

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

№101, Сентябрь 2023
(Часть 4)



Самара, 2023

T33

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №101, Сентябрь 2023 (Часть 4) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2023 - 204 с.

doi: 10.18411/trnio-09-2023-p4

Тенденции развития науки и образования - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»
© Университет дополнительного
профессионального образования

УДК 001.1
ББК 60

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Черноятов Александр Михайлович

Кандидат экономических наук, Профессор

Царегородцев Евгений Леонидович

Кандидат технических наук, доцент

Пивоваров Александр Анатольевич

Кандидат педагогических наук

Малышкина Елена Владимировна

Кандидат исторических наук

Ильященко Дмитрий Павлович

Кандидат технических наук

Дробот Павел Николаевич

Кандидат физико-математических наук, Доцент

Божко Леся Михайловна

Доктор экономических наук, Доцент

Бегидова Светлана Николаевна

Доктор педагогических наук, Профессор

Андреева Ольга Николаевна

Кандидат филологических наук, Доцент

Абасова Самира Гусейн кызы

Кандидат экономических наук, Доцент

Попова Наталья Владимировна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Ханбабаева Ольга Евгеньевна

Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

Вражнов Алексей Сергеевич

Кандидат юридических наук

Ерыгина Анна Владимировна

Кандидат экономических наук, Доцент

Чебыкина Ольга Альбертовна

Кандидат психологических наук

Левченко Виктория Викторовна

Кандидат педагогических наук

Петраш Елена Вадимовна

Кандидат культурологии

Романенко Елена Александровна

Кандидат юридических наук, Доцент

Мирошин Дмитрий Григорьевич

Кандидат педагогических наук, Доцент

Ефременко Евгений Сергеевич

Кандидат медицинских наук, Доцент

Шалагинова Ксения Сергеевна

Кандидат психологических наук, Доцент

Катермина Вероника Викторовна

Доктор филологических наук, Профессор

Полицинский Евгений Валериевич

Кандидат педагогических наук, Доцент

Жичкин Кирилл Александрович

Кандидат экономических наук, Доцент

Пузыня Татьяна Алексеевна

Кандидат экономических наук, Доцент

Ларионов Максим Викторович

Доктор биологических наук, Доцент

Афанасьева Татьяна Гавриловна

Доктор фармацевтических наук, Доцент

Байрамова Айгюн Сеймур кызы

Доктор философии по техническим наукам

Лыгин Сергей Александрович

Кандидат химических наук, Доцент

Заломнова Светлана Петровна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Биймурсаева Бурулбубу Молдосалиевна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Радкевич Михаил Михайлович

Доктор технических наук, Профессор

Гуткевич Елена Владимировна

Доктор медицинских наук

Матвеев Роман Сталинарьевич

Доктор медицинских наук, Доцент

Аиранов Баходурджон Пулотович

Кандидат филологических наук, Доцент

Шамутдинов Айдар Харисович

Кандидат технических наук, Профессор

Найденов Николай Дмитриевич

Доктор экономических наук, Профессор

Романова Ирина Валентиновна

Кандидат экономических наук, Доцент

Хачатурова Карине Робертовна

Кандидат педагогических наук

Кадим Мундер Мулла

Кандидат филологических наук, Доцент

Григорьев Михаил Федосеевич

Кандидат сельскохозяйственных наук

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ XVIII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	8
Васильева Т.Г., Лукьянчик В.Н., Корякин Д.А., Филимоненков М.Х. Создание информационно-телекоммуникационной инфраструктуры в Арктической зоне Российской Федерации на основе аэроплатформ	8
Казимов Ф.С. Перегонка нефтепродуктов и жидкого топлива при атмосферном давлении и повышение точности измерения методом неопределенности.....	10
Лукьянчик В.Н., Васильева Т.Г., Мельник В.Н., Корякин Д.А. Квадрокоптеры –как ретрансляторы радиосигналов в системе военного назначения.....	15
Мильман О.О., Перов В.Б., Шифрин Б.А., Кузина Л.А., Лошкарева Е.А., Сережкин Л.Н.¹, Днепровская П.Ю.¹ Реактивная гидропаровая турбина для водогрейной котельной	17
Митрофанов Н.М., Митрофанова Т.Ю. Территориальная трансформация промышленности Кыргызстана за постсоветский период.....	23
Ринас Н.А., Буркова А.Г., Макарец А.А. Эксплуатация в АПК.....	29
Сафин М.А., Сафиуллина А.Ф. Автоматизация бурения и добычи в нефтегазовой промышленности	32
Сафин М.А., Сафиуллина А.Ф. Энергоэффективность и автоматизация в нефтяной отрасли	34
Сафин М.А., Сафиуллина А.Ф. Роботизация в оборудовании и обслуживании месторождений.....	36
Соколов Н.С. Случай усиления прислоненного склона	38
Соколов Н.С. Мелкозернистый бетон – материал буроинъекционных свай ЭРТ	44
Соколов Н.С. Технология усиления слабых оснований	49
Соколов Н.С. Задача обеспечения надежной эксплуатации объекта культурного наследия .	54
Соколов Н.С. Практика подземного строительства в стесненных условиях	61
Трусова Е.В., Костин Н.А. Методы поверхностного упрочнения инструментальной стали их особенности и применение	66
Хольшев Н. В., Букина М.А., Глазков В. Ю., Насонов С.И. Анализ путей повышения быстродействия автомобильных тормозных систем с гидроприводом.....	69
Шульц С.А., Истомова М.А. Электроизолирующее соединение – элемент безопасности системы газоснабжения.....	72
Юй Шуайсянь., Хуо Жуйцзе. Исследование процесса очистки существующих комплексных очистных сооружений сточных вод	76
РАЗДЕЛ XIX. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	80
Калинников Д. И. Анализ и исследование инструментов backend-разработки web - приложений	80
Коновалов Г.Г. Анализ и сравнительная оценка современных алгоритмов кэширования	84
Морозова Н.В., Балов А.А., Микелба Н.Р., Мамчурев А.К. Искусственный интеллект: Стремление к технологиям завтрашнего дня.....	87

Ренсков Д.А., Мартынов В.А., Баринов Д.М. Принципы проектирования информационных систем.....	89
Яровой Р.В., Кривоногова Е.В., Рябов Г.А. Атаки на веб-приложения: определение, типы и профилактика	92
Яровой Р.В., Рябов Г.А., Изотов Д.Ю. Вредоносное программное обеспечение: типы, методы распространения и антивирусные меры	95
РАЗДЕЛ XX. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	98
Будков А.С. Топливо-энергетический потенциал Чукотского АО: оценка, проблемы и перспективы.....	98
РАЗДЕЛ XXI. ФИЗИКА	103
Кошман В.С. Закон сохранения и превращения энергии в гидравлике и космологии	103
Луценко Ю.Ю., Зеленецкая Е.П. Особенности электромагнитного поля высокочастотного факельного разряда с искусственно обрезанным каналом	106
РАЗДЕЛ XXII. МАТЕМАТИКА	110
Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чернов С.В., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К. Критерий существования решений, количество решений, структура решений канонического неоднородного алгебраического уравнения степени n в кольце вычетов Z_m с генераторами и свободным членом, взаимно простым с порядком кольца.....	110
РАЗДЕЛ XXIII. ЭЛЕКТРОНИКА	114
Плахутин Д.Э. Устройство резервного электропитания	114
РАЗДЕЛ XXIV. ЭНЕРГЕТИКА	118
Кузьмин Г.А. Ключевая роль энергоаудита в оценке энергетической эффективности зданий	118
Кузьмин Г.А. Снижение энергопотребления систем вентиляции зданий	120
Шелехов И. Ю., Бугаев В. А., Дугаржапова И. Ж. Разработка мероприятий по оптимизации работы электродвигательной	123
РАЗДЕЛ XXV. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ	126
Мельник В.Н., Басыня В.А., Чеботарь И.Т, Вахненко И.В. Способы построения сетей радиосвязи с применением ретрансляторов различного типа.....	126
Чеботарь И.Т., Мельник В.Н., Басыня В.А., Данилюк А.И. Направления развития автоматизированных систем управления связью специального назначения.....	129
РАЗДЕЛ XXVI. НАНОТЕХНОЛОГИИ	132
Дворянкин О.А., Дворянкин А.О. Влияние режимов 3D-печати на усадку моделей изготавливаемых методами FDM печати	132

РАЗДЕЛ XXVII. СТРОИТЕЛЬСТВО	139
Дерябина А.Е., Шишин В.Г. Обоснование выбора ХСПЭ мастики для создания гидроизоляционных кровельных покрытий с повышенными эксплуатационными характеристиками	139
Павлова Л.В., Богачев Н.В. Влияние состояния автомобильных дорог на безопасность движения	144
Романов А.А. Метод определения водоносных горизонтов водозаборной скважины с помощью гамма каротажа	147
Сергеев С.В., Соколов Н.С. Мониторинг за строительством здания с «безригельным» каркасом	151
Соколов Н.С. Аспекты повышения несущей способностью основания	155
Соколов Н.С. Буринъекционная свая ЭРТ армированная фиброй как заглубленная конструкция	158
Соколов Н.С. Свая ЭРТ армированная фиброй	163
Соколов Н.С. Стесненность при строительстве объектов	167
Соколов Н.С. Устройство ограждения котлована в стесненных условиях	172
Соколов Н.С. Электроразрядная технология для усиления основания	176
Соколов Н.С. ЭРТ технология усиления оснований	183
Соколов Н.С. Соколов Б.С. Использование свай ЭРТ при усилении оснований промышленных зданий	186
Соколов Н.С. Соколов Б.С. Усиление основания и фундаментов в стесненных условиях	190
Шелехов И.Ю., Матрасова Е.Н., Клементьев И.А. Исследование средств защиты прилегающей территории от наледи	194
РАЗДЕЛ XXVIII. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ	199
Абрамова Н.И., Васильева Т.Г., Виткевич Н.Л. Как информационное оружие влияет на человека: разбор понятия и видов	199

РАЗДЕЛ XVIII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Васильева Т.Г., Лукьянчик В.Н., Корякин Д.А., Филимоненков М.Х.
**Создание информационно-телекоммуникационной инфраструктуры в Арктической
зоне Российской Федерации на основе аэроплатформ**

*Военная академия связи им. С.М. Буденного
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-158

Аннотация

В системных позициях излагаются потенциальные возможности высотно-поднятых ретрансляторов связи для построения телекоммуникационной системы в Арктической зоне Российской Федерации на основе высокоподнятых аэроплатформ, носителями которых могут быть дирижабли и аэростаты.

Ключевые слова: Арктическая зона, система связи, безопасность, аэростат, дирижабль, аэроплатформа, широкополосный доступ.

Abstract

The system positions outline the potential capabilities of high-altitude communication repeaters for building a telecommunications system in the Arctic zone of the Russian Federation based on high-altitude aeroplatforms, the carriers of which can be airships and balloons.

Keywords: Arctic zone, communication system, security, balloon, airship, aeroplatform, broadband access.

Арктический регион является важной структурной составляющей территории Российской Федерации, включающей сухопутную часть (острова и береговая линия) и морскую, имеющих важное стратегическое значение с позиций безопасности, наличия запасов природных ресурсов (нефть и газ), а также обеспечения судоходства по Северному морскому пути. На островах и прибрежной части размещены части и подразделения силовых структур.

Для устойчивого управления, поддержания жизнедеятельности органов управления и взаимодействия между ними необходимо иметь линии (каналы) связи с соответствующими характеристиками, обеспечивающих работу терминальных устройств.

Основной проблемой при организации связи в Арктической зоне (АЗ) являются значительные расстояния между объектами (штабами и пунктами управления воинских частей), а также водные преграды. Причиной этому является недостаточная развитость системы связи в прибрежной полосе вдоль Северного Ледовитого океана, на островах, где развёрнуты военные базы, а также между базами различных островов [1].

Созданное в АЗ Российской Федерации (РФ) информационное поле не имеет необходимой глубины построения, носит очаговый характер и не обеспечивает выполнение задач военного управления в необходимом объеме.

Для обеспечения решения задач в интересах эффективного управления войсками и оружием, обеспечения повседневной деятельности войск, их готовности к отражению агрессии и ведения военных действий, а также при решении ими задач в сфере военной безопасности, защиты и охраны государственной границы, пролегающей в АЗ РФ, как в мирное, так и в военное время необходимо решить задачу создания соответствующей информационно-телекоммуникационной инфраструктуры.

Научный поиск решений по повышению качества функционирования системы связи в АЗ РФ показал, что одним из рациональных путей решения этой задачи является развертывание в этом регионе России ретрансляторов связи на летно-подъёмных средствах.

Анализ проведенных в период 2010 – 2018 годов исследований показал, что одним из возможных направлений совершенствования связи в АЗ РФ может стать создание сети ретрансляторов, размещенных на базе дистанционно управляемых беспилотных летательных аппаратов и комплекса наземного оборудования.

Высокоподнятая аэроплатформа для телекоммуникационных систем представляет собой летательный аппарат, который может достаточно долго находиться в воздушном пространстве, нести груз с телекоммуникационным оборудованием, обеспечивать его работоспособность и выполнять, по возможности, ориентирование антенных систем в определенную зону на поверхности Земли. На рисунке 1 приведён аэростатный комплекс в составе аэростата, кабель-троса и наземного оборудования.

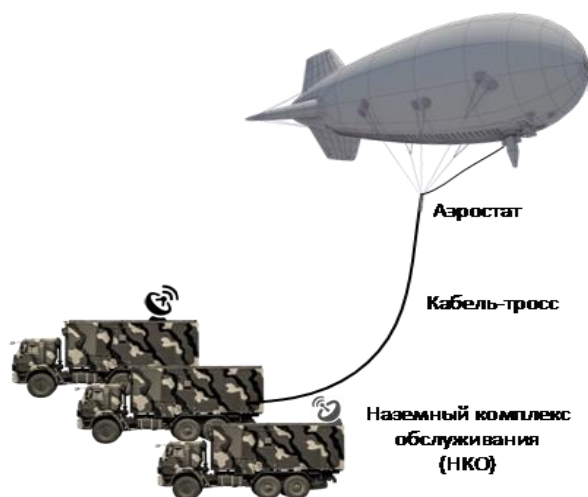


Рисунок 1. Аэростатный комплекс.

Основной задачей телекоммуникационной системы на основе высокоподнятых аэроплатформ (ТСВА) является обеспечение пользователям возможности передачи значительных потоков информации в пределах зоны обслуживания, а также широкополосного беспроводного доступа (ШБД) подвижным (мобильным) абонентам [2]. Исследование возможностей технических средств по обмену информационными сообщениями позволили установить, что ШБД обеспечивает абонентский доступ к информационным ресурсам со скоростями передачи и качеством обслуживания, которые не достигаются традиционными системами наземной сотовой телефонной и фиксированной спутниковой связи.

Системы ШБД, поддерживают беспроводный обмен более чем одного из следующих видов информационных сообщений – текст, звук, изображения, данные, видео, графику.

На рисунке 2 приведена структура многозоновой ТСВА в составе:

- станций на базе высокоподнятой аэроплатформы, представляющие собой ретрансляторы связи (7, 9);
- наземных станций сопряжения с внешними сетями (шлюзовые станции 3, 11);

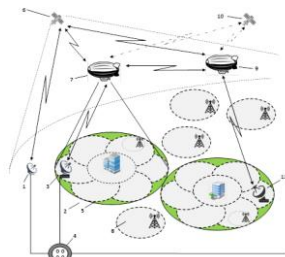


Рисунок 2. Структура многозоновой ТСВА (вариант)

- наземной спутниковой станции (1);

- спутника связи (6);
- навигационного спутника ГЛОНАСС/GPS (10);
- наземных сотовых беспроводных систем (8);
- зон ТСВА (5);
- терминалов наземных пользователей (4).

Радиус действия ТСВА представляет собой отдельную зону связи, которая позволяет создавать на ее базе многосотовую сеть с обеспечением межзонового и межсотового трафика исключительно через высокоподнятые аэроплатформы и спутниковые макросоты [3].

В зависимости от реализуемой площади покрытия и плотности информационного трафика ТСВА возможно формировать зоны обслуживания, обеспечивающие покрытие территории для соответствующих зон (районов).

Для охвата пользователей в соответствующей зоне могут применяться аэроплатформы на аэростатах, поднимаемые на высоты 100...1500 м (низкоподнятые) и 3000...4000 м (среднеподнятые) ретрансляторы связи. На высотах 15000...20000 м размещают высокоподнятые ретрансляторы связи, носителями которых являются дирижабли.

Предварительные расчеты показывают, что с учетом высоты подъема аэроплатформ (20000 метров), технические средства, размещенные на борту такого носителя, способны обеспечить ресурсом ретрансляции наземные объекты, расположенные в условной площади круга диаметром 500 – 600 километров. Такие аэроплатформы в АЗ РФ целесообразно размещать на островах Земля Франца Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, Новосибирские острова, создавая тем самым взаимные зоны покрытия.

Анализ проводимых исследований в области применения воздушных ретрансляторов связи позволяет утверждать, что это позволит обеспечивать связь на островных территориях, а также между островами, обеспечивая взаимодействие войск и связь судам в водах Северного Ледовитого океана и морях.

1. А. Брыксенков. Арктика в ожидании отечественной связи//Журнал Connect.№ 7. Июль-август 2015 г. С. 19 – 37.
2. М. Е. Ильченко, С. А. Кравчук. Информационно-телекоммуникационные системы широкополосного радиодоступа.– М.: В журн. Проблемы управления и информатики. № 1, 2006 г. С. 25-27.
3. <https://goarctic.ru/?ysclid=lly53crhzy314552102>

Казимов Ф.С.

Перегонка нефтепродуктов и жидкого топлива при атмосферном давлении и повышение точности измерения методом неопределенности

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
(Азербайджан, Баку)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-159

Аннотация

Основной метод определения интервала кипения нефтепродукта путем простой периодической перегонки используется с тех пор, как появилась нефтяная промышленность. Это один из давних методов испытаний. С момента использования данного метода в течение длительного периода, существует огромное количество исторических баз данных для оценки и точности конечных результатов, используемые к продуктам и процессам. Перегонные (летучие) характеристики углеводородов оказывают важное влияние на их безопасность и производительность, особенно в случае топлива и растворителей. Внедрение и расчет неопределенности измерений в процессе дистилляции, поможет достичь точности, исключить все влияющие факторы, составить полный и правильный репорт результатов.

Ключевые слова : Измерения, автомобильное топливо, фракционный состав, температура кипения, точность измерения, контроль параметров дистилляции.

Abstract

The main method for determining the boiling range of a petroleum product by simple batch distillation has been used since the dawn of the oil industry. This is one of the oldest test methods. Since this method has been used for a long period, there are a huge number of historical databases for assessing the sensitivity and accuracy of the results used to products and processes. The distillation (volatile) characteristics of hydrocarbons have an important impact on their safety and performance, especially in the case of fuels and solvents. The implementation and calculation of measurement uncertainty in the distillation process will help to achieve accuracy, eliminate all influencing factors, and compile a complete and correct report of the results.

Keywords: Uncertainty measurement, automotive fuel, fractional composition, boiling point, measurement accuracy, control of distillation parameters.

Перегонка проводится в лабораторной перегонной установке периодического действия при атмосферном давлении. Систематические наблюдения за температурными показаниями и объемами конденсата производятся в зависимости от потребностей пользователя. Объем остатка и потери также фиксируются. В конце перегонки наблюдаемые температуры паров могут быть скорректированы с учетом барометрического давления и данные проверяются на соответствие процедурных требований, такие как скорость дистилляции. Также рассчитывается неопределенность данного процесс и метода для повышения точности. Испытание повторяют, если какое-либо конкретное условие не было выполнено. Результаты испытаний обычно выражаются в процентах испарения, номинальное или процент извлечения по сравнению с соответствующей температурой, либо в таблице, либо графически, как график перегонки изгиб. Характеристики дистилляции имеют решающее значение как для автомобильных, так и для авиационных бензинов, влияющих на запуск, прогрев и склонность к образованию паровых пробок при высоких рабочих температурах или на большой высоте, или и то, и другое [1-3]

Проведение атмосферной перегонки бензина. Внедрение и расчет неопределенности измерения. В лабораторных условиях 100 мл наливают в колбу для перегонки, которую затем помещают на установку с соответствующим приемником. Затем нагревают до тех пор, пока продукт не закипит. В этот момент продукт превращается из жидкости в газ и проходит мимо термометра. Затем газ пойдет вниз по трубке конденсатора, которая превратит его обратно в жидкость. Эта жидкость будет перемещаться дальше вниз в объемный приемник, где она будет собираться. Температура будет записана в соответствии с объемом в приемнике.

IBP (Начальная точка кипения) – это температура, при которой первая капля из конденсатора попадает в ресивер. Это важно для определения наличия каких-либо примесей легких фракций в таких продуктах, как дизельное топливо. Если IBP потока дизельного топлива обычно составляет 345°F, но перегонка дает результат 150°F. Это может указывать на загрязнение бензином или другим более легким продуктом [4].

EP (конечная точка) – это самая высокая температура, достигаемая на термометре, когда продукт больше не выходит из конденсатора и не поступает в ресивер. Это также полезно для выявления загрязнения во фракциях. Например, бензин обычно имеет конечную точку 400-430°F. Если эта конечная точка достигает 450°F+, в продукте может содержаться дизельное топливо или более тяжелые загрязнения [5].

1%-99% - Остальная часть диапазона дистилляции, кроме IBP и EP, используется для характеристики продукта. Это даст представление о том, как продукт будет реагировать на его различные варианты использования от автомобильного топлива до мазута.

Извлечение — общее количество продукта, извлеченного после процесса дистилляции. Остаток – это оставшийся тяжелый материал, который не выкипел во время дистилляции. Если остаток чрезмерный, это может вызвать серьезные проблемы при использовании в автомобильных целях.

Неопределенность измерения – это сомнение, которое существует в отношении результата любого измерения. Но для каждого измерения, даже самого тщательного, всегда

есть сомнения. Существует два типа неопределенности тип А и тип Б, также суммарная и расширенная неопределенность. В данной статье мы рассмотрим неопределенность типа Б. В условиях недостаточности информации рассчитаем неопределенность типа Б внесем в результат измерения и в конечный отчет.

Оценка типа А: неопределенность выводится из стандартного отклонения ряда повторных измерений.

Оценка типа В: общая неопределенность оценивается на основе индивидуальных неопределенностей каждого из факторов, влияющих на окончательный результат испытания/калибровки. Неопределенности от сертифицированных эталонных стандартов, от калибровки оборудования, от схем проверки квалификации являются примерами этих отдельных факторов. Этот подход обычно используется, когда нет достаточных данных.

Тип Б: Неопределенности в этих данных обычно представляют в виде границ отклонения значения величины от ее оценки. Формулы расчета стандартной неопределенности для типа Б различаются в зависимости от типа распределения возможных значений этих величин. Чаще всего встречаются следующие функции распределения: равномерное, треугольное и нормальное.

Если в справке технической документации пределы допускаемой погрешности указаны без доверительного интервала или оценка дана в виде диапазона ($\pm a$), а форма распределения неизвестна, следует использовать закон равномерного распределения:

$$(1) \quad u_{(x)} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

Треугольное распределение используется, когда информация об измеренных значениях не так ограничена, как в случае прямоугольного (равномерного) распределения [6]. Интервал центральных значений более вероятен, чем вблизи его границ. Обычно это распределение используют при расчете стандартной неопределенности объема посуды, так как считается, что в процессе производства объемной посуды номинальные значения объема превышают вероятные, чем крайние значения

$$(2) \quad u_{(x)} = \frac{a}{\sqrt{6}}$$

При доверительной вероятности 95 % стандартную неопределенность рассчитывают по формуле (3), а при 99,7 % - по формуле (4):

$$(3) \quad u_{(x)} = \frac{a}{2}$$

$$(4) \quad u_{(x)} = \frac{a}{3}$$

При проведении данного теста будем учитывать следующие влияющие факторы: температура окружающей среды; термометры (при проведении перегонки); давление; оператор; химическая посуда; температура бани (в зависимости от продукта перегонки); скорость конденсации паров, секундомер; аппарат дистилляции; сходимость и воспроизводимость [7].

После проведения перегонки бензина при атмосферном давлении были получены следующие результаты (температура начала кипения, среднеквадратичное отклонение, а также неопределенность) [8].

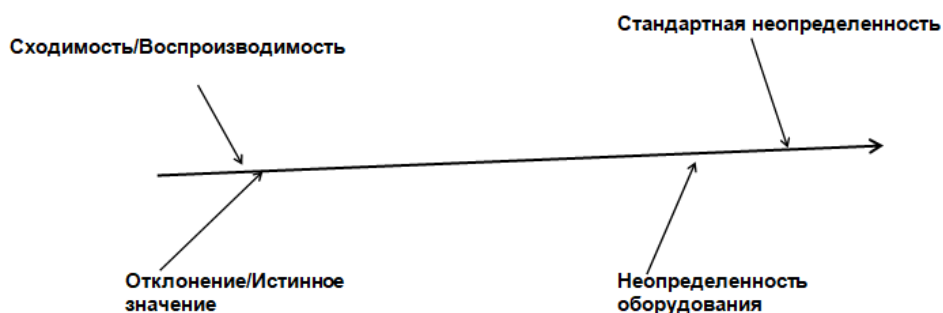


Рисунок 1. Вклад неопределенности и его диаграмма.

Таблица 1

Результаты измерений, проведенные в один день (температура начала кипения, среднеквадратичное отклонение, а также неопределенность).

<i>n</i>	Оператор 1	Оператор 2	Оператор 3	Оператор 4	Оператор 5	Оператор 6	Оператор 7	Оператор 8
1	34.0	33.0	32.0	29.0	32.5	33.0	34.0	31.0
2	31.5	35.0	33.0	29.0	33.0	31.0	33.0	32.0
3	32.0	31.0	32.5	33.0	29.0	32.5	35.5	33.0
4	32.0	33.0	33.5	32.5	33.0	32.0	30.0	35.0
5	33.0	29.0	34.0	33.5	34.0	33.0	31.0	33.0
AVR	32.50	32.20	33.00	31.40	32.30	32.30	32.70	32.80
STD	1.000	2.280	0.791	2.219	1.924	0.837	2.225	1.483
<i>U_a</i>	0.447	1.020	0.354	0.992	0.860	0.374	0.995	0.663

Таблица 2

Неопределенность Типа Б для аппарата дистилляции

Измеряемая величина, С	-	Тип неопределенности типа Б
Неопределенность (данные сертификата)	1.59	Нормальный
Стандартная неопределенность $u = I a I / 2$		0.7950

Аппарат атмосферной дистилляции Коехлер, К45000
Серийный номер аппарата XXXXX-C

Таблица 3

Неопределенность Типа Б для для смещения.

Неопределенность коррекции смещения

	Бензин
Смещение (Погрешность)	-1.7000
Неопределенность типа Б:	Прямоугольное
Измеряемая величина	-
Стандартная неопределенность $= I Bias I / \sqrt{3}$	-0.9815

Таблица 4

Неопределенность типа Б для сходимости.

Сходимость	Бензин
Стандартное отклонение Сходимости	1.45254
Pool standard deviation, Sp	1.41039
Количество данных, n	5
Стандартная неопределенность (u) = Sp / \sqrt{n}	0.63074

Таблица 5

Неопределенность типа B для воспроизводимости.

Воспроизводимость	Бензин
Стандартное отклонение Воспроизводимости	1.59481
Усредненное стандартное отклонение, Sp	1.58711
Количество данных, n	5
Стандартная неопределенность (u) = Sp/\sqrt{n}	0.70978

Неопределенности измерений на практике очень важна, мы можем представить по крайней мере пять причин, по которым оценка неопределенности измерений играет важную роль в (1) сравнении измерений, (2) прослеживаемости измерений, (3) на этапе подготовки к производству, (4) после - этап производства и (5) измерение/улучшение производственного процесса.

