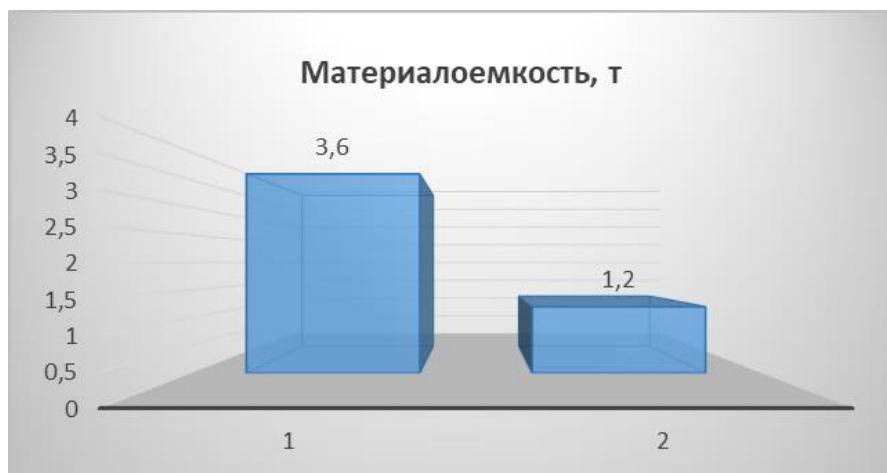


Рис. 5. Диаграмма материалоемкости вариантов

Таблица 6

Сметная стоимость материалов и земляных работ

Вид трассы	Наименование работ и затрат, их количество	Сметная стоимость материалов, руб	Наименование работ и затрат, их количество	Сметная стоимость части земляных работ, руб.
Вариант 1	трубы ПЭ100 SDR17,6 диаметром 90×8,2 мм длиной 276 м; трубы ПЭ100 SDR17,7 диаметром 100×10,0 мм длиной 276 м	282 773,04	разработка траншей экскаватором 708 м ³ ; разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м 60,33 м ³	117 093,67
Вариант 2	трубы ПЭ100 SDR11 диаметром 90×8,2 мм длиной 564 м	120 250,44	разработка траншей экскаватором 677 м ³ ; разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м 57,7 м ³	102 290,21

Сравнение сметной стоимости материалов приведено на рисунке 6.

Материалоемкость варианта со средним давлением в 3 раза меньше варианта с подземной прокладкой ПЭ труб. Сметная стоимость материалов при прокладке газопроводов низкого давления в 2,35 раз выше варианта со средним давлением. При этом меньший диаметр газопровода не повлек значительного уменьшения стоимости земляных работ [16].



Рис. 6. Сметная стоимость материалов вариантов 1 и 2

Сравнение стоимости части земляных работ приведено на рисунке 7.



Рис. 7. Диаграмма сравнения части стоимости земляных работ вариантов 1 и 2

Выводы. Результаты расчетов показали, что несмотря на то, что вариант с установкой индивидуальных бытовых ШРП требует значительных затрат на обслуживание, большая часть которых уходит на заработную плату персонала (до 65 %), то по приведенным годовым затратам вариант с разводкой среднего давления более выгодный. Затраты на оборудование варианта 1 в 2,21 раза больше чем в варианте 2.

Материалоемкость варианта со средним давлением в 3 раза меньше варианта с подземной прокладкой полиэтиленовых труб. Сметная стоимость материалов при прокладке газопроводов низкого давления в 2,35 раз выше варианта со средним давлением. При этом меньший диаметр газопровода не повлек значительного уменьшения стоимости земляных работ – разница составила всего около 13 %.

Следовательно, вариант газификации с трубопроводами со средним давлением газа кажется самым перспективным для газоснабжения объектов индивидуального жилищного строительства. Однако, не следует забывать, что газопроводы среднего давления согласно ФЗ №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» относятся

к опасным производственным объектам. Это значит, что проектирование, строительство и эксплуатация газопроводов среднего давления влечет за собой дополнительные требования в области промбезопасности в отличие от газопроводов низкого давления.

При действующей государственной программе газификации России в настоящий момент для потребителей дешевле будет подключение к сетям низкого давления. Кроме того, финансовая нагрузка на обслуживание бытовых ШРП для жителей сел в процентном соотношении выше, чем для жителей города в связи с разницей в доходах. Поэтому первый вариант, который проектируют и эксплуатируют уже много лет по-прежнему остается актуальным. А рассматриваемый второй вариант наилучшим образом подходит для проектирования новых коттеджных поселков и протяженных населенных пунктов сельской местности с низкой плотностью застройки.

Библиографический список

1. Волков В.Н., Попова Н.В., Бурмистрова О.Н. Оценка работоспособности резервуаров для хранения нефтепродуктов в условиях республики коми // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 4. С. 28–34.
 2. Медведева О.Н., Фролова О.А. Техничко-экономические исследования распределительных систем газоснабжения малых населенных пунктов // *Актуальные научно-технические проблемы совершенствования систем газораспределения и газопотребления»: сборник материалов 1 Всероссийской конференции молодых специалистов*. Саратов: ОАО Гипрониигаз, Стилло, 2005. С. 29–37.
 3. Медведева О.Н. Моделирование поселковых систем газоснабжения // *Вестник СГТУ*. 2011. №1 (52). С. 48–56.
 4. Техничко-экономическое исследование систем газоснабжения населенных пунктов / О.Н. Медведева, Е.Е. Любимова, А.Г. Жуковский, С.И. Рычагова // *Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газозенергоснабжения: сборник научных трудов*. Саратов: СГТУ, 2009. С.42–48.
 5. Коровкина А.И., Гасанов З.С., Долбилова М.А. Использование БПЛА в индустрии нефти и газа// *Технологии и техника: пути инновационного развития: сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции*. Воронеж, 2024. С. 275–278.
 6. Применение теории игр при принятии решения в выборе оптимального варианта в энергетических системах / Е.А. Копытина, Н.А. Петрикеева, Г.Н. Мартыненко, Д.М. Чудинов // *Энергобезопасность и энергосбережение*. 2020. № 4. С. 18–27.
 7. Подземные газопроводы и сооружения на них: Справочник газовика : справочник / А.В. Мажинский, А.Г. Шевцов, В.Н. Лагойский [и др.]. Минск : ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», 2018. 148 с.
 8. Техничское диагностирование, обслуживание и ремонт газотранспортных систем : учеб. пособие / С.В. Китаев, Р.Р. Фарухшина, О.Е. Смирнов [и др.]. Уфа : УГНТУ, 2022. 134 с.
 9. Копытина Е.А., Петрикеева Н.А. Оптимизация стоимости доставки ресурсов при строительстве инженерных коммуникаций // *ВИМ. Проектирование. Строительство. Эксплуатация: материалы Всероссийского форума*. Под редакцией Д.К. Проскурина. 2018. С. 51–55.
 10. Хомутский В.А., Колосова Н.В. Вариативность автоматизированного проектирования систем теплогазоснабжения // *Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации*. 2025. № 3(40). С. 27–31.
 11. Ликвидация последствий аварий на объектах инженерных систем теплогазоснабжения / Н.В. Колосова, К.М. Сенькин, Ю.А. Соя, В.О. Бочаров // *Научный журнал. Инженерные системы и сооружения*. 2012. № 3(8). С. 44–50.
 12. Самофалова А.С., Брехин И.Ю. Анализ ключевых проблем газификации регионов Сибирского федерального округа // *Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации*. 2025. №4. С.25–28.
 13. Родионов В.Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего. М.: ЭНАС, 2010. 347 с.
 14. Методика оптимизации затрат строительных компаний при реализации общей технологии возведения объекта / В.З. Величкин, М.В. Петроченко, И.С. Птухина, А.Ю. Городишенина // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2022. №1 (40). С. 20–27.
 15. Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Цифровое моделирование и прогнозирование характеристик гидравлической сети // *Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2024: сборник докладов V Национальной научной конференции*. Москва, 2025. С. 629–634.
 16. Пенькова О.В. Оптимизация газовых сетей // *Вестник магистратуры*. 2020. №1–3 (100). С. 32–34.
- Для цитирования:* Выбор системы газораспределения для индивидуального жилищного строительства / Д.Н. Истомин, А.С. Капустина, М.А. Долбилова, А.И. Калинина // *Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации*. 2026. №1 (42). С. 18–27.

УДК 622.691.4

АВАРИЙНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

О. М. Мартыненко, Н. А. Петрикеева

*Воронежский государственный технический университет**О. М. Мартыненко, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел. +7(920)413-43-23, e-mail: fggbhvbbbff@gmail.com**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*

Постановка задачи. Аварийные ситуации в сетях сопровождаются значительными материальными потерями. Во время аварийного режима параметры сети изменяются в зависимости от характера повреждения. Вся сеть перестраивается: потоки газа перенаправляются через резервные ветви, давление снижается, а оборудование работает в режиме минимальных нагрузок до устранения неисправности. Необходимо проанализировать особенности протекания режима, а также оценить современные методы предотвращения аварийных ситуаций

Результаты. Основным расчетом является гидравлический расчет в аварийном режиме и моделирование аварии в различных точках сети. Анализ аварийных режимов, выявление закономерностей их возникновения, текущий контроль и разработка методов предотвращения являются важными задачами инженерных и научных исследований.

Выводы. Одной из основных оценок ситуации является контроль коэффициента устойчивости режима. Комплексное применение технических и организационных мер позволяет существенно повысить безопасность и устойчивость работы газораспределительных систем.

Ключевые слова: газопровод, аварийный режим, давление, гидравлический режим, арматура, параметры сети.

Введение. Газораспределительные сети занимают важное место в инфраструктуре современных городов и промышленных предприятий. Они обеспечивают транспортировку природного газа от магистральных трубопроводов к конечным потребителям – жилищным, коммунальным и производственным объектам. Надежность и безопасность работы газораспределительных систем напрямую влияют на устойчивость энергетического снабжения и экологическую безопасность.

Аварийные ситуации в сетях нередко сопровождаются значительными материальными потерями, угрозой жизни людей и повреждением окружающей среды. Поэтому анализ аварийных режимов, выявление закономерностей их возникновения и разработка методов предотвращения являются важными задачами инженерных и научных исследований [1].