Вывод

1. Исходя из данных, полученных при работе на данном аппарате, следует отметить влияние различных показателей на результат измерений. Во-первых, большое влияние на результат оказывает температура бани, температура пробы, температура окружающей среды. Учитывая все эти факторы, мы можем минимизировать погрешность считываемых данных, а также потери. Во-вторых, следует уделять особое внимание методике проведения (метод ГОСТ, АСТМ и т.д.), так как существуют определенные условия для каждого продукта (у нас бензин). Обязательным условием является контроль давления в лаборатории, если есть отклонения следует вносить коррекции в результаты.
2. Что бы рассчитать неопределенность были учтены все факторы, которые могли бы дать отклонение от истинного значения, неопределенность оборудования, неопределенность лабораторной посуды, неопределенность сходимости и воспроизводимости. Были проведены расчеты стандартных отклонений, суммарных стандартных отклонений, неопределенности типа A, были проведены перегонки различными операторами в один день и в различные даты.
3. В качестве итога следует отметить, что разработка новых, более жестких и прогрессивных стандартов по улучшению качества топлив, по определению температур кипения (перегонки), это не просто желательный, а строго обязательный шаг при дальнейшем развитии автомобильной и нефтеперерабатывающей отраслей, так как она имеет исключительно положительные последствия, как для производителя, так и для самих потребителей.
4. Внедрение неопределенности помогло обеспечить полную информацию о результате измерения, а также составить полный отчет измерения.

1. ГОСТ РЕН ИСО 20846:2004. «Нефтепродукты. Определение содержания серы методом ультрафиолетовой флуоресценции».
2. Егорова А.Ю., Фомина Ю.А. Лабораторные работы по химии углеводородных соединений нефти: Учеб. пособие. - Саратов: Изд-во «Научная книга», 2013.
3. Nadkarni K., Guide for the Analysis of Petroleum Products and Lubricants // MNL 44. ASTM, West Conshohocken, PA, 2000.
4. Клим О.В. Промышленные анализаторные комплексы. Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2015. – 65 с.
5. Крэнке Д. «Документы на методики поверки средств измерений». 2011.
6. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, метрологии: Учебник для вузов. - М.: Аудит, ЮНИТИ, 2008. - 479с.
7. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник. 9-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2010. -315 с.
8. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник/Ю.И. Борисов, А.С. Сигов и др.; Под ред. А.С. Сигова. - М. Форум: Инфра-М, 2005.

Лукьянчик В.Н., Васильева Т.Г., Мельник В.Н., Корякин Д.А.

Квадрокоптеры – как ретрансляторы радиосигналов в системе военного назначения

*Военная академия связи им. С.М.Буденного
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-160

Аннотация

В статье рассматривается значение беспилотных летательных аппаратов в современных войнах, их роль и задачи. Приводятся достоинства дронов -квадрокоптеров перед БПЛА самолетного типа, их функциональные возможности и особенности применения для ретрансляции радиосигналов.

Ключевые слова: ретрансляция радиосигнала, беспилотные летательные аппараты, управление, квадрокоптеры, радиостанция, линия связи, комплекс.

Abstract

The article discusses the importance of unmanned aerial vehicles in modern wars, their role and tasks, the advantages of quadrocopter drones over aircraft-type UAVs, their functionality and application features for radio signal relay.

Keywords: radio signal retransmission, unmanned aerial vehicles, control, quadrocopters, radio station, communication line, complex.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются многофункциональным перспективным видом вооружения и военной техники, которые обеспечивают повышение устойчивости управления войсками, эффективности применения систем вооружения. Об этом свидетельствует опыт применения БПЛА в специальной военной операции на Украине.

Одним из самых распространенных БПЛА для организации связи, стоящих на вооружении, является «Орлан-10». Помимо его прямой функции по ведению разведки и корректировки артиллерийского огня, его часто используют как ретранслятор радиосигналов, в том числе и сетей стандартов 3G и 4G.

На практике «Орлан-10» применяется как звено из 3 беспилотников, каждый из которых имеет свою зону ответственности. Так первый беспилотник, находясь на высоте 1-1,5 км ведет оптическую разведку за потенциальным противником, второй - занимается радиоэлектронным подавлением и радиоэлектронной разведкой, а уже третий действует в интересах связи и выступает ретранслятором радиосигнала для первых двух.

Однако БПЛА самолетного типа более заметны и уязвимы для средств ПВО и РЭБ, что приводит к их частому выведению их из строя. Такие БПЛА относительно громоздки, требуют для запуска специального устройства –пусковой установки и открытой площадки местности для взлета и посадки, наличие специального пункта управления (наемной станции управления), оборудованного автоматизированного рабочего мест. Не менее важное значение имеет и стоимость самого летательного аппарата. Поэтому для этой цели все чаще и чаще прибегают к применению дронов квадрокоптерного типа. Это обусловлено их преимуществом перед другими летательными аппаратами различных классов и видов.

При применении квадрокоптеров важное значение придается его техническим возможностям (свойствам) с учетом его места в боевых порядках и конкретного назначения по уровню своей применимости, подвижности, автономности, живучести, стойкости по противодействию средств РЭБ противника и других характеристик. Он должен обладать возможностью автономно выполнять задачи в любой обстановке, сохранять работоспособность в условиях жесткого воздействия различных внешних факторов, в условиях неопределенности внешней обстановки.

В настоящее время прошли испытания образцы новейших дронов-квадрокоптеров и поступают на оснащение войск несколько разновидностей, таких как: «Сибирь-1», «Квазимачта», «Грифон».

БПЛА «Сибирь-1» обеспечивает совершение полета в дневное и ночное время суток на удалении до 2 км от точки старта и высоте до 500 метров в режиме ручного и автоматического управления с комплектом полезной нагрузки массой до 1.5 кг. Основные лётно-технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики дрона «Сибирь-1».

<i>N</i>	<i>Наименование</i>	<i>Значение</i>
1	<i>Взлётная масса без полезной нагрузки, (г)</i>	6450
2	<i>Продолжительность полёта РС «Азарт», (мин)</i>	40
3	<i>Максимальная горизонтальная скорость, (м/сек)</i>	10
4	<i>Максимальная высота полёта, (м)</i>	500
5	<i>Масса полезной нагрузки, (г)</i>	1500
6	<i>Габариты в рабочем состоянии, (мм)</i>	1150x998x279

Аппарат может функционировать как в ручном, так и в автоматическом режиме. Он способен поддерживать как горизонтальное положение над точкой (зависание), так и перемещение по высоте и горизонтальной плоскости, что весьма важно в динамике перемещения войск. С помощью установленных радиосредств обеспечивается ретрансляция сигналов.

Ретранслятор связи на лётно-подъёмной платформе «Квазимачта»

(далее – комплекс) предназначен для увеличения дальности радиосвязи радиостанции Р-187-П1 за счет подъема ее на высоту до 90 метров (рабочая высота – 70 метров).

При установке антенны на ретрансляторе связи в вертикальном положении, будет обеспечиваться максимальная дальность радиосвязи (одно плечо до 20 км),

При установке антенны на ретрансляторе связи в горизонтальном положении устойчивая связь будет на расстоянии до 10 км, в том числе и под ретранслятором.

Частотный план работы радиостанции должен выбираться с учетом рабочего диапазона частот применяемой антенны (220-520 МГц).

Дальность радиосвязи комплекса зависит от условий распространения радиоволн в зоне ретрансляции и может быть от 3 до 20 км.

Комплекс «Грифон-41Т» организационно и технически состоит из лётной и наземной части и обеспечивает:

- управление автоматическое в режиме полета «Привязной», автоматическое и полуавтоматическое в режиме полета «Автономный»;
- полет по заданным точкам в режиме полета «Автономный»;
- при подготовке к запуску автоматизированный ввод с НСУ на борт, заранее составленного полетного задания;
- полет и функционирование бортового оборудования в режиме полета «Автономный» по заранее разработанной программе с возможностью оперативного изменения полетного задания и режимов работы бортового оборудования по командам с НСУ;

В «Автономном» режиме полета обеспечивается траектория и выполнение полета по программе полетного задания в горизонтальной плоскости на заданных высотах. Практический потолок составляет не менее 1000 м. Передача информации о координатах БПЛА и других данных телеметрии осуществляется между наземной станцией управления (НСУ) и летательным аппаратом в режиме реального времени.

В режиме полета «Привязной» управление, прием/передача данных от БПЛА к НСУ и обратно, электропитание обеспечивается по кабелю от наземного источника. Основные технические характеристики БПЛА «Грифон-41» приведены в таблице 2.

Таблица 2

Основные технические характеристики БПЛА «Грифон-41».

<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение параметра</i>
<i>Продолжительность полета, не менее:</i> – режим полета «Автономный» (мин) – режим полета «Привязной», (час)	40 24
<i>Протяженность маршрута в автономном режиме полёта, не более, км</i>	24
<i>Воздушная скорость, м/с:</i> – вертикальная (в режиме полета «Привязной»), не более – горизонтальная (в режиме полета)	1 10
<i>Максимальная высота полета в режиме полета «Автономный», не менее, м</i>	1000
<i>Рабочая высота полета, м:</i> – режим полета «Автономный» – режим полета «Привязной»	От 25 до 500 От 25 до 100
<i>Взлет (с площадки размером, м)</i>	<i>Автоматический (5x5)</i>

Особенность приведенных БПЛА - дронов заключается в том, что такие аппараты, используемые для ретрансляции сигналов, можно быстро развернуть за доли минут на неподготовленной местности, поднять на приемлемую высоту «зависая» в заданной точке, подобрать соответствующий тип антенны для частного диапазона, обеспечивающей лучший коэффициент усиления. Смещая дрон-ретранслятор по высоте по команде с НСУ можно добиваться регулирования уровня сигнала на обеспечиваемой линии радиосвязи, то есть поддерживать необходимую дистанцию ретрансляции. Такой дрон можно поднимать на любой местности: холмистой, лесистой и в городских условиях с небольших по размеру площадок, обеспечивая связь на соответствующих направлениях.

1. Межведомственная концепция создания перспективных комплексов с беспилотными летательными аппаратами на период до 2025 года (утверждена министрами МВД, МО, МЧС, директором ФСБ), Москва, 2013 г.
2. Линник С.В. Боевое применение беспилотных летательных аппаратов. «Военное обозрение» №15, 2013 г.
3. Верба В.С., Татарский Б.Г., Комплексы с БПЛА, Принципы построения и особенности применения комплексов с БПЛА. Книга 1/М. Издательство «радиотехника», 2017 г.

**Мильман О.О.^{1,2}, Перов В.Б.², Шифрин Б.А.², Кузина Л.А.¹, Лошкарева Е.А.¹,
Сережкин Л.Н.¹, Днепровская П.Ю.¹**

Реактивная гидропаровая турбина для водогрейной котельной

¹Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского
²ЗАО Научно-производственное внедренческое предприятие «Турбокон»

(Россия, Калуга)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-161

Аннотация

В цикле водогрейной котельной имеется низкопотенциальный источник энергии в виде конденсата в рабочей контуре. Реактивная гидропаровая турбина (ГПТ) – простой и дешевый способ использования этой энергии. Приведена принципиальная схема включения ГПТ в цикл котельной, предполагающая отвод отработавшего пара ГПТ в конденсатор с последующей

закачкой в схему котловой воды. Описаны конструкции основных узлов ГПТ мощностью 20 кВт. Опытная установка ГПТ обеспечивает простой срок окупаемости до 4 лет.

Ключевые слова: реактивная гидропаровая турбина, пар, вода, генератор, двигатель, вскипание, котельная.

Abstract

In the cycle of a hot-water boiler there is a low-potential energy source in the form of condensate in the working circuit. A reactive hydro–steam turbine (GPT) is a simple and cheap way to use this energy. A schematic diagram of the inclusion of the GPT in the boiler cycle is given, which assumes the removal of the spent steam of the GPT into the condenser with subsequent injection into the boiler water circuit. The designs of the main GPT units with a capacity of 20 kW are described. The pilot installation of the GPT provides a simple payback period of up to 4 years.

Keywords: jet hydro-steam turbine, steam, water, generator, engine, boiling, boiler room.

Установка гидропаровой турбины (ГПТ) на отопительной котельной – один из вариантов когенерационной выработки электроэнергии или привода вспомогательных механизмов циркуляционных и сетевых насосов, резервных генераторов и т. п.).

Идея использования горячей воды для производства электроэнергии обсуждалась в работах Санкт-Петербургского политехнического института [1], ЗАО НПВП «Турбокон» [2] и др. Вариант использования реактивной ГПТ по типу Сегнера колеса описан в [4]. Принцип действия такой установки иллюстрирует рисунок 1. Горячая вода высокой температуры и давления поступает в центр ротора ГПТ и по радиальным каналам подается к расширяющимся соплам Лавала.

В процессе истечения из области высокого давления в область низкого давления вода вскипает, образуется пароводяная смесь (ПВС), которая ускоряется в расширяющейся части сопла Лавала [5÷7]. Истекая из сопла с большой скоростью, ПВС создает реактивную силу F , которая приводит во вращение ротор ГПТ 1 и далее – ротор генератора 2 вырабатывает электроэнергию.

Отработавшая пароводяная смесь поступает из гидропаровой турбины 1 в сепаратор 3, разделяется на паровую и жидкую фазы. Паровая фаза концентрируется в трубном пучке конденсатора 4, конденсат вместе с отработавшей водой откачивается насосом 5, а неконденсирующиеся газы (НKG) удаляются из конденсатора водокольцевым насосом 6.

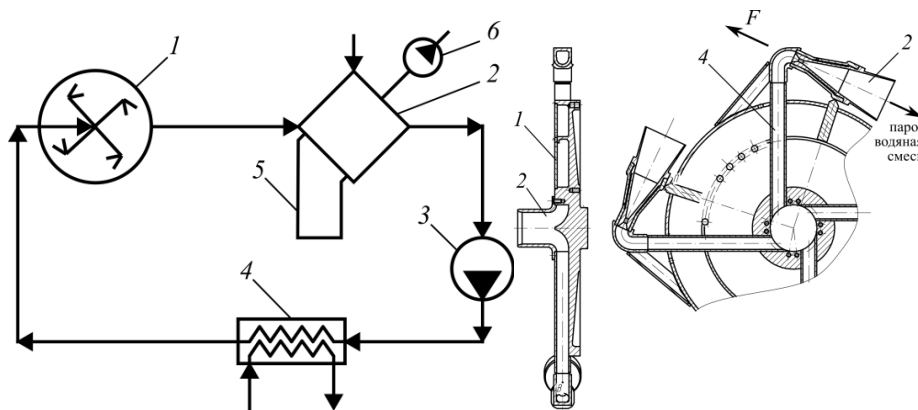


Рисунок 1. Реактивная гидропаровая турбина по типу Сегнера колеса
а) схема сил ГПТ, б) принципиальная тепловая схема

Термодинамическая диаграмма гидропаровой турбины принципиально отличается от диаграммы классической паровой турбины, работающей на воде по циклу Ренкина (см. рис.2).

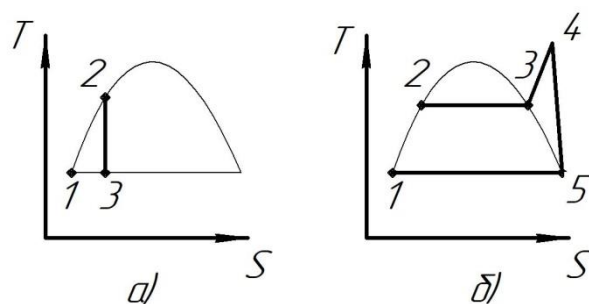


Рисунок 2. Термодинамические диаграмма процессов гидропаровой турбины (а) и цикла Ренкина (б)

Для ГПТ цикл состоит из нагрева 1-2, расширения в соплах турбины (2-3) с образованием пароводяной смеси (ПВС) и конденсации выделившегося пара (3-1); для цикла Ренкина 1-2-3-4 – нагрев, испарение и перегрев рабочего тела в парогенераторе, 4-5 – расширение в соплах турбины, 5-1 – конденсация отработавшего пара. Таким образом, гидропаровая турбина работает на пароводяной смеси, но в ней нет лопаточного аппарата, подверженного износу.

Вариант тепловой схемы установки гидропаровой турбины на котельной приведен на рис. 3.

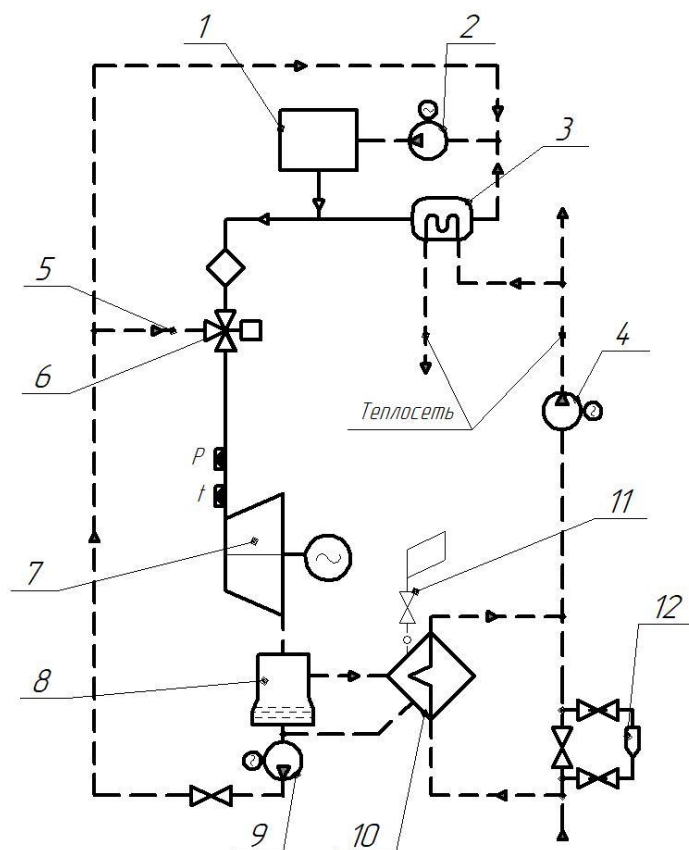


Рисунок 3. Схема установки ГПТ на отопительной котельной.

Котловая вода с температурой 115-130°C подается на вход ГПТ, вскипает, приводит во вращение ротор асинхронного двигателя-генератора и выдает электрическую мощность в сеть котельной. Отработавшая пароводяная смесь разделяется на пар и воду в сепараторе. Пар конденсируется на поверхности труб, охлаждаемых сетевой водой. Отработавший конденсат сливается в сепаратор и откачивается в схему котловой воды.

Как следует из описания, все тепло, подведенное к ГПТ, превращается в электроэнергию или подводится к сетевой воде, т.е. отдается на теплоснабжение без существенных потерь в окружающую среду.

Общий вид реактивной гидропаровой турбины установки ГПТ-20 приведен на рис. 4.

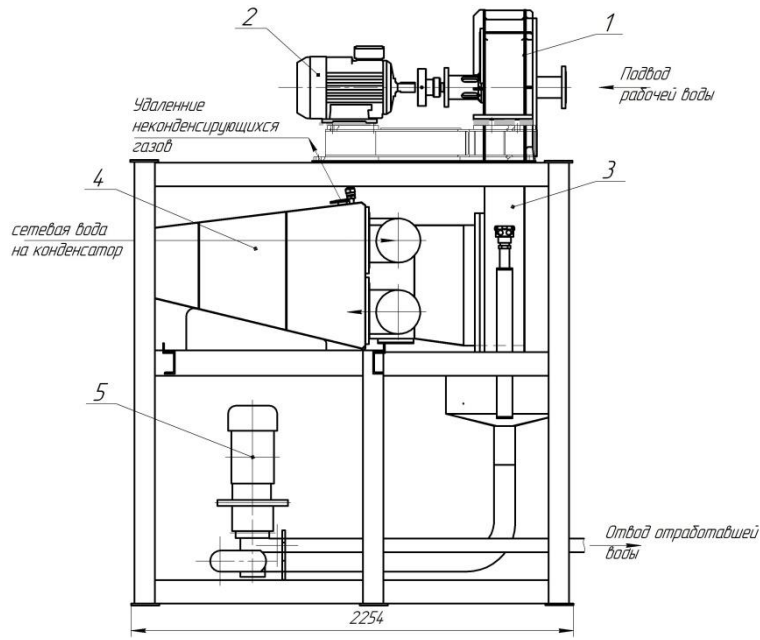


Рисунок 4. Общий вид ГПТ-20

Установка состоит из реактивной турбины 1, асинхронного двигателя-генератора 2, сепаратора пароводяной смеси 3, конденсатора 4 с конденсатным насосом 5.

Конструкция ротора турбины приведена на рис. 5а, на диске установлены 4 рабочие сопла Лавалья, в теле диска имеются каналы подвода рабочей воды от входа к соплам. Рабочая вода подводится к центру ротора турбины. Ротор консольный, подшипниковые опоры вынесены за пределы вакуумной зоны.

Отработавшая вода и пар из полости турбины поступают в сепаратор, отделившийся пар конденсируется в 2-ходовом конденсаторе, а тепло конденсации передается обратной сетевой воде или воде подпитки теплосети.

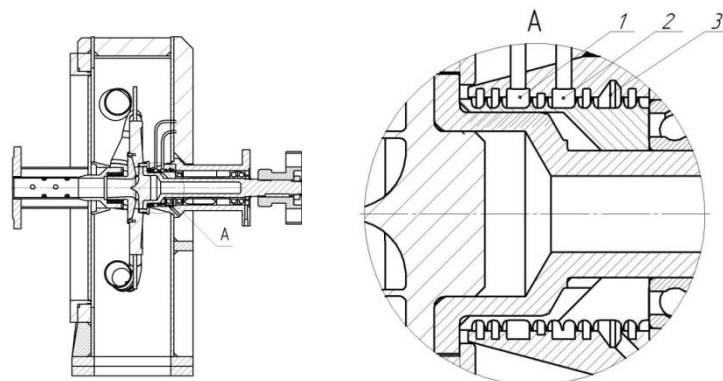


Рисунок 5. Ротор установки ГПТ-20
а) конструкция ротора турбины, б) уплотнение проходки ротора.

Представляет интерес вариант уплотнения проходки ротора через корпус ГПТ (см. рис. 5б).

В камеру № 1 подается вода от конденсатного насоса, регулятор поддерживает в камере небольшое избыточное давление воды. В камеру № 3 подается воздух от постороннего источника, регулятор поддерживает в камере небольшое избыточное давление воздуха. Из камеры № 2 водовоздушная смесь стекает в атмосферный бачок, а из него – на всас конденсатного насоса. В такой схеме нет потерь рабочей воды, нет протечки воды в сторону подшипников и нет проникновения воздуха в конденсатор.

Блок сепаратор – конденсатор расположен (рис. 6) в раме под гидропаровой турбиной.

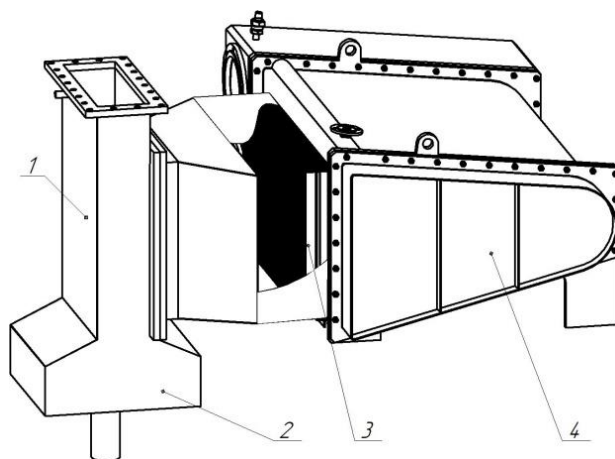


Рисунок 6. Сепаратор пара и конденсатор гидропаровой турбины
1 – сепаратор, 2 – конденсатосборник, 3 – жалюзийный сепаратор,
4 – конденсатор.

Задача сепаратора – отделить паровую фазу от жидкой и сконденсировать пар на поверхности теплообмена конденсатора. Для этого в верхней части сепаратора имеется прямоугольное окно, за которым установлен дополнительный жалюзийный сепаратор с вертикальными жалюзи так, что отделившаяся в нем капельная влага стекает вниз и смешивается с основным потоком отработавшей воды.

В нижней части корпуса сепаратор имеет увеличенное поперечное сечение для более надежного поддержания уровня, регулятор которого воздействует на подачу конденсатного насоса.

Конденсатор пара выполнен по принципу поддержания постоянной скорости пара по мере его конденсации [8÷13] см. рис. 7. Трубный пучок горизонтальный, состоит из набора латунных труб, завальцованных в трубные доски. Продольная перегородка разделяет паровое пространство на суживающийся канал от входа пара до отсоса неконденсирующихся газов (НКГ).

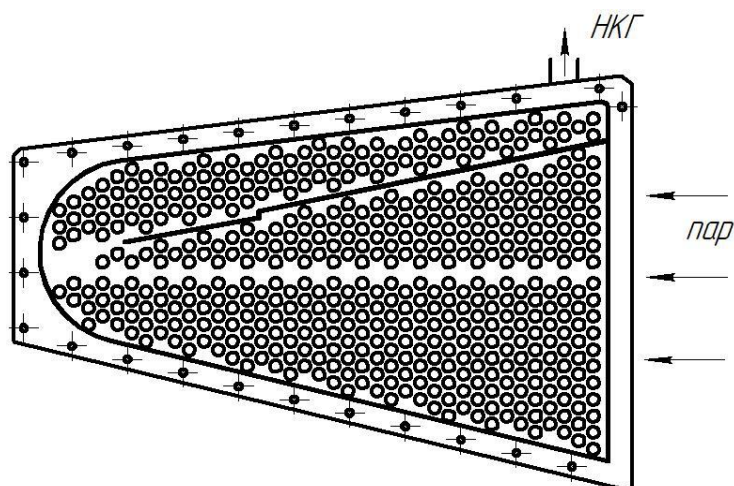


Рисунок 7. Трубная доска конденсатора.

По воде конденсатор выполнен 2-ходовым. Охлаждающая вода подается сперва в верхнюю половину (область отвода НКГ) поворачивается в водяной камере и отводится через нижнюю половину трубного пучка.

Вертикальные габариты гидропаротурбинной установки определяются необходимостью обеспечить безкавитационную работу конденсатного насоса.

В качестве генератора используется асинхронный двигатель АИР 180М2 У2ИМ1081. В таком исполнении установка имеет элементы защиты от превышения оборотов, и не имеет автоматического поддержания частоты: ее поддерживает электросеть большого объема. Вырабатываемая мощность ГПТ регулируется подачей холодной воды в линию рабочей воды перед турбиной.

По опыту аналогичных установок [14] можно прогнозировать расход дополнительного топлива на выработку электроэнергии 145-155 г.у.т./кВт час, что несоизмеримо меньше статистических показателей в среднем по России [15].

Оценивая технико-экономические показатели ГПТ на котельной, следует иметь в виду, что установка не требует постоянного обслуживания и дополнительного обслуживающего персонала. Стоимость опытного образца мощностью на отпуск 20 кВт оценивается на уровне 2 млн.руб.

При работе в течении 5000 часов производство электроэнергии составит 100000 кВтчасов, а экономический эффект при цене электроэнергии от сети 6 руб/кВтчас составит 600 т. руб/год при простом сроке окупаемости менее 5 лет.

Очевидно, что опытная установка небольшой мощности может рассчитывать на большой экономический эффект только за счет существенного снижения стоимости при серийном производстве. Тогда как простые и дешевые гидропаровые турбины мощностью 100-150 кВт могут заметно улучшить показатели отопительных котельных.

Работа выполнялась при поддержке соглашения с Минобрнауки РФ № 075-11-2022-031 от 07.04.2022 г. по теме: «Создание высокотехнологичного производства реактивных гидропаровых турбин для возобновляемых источников энергии на отопительных котельных». Головной исполнитель – ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского».