Цель данной работы – рассмотреть основные причины аварийных режимов в газораспределительных сетях, проанализировать их физическую сущность и особенности протекания, а также оценить современные методы предотвращения аварийных ситуаций.

1. Гидравлический режим газораспределительных сетей. Газораспределительная сеть представляет собой совокупность подземных и надземных трубопроводов, предназначенных для доставки газа от источников поступления к потребителям. Каждый диапазон работы системы имеет свои особенности в выборе материалов, арматуры и способов прокладки.

Работа сети подчиняется законам гидродинамики. Основные процессы описываются уравнением неразрывности потока [1, 2]:

$$M = \rho \cdot v \cdot S, \quad (1)$$

где ρ – плотность газа, кг/м³, $v \cdot S$ – секундный объемный расход газа, м³/с.

Уравнение Бернулли (с учетом потерь) для потока среды

$$P_1 + \frac{V_1^2}{2} + \rho g z_1 = P_2 + \frac{V_2^2}{2} + \rho g z_2 + h_{\text{потерь}}, \quad (2)$$

где P_1, P_2 – давление потока в начальном и конечном сечениях; V_1, V_2 – скорости потока в сечениях; z_1, z_2 – высотные отметки; ρ – плотность газа; $h_{\text{потерь}}$ – потери напора, вызванные трением и местными сопротивлениями.

Оно выражает равенство объемного расхода через все сечение трубы, связывающее давление, скорость и потери энергии на трение. Эти зависимости позволяют рассчитать режимы давления газа и определить допустимые параметры эксплуатации.

Важную роль в обеспечении устойчивости работы сети играют газорегуляторные пункты (ГРП), предохранительные клапаны и запорная арматура. С их помощью поддерживается постоянное давление, предотвращается обратный ток газа и локализуются возможные аварии [3].

2. Причины возникновения аварийных режимов. Аварийные режимы – это состояния, при которых параметры работы сети (давление, температура, расход) выходят за пределы допустимых значений. Причины их возникновения можно разделить на несколько групп:

1. Технические (механические) причины – к ним относятся коррозионное разрушение труб, дефекты сварных соединений, износ арматуры. Длительная эксплуатация без надлежащего технического контроля приводит к снижению прочности материала и его герметичности.

2. Гидравлические причины – резкие изменения давления, вызванные неправильным управлением задвижками или сбоем автоматики, приводят к гидроударам. Эти явления сопровождаются кратковременными скачками давления, способными повредить элементы трубопровода.

3. Эксплуатационные ошибки – нарушение технологических инструкций, неправильная настройка регуляторов, несанкционированные подключения создают риск превышения расчетных нагрузок.

4. Внешние факторы – воздействие строительной техники, сейсмические колебания, промерзание грунта, а также воздействие электрических токов [4, 5].

Таблица

Причины и последствия аварий

Причина	Последствие
Коррозия труб	Разгерметизация и утечка газа
Перепад давления	Гидроудар, повреждение трубопровода
Ошибка специалистов	Неправильное регулирование давления
Сейсмические колебания	Разрыв соединений, утечка

Аварийный режим характеризуется нарушением установившегося равновесия между давлением, расходом и потерями энергии. В соответствии с российскими нормативами (СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы», Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления) аварийным режимом считается состояние, при

котором параметры работы сети выходят за допустимые пределы и возникает угроза безопасности людей или сохранности оборудования. Это может быть вызвано резким падением давления в магистрали, повреждением подземных газопроводов, разрывом сварного шва, выходом из строя арматуры или оборудования компрессорных станций [6].

Современные системы газораспределения оснащаются средствами автоматического контроля и защиты. Методы обнаружения аварий и, собственно, установления работы аварийного режима сети, можно разделить на технические и организационные.

Технические методы включают:

- применение датчиков давления и расхода, фиксирующих отклонения от номинальных значений;
- акустические системы, улавливающие звуковые колебания, характерные для утечек;
- газоанализаторы, определяющие концентрацию метана в воздухе;
- дистанционный мониторинг состояния сети с передачей данных на диспетчерский пункт.

Организационные методы предполагают регулярные обходы и обследования участков сети, ведение журналов измерений, а также постоянную готовность аварийно-диспетчерской службы (АДС).

В случае обнаружения аварии основная задача – локализовать утечку и предотвратить распространение газа, а также сохранить стабильное газоснабжение для максимально возможного числа потребителей. Сеть переходит в режим ограниченной подачи, а повреждённые участки изолируются аварийными задвижками или автоматическими клапанами [7, 8].

3. Мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций. Предупреждение аварийных режимов является приоритетным направлением эксплуатации газораспределительных систем. Основу профилактических мер составляют:

1. Регулярное техническое обслуживание и ревизия оборудования. Проверка герметичности соединений, состояния запорной арматуры и контрольно-измерительных приборов.

2. Диагностика трубопроводов. Применяются неразрушающие методы контроля: ультразвуковой, магнитный, радиографический.

3. Коррозионная защита. Использование изоляционных покрытий, катодной защиты и электрохимического мониторинга.

4. Повышение квалификации персонала. Обучение работников правилам безопасной эксплуатации и действиям при аварии.

Реализация перечисленных мероприятий позволяет не только снизить вероятность аварии, но и повысить общий уровень надежности и эффективности системы газоснабжения.

Во время аварийного режима параметры сети изменяются в зависимости от характера повреждения. При частичной изоляции участка газопровода давление в смежных участках, как правило, снижается на 10–30 % от номинального. Если авария крупная (например, разрыв магистрали), падение давления может составлять до 50–70 % от рабочего, особенно на дальних от компрессорных станций участках.

Компрессорные станции (КС) в таких условиях переходят на аварийные схемы регулирования: часть агрегатов отключается, а подача газа перераспределяется по резервным линиям. При необходимости КС снижает выходное давление, чтобы предотвратить перегрузку неповреждённых участков сети. Например, при проектном давлении 5,5 МПа в аварийном режиме его могут снизить до 4,0–4,5 МПа. Это позволяет уменьшить утечку газа через повреждение и стабилизировать поток в остальных частях системы [2, 9].

В распределительных сетях низкого и среднего давления (до 0,6 МПа) аварийное снижение давления регулируется автоматическими регуляторами. При уменьшении давления

на входе ниже порогового значения срабатывает клапан минимального давления, и подача газа прекращается, чтобы исключить поступление в сеть с нестабильными параметрами.

Оборудование газораспределительных станций, пунктов и газорегуляторных установок имеет встроенные системы защиты, которые обеспечивают переход на аварийный режим работы без участия оператора.

Основные элементы включают:

1. Регуляторы давления с функцией автоматического сброса газа в атмосферу при превышении допустимых значений (так называемые предохранительно-сбросные клапаны, ПСК). Они предотвращают избыточное давление в сети при внезапной остановке потребления или закрытии задвижек.

2. Предохранительно-запорные клапаны (ПЗК), которые мгновенно перекрывают поток газа при падении давления ниже заданного порога или при его превышении. Это исключает возможность поступления газа при нарушении герметичности.

3. Системы телемеханики и диспетчерского управления, которые фиксируют изменение давления и расхода, автоматически формируют сигнал «Авария» и передают его на центральный пункт управления. На основе полученных данных система инициирует закрытие соответствующих задвижек, чтобы ограничить повреждённый участок [1, 10].

Таким образом, во время аварии вся сеть перестраивается: потоки газа перенаправляются через резервные ветви, давление снижается, а оборудование работает в режиме минимальных нагрузок до устранения неисправности.

4. Расчет работы газоснабжения при аварийных режимах. При проектировании систем газоснабжения учитывается не только номинальный, но и аварийный режим работы. Для этого выполняются специальные гидравлические расчёты, в которых моделируется изменение давления и расхода при отключении отдельных участков сети.

Основные этапы такого расчёта:

1. Определяется структура сети (магистраль, распределительные ветви, резервные соединения).

2. Выбирается аварийный сценарий: например, отключение участка между двумя узлами, разрыв на определённой ветви или остановка компрессорной станции.

3. По уравнению Бернулли и формуле Дарси Вейсбаха вычисляется новое распределение давления и скорости газа по трубопроводам.

4. Определяется снижение подачи к потребителям. При нормальных условиях падение давления в распределительных сетях допускается не более 15 %, а в аварийном режиме – до 30 %, при этом снабжение приоритетных потребителей (жилые дома, социальные объекты) должно быть обеспечено за счёт переключения потоков.

5. Проводится расчёт устойчивости режима: проверяется, не произойдёт ли обмерзание регуляторов, обратная тяга газа или кавитация в редуцирующих устройствах.

Такие расчеты выполняются с помощью специализированных программ («ГазСеть», «PIPE-FLOW», «HYDRA»), которые учитывают реологические свойства газа, температуру, шероховатость труб и иные параметры. На основании моделирования диспетчерская служба получает рекомендации по изменению режимов работы компрессорных станций и ГРС [5, 6].

Чтобы минимизировать последствия аварий, в системах газоснабжения предусматривается многократное резервирование. Основные формы:

– наличие параллельных ветвей трубопроводов (байпасов), позволяющих перенаправить поток при отключении одного участка;

– резервные компрессорные агрегаты на станциях, которые можно включить при падении давления;

– дублирующие линии электропитания для автоматики и запорных устройств.

После устранения аварии восстановление подачи газа выполняется постепенно.

Давление повышается ступенчато – сначала до 50 % рабочего, затем до 80 %, с контролем по манометрам и показаниям расходомеров. Полное восстановление режима допускается только после проверки герметичности и проведения контрольной продувки системы.

Устойчивость системы газоснабжения в аварийном режиме зависит от соотношения между потерей давления в поврежденном участке и возможностью компенсации этой потери за счёт резервных ветвей и работы компрессорных станций. Для количественной оценки применяют коэффициент устойчивости режима

$$K_u = \frac{(P_{раб} - P_{мин})}{P_{раб}}, \quad (3)$$

где $P_{раб}$ – рабочее давление, $P_{мин}$ – минимальное давление при аварийном режиме.

Если $K_u \geq 0,7$, то система считается устойчивой. При меньших значениях необходимо предусмотреть дополнительные резервные линии или увеличить производительность компрессорных агрегатов [6].

Выводы. Аварийные режимы газораспределительных сетей представляют собой сложные технические процессы, связанные с нарушением нормального режима работы системы. Анализ показывает, что основными причинами возникновения аварий являются износ оборудования, несоблюдение регламентов эксплуатации и воздействие внешних факторов.

Для снижения аварийности необходимо внедрение современных методов диагностики, регулярный мониторинг параметров сети и цифровизация процессов управления. Также немаловажным является контроль коэффициента устойчивости режима. Комплексное применение технических и организационных мер позволяет существенно повысить безопасность и устойчивость работы газораспределительных систем.

Библиографический список

1. Основы гидравлики и аэродинамики / В.И. Калицун [и др.]. М.: Стройиздат, 2001. 296 с.
 2. Ермоленко Д.В., Мартыненко О.М., Петрикеева Н.А. Развитие гидравлического удара в трубопроводных системах // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. №4 (33). С. 31–35.
 3. Беленко И.В., Петрикеева Н.А. Распределение полей скоростей в теплообменных аппаратах // Научная опора Воронежской области: сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. Воронеж, 2023. С. 263–266.
 4. Ликвидация последствий аварий на объектах инженерных систем теплогазоснабжения / Н.В. Колосова, К.М. Сенькин, Ю.А. Соя, В.О. Бочаров // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2012. № 3(8). С. 44–50.
 5. Подземные газопроводы и сооружения на них: Справочник газовика : справочник / А.В. Мажинский, А.Г. Шевцов, В.Н. Лагойский [и др.]. Минск : ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», 2018. 148 с.
 6. Техническое диагностирование, обслуживание и ремонт газотранспортных систем : учеб. пособие / С.В. Китаев, Р.Р. Фарухшина, О.Е. Смирнов [и др.]. Уфа : УГНТУ, 2022. 134 с.
 7. Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Цифровое моделирование и прогнозирование характеристик гидравлической сети // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2024: сборник докладов V Национальной научной конференции. Москва, 2025. С. 629–634.
 8. Бондарев Э.А., Рожин И.И., Аргунова К.К. Особенности математического моделирования систем добычи и транспорта природного газа в Арктической зоне России // Записки Горного института. 2017. С. 705–716.
 9. Петрикеева Н.А., Серикова И.А., Петрикеев А.Д. Моделирование работы магистрального нефтепродуктопровода при наличии несанкционированной врезки // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2025. № 2 (33). С. 76–83.
 10. Айроян З.А., Коркишко А.Н. Управление проектами нефтегазового комплекса на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологий) // ИВД. 2016. №4 (43). С. 15–22.
- Для цитирования: Мартыненко О.М., Петрикеева Н.А. Аварийный режим работы газораспределительных сетей // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2026. №1 (42). С. 28–32.

УДК 621.644.075

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Д. А. Былинкин, А. И. Колосов, И. А. Серикова

*Воронежский государственный технический университет**Д. А. Былинкин, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (980) 340-51-81, e-mail: bylinkin-2002@mail.ru**А. И. Колосов, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: akolosov@cchgeu.ru**И. А. Серикова, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473)207-22-20, e-mail: iserikova@cchgeu.ru*

Постановка задачи. Полиэтиленовые трубы являются актуальными современными материалами для большинства вновь прокладываемых коммуникаций. Рассмотрим в данной работе некоторые серии труб, представляющих перспективными. Необходимо дать определение труб серии «Детект», рассмотреть все положительные и отрицательные стороны данных труб и определить их конкурентоспособность по отношению к аналогам.

Результаты. Произведен сравнительный анализ трубопроводов серии «Детект» и некоторых других серий для нужд газоснабжения, выполнено сравнение при разных способах их укладки.

Выводы. Трубы серии «Детект» обеспечивают наиболее точное определение местоположения трубопровода под землей и отвечают всем требованиям и критериям надежности и безопасности.

Ключевые слова: газоснабжение, полиэтиленовые трубы, серия «Детект», укладка, местоположение, сравнение, монтаж.

Введение. В настоящее время монтажники и эксплуатирующие организации систем газоснабжения сталкиваются с проблемой обнаружения и установления точного местоположения подземных трубопроводов. Решением проблемы был один из следующих вариантов укладки газопроводов: укладка полиэтиленовых (ПЭ) труб с сигнальной лентой и проводом спутником; укладка ПЭ труб с сигнальной лентой с встроенным в нее проводом спутником (детекционная лента); укладка трубопроводов серии «Детект», на внешней стенке которых вмонтирован провод спутник. Первыми, кто представил ПЭ трубы серии «Детект» на отечественном рынке, стала компания «Группа ПОЛИПЛАСТИК» на выставке «РОС-ГАЗ-ЭКСПО 2023» в городе Санкт-Петербурге 31 октября 2023 года [1, 2].

Рассмотрим некоторые определяющие моменты.

Трубопровод из полиэтиленовых труб – это система трубопроводов, выполненная из полиэтиленовых (ПЭ) труб, предназначенная для транспортировки жидкостей, газов или других веществ. Такие трубопроводы отличаются высокой гибкостью, устойчивостью к коррозии, долговечностью и легкостью монтажа.

Сигнальная лента – это специальная маркировочная лента, которая укладывается в траншею поверх газопровода для его идентификации и предупреждения о наличии подземного трубопровода. Она обычно выполнена из прочного материала и содержит яркую желтую окраску и надписи, указывающие на наличие газопровода, что способствует его обнаружению и предотвращению повреждений при последующих земляных работах [3].

Провод спутник – это металлический кабель, используемый для передачи сигналов или питания в системах мониторинга и управления подземными газопроводами. Он обеспечивает

связь между различным оборудованием, таким как датчики, и системы автоматического управления, позволяя контролировать состояние газопровода и своевременно реагировать на возможные аварийные ситуации.

1. Укладка и монтаж полиэтиленовых труб. Существует несколько проектных решений укладки трубопроводов из ПЭ труб:

1. Укладка ПЭ трубопровода с проводом спутником и сигнальной лентой. Данное проектное решение выполняется по СП 62.13330.2011 [2, 4]. Согласно СП, провод-спутник укладывается на полиэтиленовый газопровод на расстоянии 0,2–0,3 м. Концы провода выводятся на поверхность земли под защитное устройство, например, ковер (рис.1), в специальных контрольных точках на расстоянии не более 4 км друг от друга. Сигнальная лента жёлтого цвета шириной не менее 0,2 м с несмываемой надписью «Осторожно! Газ» укладывается на расстоянии 0,2 м по вертикали от верха присыпанного песком полиэтиленового газопровода. На участках пересечений газопроводов с подземными инженерными коммуникациями лента должна быть уложена вдоль газопровода дважды на расстояние не менее 0,2 м между собой и на 2 м в обе стороны от пересекаемого сооружения.



Рис. 1. Изоляция места вывода токопроводящего элемента под ковер

2. Укладка ПЭ трубопровода с детекционной лентой. Такое решение позволяет экономить на расходуемых материалах, так как затраты будут представлены лишь детекционной лентой, а не сигнальной лентой и проводом спутником. Укладка детекционной ленты осуществляется аналогично укладке сигнальной ленты.

3. Укладка трубопроводов из труб серии «Детект». Данный метод исключает затраты на провод спутник, поскольку в трубу вмонтирована токопроводящая жила заменяющая его. На рисунке 2 представлено устройство трубы серии «Детект».



Рис. 2. Устройство трубы серии «Детект» [3]

Трубы серии «Детект» являются разработкой собственного научно-исследовательского института компании Группа ПОЛИПЛАСТИК. Они были разработаны как аналог и

заменитель зарубежных ПЭ трубопроводов. Данные трубы выполняются полностью из отечественного сырья. Трубы «ПРОТЕКТ ГазДетект» изготавливаются из полиэтилена марки ПЭ100 и имеют защитную оболочку, под которой с двух сторон вдоль оси внедрена токопроводящая жила. Такая конструкция обеспечивает точное определение местоположения трубопровода, в том числе в местах с большим количеством коммуникаций, с помощью стандартных систем по поиску трубопроводов.

Принцип поиска состоит в следующем: с помощью специального генератора на токопроводящую жилу подается сигнал определенной частоты, далее с помощью трассоискателя определяется местоположение трубопровода [5, 6].

Для монтажа ПЭ труб серии «Детект» нужно учитывать множество факторов, влияющих на последующее использование данных трубопроводов. Прокладка труб требует детальной проработки, подготовки трассы и соблюдения всех норм и стандартов. Главной особенностью подготовки трассы является использование специального оборудования для снятия защитного слоя, под которым расположена токопроводящая жила, что позволит производить подключение к системам мониторинга состояния трубопровода. Укладка труб должна учитывать минимальное число углов изгиба трубопроводов, чтобы не допустить повреждения как самой трубы, так и токопроводящей жилы [4, 7]. Траншея должна быть тщательно подготовлена для укладки плети трубопроводов, исключая острые камни или иные объекты, которые способствуют нарушению оболочки трубы. Также следует принять во внимание особенности района заложения труб, поскольку токопроводящая жила может быть подвержена коррозии, из-за этого нужно учесть мероприятия по увеличению антикоррозионной защиты трубопровода.

Стыковка и сварка труб серии «Детект» должна выполняться с помощью специального оборудования и специально обученного персонала. Сварка и стыковка выполняется с помощью термических методов сварки встык или с помощью муфт. При муфтовом соединении нужно использовать специальные муфты с закладным нагревателем. Схемы сварки нагретым инструментом встык и сварка электросварными фитингами (муфтой) соответственно представлены на рис. 3. и на рис. 4.