1. Барилевич В.А. Разработка гидропаровых турбин, работающих на вскипающих потоках. с целью использования низкопотенциальной теплоты // Отчет ЛПИ о НИР № 308361. Л. 1984 г. 223 с.
2. Мильман О.О., Федоров В.А., Карышев А.К., Шевелев Д.В., Михеев М.А. Тепловое испытание гидропаровой турбины на отопительной котельной // Теплоэнергетика. 2009. № 4. с. 34-38.
3. Мильман О.О., Демичева Д.И., Дахнович А.А., Голдин А.С. Реактивная турбина. Патент РФ № 219 36 69 от 27.XI.2002.
4. Федоров В.А., Мильман О.О. Паротурбинная установка. Патент РФ № 2327876 от 27.06.2007.
5. Циклаури Г.В., Данилин В.С., Селезнев Л.И. Адиабатные двухфазные течения. М., Атомиздат 1973г. 448.
6. Николаев В.М., Кирилов А.И., Барилевич В.А. Расчет и исследование гидропаровых турбин геотермальных тепловых электрических станций. Ленинград, ЛПИ. 1985.
7. Зысин В.А. и др. Вскипающие адиабатные потоки. М., Атомиздат. 1976 г.
8. Помазков В.В., Мильман О.О., Демочкин В.А. Исследование модели высокоэффективного конденсатора пара с горизонтальным трубным пучком // Теплоэнергетика. 1997 г., № 10. стр. 62-65.
9. Помазков В.В., Мильман О.О., Демочкин В.А. Создание высокоэффективного конденсатора с горизонтальным трубным пучком // Вторая Российская конференция по теплообмену. Т.4. стр.339-341.
10. Помазков В.В., Мильман О.О., Петров П.П., Озеран Т.И., Сережкин Л.Н. Особенности работы пароустановок и проектировании высокоэффективных конденсаторов для новых и возобновляемых источников энергии // Труды регион. конкурса проектов в области естеств. наук. Вып. 15. Калуга. 2010. с.212-216.
11. Мильман О.О., В.С. Крылов. А.В. Птахин. А.В. Кондратьев Теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси в вакуумных конденсаторах. РНКТ 7. Издательский дом МЭИ. 2018. Т. 2.
12. Мильман О.О., В. С. Крылов. А. В Птахин. А. В. Кондратьев. Г. Г. Яньков Конденсация пара из движущейся парогазовой смеси // Теплоэнергетика. 2018. № 12. с. 1-7.
13. О.О. Мильман. А.Ю. Картусова. В.С. Крылов. К.Б. Минко. А.В. Птахин Оптимизация параметров высокоэффективного конденсатора пара из парогазовой смеси с большим содержанием неконденсирующихся газов // Теплоэнергетика. 2021. № 12. с. 62-67.
14. Мильман О.О., Герасимов А.В., Федоров В.А. Техничко-экономические показатели миниэлектростанций с противодавленческой турбиной // Теплоэнергетика. 2000. № 1. с. 6-8.
15. Федоров В.А., Мильман О.О., Смирнов В.М. Энергоэффективные технологии производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ малой мощности. М., МЭИ. 2005.

Митрофанов Н.М.¹, Митрофанова Т.Ю.²

Территориальная трансформация промышленности Кыргызстана за постсоветский период

¹ФГБОУ ВПО «Российский государственный педагогический университет им А.И. Герцена

²ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-162

Аннотация

В статье анализируется территориально-отраслевая трансформация промышленного комплекса Кыргызской республики за постсоветское время. Сравниваются объёмы производства разных групп товаров (обрабатывающей и горнодобывающей промышленности) за постсоветское время, анализируются тренды роста/падения производства в разные периоды постсоветского времени в стране в целом и разных регионах (областях) республики в частности. В ходе исследования выявлено, что за постсоветское время в республике не произошло значительного изменения в уровне социально-экономического развития разных регионов республики, а развитие разных областей за постсоветские время определялось преимущественно экономико-географическим и транспортно – географическим положением (транзитным географическим расположением из одних регионов в другие, приграничным транспортно – географическим расположением), а также богатством природных (агро-климатических, минерально-сырьевых ресурсов). Было выявлено, что наилучшей динамикой промышленного производства за постсоветские время характеризовалась столица республики – город Бишкек, обладающий лучшим в стране транспортно-географическим положением, наиболее квалифицированными трудовыми ресурсами и наибольшим в стране рынком сбыта в лице Чуйской области и Бишкекской агломерации.

Ключевые слова: Кыргызстан, территориальная трансформация, индекс физического объёма производства, экспорт, квалификация персонала, добывающая промышленность, обрабатывающая промышленность, транспортно-географическое положение, инфраструктура, инвестиции, рабочая сила.

Abstract

The article analyzes the territorial and sectoral transformation of the industrial complex of the Kyrgyz Republic in the post-Soviet period. It compares the production volumes of different groups of goods (manufacturing and mining) in the post-Soviet period, analyzes the trends of growth/decline of production in different periods of post-Soviet time in the country as a whole and in different regions (oblasts) of the republic in particular. In the course of the study it was revealed that during the post-Soviet time in the republic there was no significant change in the level of socio-economic development of different regions of the republic, and the development of different regions during the post-Soviet time was determined mainly by economic-geographical and transport-geographical location (transit geographical location from one region to another, border transport-geographical location), as well as the wealth of natural (agro-climatic, mineral and raw material resources). It was revealed that the best dynamics of industrial production in the post-Soviet period was characterized by the capital of the republic - Bishkek, which has the best transport and geographical location in the country, the most qualified labor resources and the largest market in the country in the face of Chui oblast and Bishkek agglomeration.

Keywords: Kyrgyzstan, territorial transformation, index of physical volume of production, exports, personnel qualification, extractive industry, manufacturing industry, transport and geographical location, infrastructure, investments, labor force.

Таблица 1

Промышленность Кыргызстана. Территориальная трансформация
1.04.01.02 Объем промышленной продукции по территории (млн. сомов)

Годы	1.04.01.02 Объем промышленной продукции и по территории (млн. сомов)									
	Кыргызская Республика	Баткенская область	Джагал-Абадская область	Иссык-Кульская область	Нарынская область	Ошская область	Таласская область	2017	2018	2019
2021	357 176,5	3 931,9	35 648,9	75 724,7	3 145,0	13 319,9	9 953,6	237 225,3	257 348,5	283 971,7
2020	325 090,1	3 110,9	28 306,0	78 831,2	3 206,6	9 457,8	1 899,9	209 812,0	257 348,5	283 971,7
2019	283 971,7	2 975,3	28 711,4	62 280,2	2 870,5	10 385,6	1 578,3	181 026,7	257 348,5	283 971,7
2018	257 348,5	2 810,9	26 808,0	49 965,4	2 622,8	9 621,1	1 290,9	181 026,7	257 348,5	283 971,7
2017	237 225,3	4 744,5	25 006,5	52 416,4	2 388,2	4 772,2	1 316,7	181 026,7	257 348,5	283 971,7
2016	209 812,0	4 359,3	20 087,9	51 129,4	2 332,4	4 074,7	949,0	181 026,7	257 348,5	283 971,7
2015	181 026,7	4 821,6	18 115,1	42 198,1	1 977,7	3 735,8	895,9	181 026,7	257 348,5	283 971,7
2014	171 108,9	5 284,1	13 300,1	40 993,1	1 590,7	3 581,3	981,1	171 108,9	257 348,5	283 971,7
2013	169 829,4	5 929,7	13 033,2	41 723,6	1 257,9	3 389,0	844,1	169 829,4	257 348,5	283 971,7
2012	137 229,2	4 545,4	15 468,9	27 232,2	1 245,2	3 006,0	773,0	137 229,2	257 348,5	283 971,7
2011	164 361,1	3 536,7	14 325,3	44 257,9	1 177,2	2 852,3	750,5	164 361,1	257 348,5	283 971,7
2010	126 179,4	2 119,0	11 355,3	34 281,3	1 042,3	2 122,8	607,6	126 179,4	257 348,5	283 971,7
2009	99 031,5	1490,7	9356,8	24719,2	847,1	1601,2	428,2	99 031,5	257 348,5	283 971,7
2008	89 235,7	1 254,8	9 413,4	19 161,4	669,5	785,6	466,2	89 235,7	257 348,5	283 971,7
2007	59 823,3	1 356,7	7 707,2	9 209,8	648,2	540,0	424,3	59 823,3	257 348,5	283 971,7
2006	54 423,9	840,2	7 166,3	8 529,2	695,9	496,7	356,9	54 423,9	257 348,5	283 971,7

Чуйская область	г.Бишкек	г.Ош	без "Кумтора"
163 949,1	45 849,6	5 653,8	197 697,5
155 656,3	40 053,9	4 567,5	153 540,0
128 102,5	42 292,0	4 775,9	154 803,9
116 570,2	42 840,7	4 818,5	148 443,9
102 403,7	39 876,9	4 300,2	136 120,7
86 977,6	36 458,4	3 443,3	112 578,4
70 836,5	35 081,7	3 364,3	102 195,3
67 873,8	34 639,4	2 865,3	93 938,7
37 331,9	33 743,9	2 576,2	89 652,3
49 000,7	33 454,8	2 503,0	86 559,4
65 011,2	30 269,4	2 180,5	76 367,7
47 346,1	25 975,4	1 738,3	63 577,7
38145,7	20745,1	1697,4	
33 871,4	21 808,1	1 805,2	
21 963,1	16 326,2	1 647,8	
19 479,7	15 446,9	1 412,1	

Согласно официальным данным, индекс физического объема производства промышленной продукции в Кыргызстане с 2011 года по 2020 год вырос на 28,3%. В 2011 году индекс составлял 100,7%, а в 2020 году - 129,1%. [1]

Одним из главных факторов, влияющих на рост производства промышленной продукции в Кыргызстане, является модернизация производственных мощностей и внедрение новых технологий. В последние годы правительство Кыргызстана активно поддерживает развитие промышленности страны, предоставляя льготы и субсидии для производителей.

Также следует отметить, что рост производства промышленной продукции в Кыргызстане связано с увеличением экспорта товаров. В частности, в 2020 году экспорт промышленной продукции вырос на 22,7% по сравнению с предыдущим годом. [2]

Однако, несмотря на положительную динамику, в последние годы промышленность Кыргызстана сталкивается с рядом проблем, таких как нехватка квалифицированных кадров, недостаток инвестиций и высокая зависимость от импортных товаров.

Динамика производства промышленной продукции в Баткенской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время

Согласно данным Национальной статистической службы Кыргызской Республики, объем производства промышленной продукции в Кыргызстане в 2011 году составил 147,9 миллиарда сомов. В 2019 году этот показатель вырос до 256,8 миллиарда сомов, что составляет увеличение в номинальном выражении на 73,5% за период с 2011 по 2019 год.

Однако, несмотря на общий рост производства промышленной продукции в Кыргызстане, наблюдаются различия в динамике отдельных отраслей. Например, в 2019 году самой крупной отраслью по объему производства была отрасль добывающей промышленности, которая составила 59,6% от общего объема производства промышленной продукции. В то же время, добыча полезных ископаемых составила 40,4% от общего объема производства. [3]

Причины наблюдающихся показателей могут быть различными и зависят от конкретной отрасли и региона. Например, в случае с обрабатывающей промышленностью, рост объема производства может быть связан с увеличением спроса на продукцию на местном и международном рынках, а также с развитием инфраструктуры и повышением квалификации рабочей силы. В случае с добычей полезных ископаемых, наблюдается относительно низкий уровень производства, который может быть связан с недостатком инвестиций и сложными геолого – минералогическими условиями для добычи полезных ископаемых в регионе.

В целом, динамика производства промышленной продукции в Кыргызстане за период с 2011 по 2019 год отражает общую тенденцию роста, однако, конкретные факторы и причины могут отличаться в зависимости от отрасли и региона. [4]

Динамика производства промышленной продукции в Джалал-Абадской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время

Возможно, в Джалал-Абадской области производство промышленной продукции не растет такими темпами, как в других регионах Кыргызстана. Это может быть связано с различными факторами, такими как недостаток инвестиций, недостаточная развитость инфраструктуры, низкий уровень квалификации рабочей силы и другие.

В целом, динамика производства промышленной продукции в Джалал-Абадской области Кыргызстана может отличаться от общей тенденции к росту в Кыргызстане за период с 2011 по 2019 год. Возможно, факторы, такие как недостаток инвестиций, недостаточная развитость инфраструктуры и низкий уровень квалификации рабочей силы, могут влиять на производство в этом регионе. [5]

Динамика объема производства промышленной продукции в Чуйской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время

Согласно данным Национальной статистической службы Кыргызской Республики, объем производства промышленной продукции в Чуйской области Кыргызстана в 2011 году составил 51,9 миллиарда сомов. В 2019 году этот показатель вырос до 93,5 миллиарда сомов, что составляет увеличение на 79,9% за период с 2011 по 2019 год. [6]

Таким образом, можно сделать вывод о положительной динамике роста производства промышленной продукции в Чуйской области Кыргызстана за период с 2011 по 2019 год.

В случае с добычей полезных ископаемых, рост объема производства может быть связан с увеличением инвестиций и технологического развития.

В целом, положительная динамика роста производства промышленной продукции в Чуйской области Кыргызстана может быть связана с различными факторами, такими как увеличение спроса на продукцию, развитие инфраструктуры и повышение квалификации рабочей силы.

Таблица 1

1.03.01.02 Индексы физического объема промышленной продукции по территории (в % к предыдущему году)

1.03.01.02 Индексы физического объема промышлен- ной продукции по территории 2) (в % к предыдущем у году)	Наименование показателей			
	2011	2012	2013	2014
	111,9	84,1	128,6	98,4
	102,6	114,5	108,1	88,4
	122,1	103,9	96,5	98,4
	109,0	93,4	125,3	83,5
	106,9	111,3	115,4	93,6
	105,4	111,5	129,8	102,0
	106,5	144,1	106,1	115,4
	204,0	106,5	106,1	144,1
	106,2	92,5	106,1	144,1

Иссык-Кульская область	Нарынская область	Ошская область	Таласская область	Чуйская область	г. Бишкек	г. Ош
86,3	103,5	133,6	95,0	137,5	131,9	107,1
93,1	99,4	82,4	104,8	90,0	95,0	78,3
111,9	102,5	112,3	104,9	103,6	114,0	109,9
95,5	102,3	126,5	106,7	148,2	102,7	101,7
102,3	102,6	108,5	109,7	113,2	101,6	114,5
106,1	113,2	100,1	99,9	105,4	109,5	113,7
92,0	100,8	102,1	91,4	95,0	85,9	111,3
94,6	106,4	104,6	113,2	106,2	95,9	109,7
183,5	100,2	118,4	104,1	131,4	94,7	108,1
55,8	101,5	106,7	115,6	92,9	105,7	112,1
103,3	114,2	116,7	124,4	104,6	117,9	120,2

Индексы физического объема промышленной продукции в Баткенской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время (в % к предыдущему году)

Промышленность в Баткенской области не является основным направлением развития экономики региона. Баткенская область является одной из наименее развитых областей Кыргызстана, с небольшой экономикой и ограниченными возможностями для развития промышленности. [7]

Индексы физического объема промышленной продукции в Джалал-Абадской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время (в % к предыдущему году)

Промышленность в Джалал-Абадской области также отстаёт в уровне развития от среднекиргизского уровня. В то же время Джалал-Абадская область является одной из крупнейших областей Кыргызстана, с со значительным (по киргизским меркам) демографическим, транспортно - географическим и экономическим потенциалом для развития промышленности. [8]

Индексы физического объема промышленной продукции в Иссык-Кульской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время (в % к предыдущему году)

Национальная статистическая служба Кыргызской Республики не предоставляет информации об изменении объёмов промышленной продукции в Иссык-Кульской области за рассматриваемый период.

Кроме того, регион расположен на пересечении важных транспортных магистралей, что способствует транзитной торговле и облегчает логистику и способствует росту транспортировки товаров. [9]

Индексы физического объема промышленной продукции в Нарынской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время (в % к предыдущему году)

Национальная статистическая служба Кыргызской Республики также не располагает соответствующей информацией об объемах производства в этом субъекте Кыргызстана.

Нарынская область является одной из наименее развитых областей Кыргызстана, с небольшим потенциалом для развития промышленности. Кроме того, регион расположен в горной местности, что затрудняет логистику и транспортировку товаров. [10]

Индексы физического объема промышленной продукции в Ошской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время (в % к предыдущему году)

Например, согласно отчету Национального статистического комитета Кыргызской Республики за 2019 год, индекс физического объема промышленной продукции в Ошской области составил 104,6% к предыдущему году. Это свидетельствует о росте производства в регионе и о динамичной работе местных предприятий.

Также стоит отметить, что в Ошской области представлена разнообразная промышленность, включая текстильную, пищевую, строительную и некоторые другие отрасли. Это позволяет региону иметь широкий спектр производства и обеспечивать разнообразие товаров на внутреннем рынке. [11]

Индексы физического объема промышленной продукции в Таласской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время (в % к предыдущему году)

В Национальной статистической службе Кыргызской Республики не имеется соответствующих статистических данных.

Однако, можно предположить, что промышленность в Таласской области является менее развитой, чем в Ошской области. Таласская область расположена в западной части Кыргызстана и имеет более сложные условия для развития промышленности, такие как удаленность от центра страны и испытывает недостаток в поступлении внешних и внутренних государственных инвестиций.

Несмотря на это, в отчете Национального статистического комитета Кыргызской Республики за 2019 год указывается, что индекс физического объема промышленной продукции в Таласской области составил 101,9% к предыдущему году. Этот показатель может свидетельствовать о некотором росте производства в регионе.

Вероятно, что недостаток инвестиций и более сложные условия для развития промышленности могут оказывать отрицательное влияние на экономические показатели. [12]

Индексы физического объема промышленной продукции в Чуйской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время (в % к предыдущему году)

Согласно данным Национальной статистической службы Кыргызской Республики, индекс физического объема промышленной продукции в Чуйской области с 2011 года по 2019 год показал следующие значения:

- 2011 год - 102,5%;
- 2012 год - 101,8%;
- 2013 год - 97,9%;
- 2014 год - 104,2%;
- 2015 год - 97,2%;
- 2016 год - 98,3%;
- 2017 год - 99,5%;
- 2018 год - 102,5%;
- 2019 год - 102,2%. [13]

Из этих данных можно сделать вывод, что показатели индекса физического объема промышленной продукции в Чуйской области Кыргызстана нестабильны и имеют колебания. Однако, в целом, производство в регионе показывает некоторый рост.

Причинами такого роста могут быть инвестиции в развитие промышленности, использование передовых технологий и наличие квалифицированных кадров. Также, Чуйская

область расположена ближе к экономически более развитым районам страны, имеет приграничное с Казахстаном транспортно-географическое положение и имеет лучшие условия для развития промышленности, чем более отдаленные регионы Киргизской республики.

Однако, необходимо учитывать, что недостаток инвестиций и экономические проблемы в стране могут оказывать отрицательное влияние на экономические и производственные показатели. Также, в 2013 году был зарегистрирован спад производства, который мог быть связан с нестабильностью экономического развития страны.

В целом, показатели индекса физического объема промышленной продукции в Чуйской области Кыргызстана с 2011 года по настоящее время показывают неустойчивый рост объемов производства, который может быть связан с инвестициями и использованием передовых технологий. Однако, экономические проблемы в стране могут оказывать отрицательное влияние на показатели. [14]

Индексы физического объема промышленной продукции в Кыргызстане с 2011 года по настоящее время (в % к предыдущему году) (в млн. сом)

В целом, развитие промышленности в Кыргызстане требует инвестиций в модернизацию производства и обучение квалифицированных кадров. Кроме того, необходимо улучшить бизнес-климат и создать условия для привлечения иностранных инвесторов.

1. «Промышленная политика и территориальное развитие в Кыргызстане: уроки международного опыта» Ричарда Помфрета и Романа Могилевского.
2. «Прямые иностранные инвестиции и промышленное развитие Кыргызстана» Эмиля Насритдинова и Кубанычбека Джумалиева.
3. «Эволюция промышленных кластеров Кыргызстана: пространственный анализ» Нурлана Кыштобаева и Бакыта Кадырова.
4. «Реструктуризация промышленности в Кыргызстане: вызовы и возможности для регионального развития», Каныбек Нуртегин и Азамат Темирбеков.
5. «Политическая экономия промышленной политики Кыргызстана» Эмиля Насритдинова.
6. «Экономическая география Кыргызстана: региональные различия и стратегии развития» Нурлана Кыштобаева. 10. «Кыргызская Республика: от экономического коллапса к устойчивому росту», Ричард Помфрет.
7. «Экономическое развитие в Кыргызстане: роль государства и частного сектора в содействии росту», Гульзат Молдокматова и Нурбек Жениш.
8. «Кыргызстан: политический и экономический анализ» Себастьяна Пейруза.
9. «Промышленная политика и территориальное развитие в Кыргызстане: уроки международного опыта» Ричарда Помфрета и Романа Могилевского.
10. «Прямые иностранные инвестиции и промышленное развитие Кыргызстана» Эмиля Насритдинова и Кубанычбека Джумалиева.
11. «Эволюция промышленных кластеров Кыргызстана: пространственный анализ» Нурлана Кыштобаева и Бакыта Кадырова.
12. «Реструктуризация промышленности в Кыргызстане: вызовы и возможности для регионального развития», Каныбек Нуртегин и Азамат Темирбеков.
13. «Территориальные преобразования промышленности Кыргызстана с 1991 года» Гульзат Молдокматова и Нурбек Жениш.
14. «Промышленное развитие Кыргызстана: достижения, проблемы и перспективы» Бакыта Кадырова и Кубанычбека Джумалиева.

**Ринас Н.А., Буркова А.Г., Макарец А.А.
Эксплуатация в АПК**

*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-163

Аннотация

В наше время существует множество организаций, занимающихся сельским хозяйством. Но это лишь одна из частей огромного агропромышленного комплекса, который включает в

себя все отрасли хозяйства. Ознакомившись с темой эксплуатации агропромышленного комплекса, появляется понимание, как вести бизнес, связанный с сельским хозяйством, продвигать свое дело или уже целую организацию и учитывать все риски и проблемы, которые могут возникнуть.

Ключевые слова: Агропромышленный комплекс, эксплуатация агропромышленного комплекса, сельское хозяйство.

Abstract

Nowadays there are many organizations engaged in agriculture. But this is only one part of a huge agro-industrial complex, which includes all branches of the economy. Having familiarized with the topic of the operation of the agro-industrial complex, there is an understanding of how to conduct business related to agriculture, promote your business or an entire organization and take into account all the risks and problems that may arise.

Keywords: Agro-industrial complex, operation of agro-industrial complex, agriculture.

Что же такое эксплуатация АПК?

АПК – один из крупнейших комплексов, в состав которого включены экономика, отдельные отрасли сельскохозяйственной промышленности, обслуживание производства и развитие сельского хозяйства в целом.

Сельское хозяйство – сфера экономики, обеспечивающая население продовольствием и получением сырья для большого ряда отраслей промышленности, к которой можно отнести земледелие, животноводство, лесоводство, полеводство и прочее.

Рассматривая данную тему более подробно, к процессам и основным направлениям развития, протекающим в АПК, можно вывести принципы и отрасли в области эксплуатации.

За ведением учета поголовья и продукции, производимой на предприятии, следит бухгалтерия. Они анализируют динамику в количественном и качественном изменении поголовья, готовой продукции, следят за выполнением плановых и финансовых показателей, а также изменением качества и количества производимой продукции.

В процессе производства продукции на предприятии возникают так называемые «сопряженные продукты», получающиеся в процессе производства основной продукции. Например, у производителя мяса это могут быть шкура животных, жир, рога, перья птиц и пр. Эти продукты также необходимо или реализовывать, или правильно утилизировать, поскольку средние показатели убойного выхода для различных категорий сельскохозяйственных животных составляют от 56 до 90%.

Аналогично, в один из пунктов эксплуатации АПК входит ведение учета за сельхозкультурами. Как правило, основные этапы, которые контролируются в течение производственного процесса, это подготовка почвы, посев, уход за культурами и сбор урожая. Каждый из этих этапов включает в себя множество подготовительных работ, например: боронование, культивация, подкормка и т.д.

Так, одним из важных пунктов учета являются расчет потерь из-за различных сопутствующих условий, определение соотношения планируемого и реального количества собранной продукции. Все это приводит к необходимости ведения строгого учета с определенной периодичностью для достижения наилучшего результата.

Реализация продукции – это один из важнейших процессов, протекающих в АПК. Она ориентирована на потребителя и поэтому должна учитываться территориальная зависимость от спроса. По этому же принципу располагаются объекты складирования и хранения в местах производства этой продукции.

Одной из важнейших отраслей реализации является переработка, поскольку она также ориентирована на клиентов и спрос и включает в себя процесс создания готовых к употреблению продуктов из ингредиентов первичной обработки.

В любом агропромышленном комплексе необходимо анализировать систему логистики, оценивать ее перспективы и эффективность. Важно учитывать конкурентоспособность в

рыночной среде, уметь планировать, координировать, управлять всеми процессами, начиная от производства сырья и заканчивая работой с клиентами. Основная цель логистики – снижение издержек производства и повышение эффективности функционирования различных отраслей АПК.

В каждом бизнесе, в каждой организации, вне зависимости от того, чем она занимается, необходимо наладить правильные и экономически выгодные для всех сторон взаимоотношения. В первую очередь необходима клиентская база. Существуют различные подходы к привлечению клиентов, в которых необходимо учитывать систему спрос-предложение, от которой будет зависеть продуктивность взаимоотношений. На это влияют многие факторы – конкуренты в данной области (за исключением монополистической политики ведения отношений), территория (расположение) компании и целесообразность ведения подобного бизнеса/предоставления услуг и т.п.

С поставщиками наладить отношения не менее важно, поскольку от этого зависит немалая часть успеха. Выгодные контракты, правильно подобранные условия для перевозки груза (вопрос логистики). Эти и многие другие факторы позволяют более точно просчитать, насколько взаимовыгодными будут условия отношений, позволяющие снизить убытки и привести к большей вырубке.

В процессе эксплуатации техника подвергается серьезным физическим нагрузкам, а, следовательно, износу. Поэтому для предприятия необходима своевременная диагностика и техническое обслуживание машинно-тракторного парка с минимальными затратами. В состав ремонтного хозяйства входят также смазочное, цеховое ремонтное подразделения, склады оборудования, запчастей. Также необходима аттестация оборудования, планирование и разработка процессов ремонта и оснащения.

Для ведения бизнеса, связанного с сельским хозяйством, необходимо помнить про отчетность. Обязательно необходимо разбираться во всех отраслевых актах, которые составляют систему учета: планы счетов, бухгалтерский учет, учет затрат на производство и т.д. Все эти документы помогают составить правильный отчет о деятельности предприятия, а также проанализировать, как предприятию, так и сотруднику Ростехнадзора, в каком финансовом состоянии находится предприятие. В эту систему входит ведение записей расходы-доходы, которые аналогичным образом помогают контролировать состояние компании, перспективность, ее необходимость в общем, движение денег в бизнесе.

Как и в любой другой отрасли, в сельскохозяйственных организациях могут возникать риски. Они связаны со спросом товаров, а также сезонностью. Существуют периоды простоя и активной деятельности, в которые компания будет находиться в разных финансовых положениях.

В период простоя у организации отсутствуют прямые затраты и доходы. Основные траты на предприятии будут заработная плата сотрудникам, ремонтно-обслуживающая отрасль, расходы, связанные с активами.

Одна из важных отраслей – система управления персоналом. Она включает в себя расчет потребности в персонале, подбор кадров, обучение, мотивация, карьерный рост, оценка профессионализма, переподготовка сотрудников, контроль исполнительности.

Чтобы понять, как вести бизнес, который связан с сельским хозяйством, добиваться результатов для себя и компании, необходимо учитывать каждый процесс, протекающий в АПК. Если рассматривать не только отдельные пункты в индивидуальных случаях, но и в совокупности со смежными, чтобы иметь широкий взгляд на ту или иную ситуацию, возникающую в процессе производства.

1. Вечканова, В.С. Сущность организационно – экономического механизма развития сельскохозяйственного производства / В.С. Вечканова // В сборнике: Интеграция науки, общества, производства и промышленности. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2018.

2. Фомина, Е.А. Источники формирования ресурсов и особенности производства сельскохозяйственного предприятия / Е.А. Фомина // Аллея науки. – 2018. – Т. 2. – № 5 (21)
3. Ринас, Н.А. Организация работы уборочно-транспортного звена / Н.А. Ринас // В Сборнике: Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии. Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022г.. Краснодар, 2023. С. 412-415

Сафин М.А., Сафиуллина А.Ф.

Автоматизация бурения и добычи в нефтегазовой промышленности

*Казанский Государственный Энергетический Университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-164

Аннотация

Статья посвящена исследованию роли автоматизации процессов бурения и добычи в нефтегазовой отрасли. В статье рассматриваются тенденции в автоматизации процессов и основные технологии автоматизированных систем. Также, анализируются работы зарубежных и российских исследователей. Подчеркивается важность дальнейших исследований и инвестиций в автоматизацию нефтегазовой промышленности.

Ключевые слова : Автоматизация, бурение, добыча и переработка нефти и газа, нефтегазовая промышленность.

Abstract

The article is devoted to the study of the role of automation of drilling and production processes in the oil and gas industry. The article discusses the trends in process automation and the main technologies of automated systems. Also, the works of foreign and Russian researchers are analyzed. The importance of further research and investment in the automation of the oil and gas industry is emphasized.

Keywords: Automation, drilling, oil and gas production and processing, oil and gas industry.