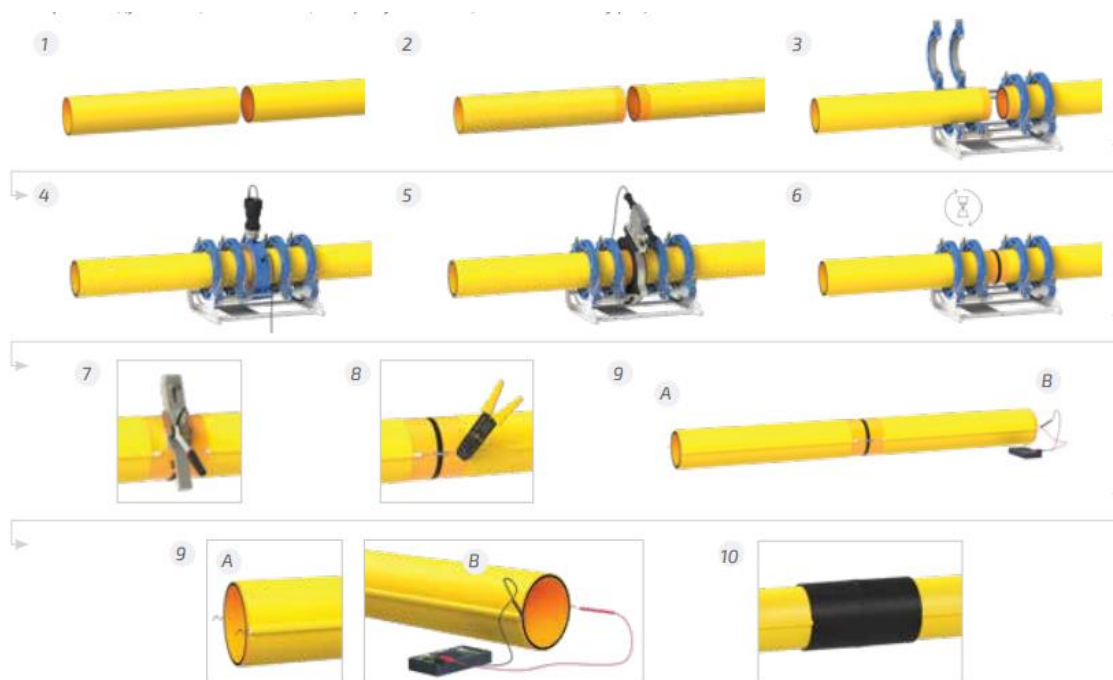


Рис. 3. Сварка полиэтиленового газопровода встык из труб серии «Детект» [3]

Все стадии подготовки и соединения трубопроводов последовательно пронумерованы на рисунках.



Рис. 4. Сварка полиэтиленового газопровода с электросварными фитингами из труб серии «Детект» [3]

Для обеспечения надежного контакта токопроводящей жилы на стыках необходимо использовать специальные соединительные элементы, которые гарантируют непрерывность электрической цепи. Особое внимание при стыковке следует уделять подготовке торцов труб [5, 8, 9]. Они должны быть тщательно очищены от грязи и остатков защитного слоя, а также правильно отрезаны для обеспечения плотного прилегания. Если не выполнить данные мероприятия, то соединение будет ненадежное и существенно повышается вероятность аварии трубопровода. Процесс сварки требует строгого контроля температуры и давления, чтобы избежать дефектов соединений, которые могут привести к утечкам газа. После завершения сварочных работ проводится проверка качества соединений с использованием стандартных методов, таких как испытание ультразвуком или гидравлическое испытание.

2. Преимущества и недостатки труб серии «Детект». Ознакомившись с открытой информацией о трубах серии «Детект» и отзывами специалистов строительно-монтажных и эксплуатационных организаций, можно выделить ряд преимуществ по сравнению с другими ПЭ трубами [10, 11].

К преимуществам данного вида труб можно отнести следующее: легкость обнаружения трубопровода под землей с большой точностью установки его местоположения; с помощью токопроводящей жилы и систем мониторинга можно отследить местоположение аварии на газопроводе; высокий уровень безопасности и надежности [12].

Однако помимо выше перечисленных преимуществ, данные трубы имеют и существенные недостатки, такие как: наличие высококвалифицированных кадров по монтажу труб, при прокладке трассы нужно учитывать минимальные радиусы изгибов трубопроводов, высокие требования к подготовке трассы и удалению острых камней и прочих включений, чтобы защитить внешнюю оболочку трубопровода; для процесса сварки

и стыковки труб требуется строгий контроль по температуре и давлению; возникновение повреждений токопроводящей жилы связанные с механическими воздействиями, коррозией или износом [13–16].

Выводы. На основании приведенных выше данных можно отметить, что трубы серии «Детект» представляют собой инновационное решение современных проблем поиска трубопроводов под землей в условиях большого количества пересечений с другими подземными коммуникациями.

При условии необходимого уровня подготовки кадров по монтажу трубопроводов, а также при своевременном мониторинге и регулярном обслуживании полиэтиленовых трубопроводов из труб данной серии, это приведет к повышению общей безопасности и надежности газоснабжения, отвечая требуемым современным нормам газовой отрасли.

Библиографический список

1. Выставка «РОС-ГАЗ-ЭКСПО» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosgasexpo.ru/press/post-release/index2023.php> (дата обращения: 14.09.2025).
2. СП 62.13330.2011 «СНиП 42-01-2002 Газораспределительные системы». М.: Минрегион России, 2011. 87 с.
3. ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» [Электронный ресурс]. URL: <https://stavropol-tr.gazprom.ru/press/proekt-azbuka-proizvodstva/edinaya-sistema-gazosnabzheniya/> (дата обращения: 24.09.2025).
4. О газоснабжении в Российской Федерации: Федер. закон [принят Гос. Думой 31.03 1999] [Электронный ресурс]. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/140053/> (дата обращения: 24.08.2025).
5. Сварка и стыковка полиэтиленовых труб [Электронный ресурс]. URL: https://www.polyplastic.ru/upload/price/katalog_gaz.pdf. (дата обращения: 20.09.2025).
6. Орехова Ю.А., Орехова И.В., Матвеева Ю.С. Использование инновационных технологий и материалов в транспортировке природного газа // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. 2020. С. 139–141.
7. Монтаж полиэтиленовых труб «ПРОТЕКТ ГАЗ», «ПРОТЕКТ РС ДЕТЕКТ» и «ПРОТЕКТ 1075 ГАЗ» для транспортирования газообразного топлива [Электронный ресурс]. URL: https://www.i-avanguard.ru/upload/iblock/ead/wzjr91lw08tq3f74u06s9mce2spqh1jl/protect_gaz.pdf (дата обращения: 26.09.2025).
8. Трубы из полиэтилена серии «ПРОТЕКТ Газ» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.polyplastic.ru/catalog/gas/protect> (дата обращения: 20.09.2025).
9. Серикова И.А. Пути повышения автоматизации и эффективности организации строительства с привлечением современных систем теледиспетчеризации // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №4 (37). С. 28–34.
10. Антикоррозионные покрытия трубопроводов / З.С. Гасанов, А.И. Коровкина., М.С. Кучмасов, И.С. Волков // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 1 (26). С. 28–35.
11. Иващенко С.Ю., Колосова Н.В. Капитальный ремонт и замена запорной арматуры на системах теплогазоснабжения в рамках импортозамещения // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2024. № 2 (29). С. 19–27.
12. Брунько В.М., Серикова И.А., Петрикеева Н.А. Импортозамещение насосного оборудования современным оборудованием отечественного производства // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. № 1 (38). С. 23–26.
13. Методы оптимизации проектной деятельности в системах теплогазоснабжения на основе устойчивого развития / В.С. Орехова, Д.Г. Серёжникова, И.А. Серикова, Н.А. Петрикеева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. № 4(41). С. 38–43.
14. 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.
15. Бохан А.Р., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Коррозионные процессы нефтегазопроводов // Нефтяная столица. Пятый Международный молодежный научно-практический форум. Сургут, 2022. С. 44–46.
16. Копытина Е.А., Петрикеева Н.А. Оптимизация стоимости доставки ресурсов при строительстве инженерных коммуникаций // ВМ. Проектирование. Строительство. Эксплуатация: материалы Всероссийского форума. Под редакцией Д.К. Проскурина. 2018. С. 51–55.

Для цитирования: Былинкин Д.А., Колосов А.И., Серикова И.А. Анализ современных полиэтиленовых газопроводов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2026. №1 (42). С. 33–37.

УДК 534.83

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ШУМА В ПУНКТАХ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА

А. Д. Петрикеев, Г. С. Сериков, Л. П. Мышовская

*Воронежский государственный технический университет**А. Д. Петрикеев, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(908)137-23-33, e-mail: petrikeeff@gmail.com**Г. С. Сериков, канд. техн. наук, доц. кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(980)232-92-21, e-mail: georgy301212@gmail.com**Л. П. Мышовская, канд. техн. наук, доц. кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: mlp@cchgeu.ru*

Постановка задачи. Провести анализ существующих методов снижения уровня шума в пунктах редуцирования газа. Отметить влияние данного вредного фактора на работников газового хозяйства. Рассмотреть методы борьбы с шумом.

Результаты. Проанализированы основные методы снижения уровня шума в пунктах редуцирования газа.

Выводы. В результате проведенных исследований обнаружены причины возникновения шума и вибраций на линиях редуцирования газа. Рассмотрены пассивные методы борьбы с шумом, такие как шумоизоляция, применение акустических экранов, либо звукоизоляционных коробов, и активные методы, связанные с установкой шумоглушителей на линии редуцирования.

Ключевые слова: пункт редуцирования газа, регулятор давления, шум, вибрация, шумоизоляция, термочехол, акустический экран, шумоглушитель.

Введение. Пункты редуцирования газа (ПРГ) являются технологическими устройствами сетей газораспределения и газопотребления. Они предназначены для понижения давления газа и поддержания его на заданном уровне независимо от изменений входного давления и расхода газа потребителями. Основным источником шума в системе газораспределения являются именно ПРГ. На сегодняшний день особенно актуально учитывать данный фактор, так как в условиях городской среды и промышленных объектов шум оказывает значительное влияние на человека.

1. Влияние шума. В соответствии с [1] уровень шума, создаваемый линиями редуцирования внутри помещения ПРГ, не должен превышать 80 дБА. На практике данное требование не выполняется и уровень шума может превышать 110-120 дБА, особенно в зимний период при значительных расходах газа потребителями. Как отмечалось автором [2], действие шума на работника при превышении сверх допустимого сопровождается временным снижением чувствительности, повреждением органом слуха, либо наступлением глухоты. И если ранее ПРГ высокой производительности располагались преимущественно за пределами жилой застройки, то с недавнего времени всё больше застраиваются кварталы и в пределах звукового воздействия, оказывая соответствующий дискомфорт.

Помимо высокого уровня шума, на линиях регулирования часто возникают вибрации, которые могут повредить и постепенно разрушить элементы конструкций регуляторов давления газа и самих трубопроводов, включая импульсные трубки [3]. Вибрации трубопроводов являются одной из основных причин их повреждений и аварийных ситуаций.

Чрезмерная вибрация в трубопроводах может вызвать следующие проблемы: образование трещин из-за усталости материалов, развинчивание разъемных трубных соединений и последующую разгерметизацию трубопроводов.

Причина появления шума и вибраций в конструкции регулятора давления, где при снижении давления за счёт дросселирования происходит увеличение скорости потока [3]. Газ с уже выходным давлением далее встречает на пути местные сопротивления в виде тройников, отводов, сужений. Данные участки будут определяющими источниками пульсаций в ПРГ.

2. Методы снижения шума. Методы снижения шума условно можно разделить на пассивные и активные. Пассивные включают шумоизоляцию трубопроводов, использование экранов и непосредственно средств индивидуальной защиты (СИЗ) для работников. Активные методы представляют собой установку специального оборудования, такого как шумоглушители, непосредственно в технологическую линию редуцирования газа. Борьба с вибрацией в регуляторах давления газа (ПРГ), в свою очередь сводится к увеличению диаметра трубопровода с выходным давлением, уменьшению количества поворотов, а также установке специальных гасителей пульсаций. Все эти меры направлены на уменьшение уровня шума и вибрации, улучшение условий труда и повышение производительности ПРГ.

Вопросом снижения шума следует заниматься уже на стадии проектирования нового объекта ПРГ с учетом максимальной производительности, расположения и эксплуатации объекта. В действующих нормативах отражены максимальные допустимые скорости в газопроводах [4]. В настоящее время возникает проблема устранения шума в ПРГ после модернизации, когда путем установки нового технологического оборудования добиваются большей пропускной способности, либо на уже эксплуатируемых газорегуляторных пунктах пропускаются значительные объемы газа, но изначально не предусматривались мероприятия по снижению уровня шума. В таких случаях наиболее целесообразным вариантом является покрытие трубопроводов шумоизоляционными материалами (рис. 1).

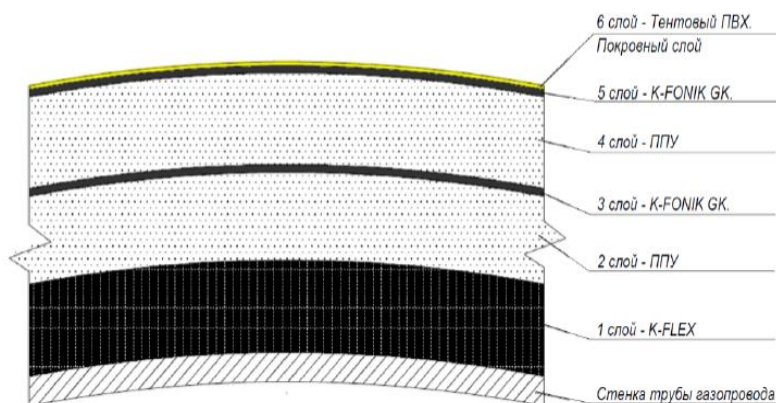


Рис. 1. Конструкция теплошумоизолирующего покрытия

Чаще всего используют так называемые термочехлы, состоящие из нескольких слоев шумопоглощающих материалов (которые гасят шум на разных частотах), обшитых со всех сторон водонепроницаемым материалом с крепежными элементами для многократного использования. Таким образом, помимо звукоизоляции обеспечивается возможность предотвратить образование конденсата на газопроводе. Помимо этого, используются такие материалы, как вспененный каучук и вулканизированная резина, а также негорючие волокнистые теплоизоляционные материалы, которые используются в качестве основы.

Поверх всего этого (как обкладка) используются негорючие и водонепроницаемые технические ткани из минеральных волокон.

В случае с термочехлами, монтаж сводится к тому, что полотно обтягивается вокруг трубы и с помощью креплений (ремней, шнуров, магнитных застежек, крючков и т.д.) затягивается до упора. Соответственно, возможна и разборка конструкции, что делает возможным повторное использование изделия после аварийного или текущего (капитального) ремонта.

Следует учитывать, что газопровод, идущий от ПРГ, нельзя рассматривать как линейный источник шума, который излучает постоянный шум по всей своей длине [5]. Ранее в работах описывались способы звукоизоляции, предполагающие нанесение материала или комбинации разных материалов одинаковой толщины по всей длине газопровода, что является нецелесообразным вариантом [6]. Следует подобрать толщину звукоизоляции с учетом снижения уровня шума от газопровода вдоль него по мере увеличения расстояния от пункта редуцирования газа.

Особое внимание заслуживает применение на узле редуцирования шумогасящих коробов (рис. 2). В первую очередь каркас обшивается изнутри звукопоглощающим негорючим материалом, им является базальтовое волокно, которое идеально подходит для каркасной шумоизоляции [7]. А сама конструкция короба представляет собой металлический откатной каркас, монтируемый непосредственно на узел редуцирования (обязательно включая регулятор давления и небольшой прямой участок за ним).



Рис. 2. Шумогасящий короб на линии редуцирования

Стоит отметить, что для применяемого материала характерно, когда звуковая волна проходит через слой волокна, а воздух, содержащийся в порах этого материала, начинает колебаться. Из-за маленьких пор создается большое сопротивление движению воздуха, и воздух в порах замедляется. В результате этого процесса часть механической энергии преобразуется в тепловую энергию. Тем самым, возможно обеспечить коэффициент звукопоглощения в диапазоне 0,95-0,99.

Подобным же образом используют и акустические экраны, производимые под заказ, исходя из расчёта параметров, оказывающих влияние на акустическую эффективность экранов. В ходе расчётов, проведенных авторами в литературе [6], было установлено, что максимальное затухание достигается при установке экранов максимально близко к источнику шума (линии редуцирования газа), при этом положение экрана должно обеспечивать доступ к оборудованию. Кроме того, учитывается высота экрана, поскольку с ее увеличением затухание возрастает, что позволяет достичь значений затухания в 20 дБА, но на высоких частотах (от 1000 Гц). Но если уже предположить, что экран неизменной высоты, то с увеличением уже высоты источника акустическая эффективность экрана будет

снижаться. Следовательно, необходимо определить требуемую высоту конструкции, при которой эффективность затухания останется неизменной. Следует также обратить внимание на технологические отверстия в помещении ПРГ, их форму и размер, поскольку их наличие значительно снижает акустическую эффективность защитного экрана [6].

Данные звукоизолирующие конструкции являются наиболее доступными и эффективными решениями для снижения уровня шума. Они особенно эффективны в высоко- и среднечастотном диапазонах. Однако, для борьбы с низкочастотными шумами, использование только звукоизолирующих конструкций может быть недостаточным. В таких случаях рекомендуется использование внутренних и внешних глушителей шума для достижения наилучшего эффекта [7].

Так, рассмотрим отдельное устройство – шумоглушитель. Различают шумоглушители двух типов: диссипативного(абсорбционного) и реактивного.

Диссипативные устройства изготовлены из шумпоглощающего материала и различаются по его расположению в сечении канала. Возможно загрязнение наполнителя твёрдыми частицами, и как следствие увеличение аэродинамического сопротивления [6] и снижение акустической эффективности глушителя. Достоинством же являются относительная простота изготовления и отработанность технологии установки.

Прежде всего, стоит отметить такой регулятор давления газа, как РДП, производства ПКФ «Экс-Форма». Одним из способов снижения уровня шума является установка внутреннего шумоглушителя диссипативного типа. Шумопоглотитель представляет собой кольцо либо набор колец, изготовленных из пеноматериала с определенной пористостью (рис. 3). Значение коэффициента звукопоглощения и частота звуковых волн зависят от количества пор и размера ячеек пористого материала. Толщина встраиваемых в регулятор РДП колец из пеноматериала зависит от исполнения и типоразмера регулятора [7].



Рис. 3. Внутренний шумоглушитель для регулятора РДП из пеноматериала

Наибольшая эффективность устройства заметна в высокочастотном диапазоне и обычно превышает 25 дБА. Для РДП-50 наличие шумоглушителя не влияет на пропускную способность, а для РДП-100 и РДП-200 пропускная способность снижается на 10 %.

В устройствах реактивного типа различают камерные, резонансные и интерференционные глушители [6]. В ПРГ преимущественно используют резонансные глушители, где поток газа разбивается на отдельные составляющие, которые меняют своё направление, теряют акустическую энергию и уменьшают вихреобразование, далее попадают в камеру расширения на выходе. Они не чувствительны к загрязнению. Явным примером является внешний шумоглушитель производства ПКФ «Экс-Форма». Эффективность внешнего шумоглушителя составляет более 25 дБА [7].

Очевидно, что наиболее эффективным методом является комбинированное применение шумоглушителей. Так, регуляторы давления газа МЕТРАН оснащаются системой шумоглушения (рис.4), которая включает в себя:

- первый этап, шумоглушитель в виде кольца из армированной стальной сетки, установленный у седла клапана регулятора давления газа.
- второй этап, шумоглушитель реактивного типа, выполнен в виде перехода, включает в себя три камеры и перфорированные диски;
- третий этап, абсорбционный шумоглушитель для установки в выходной газопровод.



Рис. 4. Система шумоглушения на регуляторах давления МЕТРАН

Данное решение, позволяет добиться снижения уровня шума на 45 дБА, при этом большая часть шума поглощается в одном устройстве, что выгоднее при монтаже. Применяя данное решение совместно с шумоизоляцией можно достичь максимально эффективного результата, который заметно превосходит результаты конкурентов.

Выводы. Наиболее эффективный способ решения проблемы шумового загрязнения в пунктах редуцирования газа – это комплексный подход, который должен быть учтен на этапе проектирования и выбора оборудования. Тем не менее, даже на уже действующих объектах можно выделить целесообразные методы снижения шума. Уменьшение воздействия такого опасного и вредного фактора производства, как шум, с помощью предложенных мер приведет к улучшению условий труда работников газового хозяйства.