Нефтегазовая промышленность, являясь одной из ключевых составляющих мировой экономики, играет несравнимую роль в обеспечении энергетических потребностей человечества. Добыча и переработка нефти и газа обеспечивают снабжение разнообразных промышленных секторов, транспортных систем и бытовых нужд нашей планеты. Однако в условиях стремительных технологических изменений и усиливающейся экологической осведомленности современной общественности, нефтегазовая отрасль сталкивается с вызовами, требующими инновационных решений. В этом контексте, автоматизация бурения и добычи в нефтегазовой промышленности становится ключевым фактором для обеспечения эффективности, безопасности и устойчивости отрасли.

Современная нефтегазовая промышленность оказывает влияние на глобальную экономику и обеспечивает потребности в энергии, сырье и химических продуктах. Стремительное развитие технологий и растущие требования к устойчивости природной среды и безопасности операций ставят перед отраслью вызовы, которые можно решать с помощью автоматизации процессов. Автоматизация становится ключевой стратегией для совершенствования добычи, переработки и управления нефтью и газом.

Согласно исследованию International Association of Oil & Gas Producers (IOGP) [1], сфера нефтегазовой промышленности переживает революцию в области автоматизации, основанную на внедрении передовых технологий и цифровых решений. Это включает в себя автоматическое бурение, мониторинг и управление операциями на месторождениях, а также анализ больших объемов данных для принятия обоснованных решений.

С развитием Индустрии 4.0 и Интернета вещей (IoT), автоматизация становится неотъемлемой частью стратегического планирования в нефтегазовой отрасли. Это подтверждается данными исследования Диксона [2], который указывает на то, что

автоматизация вносит существенный вклад в оптимизацию операций, сокращение времени на выполнение задач и снижение рисков.

Основной стимул для внедрения автоматизации в нефтегазовой промышленности - это необходимость повышения эффективности. Автоматизированные системы способны более точно и быстро выполнять задачи, что приводит к сокращению времени на выполнение операций и снижению затрат [3]. Это особенно актуально в условиях сложных геологических и климатических условий, где автоматизация позволяет достичь лучших результатов [4].

Важным аспектом является также снижение операционных рисков и обеспечение безопасности. Автоматизированные системы позволяют минимизировать воздействие человеческого фактора на риски аварийных ситуаций. Системы мониторинга и автоматического регулирования операций способствуют своевременному обнаружению и предотвращению неполадок, что повышает безопасность работников и окружающей среды [5].

Современная нефтегазовая промышленность сталкивается с растущим спросом на инновационные решения для повышения эффективности и снижения рисков в процессах бурения. Системы автоматического бурения, включая буророботов и автоматизированные буровые станки, стали основой этой революции в отрасли. Согласно исследованию Х. Алотайби [6], буророботы оборудованы передовыми сенсорами и системами навигации, позволяющими им автоматически корректировать параметры бурения в реальном времени. Это улучшает точность и надежность операций, а также способствует оптимальному использованию ресурсов.

Основные преимущества систем автоматического бурения заключаются в повышении точности и эффективности. Результаты некоторых исследований указывают на то, что автоматизированные системы способны бурить скважины с минимальными погрешностями, что важно для оптимизации добычи ресурсов. Кроме того, автоматизация бурения сокращает время на выполнение операций. Применение передовых технологий, описанных Д. Уайт [7] позволяет снизить человеческий фактор, что ведет к более оперативному и предсказуемому бурению. Это в свою очередь снижает операционные риски и экономические затраты.

Не менее важной областью в автоматизации является процесс добычи нефти и газа. Исследование В. Б. Ананда [8] указывает на то, что автоматизированные системы контроля и оптимизации добычи могут анализировать данные о скважинах и оборудовании, определять аномалии и автоматически корректировать параметры для повышения производительности.

Обзор тенденций и практических примеров показывает, что автоматизация бурения и добычи нефти и газа имеет невероятный потенциал для улучшения производственных показателей и снижения операционных рисков. Современные технологии автоматизации обеспечивают более точное и эффективное бурение, позволяют оптимизировать добычу, улучшают безопасность работников и уменьшают воздействие на окружающую среду. Тем не менее, реализация автоматизации сопряжена с вызовами и рисками, такими как технические сбои и проблемы кибербезопасности. Баланс между автоматизацией и сохранением рабочих мест также является важным аспектом, требующим внимательного рассмотрения.

Будущее автоматизации в нефтегазовой промышленности обещает продолжить тенденции к развитию, улучшению операционной эффективности и уменьшению воздействия на окружающую среду. Однако для достижения максимальных результатов требуется не только техническая реализация, но и обширные исследования, обмен опытом и сотрудничество на всех уровнях. В этом контексте, важно продолжать исследования и поддерживать инвестиции в развитие автоматизации в нефтегазовой промышленности.

1. International Association of Oil & Gas Producers (IOGP). (2020). "Automated drilling: unlocking the potential to improve performance and lower costs." IOGP Report 633-24.
2. Dixon, B. (2019). "The Role of Automation in the Oil and Gas Industry." Forbes.
3. Osisanya, S. (2018). "Automation in Oil and Gas Industry: The Era of Digitalization." Society of Petroleum Engineers.

4. Yildirim, I., & Smith, R. C. (2016). "Automation in the Oil and Gas Industry: An Overview." The University of Texas at Austin, Cockrell School of Engineering.
5. Алиев, З. Ш. (2021). "Автоматизация бурения скважин на промыслах и её технико-экономический эффект." Нефтяное хозяйство, (1), 15-18.
6. Alotaibi, H., & Alotaibi, F. (2018). "Advantages of Automation Systems in Oil and Gas Industry." International Journal of Advanced Science and Technology, 27(6), 10744-10751.
7. White, J. C., & Wright, K. (2017). "Automation and technology in the oil and gas industry: A call for dialogue." Deloitte University Press.
8. Anand, V. B. (2020). "Automation in the Oil and Gas Industry: Leveraging Digitalization and Analytics." Energy World.

Сафин М.А., Сафиуллина А.Ф.

Энергоэффективность и автоматизация в нефтяной отрасли

*Казанский Государственный Энергетический Университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-165

Аннотация

Данная статья исследует важное взаимодействие между автоматизацией и энергоэффективностью в нефтяной отрасли. Она освещает современные технологии автоматизации, применяемые в процессах добычи, транспортировки, рефининга и переработки нефти, а также их роль в снижении потерь и энергозатрат. Анализируются преимущества автоматизации для повышения производительности и оптимизации энергетических процессов.

Ключевые слова: Автоматизация, энергоэффективность, нефтяная отрасль, технологии, аналитика данных, искусственный интеллект.

Abstract

This article explores the important interaction between automation and energy efficiency in the oil industry. It highlights modern automation technologies used in the processes of oil extraction, transportation, refining and refining, as well as their role in reducing losses and energy costs. The advantages of automation for increasing productivity and optimizing energy processes are analyzed.

Keywords: Automation, energy efficiency, oil industry, technologies, data analytics, artificial intelligence.

В современной нефтяной промышленности ключевым аспектом становятся энергоэффективность и автоматизация, два понятия, которые играют определяющую роль в обеспечении устойчивого развития этой отрасли. Энергоэффективность, как способность использовать энергоресурсы наиболее эффективно, и автоматизация, как внедрение инновационных технологий для управления процессами, становятся неотъемлемыми компонентами стратегий, направленных на улучшение производственных показателей и сокращение экологических следов. В данной статье будут рассмотрены роль автоматизации в повышении энергоэффективности в нефтяной промышленности, их взаимосвязь и влияние на развитие отрасли.

Сегодня, когда вопросы устойчивого развития и экологической ответственности занимают центральное место в общественном сознании, энергоэффективность и автоматизация становятся необходимыми аспектами в деятельности нефтегазовых компаний. Оптимальное использование энергоресурсов и сокращение выбросов являются ключевыми задачами для сохранения природных богатств и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Автоматизация, в свою очередь, предоставляет инновационные решения, способные оптимизировать производственные процессы, улучшить контроль и управление, а также снизить риски человеческого вмешательства.

Автоматизация играет критическую роль в улучшении энергоэффективности в нефтяной промышленности, предоставляя инновационные инструменты для оптимизации

энергоресурсов. Она позволяет точно контролировать и регулировать производственные параметры, минимизируя избыточное потребление энергии. Процессы мониторинга и анализа данных в режиме реального времени позволяют выявить узкие места в использовании энергоресурсов и оптимизировать их использование. Примеры успешных проектов подтверждают, что автоматизация способствует снижению энергопотребления и повышению общей эффективности деятельности нефтегазовых предприятий.

Одной из ключевых технологий является система скважинного управления с использованием искусственного интеллекта. Эта система автоматически регулирует производство скважин, анализируя данные о давлении, дебите и составе нефти, что позволяет управлять добычей наиболее эффективным образом [1]. В транспортировке нефти широко используются системы автоматического контроля и диспетчеризации, позволяющие оптимизировать работу насосных станций, контролировать поток нефти в трубопроводах и минимизировать энергопотребление [2].

Автоматизация в добыче и транспортировке нефти приводит к существенному улучшению производительности и снижению энергозатрат. Системы искусственного интеллекта в добыче позволяют регулировать параметры скважин в реальном времени, улучшая объем добычи и сокращая ненужные затраты [3]. В транспортировке автоматизация оптимизирует работу насосных станций в зависимости от нагрузки, а также позволяет быстро реагировать на аварийные ситуации, что способствует сокращению времени простоя и снижению энергопотребления [4].

В процессах рефининга и переработки нефти также широко используются автоматизированные системы. Например, в крекинге и гидроочистке автоматические системы контролируют процессы, обеспечивая точное соблюдение параметров, что позволяет повысить качество продукции и снизить энергозатраты [5]. Также автоматизация применяется в управлении каталитическим риформингом и другими процессами переработки для оптимизации производственных циклов.

Автоматизация в рефининге и переработке нефти способствует снижению энергозатрат и повышению эффективности процессов. Системы автоматического контроля обеспечивают более точное соблюдение технологических параметров, что улучшает качество продукции и позволяет сократить выбросы вредных веществ. Применение автоматизации также позволяет снизить потери в процессах переработки и повысить эффективность использования сырья.

Современные технологии автоматизации играют ключевую роль в снижении потерь продукции и повышении эффективности использования ресурсов в нефтяной отрасли.

Автоматизация позволяет точно контролировать и оптимизировать производственные процессы, что в свою очередь уменьшает потери продукции. Применение сенсорных сетей и систем мониторинга позволяет реагировать на незначительные отклонения и предотвращать потери продукции из-за неисправностей оборудования. Также автоматизированные системы управления энергопотреблением способствуют уменьшению ненужных затрат энергии и ресурсов.

Важной частью автоматизации является оптимизация энергетических процессов. Технологии умного управления энергопотреблением позволяют автоматически регулировать нагрузку на оборудование в зависимости от текущей потребности и экономить энергию. Автоматические системы контроля освещения, вентиляции и кондиционирования также способствуют оптимизации энергозатрат.

Искусственный интеллект и аналитика данных играют важную роль в повышении эффективности. Автоматический анализ больших объемов данных позволяет выявлять паттерны потребления энергии и предсказывать возможные снижения эффективности. Это позволяет оперативно принимать решения по оптимизации производственных процессов.

Необходимо отметить, что внедрение автоматизации и энергоэффективности также сталкивается с вызовами. Обучение персонала работе с новыми системами и интеграция новых технологий могут потребовать дополнительных усилий. Однако будущее в этой области обещает множество перспектив. Развитие технологий искусственного интеллекта, а также

возможность интеграции систем в "умные" сети, открывают новые возможности для повышения эффективности и сокращения потерь.

1. Nguyen, T., & Sharma, V. (2020). Artificial Intelligence in Oil and Gas Production Optimization: Current State and Future Possibilities. *IEEE Access*, 8, 112301-112309.
2. Thapa, R., & Bhattarai, B. (2017). Automation of Pump Stations in Oil and Gas Industry. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 6(12), 337-340.
3. Zhang, S., & Wu, Y. (2020). Integrated Production Optimization Under Reservoir and Surface Uncertainty With Machine Learning. *SPE Journal*, 25(06), 2977-2990.
4. Tang, J., & Han, X. (2020). Data-Driven Monitoring and Control of Gas-Liquid Two-Phase Flow Pipeline Systems. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 17(3), 1946-1957.
5. Shargal, Y., & Buchholz, B. (2021). Refinery Reactor Regeneration Optimization With the Use of a Hydrogen Detector-Based Artificial Neural Network. *ACS Omega*, 6(13), 8690-8697.
6. Hugot, E. (2019). *Handbook of Industrial Hydrocarbon Processes*. Gulf Professional Publishing.

Сафин М.А., Сафиуллина А.Ф.

Роботизация в оборудовании и обслуживании месторождений

*Казанский Государственный Энергетический Университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-166

Аннотация

В данной статье рассматриваются современные аспекты применения роботизации в нефтегазовой промышленности, охватывая оборудование, добычу и обслуживание месторождений. Анализируются преимущества, такие как точность, скорость и снижение человеческого вмешательства, а также успешные практические реализации в отрасли. Исследуется роль роботов в инспекциях, обслуживании и ремонтах оборудования, подчеркивая значимость улучшения безопасности и сокращения времени простоев.

Ключевые слова: Роботизация, нефтегазовая промышленность, оборудование, обслуживание, технологические инновации, инвестиции.

Abstract

This article discusses modern aspects of the application of robotics in the oil and gas industry, covering equipment, production and field maintenance. The advantages, such as accuracy, speed and reduction of human intervention, as well as successful practical implementations in the industry are analyzed. The role of robots in inspections, maintenance and repairs of equipment is investigated, emphasizing the importance of improving safety and reducing downtime.

Keywords: Robotics, oil and gas industry, equipment, maintenance, technological innovations, investments.

Нефтегазовая промышленность, служащая ключевым источником энергии и сырья для современного мира, непрерывно сталкивается с вызовами, требующими инноваций и технологического совершенствования. В этом контексте роботизация, как одна из наиболее обещающих и перспективных технологических стратегий, начинает играть важную роль в преобразовании данной отрасли.

Роботизация в нефтегазовой промышленности представляет собой процесс внедрения автоматизированных и роботизированных систем для выполнения широкого спектра задач, начиная от бурения и добычи ресурсов до обслуживания месторождений и инфраструктуры. Эти системы основаны на передовых технологиях, таких как искусственный интеллект, автоматизация и сенсорные сети, позволяя автономным машинам выполнять операции с высокой степенью точности и эффективности.

Роботизация имеет ключевое значение для нефтегазовой промышленности в контексте достижения повышенной эффективности, обеспечения безопасности и уменьшения операционных рисков. Автоматизированные системы и роботы способны работать в условиях, опасных для человека, и выполнять монотонные, рутинные задачи с повышенной скоростью и точностью [1]. Это снижает риск несчастных случаев, улучшает качество производства и ускоряет выполнение операций.

Исключение или минимизация человеческого фактора также позволяет снизить вероятность ошибок и улучшить качество данных, что имеет важное значение для принятия решений на основе аналитики. В конечном итоге, роботизация способствует улучшению результатов работы, сокращению времени простоев и повышению общей эффективности производственных процессов. В данной статье мы рассмотрим роль роботизации в нефтегазовой промышленности, а также проанализируем преимущества, вызовы и перспективы данной технологии для отрасли.

Современные вызовы и стремительный технологический прогресс побуждают нефтегазовую промышленность искать новые способы оптимизации производственных процессов. Роботизация становится ключевой стратегией для достижения эффективности и снижения рисков в оборудовании, на котором основаны операции бурения, добычи и транспортировки [2]. Современные роботизированные системы позволяют добиваться впечатляющих результатов, совершая задачи, когда-то зависимые от человеческого участия.

Преимущества роботизации в нефтегазовой отрасли огромны. Точность и скорость, с которой роботы выполняют задачи, невозможны для человека. Точное бурение скважин, автоматизированные системы добычи, роботизированные устройства для транспортировки - все это снижает вероятность ошибок и увеличивает производительность. Однако главное преимущество - это уменьшение человеческого вмешательства, что снижает риск несчастных случаев и обеспечивает стабильность операций.

Примеры успешных внедрений роботов в нефтегазовой промышленности вдохновляют на развитие этой области [3]. Крупные компании внедряют автономные роботизированные системы, добиваясь сокращения времени выполнения задач и повышения общей производительности.

Роботы играют ключевую роль в обслуживании месторождений, участвуя в инспекциях, обслуживании и ремонте оборудования. Их использование ведет к улучшению безопасности и сокращению времени простоев. Роботы-инспекторы оснащены сенсорами и камерами, обеспечивая точные и надежные проверки оборудования. Это уменьшает риск человеческой ошибки и снижает необходимость частого обслуживания.

Роботы успешно применяются в подводных и высотных работах, где условия чрезвычайно сложны [4,5]. Они могут оперировать в средах с ограниченной видимостью, что делает их незаменимыми в выполнении задач, где человек сталкивался бы с трудностями.

Современные технологические решения, такие как сенсорные сети, автоматическое управление и аналитика данных, содействуют эффективности роботизированных систем. Искусственный интеллект играет значительную роль в развитии робототехники, позволяя роботам адаптироваться к сложным ситуациям и принимать решения на основе данных.

Инвестирование в развитие робототехники - это ключевой фактор для дальнейшего прогресса. Будущие исследования должны направиться на оптимизацию роботизированных процессов, чтобы максимально использовать потенциал автоматизации.

Применение роботов в оборудовании и обслуживании месторождений перерисовывает контуры нефтегазовой промышленности. Роботизация не только повышает эффективность и безопасность, но и раскрывает новые возможности для развития отрасли. Исследования и инвестиции в данную область остаются критически важными для достижения целей роботизации в нефтегазовой промышленности.

В эру стремительно развивающихся технологий роботизации и автоматизации, область добычи и обслуживания месторождений претерпевает существенные изменения, которые влияют на все аспекты этой ключевой сферы нашей энергетической инфраструктуры.

Роботизация в оборудовании и обслуживании месторождений перестала быть утопической концепцией и превратилась в реальность, способную изменить представление о том, как мы взаимодействуем с природными ресурсами.

Преимущества, предоставляемые роботизацией, становятся все более очевидными. Увеличение производительности, эффективности и безопасности процессов добычи и обслуживания приносит неоценимую пользу как для предприятий, так и для окружающей среды. Автономные роботы способны работать в самых сложных и опасных условиях, что снижает риск для работников и значительно уменьшает количество производственных аварий.

Однако, вместе с технологическими прорывами приходят и вызовы. Интеграция роботов в геологические среды требует преодоления сложных инженерных проблем и адаптации к разнообразным условиям. Кибербезопасность становится более актуальной проблемой, поскольку автоматизированные системы становятся объектами для потенциальных хакерских атак. Вопросы этики и автономии роботов также вызывают острые дискуссии, требуя разработки соответствующих норм и стандартов.

Несмотря на технологические вызовы, перспективы будущего весьма обнадеживают. Робототехнические технологии продолжают развиваться, и мы можем ожидать еще более инновационных решений для добычи, обслуживания и исследования месторождений. Однако важно подчеркнуть, что успех роботизации зависит не только от технических факторов, но и от подготовки кадров, способных управлять и обслуживать эти сложные системы.

В заключение, роботизация в оборудовании и обслуживании месторождений представляет собой технологический взлет, который имеет потенциал революционизировать энергетическую отрасль. Важно подходить к этому процессу балансирующе, учитывая как технические достижения, так и социальные и этические аспекты. Только так мы сможем обеспечить устойчивое и гармоничное развитие сектора добычи и обслуживания месторождений в наше динамичное будущее.

1. Automation in the Oil and Gas Industry: Current Trends and Future Prospects, John Smith. / International Journal of Oil & Gas Technology, Vol. 25, No. 2, 2021.
2. Robotic Applications in Offshore Oil and Gas Operations, Maria Garcia. / Offshore Technology Conference, OTC-31597-MS, 2020.
3. Robotic Solutions for Oilfield Inspection and Maintenance, Alexander Ivanov. / Journal of Robotic Engineering, Vol. 18, No. 3, 2019.
4. Innovations in Robotics and Automation for the Energy Industry, Li Wei. / Energy Innovation Journal, Vol. 12, No. 1, 2022.
5. Робототехника в нефтегазовой промышленности: современное состояние и перспективы, А. Б. Иванова. / Журнал Нефть и Газ, Том 30, № 4, 2021.

Соколов Н.С.^{1,2}

Случай усиления прислоненного склона

¹ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-167

Аннотация

Геотехническое строительство [1÷8] является одним из наиболее важных отраслей возведения нулевых частей объектов различного назначения. Имеющийся богатый потенциал геотехнических технологий позволяет успешно выполнять задачи по строительству фундаментов зданий в любых инженерно-геологических условиях и на любой территории, включая склоны, овраги, набережные. Очень часто встречаются случаи возведения объектов на пересеченных территориях с перемеживающимися структурно неустойчивыми грунтами, к тому же дополнительно нагруженных искусственными прислоненными склонами. В

геотехнической практике еще наблюдаются случаи строительства на подобных склонах без должного инженерно-технического обеспечения, т.е. без наличия реально проведенных инженерных изысканий, а также разработанных противооползневых мероприятий. В конечном итоге в большинстве случаев пренебрежение общепринятыми нормами приводит к нежелательным последствиям, выражающимся в деформациях построенных зданий. В настоящей статье рассматривается один из таких случаев.

Ключевые слова: Буроинъекционные сваи ЭРТ, грунтовые анкера ЭРТ, электроразрядная технология, инженерно-геологические элементы, монолитный обвязочный железобетонный пояс.

Abstract

Geotechnical construction [1÷8] is one of the most important branches of the construction of zero parts of objects for various purposes. The existing rich potential of geotechnical technologies allows us to successfully perform the tasks of building foundations for buildings in any engineering and geological conditions and on any territory, including slopes, ravines, embankments. Very often there are cases of erection of objects on rugged territories with alternating structurally unstable soils, moreover, additionally loaded with artificial leaning slopes. In geotechnical practice, there are still cases of construction on such slopes without proper engineering and technical support, i.e. without the presence of actually carried out engineering surveys, as well as developed anti-landslide measures. Ultimately, in most cases, the neglect of generally accepted standards leads to undesirable consequences, expressed in deformations of the constructed buildings. This article considers one such case.

Keywords: EDT bored injection piles, EDT ground anchors, electric discharge technology, geotechnical elements, monolithic reinforced concrete strapping belt.

Строительство объектов на территориях, не приспособленных для возведения объектов без их предварительной подготовки, приобретает в последнее время немаловажное значение. Часто строители пренебрегают понятиями устойчивости, надежность инженерно-геологических условий. При этом планируя строительство на неустойчивых основаниях, особенно на прислоненных склонах, они допускают больше всего ошибок, которые в конечном итоге приводят к существенному удорожанию объекта. Так, например, при возведении объектов на таких строительных площадках необходимо учитывать как надежность склона, так и надежность самой насыпи, на которой будет размещен объект [9, 10].

В процессе строительства удерживающей подпорной стенки и возведения песчаной полунасыпи с размещением на ней здания операторной и инженерной инфраструктуры АЗС возникли деформации и осадки основания фундаментов зданий операторской и навеса. Для выявления причин деформаций на площадке реконструируемой АЗС № 119 ООО «ГИИЗ» были выполнены работы на объекте: «Контрольные бурения для реконструкции АЗС №119, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Шевченко, д. 8 «а». Целью изысканий явилось получение инженерно-геологических данных для определения причин деформации полунасыпи с площадкой реконструируемой АЗС, расположенной на оползневом склоне, и разработки рекомендаций по их предупреждению (см. табл.1 ниже).

Необходимо отметить, что в качестве усиления оснований фундаментов зданий операторской и навеса использованы призматические забивные сваи (см. рис. 1, 4, 5). Причем сваи находятся в недоуплотненных насыпных грунтах. Эти сваи вообще не участвуют в усилении основания. Проектировщики допустили грубую ошибку, не заделывая нижние концы свай в надежный инженерно-геологический элемент. Продолжающийся процесс деформаций объектов говорит об этом.

Таблица 1

Задачи инженерно-геологических изысканий.

№№ n/n	Задачи инженерно-геологических изысканий
1	Сбор и анализ материалов ранее выполненных инженерных изысканий
2	Выявление и картирование местоположения участков распространения опасных инженерно-геологических процессов на территории изысканий
3	Изучение геолого-литологического строения территории изысканий
4	Изучение гидрогеологических условий территории изысканий
5	Изучение физико-механических свойств грунтов лабораторными и полевыми методами
6	Определение наличия специфических грунтов и их характеристик
7	Оценка устойчивости склона для обоснования проектных решений по инженерной защите территории
8	Расчет проектных оползневых давлений для проектирования противооползневых мероприятий (ПОМ).

На основании проведенных изысканий инженерно-геологическое строение участка до исследованной бурением новых и архивных скважин глубины (40.0 м), представлено коренными породами северодвинского и вятского ярусов верхнепермского отдела (P3s+v) в пределах плато - перекрытых с поверхности насыпными грунтами (tQh), на участке оползневого склона - четвертичными оползневыми отложениями dpQ(prQp); dpQ(P3s+v) и фрагментами насыпи (tQh), а в пойме – аллювиальными отложениями р. Трусиха (aQh-p) - на месте старого русла спланированных техногенной насыпью (tQh).

По данным лабораторных испытаний с учетом геологического строения и литологических особенностей грунтов и в соответствии с ГОСТами 25100-2016 "Грунты. Классификация" и 20522-2012 "Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний" на исследованных площадках выделены 15 инженерно-геологических элементов (ИГЭ). Ниже в табл. 2 приведены описания инженерно-геологических элементов. По результатам исследований выявлены два ИГЭ - насыпные грунты. Это ИГЭ №1 и ИГЭ №2. Это неслежавшие слои - уплотненные, представленные мелкими песками от рыхлого сложения до средней плотности, также суглинкой с прослоями глины.

Таблица 2

Напластование инженерно-геологических элементов.

Инженерно-геологические элементы (ИГЭ)	Наименование инженерно-геологического элемента	Стратиграфические индексы
ИГЭ № 1	Насыпные грунты: пески мелкие, плотные, средней плотности и рыхлые, маловлажные и влажные	(tQh)
ИГЭ № 2	Насыпные грунты: суглинки легкие, пылеватые и тяжелые с прослоями глины, от тугопластичных до твердых	tQh
ИГЭ № 3	Суглинки легкие и пылеватые мягко-пластичные	aQh-p
ИГЭ № 4	Пески мелкие, средней плотности и плотные, водонасыщенные	aQh-p
ИГЭ № 5	Гравийно-галечниковые грунты	aQh-p
ИГЭ № 6	Суглинки оползневые, легкие и пылеватые от мягкопластичных до полутвердых	aQh-p
ИГЭ № 7	Мергели оползневые, глинистые и известковые, очень низкой прочности	dpQ(P3s+v)
ИГЭ № 8	Глины оползневые, легкие и пылеватые, твердые и полутвердые	dpQ(P3s+v)
ИГЭ № 9	Пески пылеватые, оползневые, рыхлые, средней плотности и плотные маловлажные и влажные	dpQ(P3s+v)
	Пески пылеватые, оползневые, рыхлые, средней	

<i>ИГЭ № 10</i>	<i>плотности и плотные, водонасыщенные</i>	<i>$dpQ(P3s+v)$</i>
<i>ИГЭ № 11</i>	<i>Мергели глинистые и известковые, очень низкой прочности</i>	<i>$P3s+v$</i>
<i>ИГЭ № 12</i>	<i>Глины легкие и пылеватые, твердые и полутвердые</i>	<i>$P3s+v$</i>
<i>ИГЭ № 13</i>	<i>Пески пылеватые, средней плотности и плотные, маловлажные и влажные</i>	<i>$P3s+v$</i>
<i>ИГЭ № 14</i>	<i>Пески пылеватые, средней плотности и плотные, водонасыщенные</i>	<i>$P3s+v$</i>
<i>ИГЭ № 15</i>	<i>Алевриты (суглинки) легкие и пылеватые, твердые</i>	<i>$P3s+v$</i>

По заявке заказчика ООО НПФ «ФОРСТ» разработал проект противооползневых мероприятий с использованием буроинъекционных свай и грунтовых анкеров, изготавливаемых по электроразрядной технологии - ЭРТ. Грунтовые анкера ЭРТ длиной 20,0 метров под углом 40,0градусов на абсолютной отметке 94.6 разработаны для обеспечения устойчивости существующей подпорной стены, устроенной из буронабивных свай усиления склона. Вследствие отсутствия у этой стены распорных заглубленных конструкций она получила горизонтальные деформации до 20,0см. Устройство анкеров ЭРТ через монолитный железобетонный обвязочный пояс на этой отметке позволило стабилизировать горизонтальные деформации (см. рис. 2 и 3). Результаты геодезических наблюдений об этом свидетельствуют.