Библиографический список

1. ГОСТ 34670-2020. Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Основные положения. Введ. 2021-06-01. М.: Стандартинформ, 2020. 46 с.
2. Тихонова О.А. Оценка влияния шума на работников газораспределительных станций // Аллея науки. 2018. № 5(21). С. 367–371.
3. Снижение уровней шума и вибрации на газораспределительных пунктах энергетических объектов / В.В. Карманова, А.Ю. Олейников, С.К. Петров, И.И. Полях, И.С. Толоконников // Защита населения от повышенного шумового воздействия: сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2011. С. 245–260.
4. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. М: ЗАО Полимергаз. 2003. 64 с.
5. Скворцов В.С., Тупов В.Б. Излучения шума газораспределительным пунктом и газопроводом после него // Акустика среды обитания: сборник трудов Третьей Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов. М., 2018. С. 213–216.
6. Тупов В.Б. Кузминова С.А. Акустическая эффективность экранов для снижения шума от газораспределительных пунктов и их газопроводов // Вестник Московского энергетического института. 2020. №4. С. 81–88.
7. Кузминова С.А. Тупов В.Б. Влияние технологических проемов на акустическую эффективность экранов газорегуляторного пункта // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2020. №3. С. 48–54.

Для цитирования: Петрикеев А.Д., Сериков Г.С., Мышовская Л.П. Методы снижения шума в пунктах редуцирования газа // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2026. № 1 (42). С. 38–42.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК: 691.3:796

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

Д. А. Хабаров, И. А. Хабарова, Т. П. Борисова

*Государственный университет управления**Д. А. Хабаров, ст. преподаватель кафедры управления в здравоохранении и индустрии спорта
Россия, г. Москва, тел.: +7(495)371-56-55, e-mail: khabarov177@yandex.ru**Российский биотехнологический университет**И. А. Хабарова, канд. техн. наук., доц. кафедры управления бизнесом и сервисных технологий
Россия, г. Москва, тел.: +7(499) 750-01-11, e-mail: irakhabarova@yandex.ru**Государственный университет управления**Т. П. Борисова, канд. психол. наук, доц. кафедры управления в здравоохранении и индустрии спорта
Россия, г. Москва, тел.: +7(495)377-89-14, e-mail: tp_borisova@guu.ru*

Постановка задачи. Выбор материалов в процессе строительства любого объекта включает в себя комплексный подход. В том числе выбор материалов для спортивных покрытий при строительстве соответствующих объектов является не менее сложной инженерной задачей, включающей анализ разнообразных факторов: эксплуатационных, санитарно-гигиенических, климатических и механических. В данной статье разбираются теоретические аспекты выбора материалов с учётом специфики спортивной инфраструктуры, климатической зоны и интенсивности использования.

Результаты. Приведен обзор физико-механических свойств материалов покрытий, классификация по видам спорта, анализ влияния окружающей среды и методы оценки их эффективности. В статье предложены теоретические подходы, целесообразные для использования в проектировании и строительстве спортивных комплексов современного типа.

Выводы. Современные теоретические модели оценки пригодности обеспечивают системный подход к выбору материалов, способствуя оптимизации процесса проектирования. Для разработки надёжных и стойких спортивных покрытий критично сочетать теоретическое осмысление, стандарты безопасности и практический опыт.

Ключевые слова: строительство, спортивные покрытия, строительные материалы, механические свойства, классификация, износостойкость, внешние факторы, безопасность.

Введение. Прогресс в области физической культуры и спорта напрямую связан с сооружением качественной спортивной инфраструктуры, адаптированной для безопасности, функциональности и устойчивости. Ключевое внимание в этой сфере уделяется качеству спортивных покрытий и материалов, которые находятся в непосредственном пользовании спортсменов и подвержены интенсивным механическим воздействиям и переменам климата.

Спортивные покрытия должны удовлетворять критериям, различным для каждой спортивной дисциплины, и учитывать как внутренний, так и наружный вариант использования, а также возраст и профессиональный уровень спортсменов. Основополагающие параметры, к которым стремится строительный сектор, охватывают такие качества как сцепление, эластичность, амортизационные свойства, износостойкость, водонепроницаемость, теплостойкость, гигиеничность и экологическую безвредность [1, 2].

Выбор материала для создания спортивных покрытий становится сложным из-за широкого ассортимента доступных вариантов. Эти варианты включают в себя как классические бетонные и деревянные базы, так и современные композитные полиуретановые системы с многокомпонентной структурой. Каждый материал в таких системах выполняет свои функции: начиная от равномерного распределения веса и заканчивая предоставлением антискользящих характеристик.

Основная задача данной работы – категоризировать методологии подбора конструктивных компонентов при строительстве специализированных объектов для спортивных покрытий на основе актуальных исследовательских данных, стандартов и опыта в области строительного инжиниринга.

1. Материалы и методы. В исследовании использовались универсальные научные методологии, такие как логический разбор, индуктивный и дедуктивный методы, синтез знаний, а также специфические инженерные подходы, включая сравнительно-аналитический подход, экспертные оценки и стандартизированный анализ [3].

При работе с информацией были проанализированы:

- стандарты и правила;
- глобальные нормативы качества;
- научные публикации, образовательные материалы и методологические указания;
- техдокументация и материальные характеристики от изготовителей.

В процессе исследования были рассмотрены следующие характеристики составляющих:

1. Анализ и сопоставление характеристик различных покрытий.

- упругость (модуль упругости, коэффициент упругого возобновления);
- стойкость к истиранию (количество циклов до износа, изменение массы);
- коэффициенты трения охватывают ситуации сухого и жидкого контакта, а также различают статическое и кинетическое состояния трения.

2. Типология спортивных покрытий в зависимости от вида спорта.

- спортивные, фитнес, силовые, игровые для детей, универсальные;

3. Влияние экстернальных элементов на разрушение материалов.

– колебания температуры, ультрафиолетовое излучение, уровень влажности, физические воздействия;

4. Анализ теоретических подходов к оценке эффективности покрытий.

- функциональные, сценарные, прогностические и многокритериальные методики.

Были рассмотрены как отечественные, так и международные примеры применения инновационных материалов, подкрепленные лабораторными испытаниями и практическим использованием [4].

2. Результаты исследования и их обсуждение. При строительстве специализированных объектов материалы и спортивные покрытия подбираются с учетом специфик заданного спорта и условий использования.

Игровые покрытия разработаны для использования в спортзалах и на спортивных аренах, на которых проводятся динамичные игры, такие как баскетбол, волейбол или гандбол. Важнейшие требования к таким покрытиям включают высокую адгезию для минимизации скользкости, должную упругость для обеспечения амортизации при движениях и защиты от травм, а также износостойкость, учитывающую повторяющиеся физические нагрузки.

Спортивные покрытия, предназначенные для беговых трекков и зон прыжков, должны обеспечивать оптимальное сочетание амортизации и жесткости. Эластичность материала помогает минимизировать ударные нагрузки на артикуляции и позвоночник, в то время как достаточная твердость покрытия способствует эффективному отталкиванию.

Напольные покрытия в спортивных залах и фитнес-комплексах должны выдерживать локальные и длительные нагрузки, обладать повышенной устойчивостью к износу и эффективно снижать вибрации от спортивного оборудования и ударных нагрузок.

Детские спортивные комплексы должны соответствовать строгим нормам безопасности: эффективное поглощение ударов, использование нетоксичных, гипоаллергенных материалов.

Многоцелевые напольные покрытия используются в школах и общественных зонах для неспециализированных спортивных активностей, требующих одновременно высокой износостойкости и адаптивности.

Эта систематизация облегчает подбор материалов и архитектурных идей, принимая во внимание конкретные нагрузки и условия использования [2, 5].

Для адекватной оценки качества материалов был выполнен сопоставительный анализ основных параметров:

1. Эластичность и возможности амортизации. Полиуретановые покрытия и покрытия из этилен-пропилен-диенового каучука (EPDM) отличаются высокой эластичностью и способностью выдерживать повторные деформации, сохраняя при этом свои свойства. Эффективность амортизации у них колеблется между 20 и 40 % от воздействующей нагрузки, что является идеальным показателем для минимизации риска травм.

2. Абразивная стойкость. Полиуретановые покрытия демонстрируют высокую устойчивость. В отличие от них, покрытия из натурального каучукового резина показали меньшую износостойкость [4, 6].

3. Коэффициент трения покрытий. В сухом контакте этот показатель остается часто в пределах 0,5–0,7, эффективно препятствуя скольжению. Однако при влажности коэффициент может снижаться до 0,3–0,5, что акцентирует необходимость в применении антискользящих методов, таких как добавление текстуры или специальные покрытия [3, 7].

4. Термостойкость. Полиуретановые покрытия демонстрируют сохранение эластичных свойств в т.ч. в интервале температур от минус 40 °С до плюс 60 °С, обеспечивая их применимость в условиях с переменными климатическими условиями.

5. Водопоглощение и паропроницаемость материала связаны с его структурными характеристиками. Минимальное водопоглощение (< 0,5 %) способствует защите от деформаций и предотвращает микробиологическое разложение.

Следовательно, материалы с высокой прочностью и износостойкостью идеально подходят для спортивных площадок, тогда как для детских зон акцент делается на ударопоглощающие свойства и безопасность.

Ключевые элементы, определяющие прочность спортивных покрытий, охватывают ряд основных свойств.

Ультрафиолетовое излучение (УФ) воздействует на полимерные материалы, вызывая их фотодеструкцию, которая ведет к снижению механической прочности и изменению цвета. Для обеспечения защиты полимеров от УФ-излучения используют добавки УФ-стабилизаторов и защитные лакокрасочные покрытия. Лабораторные испытания демонстрируют, что в условиях открытого воздействия ультрафиолета без защитных мер полимер может потерять и 30 % своей первоначальной прочности уже после первого года эксплуатации.

Температурные колебания способствуют возникновению циклических напряжений в материале, что может индуцировать микротрещины, приводящие к прогрессирующему разрушению. Материалы с высокой упругостью и низкой стекловатой температурой обладают лучшей стойкостью.

Влага и осадки способствуют расширению материала, ухудшению прочности связи слоев покрытия и созданию скользкой поверхности. Применение водоотталкивающих добавок и правильный выбор компонентов помогают минимизировать эти проблемы [5, 8].

Механическая нагрузка и присутствие загрязнителей, например пылинки и зерна песка, а также обрабатывающий износ, способствуют ускоренному изнашиванию. Систематическое техобслуживание и очищение увеличивают долговечность покрытия. При выборе материалов и разработке покрытий необходимо учитывать эти аспекты, адаптируя их под разнообразные климатические условия и режимы использования.

В современной инженерии используются различные методологии для анализа качества спортивных покрытий:

- модель, сконструированная на основе критериев, таких как адгезия, эластичность, долговечность, дает возможность оценивать материалы по специфическим свойствам и идентифицировать лучшие для различных спортивных дисциплин;

- модель сценария, интегрирующая факторы эксплуатации – нагрузки, климатические условия, интервалы технического обслуживания и ремонта, критична для определения продолжительности службы и экономической эффективности;

- модель многокритериального анализа объединяет технические, экономические и экологические индикаторы. Применение весовых коэффициентов для параметров способствует оптимизации решений, учитывая приоритеты заказчика;

- модель прогнозирования долговечности покрытия, разработанная на основе данных о лабораторном ускоренном старении, обеспечивает предсказание продолжительности эксплуатации и координацию графика его замены.

Эти модели упрощают многоаспектный анализ материалов и стимулируют интеграцию инноваций в строительные процессы.

В строительстве спортивных сооружений ключевую роль играют успешно апробированные примеры использования новейших покрытий, которые обладают лабораторным подтверждением качества и доказанным долгосрочным сроком службы. Так, в период подготовки к Олимпиаде 1980 года, а также в рамках широких реновационных работ, ключевое внимание уделялось модернизации треков для легкой атлетики на стадионах комплекса [5, 9]. Например, использование собственного произведенного полиуретанового покрытия для треков обеспечило:

- амортизация ударов и уменьшение вероятности травм у спортсменов;
- устойчивость к температурным колебаниям, типичным для климата Москвы;
- эффективное сцепление в разнообразных метеоусловиях.

В рамках испытаний, проводимых согласно ГОСТ и международным стандартам, покрытие доказало свое соответствие нормам безопасности и долговечности. Непрерывная эксплуатация этого покрытия на протяжении ряда лет продемонстрировала его стабильные характеристики, что обеспечило передачу накопленного опыта при проектировании новых спортивных сооружений по всей стране.

В Германии и США активно применяются модульные резиновые настилы на спортивных аренах, адаптированные к местным климатическим особенностям и спектру спортивных дисциплин. Во время модернизации Олимпийского стадиона в Мюнхене использовались полимерные покрытия, отличающиеся повышенной износостойкостью и улучшенными антискользящими характеристиками. Это обеспечило повышение долговечности покрытия до двух десятилетий даже при интенсивном использовании для тренировок и спортивных состязаний.

В Америке, таких местах как Чикаго и штате Калифорния, применяют покрытия из модулей EPDM и полиуретана на открытых и крытых спортивных аренах, что гарантирует быструю замену дефектных модулей без полного демонтажа покрытия; приспособление к резким температурным перепадам и интенсивному солнечному излучению; обеспечение подходящих условий для практики различных спортивных дисциплин, включая баскетбол и легкоатлетические виды [5, 9].

Эти примеры подчеркивают успешность использования передовых материалов и технологий, модифицированных с учётом климатических условий и функциональных нужд, что подтверждено результатами сертификационных тестов по европейским стандартам ASTM и EN.

Выводы. Статья освещает теоретические аспекты подбора материалов для спортивных покрытий при строительстве специализированных объектов, анализируя набор ряда критериев: функциональное назначение, климат, спортивные дисциплины и оценочные методики.

При этом ключевыми моментами являются:

Классификация спортивных покрытий в соответствии с их предназначением и видами спортивных дисциплин определяет требования к используемым материалам, упрощая процесс выбора.

Физические и механические характеристики, включая трение, эластичность и стойкость к износу, определяют использование материалов.

Экстернальные переменные, такие как ультрафиолетовое излучение, влажность и колебания температур, оказывают значительное воздействие на продолжительность эксплуатации.

Современные теоретические модели оценки пригодности обеспечивают системный подход к выбору материалов, способствуя оптимизации процесса проектирования.

Для разработки надёжных и стойких спортивных покрытий критично сочетать теоретическое осмысление, стандарты безопасности и практический опыт.

Библиографический список

1. Алиев В.О. Безопасность спортивных покрытий // Безопасность городской среды: материалы IV Международной научно-практической конференции. Омск: Омский государственный технический университет, 2017. С. 322–326.
2. Гришанович А.И. Варианты применения уникальных конструкций покрытия для большепролетных спортивных сооружений // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2016. №2(3). С. 45–51.
3. Луканьков В.В. Оценка развития большепролетных покрытий в спортивно-развлекательных сооружениях // Актуальные вопросы техники, науки, технологии: сборник научных трудов национальной конференции. Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2024. С. 544–547.
4. ГОСТ Р 55529-2013 – стандарт «Объекты спорта. Требования безопасности при проведении спортивных и физкультурных мероприятий. Методы испытаний». М.: Стандартинформ, 2013. 54 с.
5. Бактикова И.Д. Акриловое полиуретановое покрытие для спортивных залов // Молодёжная наука 2025: технологии, инновации: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов, посвящённой 95-летию со дня образования Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова. Пермь: ИПЦ «Прокрост», 2025. С. 189–192.
6. Хабаров Д.А., Ананьина Л.Г., Борисова Т.П. Предложения по эффективному развитию и благоустройству городских территорий с учетом здравоохранительного приоритета // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №1(38). С. 10–14.
7. Создание клееной древесины повышенной прочности на основе клеев, подвергнутых совместному воздействию ультразвука и электрического поля / В.М. Попов, О.Р. Дорняк, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Научный журнал строительства и архитектуры. 2019. № 3 (55). С. 28–35.
8. Голядкина А.Д., Мартыненко Г.Н., Петрикеева Н.А. «Живые» материалы в строительстве // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 3 (28). С. 32–37.
9. Новиков А.В., Хабарова И.А., Грановитов Е.А. Современные технологии проведения оценки состояния и использования земельных ресурсов для пространственного развития территорий // Цифровизация землепользования и землеустройства: тенденции и перспективы: материалы международной научно-практической конференции. М.: ГУЗ, 2023. С. 207–211.

Для цитирования: Хабаров Д.А., Хабарова И.А., Борисова Т.П. Теоретические основы выбора материалов для покрытий при строительстве спортивных объектов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2026. №1 (42). С. 43–47.

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ

УДК 628.517

ПРОБЛЕМА ВИБРАЦИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ

И. Ю. Брехин, А. С. Самофалова

*Воронежский государственный технический университет**И. Ю. Брехин, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(919)181-19-20, e-mail: ilya.net77@yandex.ru**А. С. Самофалова, ассистент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(906)674-27-17, e-mail: samofalova.94@bk.ru*

Постановка задачи. Нефтегазовая отрасль работает с многочисленным оборудованием и трубопроводами, испытывающими постоянные значительные нагрузки при транспортировке потоков под давлением. При этом возникают повышенные шум и вибрации. Причин этому много, они известны, но минимизировать их достаточно сложно. Подойдем к существующей проблеме с точки зрения комплексного подхода. Рассмотрим в данной работе общие проблемы, связанные с вибрациями, используемом в нефтегазовой отрасли, а также наметим пути их решения.

Результаты. В нефтегазовой отрасли существует ряд вопросов, связанных с вибрациями на оборудовании, которые представляют собой серьезную проблему, влияющую на безопасность, надежность и экономическую эффективность оборудования. Проведен комплексный анализ данной проблемы.

Выводы. В результате проведенных исследований установлены основные проблемы вибронадежности оборудования и намечены пути решения по их снижению.

Ключевые слова: вибрация, нефтегазовая отрасль, анализ, обзор, оборудование, надежность, диагностика, мониторинг.

Введение. Современная нефтегазовая отрасль характеризуется эксплуатацией высоконагруженного и технологически сложного оборудования, работающего в экстремальных условиях. Одним из ключевых вызовов, напрямую влияющих на надежность, безопасность и экономическую эффективность производственных процессов, являются вибрации. Деструктивные вибрационные воздействия сопровождают весь технологический цикл – от бурения скважин и транспортировки углеводородов до переработки на нефтехимических комплексах. Они выступают основной причиной усталостных разрушений элементов буровых колонн, простоя насосно-компрессорного оборудования, разгерметизации трубопроводов и, как следствие, ведут к значительным финансовым потерям и повышенным экологическим рискам.

В работе Костюкова В.Н. [1] подробно описаны системы мониторинга вибраций для нефтегазового оборудования, данные из этого источника позволяют подробно понять основные аспекты управления безопасной добычи природных ресурсов. Несмотря на значительный технический прогресс, проблема вибраций остается актуальной и недостаточно систематизированной.

В статье Костюкова А.В. «Ортогональность параметров виброускорения, виброскорости и виброперемещения в задачах вибродиагностики» обсуждаются методы анализа вибраций в оборудовании, многогранность вибрации обусловлена разнообразием источников возникновения – от механических (дисбаланс роторов, искривление валов) и гидродинамических (гидроудары, кавитация) до аэродинамических и технологических факторов [2]. Это требует глубокого и комплексного подхода к её изучению и решению.

1. Ключевые источники и природа вибраций. Рассмотрим основные источники:

– вибрации в буровом оборудовании. В буровом оборудовании работа устройств основана на вращательном движении элементов бурильного устройства, при этом возникает прерывистое вращение при низкой крутильной жесткости бурильных колонн, что приводит к колебаниям скорости вращения долота, его остановкам и последующему проскальзыванию. Это вызывает повреждения долот, усталостные разрушения и снижение скорости проходки, а также преждевременный износ. Радиальные (вихревые) вибрации возникают при вращении элементов бурильной колонны вокруг оси, не совпадающей с геометрической осью скважины, что приводит к усталостным разрушениям и повреждениям оборудования. Сильные крутильные колебания могут вызывать даже обратное вращение долота, что приводит к перетягиванию трубных соединений и повреждению системы наземного привода [3]. Влияние на раздвижные инструменты: Вибрации могут вызывать самопроизвольный отворот элементов раздвижных фрезеров и расширителей, что приводит к авариям и снижению надежности.