Дополнительно была разработана на абсолютной отметке 103,500 ограждающая противооползневая раскрепленная подпорная стена из двух рядов буроинъекционных свай ЭРТ с отметкой нижних концов 86,550 и грунтовых анкеров ЭРТ длиной 20,0м под углом 40,0 градусов (см. рис.2). Сваи ЭРТ по их верхам объединены уголкового монолитной железобетонной подпорной с контрфорсами стеной, через которую пропущены грунтовые анкера ЭРТ. Эти противооползневые железобетонные конструкции служат для обеспечения геометрии прислоненного откоса. Выполнение противоаварийных мероприятий позволило стабилизировать деформации прислоненного склона доведя их нормативного состояния.

В то же время объекты, построенные на поверхности откоса, вследствие недостаточного закрепленного основания (забивные сваи не заделаны своими нижними концами в надежный слой) продолжают деформироваться. При этом они продолжают деформируются с креном в сторону откоса. Анализируя схемы, приведенные на рис. 1, 4, 5 можно увидеть, что существующие сваи находятся в пределах толщи насыпных грунтов, находящихся в недоуплотненном состоянии. То есть несущая способность по грунту этих свай оказалась нулевой. Таким образом, с учетом этого существующие сваи с негативным трением дополнительно нагружают рассматриваемые объекты.

С целью стабилизации деформации вышеназванных объектов использованы буроинъекционные сваи ЭРТ с заделкой нижних концом в несжимаемое надежное основание (поз. 2 на рис. 1, 4, 5). Сваи ЭРТ для объекта навеса устроены через ростверк между существующими сваями. В связи со особой стесненностью выполнения работ по усилению основания фундаментов операторской было принято решение устройство консольной монолитной железобетонной балки, подводимой под подошву существующего ростверка (см. рис. 1 и 4). При этом балки одновременно являлись ростверками над буроинъекционными сваями ЭРТ. Под все существующие ростверки были подведены эти конструкции, благодаря чему осадки существующих фундаментов здания операторской стабилизировались.

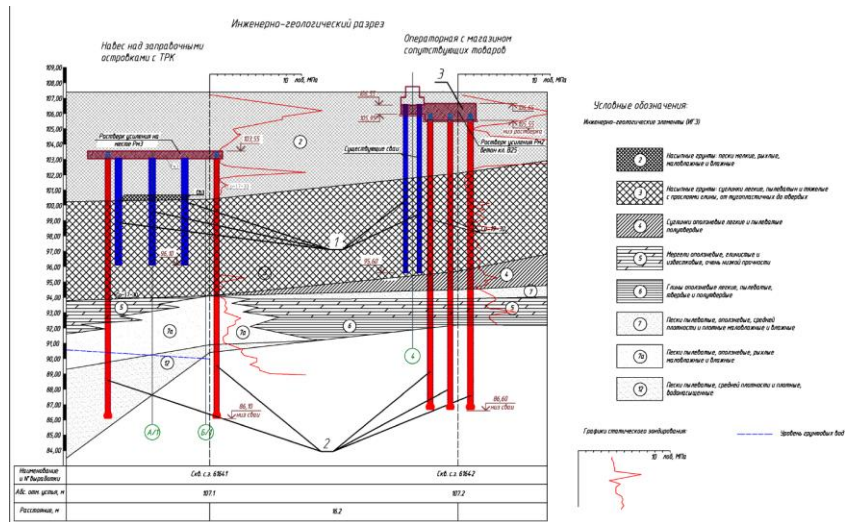


Рисунок 1. Инженерно-геологический разрез: 1 – существующие забивные сваи; 2 – буронагрейционные сваи ЭРТ; 3 – подводящая монолитная железобетонные консольные балки под существующие железобетонные ростверки

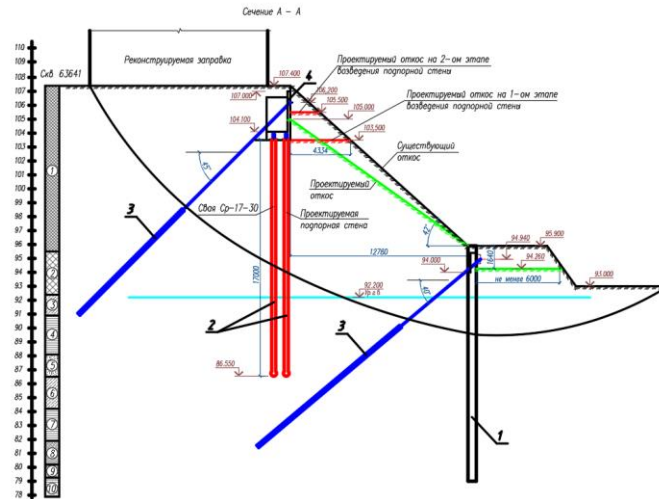


Рисунок 2. Поперечное сечение прислоненного откоса с противополозновыми заглубленными железобетонными конструкциями: 1 – существующая подпорная стена из бурунабивных свай диаметром 500,0 мм; 2 – буронагрейционные сваи ЭРТ усиления основания в два ряда; 3 – грунтовые анкера ЭРТ усиления склона; 4 – монолитная уголковая железобетонная подпорная стена.



Рисунок 3. Фотография анкерного крепления деформированного откоса на оползневом склоне на абсолютной отм. 94.60: 1 – грунтовый анкер; 2 – анкерный обвязочный пояс; 3 – уголкового монолитные железобетонные подпорные стены.

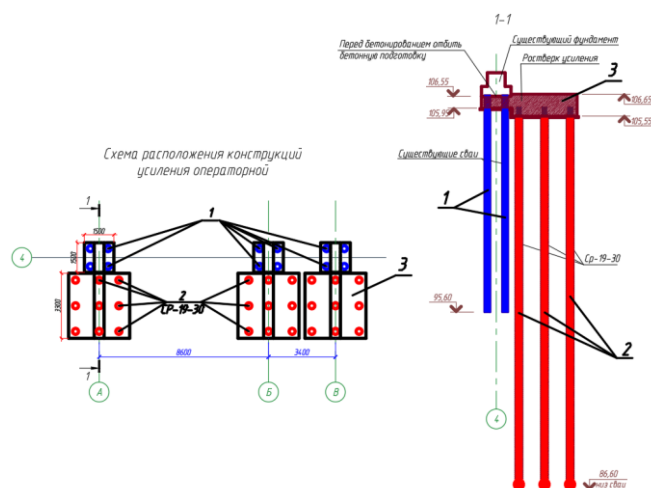


Рисунок 4. Схема усиления основания фундаментов операторной: 1 – существующие забивные сваи; 2 – буринъекционные сваи ЭРТ; 3 –подводимая монолитная железобетонные консольные балки под существующие железобетонные ростверки.

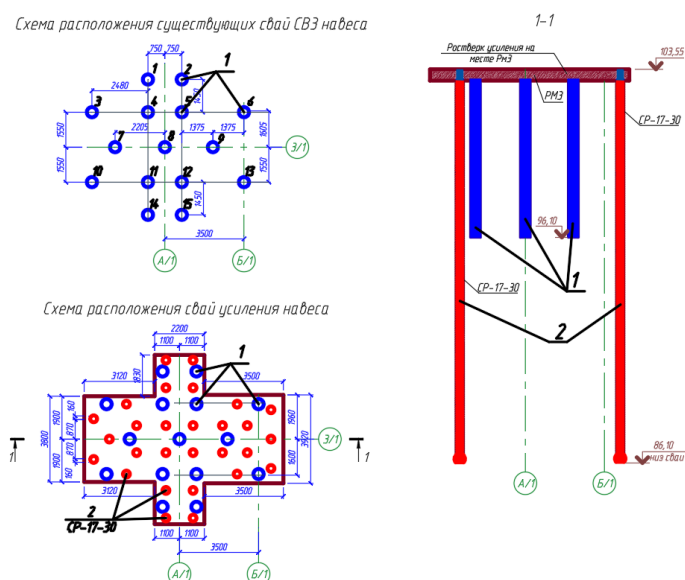


Рисунок 5. Схема усиления основания фундаментов навеса 1 – существующие забивные сваи; 2 – буринъекционные сваи ЭРТ.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17–20.
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб: Геореконструкция, 2010. 551 с.
3. Ilchev, V. A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow / V. A. Ilyichev, P. A. Kononov, N. S. Nikiforova, L. A. Bulgakov // Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3-17. - New York, 2004. - P. 5-24.
4. Ilyichev, V. A. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches / V. A. Ilyichev, N. S. Nikiforova, E. B. Koreneva // Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24-27th September 2007 «Geo-technical Engineering in urban Environments»... Volume 2. - P. 581-585.
5. Nikiforova, N. S. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development / N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov //The pros, of the 7th Int. Symp. "Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16-18 May, 2011, IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
6. Nikiforova, N. S. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation /N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov // Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23-25 September 2004. – P. 338-342.

7. Petrukhin, V. P. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction / V. P. Petrukhin, O. A. Shuljatjev, O. A. Mozgacheva // Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. - Prague, 2003.
8. Triantafyllidis, Th. Impact of diaphragm wall construction on the stress state in soft ground and serviceability of adjacent foundations. / Th. Triantafyllidis, R. Schafer // Proceedings of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Madrid, Spain, 22-27 September 2007. Vol. - P. 683-688.
9. Соколов Н.С. Алгоритм понижения полов подвала с использованием свай ЭРТ и грунтовых анкеров ЭРТ // Бетон и железобетон. № 2 (602). 2020.
10. Соколов Н.С. Разрядно импульсная технология усиления основания фундаментов // Строительные материалы. № 12. 2020.

Соколов Н.С.^{1,2}

Мелкозернистый бетон – материал буроньекционных свай ЭРТ

¹ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-168

Аннотация

Прочность бетона поперечного сечения буроньекционных свай-ЭРТ является основополагающим показателем для определения ее несущей способности по грунту и по телу. Электроразрядная технология позволяет увеличить прочность мелкозернистого бетона. При этом она может превысить прочность необработанного бетона электрогидравлическим способом на 40÷50 %. Важную роль в процессе набора прочности бетона играет соблюдение технологического регламента изготовления свай-ЭРТ. В геотехническом строительстве очень часты случаи не соответствия прочности бетона готовых свай проектным значениям. Ниже в статье приводится случай из геотехнической практики.

Ключевые слова: Прочность мелкозернистого бетона, буровые сваи, электроразрядная технология, сваи-ЭРТ, мелкозернистая бетонная смесь (БСМ), удобоукладываемость.

Abstract

The strength of the concrete of the cross-section of the bored-injection piles-EDT is a fundamental indicator for determining its bearing capacity on the ground and on the body. Electric discharge technology allows to increase the strength of fine-grained concrete. At the same time, it can exceed the strength of raw concrete by an electrohydraulic method by 40÷50%. An important role in the process of curing concrete is played by compliance with the technological regulations for the manufacture of EDT piles. In geotechnical construction, there are very frequent cases of non-compliance of concrete strength of finished piles with design values. Below in the article is a case from geotechnical practice.

Keywords: Strength of fine-grained concrete, bored piles, electric discharge technology, EDT piles, fine-grained concrete mix (FCM), workability.

Возведение любого сооружения предполагает пооперационный технический контроль качества строительства, позволяющий обеспечить безопасную эксплуатацию возводимого объекта. Особое беспокойство вызывает качество изготовления буровых свай. Известно, что технология изготовления буровых свай представляет сложную технологическую цепь, состоящую из бурения, бетонирования и армирование ствола. Если рассмотреть буроньекционную сваю, изготавливаемую по электрогидравлическому методу (сваи-ЭРТ), то к технологии ее изготовления добавляется еще электрогидравлическая обработка стенок скважины в теле свежееуложенного бетона. Для свай-ЭРТ технологическая цепь выглядит: «бурение скважины - бетонирование – электрогидравлическая обработка - армирование ствола».

В настоящей статье рассмотрено влияние качества выполнения бетонирования ствола на несущую способность сваи.

Ниже приводится пример алгоритма подбора состава мелкозернистой бетонной смеси (БСМ) для изготовления свай-ЭРТ.

Одной из стадий строительного проектирования конструкций железобетонного ствола буронагнеточной свай-ЭРТ является подбор состава мелкозернистой бетонной смеси (БСМ) по ГОСТ 7423-2010 «Смеси бетонные. Технические условия».

Алгоритм подбора состава БСМ представляется в следующей последовательности:

1. По величинам проектной несущей способности свай-ЭРТ F_d по грунту назначается класс (марка) бетона по прочности на сжатие. При этом согласно ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые» средняя прочность бетона закладывается при коэффициенте вариации $V=13,5\%$, обеспеченности не менее 95% от назначенного значения. Например при проектной марке мелкозернистого бетона М400 величина кубиковой прочности должна составлять $R=38,5$ МПа ($392,5$ кг/см²).
2. По ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия» подбирается марка по удобоукладываемости бетонной смеси П и показатель подвижности (осадка конуса). Для примера символ П4 означает осадку конуса 20 см.
3. Назначаются условия твердения. В основании ниже глубины промерзания условия твердения – естественные. При осуществлении геотехнических работ в условиях отрицательных температур применяются или химическое твердение с применением формиата натрия или электрический метод прогрева с помощью греющих проводов. Следует отметить, что электропрогрев из опыта производства работ нежелателен. Возможно, возникновение усадочных трещин в теле бетона в результате быстрого набора прочности и как результат отрыв части свай-ЭРТ прогреваемой от части твердеющей естественным путем.
4. Подбираются компоненты к мелкозернистому бетону – цемент, мелкий заполнитель, добавки к бетону и вода.
 - 4.1. Портландцемент, как правило, на объект поставляется из ближайшего цементного завода. В средневолжском регионе используется цемент производства ОАО «Мордовцемент». Согласно ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные» контролируемые параметрами являются: 1) прочность на сжатие в возрасте 28 суток $R=50$ МПа; 2) нормальная густота цементного теста 27% ; 3) сроки схватывания: начало 2 часа 35 мин, конец 4 часа 25 мин; 4) истинная плотность $\rho=2,63$ г/см³.
 - 4.2. В качестве мелкого заполнителя принимается природный речной песок по ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия (с Поправкой)» с моделью крупности не более $M_k=2,0$. Определяется процентное содержание фракций крупнее $M_k \geq 2,0$ мм и плотность минеральных частиц ρ_s .
 - 4.3. Для увеличения прочности бетона и увеличения подвижности используются добавки. Например, добавка ЭМБЭЛИТ 8-100 – модификатор бетона по ТУ 5870-176-46854090-04, изготавливаемый ООО «Предприятие Мастер Бетон» г. Москва одновременно является пластификатором и модификатором.
 - 4.4. К воде также предъявляются особые требования согласно ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов».
5. В строительной лаборатории под назначенные прочность, подвижность, удобоукладываемость, условия твердения согласно ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава бетона» проектируются: 5.1. Водоцементное отношение, например $V/C = 0,51$, где V – масса воды; 5.2. Соотношение

материалов по массе, например Ц:П=1:2,1, где Ц-масса цемента; П – масса песка;

5.3. Содержание добавок в % от массы цемента, например содержание ЭМБЭЛИТ 8-100 = 10;

5.4. Расход материалов на 1 м³ бетонной смеси;

Для примера на одном из объектов использованы: цемент – 850 кг; песок – 810 кг; добавка ЭМБЭЛИТ 8-100 – 85 кг; вода – 465 кг.

Кроме характеристик номинального состава мелкозернистого бетона в алгоритме подбора состава приводится раздел фактически возможного расхода материалов на 1 м³ бетонной смеси.

6. Физико-механические свойства бетона, обязательные для подтверждения правильности подбора состава на объекте – это средняя плотность бетона в серии образцов размером 10×10×10 см, ρ [г/см³] и предел прочности на сжатие в возрасте 7 и 28 сут. Далее рассмотрен случай из строительной практики. Проектом под десятиэтажное здание гостиницы было предусмотрено устройство буроинъекционных свай, изготавливаемых по электроразрядной технологии (ЭРТ). Эта технология включает бурение, бетонирование, электрогидравлическую обработку, армирование и доливку бетона. Вследствие того, что данные стадии работ выполняли четыре подрядные организации и отсутствовал должный поэтапный контроль набора прочности бетона, был нарушен технологический цикл и более чем 50% свай не была достигнута проектная несущая способность. Поэтому возникла необходимость перепроектирования свайного поля.

Строительство объекта велось в сложных инженерно-геологических условиях в старом русле реки Волга. Геологический разрез на этом участке представлен следующими инженерно-геологическими элементами (ИГЭ) (сверху вниз) (рис. 1): ИГЭ-1 – насыпной грунт (неслежавшийся суглинок с супесью и строительным мусором); ИГЭ-2 – непросадочный туго- и мягкопластичный лессовый суглинок; ИГЭ-3 – непросадочный текучепластичный лессовый суглинок; ИГЭ-4 – туго- и мягкопластичный суглинок; ИГЭ-5 – твердая и полутвердая пестроцветная глина; ИГЭ-6 – глинистый полимиктовый песок.

Для площадки строительства характерен высокий уровень грунтовых (ненапорных) вод.

Строительство объекта было начато за 5 лет до начала основного строительства с возведения ограждения котлована (глубиной 9,0 м) из двух рядов буроинъекционных свай диаметром 450 мм с шагом 1,0 м. Подпорная стена котлована была устроена вдоль улиц. Непосредственно к котловану примыкает 10-этажный крупнопанельный жилой дом, возведенный на забивных сваях.

Недостатком построенного ограждения оказалось отсутствие монолитного обвязочного железобетонного пояса по верху буроинъекционных свай. Это выявилось лишь при отрывке котлована. Ряд свай ограждения со стороны примыкающего здания наклонился в сторону котлована (максимальное горизонтальное перемещение достигло 55 мм). В результате создавшейся ситуации на наружных стенах жилого дома возникли деформационные трещины. При этом установленные гипсовые маяки разорвались и продолжали рваться.

Созданная в связи с этим чрезвычайная комиссия поручила головной проектной организации срочно разработать противоаварийные мероприятия для стабилизации деформаций как возведенной подпорной стены, так и примыкающего здания. В качестве таких мер была разработана схема усиления подпорной стены в виде распорных конструкций из труб диаметром 1 000 мм, расположенных на двух уровнях во взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 2). Эти мероприятия позволили стабилизировать ситуацию. Гипсовые маяки на жилом доме перестали рваться, горизонтальные перемещения подпорной стены были приостановлены. При этом геотехнический мониторинг продолжался.

При проектной глубине котлована 9,0 м распорные крепления были размещены на глубине 4,5–6,5 м. Поэтому во избежание негативных последствий для примыкающего жилого дома при дальнейшей откопке котлована был разработан проект устройства монолитных железобетонных контрфорсов на дополнительных буроинъекционных сваях ЭРТ диаметром 0,35 м и длиной от 12 до 19 м в зависимости от инженерно-геологических условий в той или иной части строительной площадки. Работы по устройству свай ЭРТ приходилось вести в очень сложных условиях между трубами, а удаление грунта из котлована производилось только вручную.

Для обеспечения безопасной эксплуатации подпорной стены при строительстве нулевого цикла, а также для создания условий для демонтажа стальных труб распорных конструкций был разработан алгоритм устройства контрфорсов.

Выполнение работ по реализации вышеуказанного алгоритма позволило поэтапно демонтировать распорные трубы. Дальнейших деформаций подпорной стены и жилого дома не было обнаружено.

Устройство буроинъекционных свай-ЭРТ [1–9] под фундаменты контрфорсов, контрфорсы, а также сами ростверки производились одной подрядной организацией. При этом мониторинг горизонтальных перемещений подпорной стены и деформаций осадочных марок жилого дома проводился ежедневно, благодаря чему на данном участке не было нарушений в технологической цепочке «бурение – бетонирование – электрогидравлическая обработка стенок и пяты скважины – монтаж армокаркасов».

Обязательными этапами, подтвердившими соответствие проекту запроектированных свай ЭРТ под фундаменты контрфорсов, были: испытания на прочность заранее изготовленных кубиков мелкозернистого бетона, предназначенного для изготовления свай, согласно алгоритму приведенному выше; испытания статической нагрузкой опытных свай ЭРТ.

На испытательном полигоне (в пределах участка изготовления контрфорсов) были выполнены два свайных куста по электроразрядной технологии. В одном из них сваи были изготовлены без уширений, а в другом – с местными уширениями (вертикальную привязку свай см. на рис. 1). Результаты испытаний несущей способности свай-ЭРТ с помощью статической нагрузки приведены на рис. 3.

По мере удаления распорных конструкций освободилась значительная часть площади котлована для устройства свайного поля.

В связи с сокращением инвестором сроков возведения здания заказчик решил увеличить скорость возведения нулевой части, разделив устройство буроинъекционных свай ЭРТ на этапы. При этом одна строительная организация подрядилась выполнять буровые работы, другая – бетонирование мелкозернистым бетоном, третья – электрогидравлическую обработку стенок и пяты скважины, четвертая – изготовление и погружение армокаркасов в готовые скважины, заполненные мелкозернистым бетоном и обработанные по электроразрядной технологии.

Соответственно, качество выполнения работ на разных этапах контролировалось разными подрядными организациями и как результат резко повысилась вероятность его снижения. Результаты испытаний свай на статическую нагрузку подтвердили эти опасения (табл. 1). Для более чем 50% испытанных свай не была достигнута проектная несущая способность. Основной причиной этого оказалась низкая прочность мелкозернистого бетона вследствие отсутствия должного надзора за ее набором. Следует отметить, что одна из подрядных организаций, ответственная за бетонирование свай, использовала бетонно-смесительную установку РМ-750, которая при больших оборотах насыщает бетон воздухом,

что и привело к недобору проектных значений прочности. В то же время подбор состава БСМ был произведен правильно.

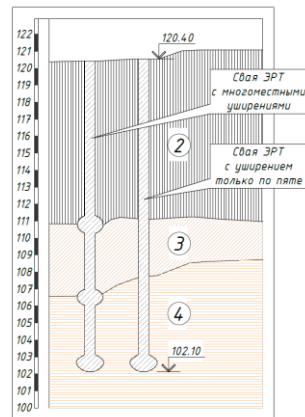


Рисунок 1. Инженерно-геологический разрез испытательного полигона и свай, выполненных по электроразрядной технологии, с многоступенчатыми уширениями (слева) и только с уширенной пятой (справа). Вертикальная слева ось - высотные отметки, м.



Рисунок 2. Фрагменты выполненных контрфорсов.

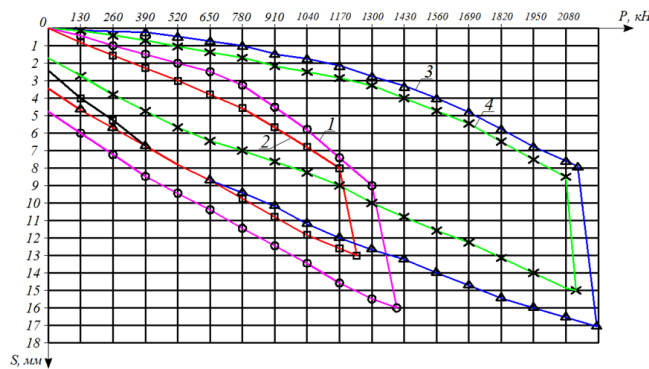


Рисунок 3. Графики результатов испытаний статической нагрузкой буроналивных свай ЭРТ: 1, 2 – только с уширенной пятой; 3, 4 – с многоступенчатыми уширениями. Буквенные обозначения: P – нагрузка на сваю; S – вертикальное перемещение сваи.

Для обеспечения проектной несущей способности ростверков с бракованными сваями принято решено дополнить их сваями с многоступенчатыми уширениями. Было перепроектировано все свайное поле (и все ростверки) с учетом результатов испытаний опытных свай на их несущую способность. Благодаря этому удалось обеспечить проектную несущую способность всего фундамента здания в целом.

Таблица 1

Результаты испытаний свай ЭРТ на статическую нагрузку.

№ сваи	Несущая способность F_d , кН	Расчетная нагрузка, N , кН	Прочность бетона тела сваи, кПа	Причина недостаточной несущей способности сваи
789	62,8	52,3	60	низкая прочность бетона
710	75,9	63,3	65	
579	95,0	79,1	78	
822	251,2	209,1	1 200	срыв сваи
728	565,2	471,0	2 500	
767	376,8	314,0	2 600	
803	251,2	209,3	1 300	

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что из-за выполнения разных этапов работ по устройству свай-ЭРТ четырьмя подрядными организациями не был обеспечен необходимый поэтапный контроль их качества и для исправления негативных последствий были потрачены дополнительные материальные средства. Для обеспечения надежной эксплуатации возводимых сооружений заказчики и подрядные организации на должны допускать возникновения подобных ситуаций.

- Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17-20.
- Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
- Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с. 5 Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундамента. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
- В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). Издание второе, дополнительное. Санкт-Петербург. – 2012. 284 с.
- Горбушин А.В., Рябинов В.М. Возможность использования электроразрядной технологии при строительстве в неслабых грунтах // ОФимГ. 2016. с. 10-13.
- Соколов Н.С., Алексеева Г.Н., Викторова С.С., Смирнова Г.М., Федосеева И.П. Исследование и разработка установки для электрогидравлической обработки бетона буровых свай // Вестник Чувашского университета. № 1. 2018. С. 69–79.
- Соколов Н.С. Электроразрядная технология усиления оснований // Жилищное строительство. №9. Стр. 36-42.
- СП 24.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты. М. 2011 г. 85 с.
- ТР 50-180-06. Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности (сваи-РИТ). М.: Департамент градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы, 2006. – 68с.

Соколов Н.С.^{1,2}

Технология усиления слабых оснований

¹ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»²ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-169

Аннотация

Одним из главных направлений геотехнического строительства является реконструкция объектов. Такой вид строительства в большинстве случаев связан с необходимостью усиления оснований фундаментов. При этом должен быть соблюден принцип «технической целесообразности и экономической эффективности» при выборе типа геотехнической технологии. В статье рассмотрено несколько геотехнических технологий усиления оснований. Рассмотрен принцип отбора технически целесообразного и экономически эффективного типа.

Ключевые слова: несущая способность, геотехническая технология, буринъекционная свая, грунтобетонная свая.

Abstract

One of the main areas of geotechnical construction is the reconstruction of facilities. This type of construction in most cases is associated with the need to strengthen the foundation foundations. At the same time, the principle of "technical feasibility and economic efficiency" must be observed when choosing the type of geotechnical technology. The article considers several geotechnical technologies for strengthening foundations. The principle of selection of a technically expedient and cost-effective type is considered.

Keywords: bearing capacity, geotechnical technology, bored pile, ground concrete pile.

Реконструкция объектов, как правило, предусматривает увеличение нагрузок на фундаменты и в связи с этим она связана с использованием заглубленных железобетонных конструкций их устройство предполагается выполнить в стесненных условиях [1÷7]. В связи с этим из ряда современных геотехнических технологий отбирается наиболее приемлемая к конкретным инженерно - геологическим условиям по критериям технической целесообразности и экономической эффективности. В этой статье для сравнения рассмотрены три наиболее приспособленные к целям реконструкции геотехнические технологии это:

1) технология устройства буринъекционных свай без уплотнения грунта буровой скважины; 2) электроразрядная технология устройства буринъекционных свай (ЭРТ технология); 3) технология устройства грунтоцементных свай (Get-технология).

По данным материалов в инженерно-геологическом разрезе участка глубины 55,0 м, выделяются следующие комплексы отложений (в направлении сверху вниз): - современные техногенные отложения (tQIV); - аллювиально-флювиогляциальные отложения 3-й надпойменной террасы р.Москвы (af3QII); - флювиогляциальные отложения (fQIst-d); - отложения верхнего отдела юрской системы (j3); - отложения верхнего отдела каменноугольной системы (C3).

Современные техногенные образования (tQIV) были широко распространены по периметру реконструируемого здания. Залегали с поверхности под асфальтовым покрытием. Они представлены насыпными грунтами: песками серо-коричневыми, средней крупности, прослоями мелкими, неоднородными, глинистыми, влажными, с линзами супесей и опесчаненных суглинков, со строительным мусором (щебень, битый кирпич, шлак) до 20%. Мощность техногенных образований составляла 3,2-5,2 м. Среднечетвертичные аллювиально-флювиогляциальные отложения были вскрыты при изысканиях прошлых лет, при изысканиях в 2004 г. Они отсутствовали – выбраны при открытии котлована реконструируемого здания и замещены насыпными грунтами по его периметру. Отложения были представлены песками серыми, желтовато-серыми, мелкими, с включениями гравия, гальки и щебня, с частыми прослоями суглинков тугопластичных, опесчаненных, влажными, средней плотности.