– вибрации в трубопроводном транспорте. Проблемы распространения вибрации в трубопроводном транспорте связаны с гидроударами и пульсациями, которые вызываются работой насосов и компрессоров, приводя к разрушению трубопроводов, разрывам и утечкам нефтепродуктов. Это особенно актуально для устаревшего оборудования, имеющего уже износ в связи с длительным сроком эксплуатации.

Распространение вибрации напрямую зависит от материала, из которого сделан трубопровод. Распространение вибраций в композитных трубопроводах, таких как: неметаллические композиты (стеклопластик, углепластик) могут демонстрировать различные вибрационные характеристики по сравнению со стальными трубопроводами. Например, в определенных диапазонах частот они могут быть более эффективными, но при увеличении толщины виброускорение может возрастать [4].

Помимо основных проблем также существуют ошибки проектировщиков и инженеров, связанные с недостатками при проектировании и монтаже. Ошибки в проектировании (недостаточное количество опор) и монтаже (ненадежное закрепление) усугубляют вибрационные проблемы.

– вибрации в роторных установках (насосы, компрессоры, турбины). В издании Гольдина А.С. «Вибрация роторных машин» подробно описаны проблемы вибраций в роторном оборудовании, таком как насосы, компрессоры и турбины, используемые в нефтегазовой отрасли.

Дисбаланс и расцентровка роторов: вызывают вибрации в газотурбинных установках и центробежных нагнетателях, что может привести к автоматической остановке оборудования и серьезным повреждениям. Термические и термодинамические воздействия: неравномерный нагрев роторов и статоров приводит к искривлениям и вибрациям. Газодинамические возмущения: несимметричная работа горелок или камер сгорания вызывает вибрации в газовых турбинах [5].

Существенно страдают и все виды подшипников. Периодически проводится специальный мониторинг и вибродиагностика, которые помогают поймать проблему или выявить дефект еще на начальной стадии. Визуально на графике проблемный подшипник в зоне повышенной вибрации вследствие дефекта выглядит следующим образом (рис.).

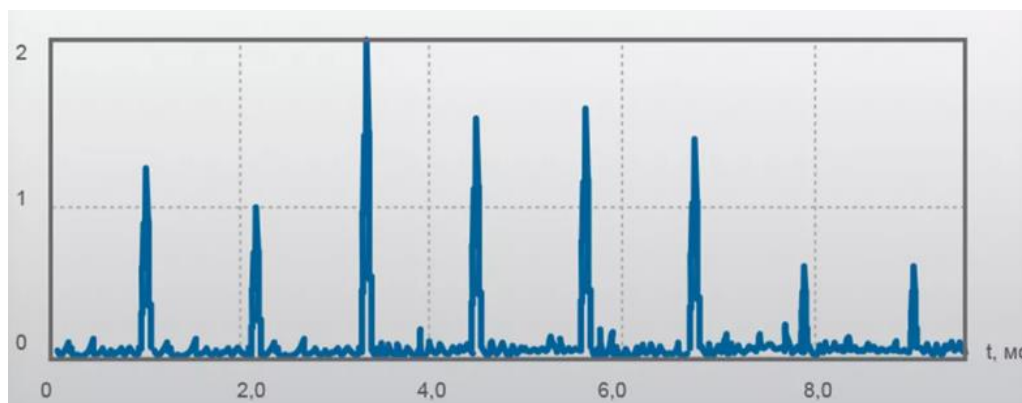


Рис. Зависимость мощности вибрации от времени в подшипнике с имеющимся дефектом

– вибрации в скважинном оборудовании. Вибрации в электроцентробежных насосах (УЭЦН) приводят к усталостным разрушениям валов, особенно в области шлицевых соединений, и снижают срок службы оборудования. Факторы, такие как наличие механических примесей и обводненность, усугубляют проблему. Проблемы демпфирования: существующие виброгасители часто имеют низкую эффективность и высокую стоимость, а конструкционные методы борьбы с вибрациями недостаточно развиты [6].

– вибрации в теплообменном оборудовании. К теплообменному оборудованию, используемому в нефтегазовой отрасли относятся кожухотрубные теплообменники. Вибрации, вызываемые потоком жидкости, приводят к утечкам, износу трубок и усталостным разрушениям. Это связано с уменьшением жесткости пучка труб и увеличением пролетов опор.

Сюда же можно отнести и сложность прогнозирования: теоретические методы не позволяют точно анализировать вибрации, а стандарты не содержат четких критериев проектирования.

2. Общие проблемы и вызовы. Рассмотрим проблемы и их следствия. Это прежде всего отсутствие комплексных решений: многие методы борьбы с вибрациями (балансировка, демпфирование) требуют индивидуального подхода и высокой квалификации специалистов. В данный момент нехватка специалистов в нефтегазовой отрасли России оценивается примерно в 40 тысяч человек. Для решения этой проблемы требуется комплексный подход, включающий улучшение системы образования, повышение привлекательности рабочих профессий и тесное сотрудничество между работодателями, учебными заведениями и государством.

Экономические последствия: вибрации приводят к простоям, ремонтам и авариям, что увеличивает непроизводительные затраты. Например, в буровых работах вибрации могут снижать механическую скорость проходки до 30 %.

Недостаточность исследований: некоторые аспекты, такие как распространение вибраций в неметаллических композитах и динамика скважинного оборудования, остаются малоизученными [7, 8].

3. Методы борьбы с вибрациями. К основным эффективным методам можно отнести вибропоглощение и виброизоляцию: использование материалов с большим внутренним трением (резина, войлок, пенопласт) для преобразования энергии механических колебаний в тепловую. Также установка амортизаторов (стальные пружины, резиновые прокладки) между вибрирующим оборудованием и основанием [9].

Организационно-технические мероприятия: регулярное техническое обслуживание, плановый ремонт и контроль вибрационных характеристик оборудования. Это включает замену изношенных деталей и использование дистанционного управления для минимизации воздействия вибраций на персонал [10].

Индивидуальные средства защиты: использование специальной обуви на массивной резиновой подошве, перчаток и вкладышей из упругодемпфирующих материалов для защиты работников от вибраций.

Перспективные методы и исследования: исследование демпфирующих сталей и сплавов (например, NiTi) для изготовления оборудования, что позволяет снизить вибрации и повысить долговечность.

Разработка интеллектуальных систем: внедрение систем предиктивной аналитики на основе машинного обучения для прогнозирования вибраций и автоматического регулирования работы оборудования [11, 12].

Совершенствование конструкций: например, разработка долот с адаптивными элементами, которые уменьшают вибрации в процессе бурения.

Выводы. Проблемы вибраций в нефтегазовой отрасли многогранны и требуют комплексного подхода, включая улучшение проектирования, использование новых материалов (например, демпфирующих сталей и композитов), внедрение новых и прогрессивных методов диагностики и индивидуальные решения для конкретных условий эксплуатации. Только в случае использования комплексных мероприятий можно достичь желаемого эффекта. Для дальнейшего снижения рисков необходимо развивать исследования в области вибродиагностики и создавать более эффективные демпфирующие системы.

Библиографический список

1. Костюков В.Н. Автоматизированные системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. М.: АСУ БЭР КОМПАКС. 1999. 162 с.
 2. Костюков А.В. Ортогональность параметров виброускорения, виброскорости и виброперемещения в задачах вибродиагностики. М.: Контроль. Диагностика. 2008. 441 с.
 3. Анализ возникновения вибраций в процессе бурения / К.О. Щербакова, Б.А. Овезов, Л.Р. Календарова, Д.А. Кузнецова // *Neftegaz.RU*. 2022. №11. С. 88–93.
 4. Мищевич В.И. Гидродинамические исследования поглощающих пластов и методы их изоляции. М.: Недра. 1974
 5. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин. М.: Машиностроение. 2000.
 6. Басарьгин Ю.М., Проселков Ю.М., Булатов А.И. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. М.: Недра. 2000.
 7. Коршунов Г.И., Мяков В.В. Анализ профессионального риска воздействия шума и вибрации на работников нефтяных шахт // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. 2024. № 1 (65). С. 33-36.
 8. Комаров В.П., Шевченко А.С., Костенко Ю.В. Цифровизация процессов в нефтегазовой отрасли: проблемы и перспективы // *Нефтегазовое дело*. 2023. № 3. С. 112–120.
 9. Петров А.А., Никифоров И.В., Зайцев И.В. Балансировка данных для программы объединения систем хранения данных // *Современные технологии в теории и практике программирования: сборник материалов научно-практической конференции*. Санкт-Петербург, 2021. С. 216–218.
 10. Беленко И.В., Петрикеева Н.А. Распределение полей скоростей в теплообменных аппаратах // *Научная опора Воронежской области: сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий*. Воронеж, 2023. С. 263–266.
 11. Цуканова О.С., Петрикеева Н.А. Проблема борьбы с шумом. История и основные направления развития методов снижения уровня шума // *Научный журнал. Инженерные системы и сооружения*. 2009. № 1 (1). С. 67–74.
 12. Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Цифровое моделирование и прогнозирование характеристик гидравлической сети // *Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2024: сборник докладов V Национальной научной конференции*. Москва, 2025. С. 629–634.
- Для цитирования:* Брехин И.Ю., Самофалова А.С. Проблема вибраций в нефтегазовой отрасли: комплексный анализ // *Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации*. 2026. №1 (42). С. 48–51.

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

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

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

1.1. *Введение* предполагает:

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

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

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

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

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

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

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

4. Объем статьи должен составлять не менее 4 и не более 10 страниц формата А4. Поля слева и справа – по 2 см, снизу и сверху – по 2,5 см.

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

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

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

8. Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них. Название иллюстраций (10 пт., обычный) дается под ними после слова Рис. с порядковым номером (10 пт., полужирный). Если рисунок в тексте один, номер не ставится.

Все рисунки и фотографии желательно представлять в цветном варианте; они должны иметь хороший контраст и разрешение не менее 300 dpi. Избегайте тонких линий в графиках (толщина линий должна быть не менее 0,2 мм). Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются.

9. Слово «Таблица» с порядковым номером размещается по правому краю. На следующей строке приводится название таблицы (выравнивание по центру без отступа) без точки в конце. Единственная в статье таблица не нумеруется.

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

11. Используемые в работе термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Все употребляемые автором обозначения и аббревиатуры должны быть определены при их первом появлении в тексте.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Автор согласен с тем, что редакция журнала имеет право:

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

– производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи;

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

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