Нижеперечисленные водно – и озерно-ледниковые отложения сетуньско-донского горизонта (fQIst-d) были вскрыты под техногенными отложениями. Отложения были представлены: - песками серыми, средней крупности, с включением гальки и гравия, водонасыщенными, средней плотности; - супесями коричневатого-серыми, желтовато-серыми, пластичными, прослоями песками пылеватыми. Общая мощность отложений 6,6-9,3 м.

Отложения оксфордского яруса верхнего отдела юрской – системы (J3ox) были вскрыты под водно- и озерно-ледниковыми отложениями сетуньско-донского горизонта на глубине 12,3-14,6 м. Представлены глинами серовато-черными, твердыми, прослоями полутвердыми, слюдястыми, с обломками фауны. Мощность отложений составляла 6,2-10,1 м.

Отложения измайловской пачки касимовского яруса верхнего отдела каменноугольной системы (G3izm) вскрывались под юрскими, глинами на глубине 19,5-23,0 м. Измайловские отложения были представлены известняками серыми, желтовато-серыми, кавернозными, трещиноватыми, средней прочности, слоями прочными, водоносными, с прослоями

пестроцветных, мергелистых глин и мергелей, прослоями доломитизированными. Мощность отложений измайловской пачки достигала 13,3 м.

Результаты исследований физико-механических свойств грунтов приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1
Нормативные и расчетные значения физико-механических свойств грунтов.

Стратиграфический индекс	Номер ШЭ	Краткая характеристика грунтов	Нормативные характеристики									Расчетные характеристики			Расчетные характеристики		
			Плотность грунта, г/см ³	Плотность частиц, г/см ⁴	Влажность, д.е	Коэффициент пористости, е	Показатель текучести, I _L	Угол внутреннего трения, град	Удельное сцепление, МПа	Модуль деформации, МПа	R _{сж} , МПа	При доверительной вероятности 0,85			При доверительной вероятности 0,95		
												Плотность грунта, г/см ³	Угол внутреннего трения, град	Удельное сцепление, МПа	Плотность грунта, г/см ³	Угол внутреннего трения, град	Удельное сцепление, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
t _{QIV}	1	Техногенный грунт	Расчетное сопротивление R ₀ =150кПа														
f _{Q_{st-d}}	2	Супеси пылеватые, пластичные	2,0 2	2,6 9	0,22 1	0,6 3	0,52	16	0,01 9	17		2,01	15	0,01 8	2,00	15	0,01 8
	3	Пески средней крупности, водонасыщенные, средней плотности	2,0 0	2,6 5	0,14 7	0,6 5	-	39	0,00 1	28		1,98	33	0,00 1	1,96	32	0,00
I _{3ox}	4	Глины твердые	1,7 9	2,7 4	0,38 1	1,1 0	- 0,07 4	17	0,06 9	19		1,78	16	0,06 7	1,78	16	0,06 5
G _{3iz} m	5	Известняк средней прочности, прослоями прочный, с окремнениями	2,3 4	-	0,07 0	-	-	-	-	-	34	2,29	-	-	2,28	-	-

Расчет несущей способности F_d сваи без уширения производится в соответствии с СП 24.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты».

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + u \sum (\gamma_{cfi} h_i)),$$

где γ_c - коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1 и 1.3 для электроразрядной технологии; R - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа (тс/м²), принимаемое по табл. 7.2 СП 24.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты»; A - площадь опирания сваи на грунт, м; u - наружный периметр поперечного сечения сваи, м; f_i - расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа (тс/м²), принимаемое по табл. 7.3 СП 24.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты»; h_i - толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cf} , γ_{cR} - коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и по боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на значения расчетного

сопротивления грунта и принимаемые по табл. 7.4 СП 24.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты».

Технология изготовления свай ЭРТ с множественными уширениями позволяет [8, 9] значительно повысить несущую способность свай F_d , которую следует рассчитывать с помощью следующей формулы получаемой после преобразования формулы (1) [10]:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + \gamma_{cR} \sum_i^n R_{j,бок} A_{j,бок} + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i),$$

где n – количество уширений; $R_{j,бок}$ – расчетное сопротивление грунта под j -м уширением; $A_{j,бок}$ – площадь опирания j -го уширения, рассчитываемая по формуле:

$$A_{j,бок} = \pi (D_c \times k_{yи})^2 / 4 - \pi D_c^2 / 4,$$

где D_c – диаметр скважины; $k_{yи}$ – коэффициент уширения, принимаемый по табл.2 ТР50-180-06 «Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности» (Москва, 2006).

При устройстве уширения по пяте свай площадь ее опирания составит:

$$A = \pi \times (D_c \times k_{yи})^2 / 4. (4)$$

Таблица 2

Расчеты несущей способности буроинъекционных свай.

№ п/п	Тип заглубленной железобетонной конструкции	Диаметр, мм	Несущая способность, F_d , кН	Расчетная нагрузка, кН	Количество свай под усиливаемым фундаментом
1	Буроинъекционная свая без уплотнения стенок скважины	Ø350	896,0	704,0	15,0
2	Буроинъекционная свая ЭРТ	Ø350	1340,0	957,0	11,0
3	Буроинъекционная свая ЭРТ с одним уширением	Ø350	1787,0	1276,0	8,0
4	Буроинъекционная свая ЭРТ с двумя уширениями	Ø350	2022,0	1444,0	7,0
5	Буроинъекционная свая ЭРТ с тремя уширениями	Ø350	2302,0	1644,0	6,0
6	Грунтобетонная свая	Ø600	2157,0	1541,0	7,0
7	Грунтобетонная свая	Ø700	2680	1910,0	5,0

Таблица 3

Сравнительная таблица стоимость буроинъекционных свай.

№ п/п	Тип заглубленной железобетонной конструкции	Количество свай, шт	Длина свай, п/м	Общий погонаж, п/м	Стоимость погонного метра свай, руб.	Общая стоимость, млн. руб.
1	Буроинъекционная свая без уплотнения стенок скважины	15,0	16,0	240,0	4000-6000	9,6-14,4
2	Буроинъекционная свая ЭРТ	11,0	16,0	176,0	4000-6000	7,0-10,6
3	Буроинъекционная свая ЭРТ с одним уширением	8,0	16,0	128,0	4000-6000	5,1-7,7

4	Буроинъекционная свая ЭРТ с двумя уширениями	7,0	16,0	112,0	4000-6000	4,5-6,7
5	Буроинъекционная свая ЭРТ с тремя уширениями	6,0	16,0	96,0	4000-6000	3,8-5,8
6	Грунтобетонная свая	7,0	16,0	112,0	9000-11000	10,1-13,8
7	Грунтобетонная свая	5,0	16,0	90,0	9000-11000	8,1-9,9

В табл. № №2,3 приведены технико-экономические расчеты буровых свай.

Выводы:

1. По результатам технико-экономических расчетов для целей усиления основания перегруженного фундамента наиболее оптимальным является использование буроинъекционных свай ЭРТ с множественными уширениями.
2. Использование грунтобетонных свай (грунтоцементная свая армированная свая ЭРТ) также возможно для усиления оснований фундаментов. При этом ее стоимость оказывается дешевле буроинъекционной сваи без уплотнения грунта стенок скважины.

По результатам определений несущей способности по грунту заглубленных железобетонных конструкций можно предложить следующий алгоритм выбора технически обоснованного и экономически целесообразного типа геотехнической технологии при увеличении нагрузок на фундаменты:

1. Определяется количество свай усиления под несущей конструкцией (или на 1 пог. метр ленточного фундамента или на столбчатый фундамент, или на фундаментную ж/б плиту);
2. Определяется стоимость выполнения буровых свай;
3. Определяются сроки изготовления единицы заглубленной конструкции;
4. Статическими испытаниями определяется фактическая несущая способность свай и сопоставляется с расчетными величинами.
5. Уточняется количество буровых свай на единицу фундамента.

1. Богов, С.Г. Опыт применения струйной технологии для закрепления слабых грунтов при реконструкции здания по ул. Почтамтская в г. Санкт-Петербурге / С.Г. Богов. С. С. Зуев // Сборник трудов научно-технической конференции СПбГАСУ. - СПб., 2010. - С. 80-86.
2. Ван Импе, В.Ф. Фундаменты глубокого заложения: тенденции и перспективы развития // Реконструкция городов и геотехническое строительство. № 9. - СПб., 2005. - С. 7-33.
3. Василюк, Л.В. Вибропогружение шпунта вблизи существующих зданий в грунтовых условиях Санкт-Петербурга // Инженерно-геологические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений / Сб. тр. Всероссийской научн. -техн. конф. 1-3 февраля 2017 г. - СПб, 2017. - С. 307-316.
4. Гаврилов, А.Н. Комплекс изыскательских и исследовательских работ для проектирования нового строительства в условиях плотной городской застройки / А.Н. Гаврилов, Е.М. Грязнова, Р.Р. Старков // Основания, фундаменты и механика грунтов. № 6. - М., 2006. - С. 10-13.
5. Гурский, А. В. Учет влияния вдавливания шпунта на дополнительную осадку соседних зданий: канд. дис. СПб., 2016. - 133 с.
6. Далматов, Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты: Учебник для вузов - М.: Стройиздат, 1981. - 319 с.
7. Дьяконов, И.П. Оценка несущей способности буронабивных свай с негабаритным наконечником // Инженерно-геологические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений / Сб. тр. Всероссийской научн. -техн. конф. 1-3 февраля 2017 г. - СПб., 2017. - С. 316-322.
8. Соколов Н.С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай // Жилищное строительство. 2018. № 1-2. С. 62-66.
9. Соколов Н.С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай // Строительные материалы. 2018. № 5. С. 44-47.

Соколов Н.С.^{1,2}**Задача обеспечения надежной эксплуатации объекта культурного наследия**¹ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»²ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-170

Аннотация

На практике фундаменты любого здания и сооружения вследствие их эксплуатации в сложных условиях подвержены воздействию подземных вод, промораживанию и оттаиванию и другим негативным воздействиям. С целью снижения отрицательных воздействий на них, как правило, рабочим проектом предусматриваются горизонтальная и вертикальная гидроизоляции. По истечении времени эти элементы часто выходят из строя, частично или полностью прекращая первоначально заданные параметры по исключению замачивания фундаментов. Особенно это актуально для объектов культурного наследия (ОКН), потому как требования по безаварийной эксплуатации повышенные. В статье рассматривается один из случаев технического обследования фундаментов здания Чувашского драматического театра.

Ключевые слова: объект культурного наследия (ОКН), цементация, отсечная гидроизоляция, портландцемент, скважина, пакер-кондуктор, ликвидационный тампонаж, дренаж.

Abstract

In practice, the foundations of any building and structure, due to their operation in difficult conditions, are subject to groundwater, freezing and thawing, and other negative impacts. In order to reduce the negative impacts on them, as a rule, the working design provides for horizontal and vertical waterproofing. After the expiration of time, these elements often fail, partially or completely stopping the originally set parameters to prevent soaking of the foundations. This is especially true for cultural heritage sites (CHOs), because the requirements for trouble-free operation are increased. The article deals with one of the cases of technical inspection of the foundations of the building of the Chuvash Drama Theater.

Keywords: cultural heritage object (CHO), grouting, cut-off waterproofing, Portland cement, well, surface packer, liquidation plugging, drainage.

Наиболее ответственным конструктивным элементом объекта [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12] является фундамент. Особые требования по эксплуатации предъявляются к бутовым фундаментам. При этом как горизонтальная, так и вертикальная гидроизоляции должны быть в нормативном состоянии на весь срок службы здания и сооружения.

С целью установления категории технического состояния ОКН было организовано техническое обследование тела фундаментов и цоколя. Для этой цели было намечено и выполнено шесть шурфов, исследовались участки цокольной части колонн портика для решения следующих инженеринговых задач:

Таблица 1

1	Обмеры для проверки геометрических параметров соответствия фундаментов проектной документации
2	Выявление заглубленных участков стен с применением кирпича пустотного
3	Выявление и фиксация дефектов и повреждений заглубленных участков стен, определение технического состояния фундаментов здания
4	Проверка наличия и технического состояния гидроизоляции
5	Инструментальная проверка влажности заглубленных строительных конструкций
6	Инструментальное определение прочностных характеристик заглубленных строительных конструкций
7	Отборы проб грунта для последующих лабораторных определений физико-механических характеристик
8	Оценка несущей способности тела фундаментов

Ниже приведены краткие описания технического состояния тела фундаментов в открытых шести шурфах.

Шурф №1 в осях 2/(Д-Е)

Шурф выполнен с уровня пола подвала. Проходка шурфа выполнена на глубину 60,0 см ниже подошвы фундамента.

Грунты тяжело поддаются разработке, вертикальные откосы шурфа устойчивые, вода в шурфе не обнаружена. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

По результатам обмеров фундамент заглублен ниже проектной отметки и соответствует исполнительной документации, габариты фундаментов соответствуют проектной документации.

Фундамент из монолитного бетона на известковом щебне, железобетонная лента монолитная высотой 400,0 мм.

На поверхности бетона имеются раковины, образовавшиеся в результате некачественного уплотнения бетонной смеси и не превышают 5,0 % поверхности монолитного бетона. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено.

По результатам неразрушающего контроля прочность бетона конструкций составляет:

Таблица 2

	<i>бетона монолитного фундамента не менее B15</i>
	<i>бетона железобетонной ленты не менее B15</i>

С целью определения физико-механических свойств грунтов инженерами-геологами произведен отбор проб грунтов для последующих лабораторных исследований.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования согласно СП 22.13330.2016 оценивается как работоспособное.

Шурф №2 в осях 12/Ж

Шурф выполнен с уровня цокольного этажа. Проходка шурфа выполнена на глубину 41,0 см ниже подошвы фундамента.

Грунты тяжело поддаются разработке, вертикальные откосы шурфа устойчивые, вода в шурфе не обнаружена. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

По результатам обмеров габаритные размеры фундамента соответствует проектной и исполнительной документации.

Фундамент возведен из монолитного бетона на известковом щебне, железобетонная лента монолитная высотой 400,0 мм. Монолитный фундамент поднимается выше уровня пола на 420,0 мм. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте и цоколе не обнаружено.

По результатам неразрушающего контроля прочность конструкций составляет:

Таблица 3

1	<i>бетона монолитного фундамента не менее B12.5</i>
2	<i>бетона железобетонной ленты не менее B12.5</i>
3	<i>керамического полнотелого кирпича M125</i>
4	<i>цементно-песчаного раствора кладки M100</i>

По результатам выборочного контроля зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе составляет 0,0 % (допустимое значение 2,0 %).

С целью определения физико-механических свойств грунтов геологами произведен отбор проб грунтов для последующих лабораторных исследований.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурального и инструментального обследования согласно СП 22.13330.2016 оценивается как работоспособное - цоколя как работоспособное.

Шурф №3 в осях 10/Н

Шурф открыт с уличной стороны. Проходка шурфа выполнена на глубину 137,0 см ниже поверхности асфальтобетонного покрытия.

Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

Фундамент возведен из монолитного бетона на известковом щебне, с консолью 150,0 мм под цокольную часть кладки. Бутовая кладка заглублена в грунт на 540,0 мм. В кирпичной кладке предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. Штукатурный слой в увлажненном состоянии и разрушается. Кирпичная кладка в увлажненном состоянии.

По результатам неразрушающего контроля материала с внешней стороны прочность конструкций составляет:

Таблица 4

1	<i>бетона монолитного фундамента не менее В15</i>
2	<i>керамического полнотелого кирпича М125</i>
3	<i>цементно-песчаного раствора кладки М100</i>

По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на уровне асфальтобетона составляет от 14,5% до 19,3%, выше асфальтобетона на 250,0 мм - 3,6-7,0%, на уровне перекрытия в пределах от 0,0 до 2,3%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурального и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин согласно СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* "Основания зданий и сооружений" оценивается как ограниченно работоспособное, а цоколя - как ограниченно работоспособное.

Шурф №4 в осях (4-5)/А

Шурф выполнен с уличной стороны. Проходка шурфа осуществлена на глубину 10,0 см ниже подошвы фундамента.

Вертикальные откосы шурфа устойчивые, грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

По результатов обмеров габаритные размеры фундамента соответствует проектной и исполнительной документации.

Фундамент выполнен из монолитного бетона на известковом щебне, с консольным выносом на 140,0 мм под цокольную часть кладки. Железобетонная лента представляет собой монолитную конструкцию высотой 400,0 мм. Кладка заглублена в грунт на 360,0 мм. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. Кирпичная кладка под гранитной облицовкой в увлажненном состоянии.

По результатам неразрушающего контроля материала с внешней стороны прочность конструкций составляет:

Таблица 5

1	<i>бетона монолитного фундамента не менее В12.5</i>
2	<i>бетона железобетонной ленты не менее В12.5</i>
3	<i>керамического полнотелого кирпича М150</i>
4	<i>цементно-песчаного раствора кладки М100</i>

По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на уровне асфальтобетона составляет от 2,9% до 6,4%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин оценивается согласно СП 22.13330.2016 как ограниченно работоспособное, а цоколя - как ограниченно работоспособное.

Шурф №5 в осях 10'/Н

Шурф отрыт с уровня цокольного этажа. Проходка шурфа выполнена на глубину 111,0 см от уровня пола.

Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

Фундамент выполнен из монолитного бетона на известковом щебне. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. На внутренней поверхности стены в штукатурки имеются следы замачивания, но сама стена сухая. Кирпичная кладка не увлажнена.

По результатам неразрушающего контроля материала с внешней стороны прочность конструкций фундамента составляет:

Таблица 6

1	бетона железобетонной ленты не менее В12.5
2	керамического полнотелого кирпича М150
3	цементно-песчаного раствора кладки М50

По результатам выборочного контроля внутренней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе составляет от 0,0 % до 0,5%.

По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на 350,0 мм выше асфальтобетона от 4,4% до 10,2%, на 900,0 мм выше асфальтобетона 0,0-1,5%, на уровне перекрытия в пределах от 0,8 до 1,8%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин оценивается согласно свода правил СП 22.13330.2016 как ограниченно работоспособное, а цоколя - как ограниченно работоспособное.

Шурф №6 в осях 14/(Е-Ж)

Шурф отрыт на уровне цокольного этажа с уличной стороны. Расположен на участке входа инженерных коммуникаций.

Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

Бутовая кладка выполнена из одинарного керамического кирпича на цементно-песчаном растворе. В кирпичной кладке предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений не обнаружено. Кирпичная кладка в сухом состоянии. Имеются участки с выпадением кирпича.

По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе равна 0,0%.

Категория технического состояния цоколя по результатам натурного и инструментального обследования оценивается как ограниченно работоспособное.

С целью восстановления гидроизоляции, заполнения трещин и пустот, обеспечения монолитности конструкций фундаментов разработан проект отсечной цементации. Алгоритм геотехнической технологии приведен ниже.

Таблица 7

1	Цементация выполняется цементно-полимерными растворами состава 1:0,15:0,3 (цемент: полимер ПВА: песок); В/Ц=0,6; модуль крупности песка $M_k=1$
2	Для усиления кладки инъекционный раствор, приготовленный из портландцемента без минеральных добавок марки М500, нагнетается при низких значениях давлениях (не более 0,2-0,3 МПа) в ствол скважины до расчетного отказа, за который принимается прекращение поглощения раствора

<i>скважиной при давлении нагнетания 0,3 МПа</i>	
<i>Технологический процесс по цементационному закреплению кладки:</i>	
3.1	<i>разметка устья буровой скважины</i>
3.2	<i>алмазное бурение скважины диаметром 59,0 мм до проектной отметки устья</i>
3.3	<i>установка пакера-кондуктора в пробуренную скважину</i>
3.4	<i>изготовление инъекционного раствора</i>
3.5	<i>нагнетание инъекционного раствора при низких давлениях 0,2-0,3МПа</i>
3.6	<i>опрессовка</i>
3.7	<i>извлечение пакера из скважины</i>
3	<i>ликвидационный тампонаж путем доливки в скважины рабочего раствора и заделка отверстий (после схватывания раствора) песчано-цементным раствором до выравнивания поверхности колонны</i>
4	<i>Буровые скважины в каждой колонне выполняются в восемь захваток в последовательности согласно данного листа. Приступать к бурению последующей скважины допускается после цементации и набора не менее 70,0% прочности цементационного раствора и тампонажа предыдущей</i>
5	<i>В случае ухода раствора в грунт, о чем свидетельствует резкое снижение давления нагнетания, нагнетание в данной скважине прекратить и дать ей выстояться в течение двух дней, после чего продолжить нагнетание. При необходимости перебурить цементный камень</i>
6	<i>Колонковое бурение следует начинать с колонн по сечению 6-6, 7-7, 8-8, 10-10, 11-11 или 12-12 рабочего проекта</i>
7	<i>Все геотехнические работы по цементации бутовой кладки фундамента должны сопровождаться геодезическим контролем за осадками здания с регулярностью один раз в неделю</i>

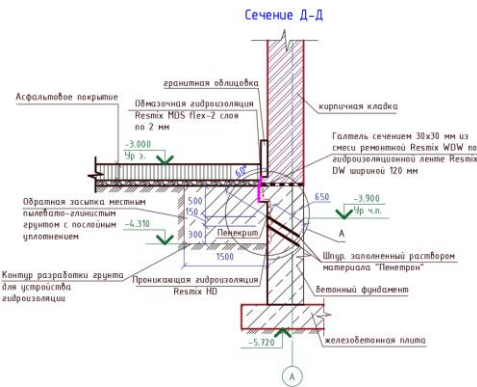


Рисунок 1. Схема устройства инъекционных скважин по оси «А».

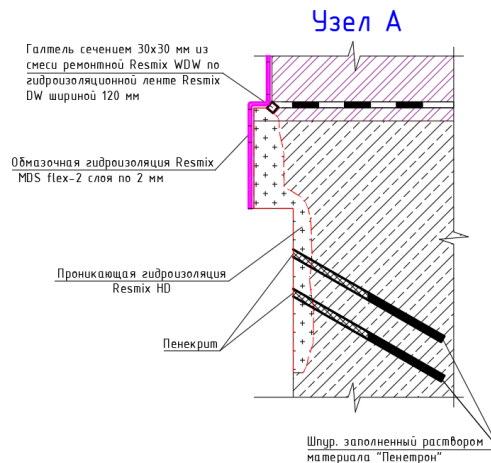


Рисунок 2. Схема устройства инъекционных скважин (для устройства проникающей гидроизоляции).

Сечение 2-2, 13-13, 14-14

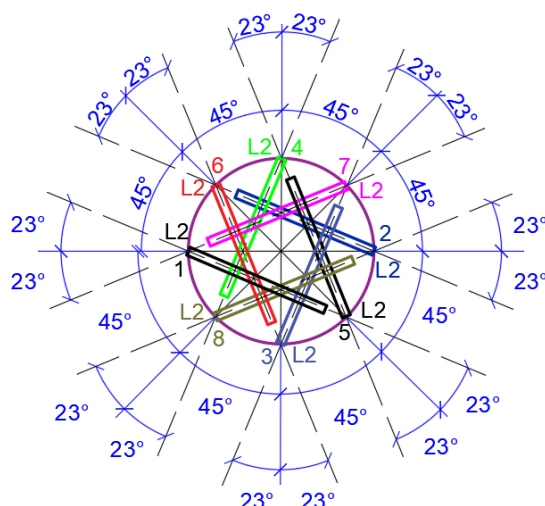


Рисунок 3. Схема устройства инъекционных скважин (план в осях «Б» и «М»)

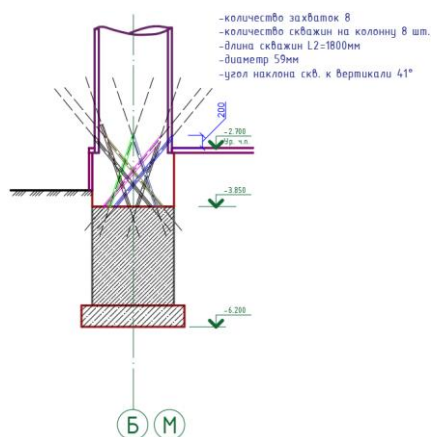


Рисунок 4. Схема устройства инъекционных скважин (разрез в осях «Б» и «М»)

Заключение:

1. Целью проведения технического обследования является определение действительного технического состояния элементов здания (цокольной части стены и фундаментов), получение количественной оценки фактических показателей качества конструкций (прочности, влажности и др.) в объеме необходимом и достаточном для разработки научно-проектной документации на проведение работ по капитальному ремонту цоколя и фундаментов.
2. Сведения об объекте культурного наследия регионального (республиканского) значения «Здание Чувашского государственного академического театра им К.В.Иванова, 1961 г.» расположенное по адресу: Чувашская Республика, г. Чебоксары, Красная площадь, д.7, включенный в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации в качестве объектов культурного наследия регионального (республиканского) значения приказом Минкультуры Чувашии от 10 июля 2020г. № 01-07/377.
3. В ходе натурного и инструментального обследования технического состояния строительных конструкций выявлены следующие дефекты и повреждения:

Таблица 8

3.1	сквозные осадочные трещины шириной раскрытия 1,0-2,0 мм на всю высоту здания в наружных стенах
3.2	множественные температурно-усадочные трещины на фасадах по всему периметру здания шириной раскрытия до 1,0 мм
3.3	увлажнение внешних поверхностей стен на уровне цоколя
3.4	отслаивание штукатурного слоя в цокольной части на внешних поверхностях стен
3.5	локальные участки с расслоением кладки на уровне цоколя (скол внешнего угла стены)
3.6	недопустимое качество кирпичной кладки цоколя колонн портика, увлажнение, расслоение кладки
3.7	горизонтальные и наклонные трещины в кладке на стыке трюмовых помещений со сценической коробкой

4. По результатам неразрушающего контроля материала прочность заглубленных конструкций составляет:

Таблица 8

4.1	бетона монолитного фундамента не менее В12.5
4.2	бетона железобетонной ленты не менее В12.5
4.3	керамического полнотелого кирпича кладки стен М125
4.4	цементно-песчаного раствора кладки стен М50

Прочность материала строительных конструкций удовлетворяет требованиям проекта.

5. Эксплуатационная влажность наружных поверхностей цоколя кирпичных стен превышает нормативные значения. Эксплуатационная влажность внутренних поверхностей кирпичных стен в пределах нормы.
6. Категория технического состояния фундаментов и цоколя внутренних стен, а также цоколя наружных стен по осям 2, 4, В, Л оценивается как работоспособное. Категория технического состояния цоколя остальных наружных стен оценивается как ограниченно работоспособное. Категория технического состояния кладки цоколя колонн портика центрального входа оценивается как недопустимое. Категория технического состояния фундаментов ограниченно работоспособное. Категория технического состояния внутренних стен трюмовых помещений со сценической коробкой оценивается как ограниченно работоспособное.
7. Согласно выполненных расчетов среднее давление под подошвой фундаментов не превышает расчетного сопротивления грунтов в естественном состоянии.
8. С целью недопущения снижения эксплуатационных качеств и технического состояния конструкций здания выполнить мероприятия по приведению цоколя колонн портика центрального входа и цоколя наружных стен в работоспособное техническое состояние:

Таблица 9

8.1	устройство горизонтальной отсечной гидроизоляции в цокольной части здания
8.2	устройство вертикальной гидроизоляции заглубленной части кирпичной кладки
8.3	усиление кирпичной кладки цокольной части кирпичных колонн портика цементацией
8.4	замена прямков на боковых фасадах

9. На момент обследования активных деформаций оснований фундаментов не выявлено. Осадочные трещины на фасадах проходят в тех же местах, что и выявлены в ранее выполненных работах с 1990 г. Организовать геодезические наблюдения за осадками здания с целью контроля за деформациями стен и недопущения ухудшения эксплуатационных качеств строительных конструкций в условиях проявления просадочности специфических грунтов, неполного усиления оснований фундаментов газовой силикатизацией, наличием осадочных трещин в стенах и планируемой реконструкции сценического пространства. В качестве основных стеновых марок использовать сохранившиеся, остальные установить заново, репера использовать ранее

установленные и новые. В условиях эксплуатации здания геотехнические наблюдения следует проводить не реже через полгода, а в условиях капитального ремонта, реставрации и приспособления - через месяц.

1. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений /НИИСК. - М.: Стройиздат, 1989.
2. Мальганов А.И. «Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий»/ А.И. Мальганов, В.С. Плевков, Полищук А.И.- Томск, 1990.
3. Гроздов В.Т. «Признаки аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений»/ В.Т. Гроздов.- СПб.: Издательский дом KN+,2000.
4. Cai, F., Ugal, K. 2000. Numerical analysis of the stability of a slope reinforced with piles. Soils and Foundations 40 (1): 73-84.
5. Hassiotis, S, Chamcau, J.L.,Gunaratne, M. 1997. Design method for stabilisation of slopes with piles. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 123 (4). 314-323.
6. Lee, J.H., Salgado, R. 1999. Determination of pile base resistance in sands. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 125 (8). 673-683.
7. Pichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Opyt osvoeniya podzemnogo prostranstva rossijskih megapolisov [Experience Of Development Of Russian Megacities Underground Space]. Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov [Soil Mechanics and Foundation Engineering], 2012, no. 2, pp. 17-20.
8. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб: Геореконструкция, 2010. 551 с.
9. Pichev, V. A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow / V. A. Ilyichev, P. A. Kononov, N. S. Nikiforova, L. A. Bulgakov // Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3-17. - New York, 2004. - P. 5-24.
10. Nikiforova, N. S. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development / N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov //The pros, of the 7th Int. Symp. "Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16-18 May, 2011, tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
11. Соколов Н.С, Соколов А.Н, Соколов С.Н, Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности //Жилищное строительство. 2017. №11.С 20-25.
12. Соколов Н.С, Соколов С.Н, Соколов АН. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары //Геотехника. 2016. №1.С. 60-65.

Соколов Н.С.^{1,2}

Практика подземного строительства в стесненных условиях

¹ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-171

Аннотация

Проблемы освоения подземного пространства в стесненных условиях существующих производств является сложной геотехнической задачей и требует специфического подхода. При этом наличие слабых инженерно-геологических элементов существенно усугубляет проведение геотехнических работ. Повышения несущей способности основания фундаментов всегда находятся под пристальным вниманием геотехников, проектировщиков и строителей. Использование буроинъекционных свай устраиваемых с использованием нестандартных физических процессов в большинстве случаев успешно решает многие сложные и нетипичные геотехнические проблемы. Статья является обзорной.

Ключевые слова: геотехническое строительство, электрогидравлика, монолитный железобетонный ростверк, буроинъекционные сваи ЭРТ, стесненные геотехнические условия

Abstract

The problems of developing underground space in the cramped conditions of existing industries is a complex geotechnical task and requires a specific approach. At the same time, the presence of weak engineering-geological elements significantly aggravates the geotechnical work.

Increasing the bearing capacity of foundation foundations is always under the close attention of geotechnicians, designers and builders. The use of bored piles, arranged using non-standard physical processes, in most cases successfully solves many complex and atypical geotechnical problems. The article is a review.

Keywords: geotechnical construction, electrohydraulics, monolithic reinforced concrete grillage, EDT bored injection piles, cramped geotechnical conditions.

К строительству зданий и сооружений в стесненных условиях инженеры строители, инженеры геотехники, инженеры проектировщики всегда уделяют пристальное внимание [1, 2, 3, 4, 5]. Особенно такое строительство вызывает неподдельный интерес при возведении объектов внутри функционирующего технологического процесса как сооружение нового здания дополняющего его [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

В настоящей статье приведен удачно реализованный геотехнический пример вставки объекта. На рис.1 приведен поясняющий поперечный разрез промышленного каркаса с указанием встраиваемых объектов в эксплуатируемое промышленное сооружение. Использование электроразрядной геотехнической технологии при устройстве буроинъекционных свай позволяет гармонично устраивать заглубленные железобетонные конструкции в вышеназванных условиях.

По результатам выполненных инженерно-геологических изысканий площадка строительства относится к III категории сложности грунтовых условий. В геоморфологическом отношении территория изысканий приурочена к северной части Приволжской возвышенности – Чувашскому плато и находится на водораздельной поверхности между безымянными притоками долин р. Мал. Цивиль и р. Ута. Инженерно-геологическое строение площадки строительства до исследованной бурением глубины (18.0 м) представлено мощной толщей четвертичных отложений техногенного (*tQh*) и элювиально-делювиального генезиса (*edQh-p*). В гидрогеологическом отношении площадка до исследованной бурением глубины 18,0 м, характеризуются наличием одного безнапорного водоносного горизонта подземных вод, вскрытого во всех скважинах с и приуроченного к четвертичным насыпным грунтам ИГЭ №1 и кровле трещиноватых элювиально-делювиальных глин ИГЭ №2. Водоупором для водоносного горизонта служат, нижележащие более плотные слои глины ИГЭ №№ 2, 3.

Конструктивная схема встраиваемого объекта в существующий эксплуатируемый корпус представляет собой:

1. ФМ-1. Монолитная железобетонная конструкция, состоящая из перекрытия, стенки, колонн, свайных фундаментов, фундаментов под печь.
2. ФМ-2. Монолитный железобетонный фундамент под бункеры. Основание свайное, по верху буроинъекционных свай ЭРТ объединены монолитным железобетонным ростверком.
3. Монолитные железобетонные подпорные стенки ПС-1, ПС-2 - уголкового типа на свайном основании.

В качестве заглубленных строительных железобетонных конструкций использованы «микросваи» вертикальные сплошного сечения диаметром бурения 300,0 мм, армированы на всю высоту пространственными арматурными каркасами. Принятая маркировка свай: Ср-13-30 (длина 13,0 м, буровой диаметр 300,0 мм); Ср-15-30 (длина 15,0 м, буровой диаметр 300,0 мм); Ср-16-30 (длина 16,0 м, буровой диаметр 300,0 мм); Ср-17-30 (длина 17,0 м, буровой диаметр 300,0 мм). Анкеровка (арматурный выпуск из головы свай) в монолитный железобетонный ростверк (плиту) составляет 400,0 мм, а заделка головы (железобетонный оголовок) свай в железобетонный ростверк (плиту) – 50,0 мм.

А. Последовательность устройства буроинъекционных свай ЭРТ следующая в нижеприведенных позициях 1-18:

1. Для буроинъекционных свай ЭРТ использовался самоуплотняющиеся мелкозернистые бетонные смеси класса по прочности В25, марка по водонепроницаемости не ниже W4 в соответствии с ГОСТ 26633-2015

- «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия», приготовленным на строительной площадке или на специализированных бетонных заводах.
2. Бетонная смесь должна соответствовать требованиям ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия».
 3. Удобоукладываемость бетонной смеси П4...П5, проверяется по конусу АЗНИИ.
 4. Водоотделение бетонной смеси не более 2%.
 5. Бетонная смесь не должна иметь включений щебня и гравия размером более 10,0 мм.
 6. Для бетонных смесей использовать портландцемент без минеральных добавок марки по прочности не ниже М500.
 7. Заполнителем для бетона служит кварцевый песок. Допускается применение чистых мелких песков с модулем крупности не менее 1,7.
 8. При изготовлении буроналивных свай допускается использовать следующие добавки: суперпластификаторы, ускорители твердения, замедлители схватывания, ингибиторы коррозии и противоморозные добавки.
 9. Вода для бетонной смеси водопроводная и техническая, не содержащая сахаров и фенолов более 10,0 мг/л, нефтепродуктов и жиров. Водородный показатель (рН) от 4,0 до 12,5.
 10. Запрещается добавлять в мелкозернистую бетонную смесь воду для увеличения ее подвижности.
 11. Подбор состава бетонной смеси с определением состава и количества добавок выполняется строительной лабораторией.
 12. Армирование свай предусмотрено на всю длину и выполняется отдельными секциями из пространственных сварных арматурных каркасов. Соединение каркасов между собой выполнять внахлестку с помощью вязальной проволоки.
 13. В качестве продольных стержней пространственного арматурного каркаса принята: арматура диаметром 18,0 мм класса А500С; поперечное армирование из арматуры диаметром 10,0 мм класса А240. Защитный слой бетона не менее 30,0 мм.
 14. Жесткость пространственного каркаса обеспечивается стальными кольцами из труб диаметрами по 159мм с толщиной стенки не менее 4,0 мм.
 15. Для обеспечения защитного слоя бетона предусмотрены центраторы из стальных полос шириной по 20,0 мм толщиной 4,0 мм в количестве не менее трех в одном поперечном сечении пространственного арматурного каркаса с шагом по длине каркаса не более 2,0 м.
 16. Ручная дуговая сварка элементов пространственного каркаса между собой осуществляется электродами типа Э42А, Э46А, Э50А.
 17. Для изготовления сварных пространственных арматурных каркасов применять арматуру из стали марки 35ГС запрещается.

Примечания:

1. Анкеровка (арматурный выпуск из головы сваи) в железобетонную плиту 400,0 мм.
2. Заделка головы (железобетонный оголовок) сваи в железобетонную плиту 50,0 мм.
3. Поверхности строительных конструкций, заглубленных в грунт, обмазать битумной мастикой за два раза по праймированному основанию.
4. Бетон тяжелый классов по прочности В20, В25, марка по водонепроницаемости не ниже W4, морозостойкость F100, удобоукладываемость бетонной смеси П4-П5, проверяется осадкой конуса АЗНИИ.

5. Осадка конуса бетонной смеси не менее 21,0 см, крупность заполнителя (гранитный щебень) - не более 40,0 мм.
6. Устройство фундаментов выполнять на подготовке из бетона класса В7,5 толщиной 100,0 мм.
7. Армирование конструкций производится отдельными стержнями или каркасами. Продольная и поперечная арматура класса А500С. В местах стыковки арматурных стержней выполнить нахлест величиной, равной 50 диаметрам арматуры. Защитный слой бетона для рабочей арматуры не менее 40,0 мм.
8. На всех остальных пересечениях соединения осуществлять с помощью вязальной проволоки.
9. Ручная дуговая сварка арматуры между собой осуществляется электродами типа Э42А, Э46А, Э50А.

Б. Последовательность устройства монолитных железобетонных ростверков по оголовкам буроналивных свай ЭРТ следующая:

1. При разработке котлована под монолитные железобетонные конструкции для исключения возможности попадания в него поверхностных вод на основании требований поз. 1.3 СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства» в составе подготовительных работ необходимо выполнить временный водоотвод со строительной площадки посредством планировки территории площадки, обеспечивающий их быстрый отток с помощью постоянных или временных устройств в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».
2. Перед бетонированием конструкций горизонтальные поверхности должны быть очищены от мусора, грязи, масел, снега и льда, цементной пленки и др. Непосредственно перед укладкой бетонной смеси очищенные поверхности должны быть промыты водой и просушены струей воздуха.
3. Бетонную смесь следует укладывать горизонтальными слоями без технологических разрывов с направлением в одну сторону.
4. При невозможности непрерывного бетонирования допускается устройство рабочих швов с местоположением их по согласованию с авторами рабочего проекта. Контактные поверхности следует очистить от цементной пленки. Цементную пленку следует удалять, как правило, сразу после окончания схватывания цемента (в жаркую погоду через 6-8 часов после окончания укладки, в прохладную - через 12-24 часа). Очистка бетонной поверхности от цементной пленки должна производиться без повреждения поверхности бетона, прочность бетона должна быть в пределах 2,0-3,0 кгс/см² при обработке воздушной струей и 15,0-25,0 кгс/см² при механической обработке металлической щеткой. Для удаления цементной пленки с поверхности бетона запрещается пользоваться ударными инструментами (отбойными молотками, перфораторами, бетоноломами и т.д.). Подготовленную к укладке бетонной смеси поверхность затвердевших рабочих швов непосредственно перед продолжением бетонирования следует обмазать коллоидным клеем М400 (водоцементное отношение не более 0,35) толщиной не более 5,0 мм.
5. Бетонную смесь уплотнять вибраторами до прекращения оседания и появления на поверхности блеска цементного теста.
6. Запрещается использовать бетонную смесь, потерявшую удобоукладываемость. Добавление воды для повышения подвижности не допускается.
7. При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки. Глубина погружения глубинного вибратора в мелкозернистую бетонную смесь должна обеспечивать углубление его в ранее уложенный слой на 5,0-1,0 см. Шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать полуторного радиуса их действия, для поверхностных вибраторов должен обеспечивать

- перекрытие на 100,0 мм площадкой вибратора границы уже провибрированного участка.
8. В начальный период твердения бетон необходимо защищать от попадания атмосферных осадков или потерь влаги, в последующем поддерживать температурно-влажностный режим с созданием условий, обеспечивающих нарастание его прочности.
 9. Мероприятия по уходу за бетоном, порядок и сроки их твердения, контроль за их выполнением и сроки распалубки конструкций должны устанавливаться ППР.
 10. Движение людей по забетонированным строительным конструкциям и установка опалубки выше-лежащих строительных конструкций допускается после достижения бетоном прочности не менее 1,5 МПа.
 11. Засыпку пазух изготовленных конструкций мерзлым грунтом выполнять не допускается.

Ниже на рисунках 2 и 3 приводятся реально выполненные выпуски (оголовки) буроналивных свай ЭРТ, а также фрагмент монолитного железобетонного ростверка по оголовкам свай ЭРТ.

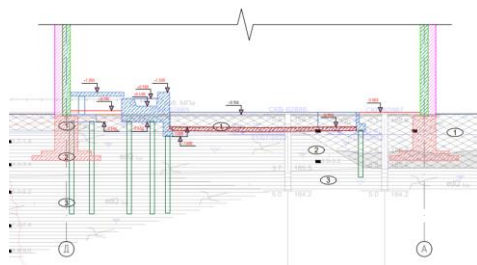


Рисунок 1. Поперечный разрез промышленного железобетонного каркаса с указанием встраиваемых объектов в эксплуатируемое сооружение



Рисунок 2. Фрагмент выпусков буроналивных свай ЭРТ.



Рисунок 3. Фрагмент готовой монолитной железобетонной конструкции под монтаж надфундаментных конструкций и оборудования.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17–20. Russian megacities underground space. *Osnovaniya, fundamentey i mekhanika gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.

3. Ilchev V.A., Kononov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
4. Ilchev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches. Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
5. Ильичев В.А., Никифорова Н.С., Коннов А.В. Прогноз изменения температурного состояния основания здания в условиях потепления климата //Жилищное строительство. 2021. № 6. С. 18–24. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-6-18-24>.
6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
7. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.
8. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague, 2003.
9. Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З., Анжело Г.О. Взаимодействие щебеночной сваи с окружающим грунтом и ростверком // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2019. № 3. С. 2–6.
10. Pivar J. Stone columns – determination of the soil improvement factor // Slovak journal of civil engineering. 2011. Vol. XIX. No. 3, pp. 17–21.
11. Никанорова И.В., Соколов Н.С. Строительство и территориальное освоение оползнеопасных склонов Чебоксарского водохранилища //Жилищное строительство. 2017. №9. С.13-19.
12. Sokolov N., Ezhov S., Ezhova S. Preserving the natural landscape on the construction site for sustainable ecosystem //Journal of Applied Engineering Science. 2017. T.15. №4. С. 518-523.

Трусова Е.В., Костин Н.А.

Методы поверхностного упрочнения инструментальной стали их особенности и применение

*Курский государственный университет
(Россия, Курск)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-172

Аннотация

В статье рассматриваются различные методы поверхностного упрочнения инструментальной стали, их особенности и применение в промышленности. Делается вывод о том, что выбор метода поверхностного упрочнения должен быть основан на типе и требованиях конкретной инструментальной стали. Они также подчеркивают важность правильного применения метода поверхностного упрочнения для достижения наилучших результатов и повышения долговечности инструментальной стали.

Ключевые слова: Инструментальная сталь, поверхностное упрочнение.

Abstract

The article discusses various methods of surface hardening of tool steel, their features and application in industry. It is concluded that the choice of case hardening method should be based on the type and requirements of the specific tool steel. They also emphasize the importance of applying the case hardening method correctly to achieve the best results and increase the tool steel's durability.

Keywords: Tool steel, surface hardening.

Поверхностное упрочнение инструментальной стали – это процесс, при котором поверхность стали подвергается специальной обработке для увеличения ее прочности, износостойкости и долговечности. Этот процесс изменения структуры поверхности стали с целью повышения ее твердости и износостойкости, имеет широкое применение в производстве различных инструментов, машинных деталей и изделий.

Основные методы поверхностного упрочнения инструментальной стали включают термическую обработку, химико-термическую обработку и физическое покрытие. Каждый из этих методов имеет свои особенности и применение [1].

Термическая обработка: Один из самых распространенных и долговечных методов поверхностного упрочнения. Этот процесс включает нагревание инструментальной стали до критической температуры, затем быстрое охлаждение в рабочей среде, такой как вода или масло. Это упрочняет поверхностный слой стали, делая его более твердым и прочным. Термическая обработка также может улучшить сопротивляемость и износостойкость стали.

Химико-термическая обработка: Включает обработку инструментальной стали в среде, содержащей химические вещества или элементы, способствующие упрочнению. Примеры таких методов включают цементацию, нитрирование и карбидные покрытия. Химико-термическая обработка может улучшить твердость, износостойкость и тренировочную стабильность стали, делая ее идеальной для изготовления инструментов, работающих в условиях высокой нагрузки и износа [2].

Физическое покрытие: Включает нанесение покрытия на поверхность инструментальной стали с использованием различных методов, таких как напыление или осаждение из плазмы. Эти покрытия обычно состоят из твердых материалов, таких как нитрида титана или карбида вольфрама, и могут улучшить твердость, сопротивляемость износу и тренировочные характеристики стали. Они также могут предотвращать образование сколов и повреждений поверхности.

Рассмотрим подробнее метод химико-термической обработки инструментальной стали, в него входят цементация, нитрирование, борирование.

Цементация используется для увеличения твердости и износостойкости стали путем насыщения ее поверхности углеродом. В процессе цементации сталь помещается в окружение, содержащее углерод, обычно в виде газообразного углеродного источника, и подвергается высокой температуре. Углерод проникает в поверхностный слой стали, создавая углеродную пленку, которая значительно повышает твердость и износостойкость материала.

Нитрирование – это процесс ввода атомов азота в поверхностный слой стали. В результате нитрирования образуется азотсодержащая пленка, которая повышает твердость и износостойкость стали. Нитрирование часто применяется для упрочнения сталей, работающих в условиях интенсивного износа или действия агрессивных сред.

Борирование – это процесс введения атомов бора в поверхностный слой стали. Бор образует стойкий соедин дора со сталью, которое повышает твердость, износостойкость и антикоррозионные свойства материала. Борирование обычно применяется для упрочнения стали, работающей в условиях высокого трения или длительного воздействия агрессивных сред.

Есть и другие методы поверхностного упрочнения стали, такие как индукционный отжиг, лазерная обработка и плазменное напыление. Эти методы также позволяют увеличить твердость, износостойкость и другие свойства поверхностного слоя стали. Выбор метода зависит от требуемых характеристик и условий эксплуатации конкретного изделия.

Особенности применения поверхностного упрочнения инструментальной стали включают:

1. Улучшенная износостойкость - поверхностное упрочнение улучшает износостойкость инструментальной стали, что позволяет инструменту дольше сохранять свою остроту и эффективность в процессе эксплуатации.
2. Повышенная твердость - поверхностное упрочнение увеличивает твердость поверхностного слоя стали, делая его более устойчивым к деформации и износу.
3. Улучшенная прочность - поверхностное упрочнение улучшает прочность инструмента, делая его более устойчивым к погибанию и разрушению в процессе работы.

Поверхностное упрочнение стали улучшает ее механические свойства, такие как твердость и износостойкость. Вот некоторые плюсы и минусы этого процесса:

Плюсы:

1. Улучшение механических свойств: поверхностное упрочнение значительно повышает твердость и износостойкость стали, делая ее более долговечной.
2. Повышение устойчивости к микротрещинам: упрочнение поверхности стали позволяет ей лучше справляться с механическими нагрузками и предотвращать возникновение микротрещин, которые могут привести к разрушению материала.
3. Улучшение усталостной прочности: поверхностное упрочнение может значительно улучшить устойчивость стали к циклическим нагрузкам и усталости.
4. Локализованное упрочнение: процесс может быть применен только к поверхности стали, без изменения свойств всего материала. Это может быть полезно для улучшения свойств только в критических областях, что может сэкономить время и стоимость производства.

Минусы:

1. Ограниченная глубина упрочнения: поверхностное упрочнение не способно значительно изменить свойства всего объема стали, оно влияет только на ограниченную глубину. Это может быть недостаточно для приложений, где требуется улучшение свойств на более глубоком уровне.
2. Возможное изменение размеров и формы: некоторые методы поверхностного упрочнения могут вызывать изменение размеров и формы деталей, что может потребовать дополнительных мер для компенсации этих изменений.
3. Сложность процесса: некоторые методы поверхностного упрочнения требуют специального оборудования и высокой квалификации для реализации. Это может быть дорого и неудобно для малых производственных предприятий.
4. Повышенные затраты: поверхностное упрочнение может быть более затратным по сравнению с обычными методами обработки стали, что может стать фактором, ограничивающим его применение.

В целом, поверхностное упрочнение стали имеет ряд преимуществ, но также имеет свои ограничения и недостатки. Его использование следует рассматривать с учетом конкретных требований и ограничений конкретного приложения.

Выбор метода поверхностного упрочнения зависит от требуемых свойств стали, таких как твердость, износостойкость и устойчивость к коррозии, а также от доступности и практичности применения метода. Какой метод выбрать, зависит от требований конкретных приложений и условий работы инструментальной стали. Например, термическая обработка может быть предпочтительной для повышения прочности и износостойкости инструмента, в то время как физическое покрытие может быть более подходящим для снижения трения и предотвращения износа.

Обзор основных методов поверхностного упрочнения инструментальной стали показывает, что каждый из них имеет свои особенности и применение. Выбор конкретного метода должен основываться на требованиях и условиях работы инструмента. Важно также учитывать баланс между стоимостью, сложностью и ожидаемыми результатами при выборе метода поверхностного упрочнения.

1. Костин Н.А., Колмыков В.И., Трусова Е.В., Костин Н.Н. Наплавка штамповых инструментов с последующей нитроцементацией для их эффективной реставрации(научная статья): Черные металлы. АО «Издательский дом» Руда и Металлы, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов», ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова». - Москва Руда и металлы,.; ISSN 0132-0890. 2022. № 2, С. 56–61.
2. Трусова Е.В. Особенности производства и ремонта пресс-форм для производства изделий пластмасс (научная статья) «Тенденции развития науки и образования» № 81, Январь 2022 (Часть 1) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2021. С. 48-51.

Хольшев Н. В., Букина М.А., Глазков В. Ю., Насонов С.И.
Анализ путей повышения быстродействия автомобильных тормозных систем с гидроприводом

*Тамбовский государственный технический университет
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-173

Аннотация

Тормозная система должна обеспечивать эффективное торможение автомобиля. Достичь этого можно увеличением быстродействия тормозной системы. В статье произведен анализ факторов, влияющих на быстродействие тормозной системы. Установлено, что значительное влияние на быстродействие тормозной системы оказывает вакуумный усилитель тормозного усилия. Совершенствование его конструкции с обеспечением оптимального усиления и минимального снижения быстродействия тормозной системы является актуальной задачей.

Ключевые слова: Тормозная система, вакуумный усилитель, коэффициент усиления тормозного привода

Abstract

The brake system must provide effective braking of the car. This can be achieved by increasing the speed of the braking system. The article analyzes the factors affecting the performance of the braking system. It has been established that a vacuum brake force booster has a significant impact on the performance of the brake system. Improving its design with the provision of optimal amplification and minimal reduction in the speed of the braking system is an urgent task.

Keywords: Brake system, vacuum booster, brake drive gain

Возрастающая интенсивность автомобильного движения требует от водителя постоянного эмоционального и физического напряжения. Для облегчения управления автомобилем широко применяются электронные помощники, и они не всемогущи. В процессе создания систем управления автомобилем необходимо учитывать распределение функций управления между человеком и машиной. Активная безопасность автомобилей зависит как от величины, так и стабильности показателей торможения.

Водитель в системе водитель – автомобиль – дорога – среда рассматривается в виде звена, обладающего определёнными быстродействием и точностью исполнения. В общем времени реакции водителя наибольшие различия имеет оценка быстродействующей составляющей времени. По результатам выполненных ранее исследований, и обобщённых в работе [1], быстродействующая составляющая различных групп водителей определяется интервалом 0,1 – 0,4 с. От быстродействующих возможностей водителя и быстродействия тормозной системы зависит такой показатель водителя как точность управления. С позиции точности управления процессом торможения водители субъективно оценивают качество выходных характеристик тормозной системы по комфорту торможения, зависящего от соотношений управляющего воздействия и управляемого поведения автомобиля [2].

Быстродействие тормозной системы влияет на её эффективность, как в ходе затормаживания, так и при растормаживании. Уменьшение времени растормаживания при плавном торможении позволяет улучшить общую динамику движения автомобиля. Запаздывание срабатывания тормозной системы влияет на качество её следящего действия.

Общепринятым является разграничение процесса срабатывания тормозной системы на два периода: первоначального срабатывания и достижения установившегося замедления. Суммарное время обоих периодов соответствует времени реагирования тормозной системы. Время срабатывания регламентировано стандартами: $t_c = 0,6$ с и $t_c \leq 0,5$ с [2].

Повышение быстродействия тормозных систем требует выполнения исследований, направленных на изучение причин, влияющих на скорость срабатывания тормозных систем с гидроприводом. В работе [3] приведены значения:

- время запаздывания роста давления в главном цилиндре относительно неустановившегося усилия на педали составляет 0,05 с;
- запаздывание роста давления в трубопроводах привода составляет около 0,1 с.

Наиболее существенное увеличение времени запаздывания отмечалось в результате включения в гидравлический привод вакуумных усилителей [2]. А.А. Юрчевский [4] приводит полученное экспериментально время запаздывания срабатывания вакуумного усилителя до 0,14 с. Причём, по мнению авторов [4] время запаздывания в значительной мере зависит от величины разрежения и не зависит от темпа приложения усилия к педали.

Однако по результатам исследований [5, 6] установлено влияние темпа приложения усилия к педали на неустановившуюся реакцию тормозной системы при наличии в ней вакуумного усилителя. Согласно [6] при времени приложения максимального усилия к педали за 0,2 с характер изменения давления в приводе значительно отличается от изменения давления с темпом приложения усилия к педали за 3 с.

Р. Limper [7], исследуя влияние темпа изменения входного воздействия на тормозную систему с вакуумным усилителем получил запаздывание до 0,6 с при темпе приложения усилия $t = 0,1$ с.

На основании систематизации большого объёма исследовательских данных в работе [8] приведено обобщение, свидетельствующее о том, что усилие на тормозной педали зависит от влияния различных факторов, в том числе от положения педали, хода педали и продолжительности воздействия на неё. Установлено, что развиваемое в конце длительного или повторных торможений усилие водителя снижается на 20%. Для более точного изучения изменения усилия на тормозной педали было предложено [9] разграничить его на три периода: начальное усилие; промежуточное усилие; усилие, соответствующее установившемуся замедлению.

Начальное усилие должно ограничиваться нижним пределом, исключающем срабатывание тормозной системы при произвольном малом воздействии на педаль. Рекомендуемый нижний предел усилия 35...45 Н [6].

Наиболее часто используемое промежуточное усилие должно иметь величину, исключающую утомляемость водителя и рекомендовано 70...150 Н для автомобилей категории М1 [9], или 45...260 Н для автомобилей категорий М1, N1 [6]. Превышение усилия на педали больше 260 Н на стадии промежуточного периода вызывает усталость. С учётом хода педали, позволяющего использовать работу мышц всей ноги, в [6] рекомендовано максимальное усилие на педали 300...500 Н.

Необходимо учитывать также возможность увеличения прикладываемого к педали усилия при отказе одного из контуров гидропривода. Так по данным [10] для транспортного средства с распределением массы на заднюю ось $G_2 = 0,38 \cdot G_a$ – в снаряжённом состоянии и $G_2 = 0,46 \cdot G_a$ в гружённом, выход из строя контура тормозов передней оси требует увеличения усилия на педаль в 3,45 и 4,75 раза. Необходимость снижения усилия на тормозной педали обусловлено возможностями водителей женщин. Лишь около 20% женщин развивают усилие на педали больше 220 Н [2].

Обобщая приведенные данные, следует отметить обоснованную тенденцию к снижению усилий на тормозной педали. Однако более полно энергетические затраты водителя можно оценить по сочетанию усилия на тормозной педали и её перемещению, а именно – работой приведения в действие тормозной системы. Доказано, что водители ощущают предельную работу, а не её составляющие – усилие и ход педали в отдельности [9].

Полученные в исследовании [11] значения работы по управлению тормозной системой с дисковыми тормозами при граничном (предельном) перемещении педали 0,1 м на 60% больше, чем по управлению аналогичной системой с барабанными тормозами. С учётом многочисленных, ранее выполненных работ в [11] предложены следующие границы

предельных значений усилия на педали и её перемещения: 250...400Н при перемещении педали 0,07...0,12 м. Как правило, по величине хода педали оценивают исправность привода или отказ одного из контуров. Принято считать исправной систему, если эффективное торможение достигается при ходе педали не более 75% от максимального хода педали [2]. В действительности желательно использовать 50% от максимального хода педали, причём с учётом использования 60% этого хода педали для выбора зазоров [2]. Общепринято, что преобладающим входным воздействием на водителя при торможении является изменение величины и темпа замедления автомобиля. Регулируя необходимый или возможный уровень замедления, водитель подсознательно отсеивает промежуточные возмущения. Для оценки управления торможением [10, 12] предложен показатель, получивший название коэффициента

передачи затормаживаемого автомобиля $m_n = \frac{j_T}{F_n}$ кг⁻¹.

Допустимые значения $m_n=0,005...0,1$ кг⁻¹, а рекомендованный к использованию диапазон $m_n=0,02...0,05$ кг⁻¹. Чрезмерный коэффициент передачи $m_n \approx 0,045$ кг⁻¹ приводит к блокированию колёс, а малый требует значительного повышения усилия на педали (тормозная система без усилителя). Растворивание колёс при малых значениях $m_n \approx 0,009$ кг⁻¹ осуществляется быстрее, чем при больших $m_n \approx 0,014$ кг⁻¹ [2]. По результатам экспериментальных исследований легковых автомобилей различных моделей [9] установлены диапазоны зависимостей замедления автомобилей от усилия на педали и её хода. Коэффициентом передачи удобно пользоваться для сравнения требований различных стандартов, а работу тормозной системы целесообразно оценивать отношением суммарной тормозной силы к соответствующему усилию на педали. Фактически это отношение представляет коэффициент усиления тормозной системы, без применения усилителя [13, 14]. Анализ тормозных систем с гидроприводом [10] позволил определить следующие значения коэффициента усиления тормозной системы i_k :

- для систем с дисковыми тормозными механизмами $i_k = 18...28$ при наиболее вероятном значении $i_{k0} = 22$;
- для систем с барабанными тормозными механизмами $i_k = 18...40$ при наиболее приемлемом $i_{k0} = 28$;
- для смешанной тормозной системы с дисковыми на передней оси и барабанными тормозными механизмами на задней оси $i_k = 23 ... 27$, $i_{k0} = 24$.

При наличии усилителя в гидроприводе тормозов его коэффициент усиления предлагается определять по зависимости

$$K_y = \frac{j_T \cdot G}{F_n \cdot i_k}$$

где j_T – замедление при торможении, м/с²; G – вес полностью гружёного автомобиля, Н; F_n – усилие на педали, Н; i_k – коэффициент усиления тормозной системы.

Известно, что современные тормозные системы с гидроприводом используют предельные давления в приводе до 8...10 МПа [2]. Предпосылки к повышению уровня давления до 12 МПа [15] обоснованы применением дисковых тормозов, тенденцией к снижению веса и размеров узлов тормозной системы. В этом случае противоречие между уменьшением усилия на педали и повышением давления ведёт к увеличению силового передаточного отношения привода и, как правило, к необходимости применения усилителей. Тип усилителя тормозного привода определяется видом используемой энергии. В частности широкое распространение на автомобилях получили усилители, использующие перепад давления между атмосферным и пониженным давлением (вакуумом). Гидровакуумные усилители в настоящее время используются, ограничено, прежде всего, в связи с нецелесообразностью их размещения в отдельных контурах гидропривода тормозов и низким уровнем быстродействия. На современных автомобилях с гидроприводом тормозов преимущественно используются вакуумные усилители различной конструкции.

Эффективная работа тормозной системы автомобиля критически влияет на безопасность дорожного движения. С учетом возросшей интенсивности движения автомобилей и скоростей их перемещения к тормозной системе возрастают требования по скорости срабатывания, информативности и эффективности торможения и растормаживания. Обязательным элементом тормозной системы является усилитель, обеспечивающий возможность управления без излишнего перенапряжения водителем с любыми физическими возможностями, но снижающим быстродействие системы. Насыщенность современных автомобилей электронными «помощниками» в тормозных системах облегчает управление автомобилем, но доля автомобилей с такими системами на настоящий момент не велика. Поэтому так важно проводить дальнейшие исследования по оптимизации параметров усилителей тормозных сил и их конструкции, обеспечивая оптимальное усиление без усложнения конструкции и снижения времени срабатывания тормозной системы.

1. Mitschke Manfred. Dynamic der Kraftfahrzeuge. Antrieb und Bremsung. - Berlin, Springer, 1982. – 182 s.
2. Скляр Н. В. Повышение эффективности вакуумных усилителей тормозных приводов автотранспортных средств: дис... канд. техн. наук: 05.22.02. – Харьков, 2006. – 194 с.
3. Fischer D.K. Brake system component dynamic performance measurement and analysis // SAE paper. 1970. – № 700373. – pp. 265 – 287.
4. Юрчевский А.А., Саватеев И.Г. Некоторые результаты исследования реакции усилителя тормозного привода автомобиля. – М.: Труды МАДИ. – 1978. – №161. – С. 102-106.
5. Fazekas G.A. Brake torque //Automobile Engineer. –1951 – № 5. – pp.185–191.
6. Fischer D.K. Brake System Components Dynamic Performance. Measurement and Analysis. International automobile safety conference – 13-th FISITA technical Congress. Brussels, New York, May 13 – 15, 1970 // SAE. – 1970. – 1319 pp.
7. Limper Rudolf. A Critical Review of Federal Motor Vehicle Safety Standard 105 // SAE paper. – 1976. – № 760217. – pp. 75.
8. Kroemer Ebergard. Pedal Operation by the Seated Operator // SAE paper. – 1972. № 720004. – pp. 1 - 10.
9. Harries D.A. Pedal feel with Power Staking Systems //Lucas Engineering Review. – 1978. – № 3. – pp. 65 – 69.
10. Strien Hans – Christof Klein/Hans. Hydraulische Bremskraftverstärker als Teil einer Kfz-Zentralhyddraulik // Automobil-Industrie. – 1975. – №4. – S.105 – 118.
11. Jahn M. Größe und Wirkungen an der hydraulischen Betätigungsanlage für Kraftfahrzeugbremsen // KFT. – 1980. – № 5. – S. 136 – 139.
12. Mortimer G. Rudolf. Some Braces are Too Sensitive According to Performance Tests // Automotive Engineering. – 1971, May. – S. 31 – 35.
13. Бухарин Н.А. Тормозные системы автомобилей. –Л.: Машгиз, 1950. –292 с.
14. Техника транспорта: основы конструкции: Учебное пособие / Н. В. Хольшев, Д. Н. Коновалов, А. А. Лавренченко [и др.] – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2020. – 126 с.
15. Gancel Pierre M. Les tendencies dans le domain des asservissements Symposium Technique DBA. Conference № 8, 1972. – 28 s.

Шульц С.А., Истомова М.А.

Электроизолирующее соединение – элемент безопасности системы газоснабжения

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-174

Аннотация

В работе рассмотрена проблема катодной защиты трубопроводов от коррозии. При эксплуатации электрохимзащиты происходит утечка защитного тока к другим объектам или оборудованию, электрически связанному с трубопроводом, что, несмотря на различные предупредительные меры, приводит к возрастанию необходимого тока защиты. Избежать этого можно благодаря применению электроизолирующих соединений.

Ключевые слова: электрохимзащита, газопровод, изолирующее фланцевое соединение, изолирующее соединение, вставка электроизолирующая.

Abstract

The paper considers the problem of cathodic corrosion protection of pipelines. During the operation of electrochemical protection, a protective current leaks to other objects or equipment electrically connected to the pipeline, which despite various preventive measures leads to an increase in the required protection current. This can be avoided by using electrically insulating connections.

Keywords: electrochemical protection, gas pipeline, insulating flange connection, insulating connection, electrically insulating insert.

При монтаже и реконструкции газопроводов активно применяются изолирующие соединения. Они устанавливаются на подземных, наземных и подводных трубопроводах. Катодная защита трубопроводов от коррозии, даже имеющих хорошее защитное покрытие, может быть не экономичной и даже невозможной без применения электроизолирующих соединений.

При использовании катодной защиты трубопроводов от коррозии происходит утечка защитного тока к другим объектам или оборудованию, электрически связанному с трубопроводом, что несмотря на различные предупредительные меры, приводит к возрастанию необходимого тока защиты. Однако ток защиты может быть значительно снижен благодаря применению электроизолирующих соединений.

В основе классификации изолирующих соединений лежат 2 определяющих признака. Это конструкция и технология изготовления. В зависимости от конструкции все изолирующие соединения делятся на фланцевые (ИФС) (рис. 1) и безфланцевые.

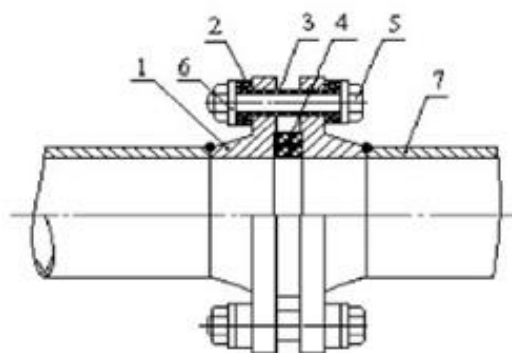


Рисунок 1. Изолирующее фланцевое соединение

1 – фланец приварной, 2 – изолирующая шайба, 3 – изолирующая муфта, 4 – изолирующее кольцо, 5 – болт с гайкой, 6 – стальная шайба, 7 – трубопровод

Часто в ИФС переоборудуют обыкновенное фланцевое соединение задвижки или какого-либо линейного устройства на трубопроводе [3]. А технология определяет деление данных элементов трубопроводной системы на разъёмные и неразъёмные.

Изолирующее соединение целесообразно размещать:

- 1) на новых строящихся участках газопроводов, где согласно нормам необходима их катодная поляризация;
- 2) на уже эксплуатируемых участках газопровода, если они подлежат ремонту или их катодная защита не является эффективной.

Согласно требованиям ГОСТ 9.602-2016 "Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии" и РД 153-39.4-091-01 "Инструкция по защите городских подземных трубопроводов от коррозии" установку неразъёмных электроизолирующих соединений следует предусматривать на вводе газопроводов в здания, где возможен их электрический контакт с землёй через заземлённые металлические конструкции [1, 2].

Также, катодно-защищенный участок необходимо изолировать в местах входа и выхода из-под земли, входа и выхода из газорегуляторных пунктов. Также изолирующие соединения крайне необходимы в местах ввода газопровода в жилое здание или производственное помещение. Именно здесь возможен непосредственный контакт газопровода с другими металлическими конструкциями, коммуникациями, нулевыми проводниками электропроводки. Если же газопровод вводится на объект, являющийся источником блуждающих токов, то установка электроизолирующего соединения обязательна.

В местах выхода и входа газопроводов в газорегуляторный пункт, на их вертикальной части, устанавливаются неразъемные электроизолирующие вставки (рис. 2), также именуемые муфтами.

Вставки электроизолирующие представляют собой разновидность фитинга, то есть являются соединительными деталями трубопровода.

Электроизолирующая вставка (муфта) конструктивно состоит:

- из двух металлических патрубков с соответствующими трубопроводу присоединительными размерами
- электрического изолятора - полимерной или стеклопластиковой втулки;
- герметизирующего элемента.

Для увеличения жесткости вставки в некоторых случаях используется наружный стальной бандаж.

Для предотвращения утечки защитного тока через наружную поверхность электроизолирующей вставки (муфты), как правило, используются эпоксидные или полиуретановые покрытия толщиной не менее 1,5 мм для подземных и 0,4 мм для надземных трубопроводов.

Неоспоримым преимуществом муфты является отсутствие необходимости периодического обслуживания и возможность эксплуатации в течение тридцати и более лет с сохранением прочности соединения и электроизоляционных свойств. По прочности изолирующая вставка не уступает материалу стальной трубы.

Изолирующие соединения (ИС) могут эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от -50 до $+80^{\circ}\text{C}$ и любой относительной влажности.

Электрическое сопротивление муфтового соединения составляет 5 МОм, что является превосходной характеристикой компонента электрохимической защиты.

Типичный пример электроизолирующей вставки (муфты) показан на рисунке 2.

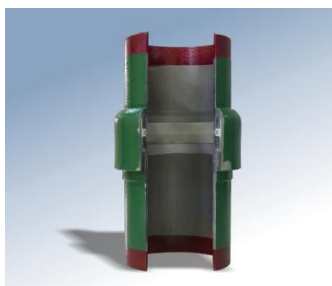


Рисунок 2. Конструкция электроизолирующей вставки (муфты).

Установленное на трубопровод электроизолирующее соединение является неизбежным концентратором напряжений. Поэтому, электроизолирующая муфта должна быть размещена точно вдоль оси трубопровода. Необходимо избегать действия на вставку значительных изгибающих, осевых нагрузок и крутящего момента. Не допускается установка электроизолирующих вставок на участках возможного возникновения вибрации и гидравлических ударов.

Предложенное в данной статье размещение вставок на дневной поверхности вертикальных частях газопроводов отвечает этим условиям.

Монтаж вставки электроизолирующей осуществляется с помощью сварки.

Перед монтажом необходимо убедиться, что на внутренней поверхности изолирующей муфты нет земли, грязи, пыли, влаги и тому подобного. При необходимости удалить загрязнения. Удалить защитный противокоррозионный состав с металлических патрубков вставки, нанесенный на длину 50 мм от торцов.

При монтаже следует обращать внимание на местоположение электрического контакта «масса» сварочного оборудования. Контакт «масса» должен быть размещен на стороне того патрубка, который сваривается.

В процессе сварки должны быть приняты все необходимые меры, чтобы температура центральной части вставки электроизолирующего соединения не достигла опасной температуры, превышающей указанную температуру эксплуатации в маркировке.

При использовании электродуговой сварки эффективный контроль температуры бывает невозможен, поэтому рекомендуется защитить среднюю часть муфты обертыванием мокрой ветошью.

После выполнения сварки и необходимого неразрушающего контроля, на сварной шов и околошовную зону должна быть нанесена изоляция или защитное покрытие. Если изоляция или дополнительное защитное покрытие наносится горячим способом, то при этом температура вставки электроизолирующего соединения также не должна превышать максимальной температуры эксплуатации, указанной в маркировке. При нанесении в случае необходимости дополнительного защитного покрытия следует избегать электропроводящих цинковых покрытий, поскольку через покрытие будет проходить паразитный ток, снижающий эффективность изоляции.

Контроль исправности электроизолирующей вставки (ВЭИ) производят измерением разности потенциалов между обоими концами электроизолирующей вставки и измерением «кажущегося» сопротивления.

Значения разности потенциалов между концами ВЭИ, встроенной в газопровод должны быть не менее 0,1 В по абсолютной величине. Измерение "кажущегося" сопротивления производят приборами типа М416, МС08, ИС-10.

На газопроводах допускаются следующие результаты измерений «кажущегося» сопротивления:

- более 5 Ом - при полиэтиленовой изоляции;
- более 0,40 Ом - при старой битумной изоляции [4].

Предмонтажные электрические испытания изолирующего соединения должны проводиться при температуре от 10 до 40°C, относительной влажности не более 95 %. Сопротивление между концами изолирующего соединения должно составлять не менее 5 МОм.

Изоляцию соединения можно проверить подключением аккумуляторной батареи – при исправности муфты амперметр покажет ноль.

1. ГОСТ 9.602-2016 "Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии".
2. РД 153-39.4-091-01 "Инструкция по защите городских подземных трубопроводов от коррозии".
3. Ткаченко В.Н. Электрохимическая защита трубопроводных сетей: учеб. пособие 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат. 2004. 320 с.
4. ВСН 39-1.22-007-2002 "Указания по проектированию вставок электро-изолирующих для газопровода".

Юй Ш.¹, Хуо Ж.²

**Исследование процесса очистки существующих комплексных очистных сооружений
сточных вод**

¹Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия, Санкт-Петербург)

²Хэнаньский градостроительный университет
(Китай, Пиндиншань)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-175

Аннотация

С целью исследования текущего состояния технологии комплексной очистки сточных вод, в этой статье обсуждаются технологические процессы, используемые в существующих комплексных очистных сооружениях, включающие процесс очистки А/О (Анаэробный/Оксический), процесс очистки MBR (мембранный биореактор) и процесс очистки SBR (реактор периодического действия). Авторы подробно исследовали и представили применение этих технологий очистки сточных вод в комплексных очистных сооружениях. Авторы выдвинули несколько предложений и контрмер по усилению процесса обработки комплексных очистных сооружений сточных вод, направленных на более эффективное применение комплексных очистных сооружений в очистке сточных вод.

Ключевые слова: Комплексные очистные сооружения, Процесс очистки сточных вод, Анаэробный/Оксический, реактор периодического действия, мембранный биореактор, Сравнительный анализ;

Abstract

To investigate the current status of integrated wastewater treatment technology, this paper discusses the technological processes used in existing integrated wastewater treatment plants, which include the A/O (Anaerobic/Oxic) treatment process, the MBR (Membrane Bioreactor) treatment process and the SBR (batch reactor) treatment process. The authors have investigated in detail and presented the application of these wastewater treatment technologies in integrated wastewater treatment plants. The authors put forward several suggestions and countermeasures to strengthen the treatment process of integrated wastewater treatment plants, aiming at more effective application of integrated wastewater treatment plants in wastewater treatment.

Keywords: Integrated wastewater treatment plant, Wastewater treatment process, Anaerobic/Oxic, Batch reactor, Membrane bioreactor, Comparative analysis;

Введение

По мере развития общества и экономического развития напряженность с водными ресурсами в мире становится все более серьезной, и на первый план выходят такие конфликты, как низкий уровень использования водных ресурсов, несбалансированное развитие и использование, чрезмерная эксплуатация подземных вод, серьезные водные потери и низкая эффективность использования водных ресурсов. Поэтому соответствующие решения по улучшению экологической обстановки, совершенствованию технологии производства, усилению уровня управления и строительства инфраструктуры, развитию технологии очистки сточных вод и повышению коэффициента утилизации водных ресурсов.[1]

Решая растущую проблему очистки сточных вод, город в последние годы создал систему очистки сточных вод. В городах с централизованной канализацией риск заражения подземных вод гораздо ниже, чем в местах, где такого блага цивилизации нет. Поэтому в тех населенных пунктах, где отсутствуют канализационные сети, жильцам нужно самостоятельно заниматься отведением и очисткой сточных вод. Таким образом, были разработаны комплексные очистные сооружения для сточных вод. Комплексные очистные сооружения – это набор технологического оборудования, позволяющего очистить сточные воды до

установленных нормативных показателей с учетом местных требований. В дальнейшем возможен сброс осветленных вод в водоем или городскую канализацию на доочистку.[2]

Комплексный процесс очистки сточных вод - это интегрированная и систематическая технология очистки сточных вод, способствующая преобразованию сложных традиционных методов очистки сточных вод в комплексный технологический метод, позволяющий в определенной степени повысить эффективность и технологию очистки сточных вод. Комплексный процесс очистки основан на традиционной технологии удаления азота и удаления фосфора, и затем изменяет временной порядок, а также пространственную последовательность процесса очистки, объединяя структуры каждого блока, что позволяет достичь эффективной очистки различных территорий и качества воды.

Эти сооружения используются в промышленности для очистки различных промышленных и сточных вод, в сельской местности для очистки бытовых сточных вод и в больницах для очистки медицинских сточных вод.[3]

На сегодняшний день в комплексном очистном сооружении обычно используются такие процессы очистки, как процесс очистки А/О (Анаэробный/Оксический), процесс очистки MBR (мембранный биореактор) и процесс очистки SBR (реактор периодического действия) и т.д.

Методы

Классификация процессов очистки для комплексных очистных сооружений А/О процесс очистки сточных вод.

А/О (Анаэробный/Оксический) процесс очистки сточных вод метод специально для анаэробного и Оксического метода тандемного процесса(см. рис. 1), А (анаэробный), О (Оксический), сначала анаэробный этап (А этап), может эффективно денитрифицировать и удалить фосфор; затем аэробный этап (О этап), может удалить большую часть органических веществ в сточных водах. Конкретный процесс обработки, сточные воды содержат большое количество аммиака и азота компонентов в системе аэрации (воздуходувка) для формирования насыщенных кислородом условий (О этап), нитрифицирующие бактерии, как важную роль в реакции нитрификации, реакция приводит к генерации нитратного азота, эта часть нитратного азота, а затем через оксический резервуар нитрификации жидкости возврата насоса обратно в гидролизный бак окисления до анаэробной стадии раздела, в циркуляции воды в нижней части поверхности жидкости для формирования анаэробной среды. В анаэробных условиях гидролизного подкислителя обе анаэробные денитрифицирующие бактерии удаляют органические вещества из сточных вод.

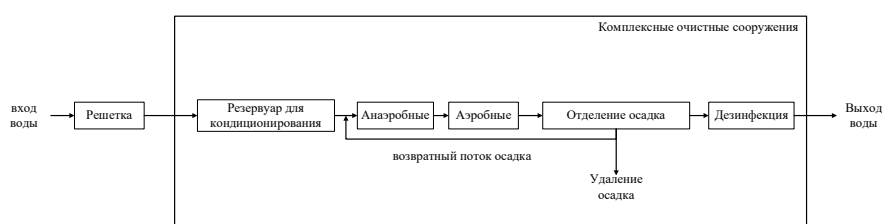


Рисунок 1. Схема технологического процесса комплексной очистки сточных вод методом А/О.

На анаэробной этапе (А этап), гетеротрофные бактерии могут гидролизовать большинство основных взвешенных загрязняющих веществ, растворимых веществ в бытовых сточных водах в форму органической кислоты, этот процесс разлагает органические вещества от больших молекул до малых молекул, превращая нерастворимые органические вещества в растворимые, когда продукты этих реакций гидролиза попадают в аэробный резервуар, растворенный кислород DO значения варьируются от 2 до 4 мг / л, когда биохимические свойства сточных вод выше.

MBR процесс очистки сточных вод

MBR, также называемый мембранный биореактор, представляет собой органическую комбинацию мембранной фильтрации и биореакторов(см. рис. 2), метод очистки сточных вод,

который может функционировать как то и другое и эффективен в очистке сложных органических загрязнений и взвешенных веществ. Процесс MBR использует технологию мембранного разделения вместо традиционных отстойников, что позволяет удерживать микроорганизмы в биореакторе, обеспечивая при этом меньшее содержание микроорганизмов и взвешенных веществ в стоках. Это создаёт благоприятные условия для разложения органических и азотных загрязнителей.[4]

Процесс MBR характеризуется погружением в смесь специального мембранного модуля, который приводится в действие насосом и выводит воду (через микропористую мембрану) за пределы резервуара биохимической реакции, в то время как микроорганизмы, клетки и другие твердые частицы задерживаются внутри резервуара. Мембраны из полых волокон обычно предназначены для крупномасштабной очистки сточных вод и обладают хорошей водопроницаемостью, отличной механической прочностью и хорошей химической стабильностью.[5]

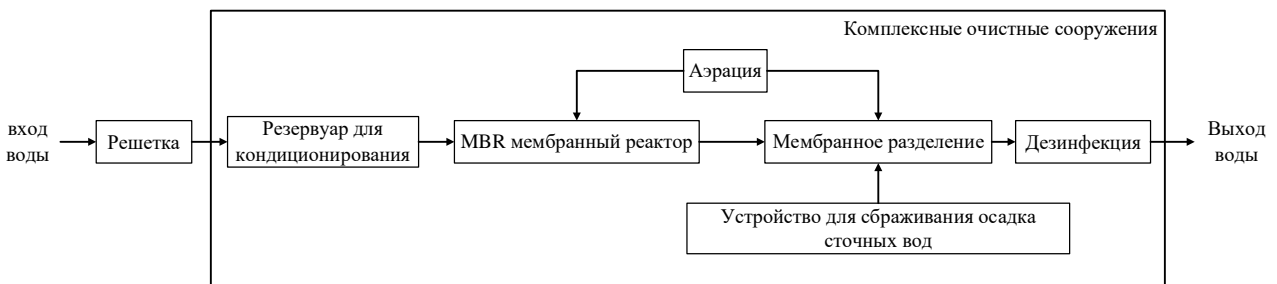


Рисунок 2. Схема технологического процесса комплексной очистки сточных вод методом MBR.

SBR процесс очистки сточных вод

Процесс SBR, также называющийся реактор периодического действия, - это технология очистки сточных вод(см. рис. 3), работающая за счет прерывистой аэрации реакторов и дающая хорошие результаты очистки. Поскольку каждый реактор способен аэрировать и осажать осадок, необходимость в отстойниках и системах возврата осадка отпадает[6]. 5 стадий работы: вход, реакция, осаждение, дренаж и бездействие. Вся установка является более компактной и высокоавтоматизированной по сравнению с обычным А/О. Этот процесс очистки также может быть использован для удаления азота и фосфора из сточных вод в соответствии с различными условиями качества воды, и этот процесс также обладает сильной устойчивостью к ударной нагрузке, что делает его более подходящим для мелкомасштабной очистки сточных вод.

Настоящее время процесс SBR может удалить ХПК, БПК, взвешенные вещества, общий азот и общий фосфор на 92,0%, 90,0%, 91,7%, 65,3% и 86,4%, что обеспечивает высокий эффект очистки сточных вод.[7]

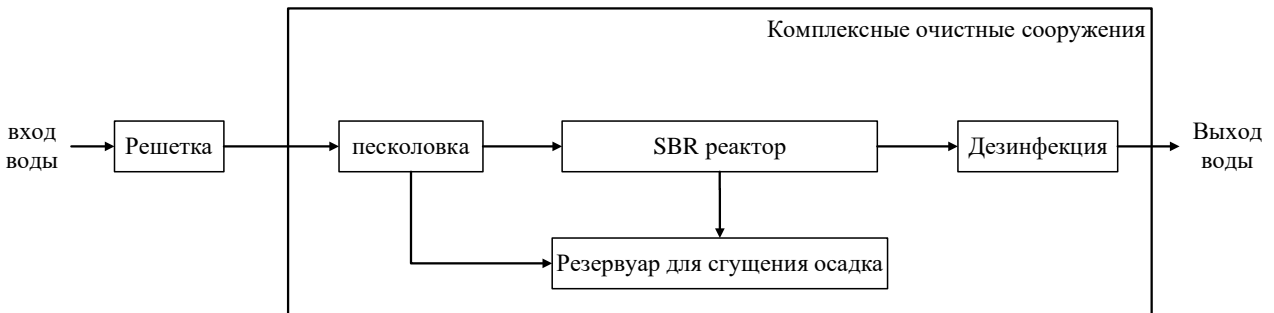


Рисунок 3. Схема технологического процесса комплексной очистки сточных вод методом SBR.

Выводы

В этой статье, на основании разработки комплексных очистных сооружений, основное внимание уделяется внедрению нескольких методов очистки, обычно используемых в комплексных очистных сооружениях, для каждого метода целенаправленное исследование и анализирование, а также сравнение этих методов. Существующий комплексный процесс очистки сточных вод может эффективно очищать сточные воды, но он также сталкивается с такими недостатками, как нестабильное качество воды после очистки, легкое засорение очистных сооружений, высокие требования к автоматизации управления, и требует выбора подходящих процессов очистки для различных концентраций сточных вод. Поэтому важно разработать комплексные очистные сооружения для сточных вод с воспроизводимостью.

1. Xu L. Exploration and analysis of solutions to the wastewater treatment problems of small and medium sized enterprises // Liaoning Silk. 2018. №04. Pp. 23-24.
 2. что такое очистные сооружения. очистка сточных вод. виды, фото оборудования, принцип работы URL: <https://acs-nnov.ru/ochistniye-sooruzheniya.html> (дата обращения: 14.12.2022).
 3. Wu Y.,Huang Y.,Wang B. Design analysis of a new integrated wastewater treatment equipment for an industrial enterprise // Science and Technology Innovation and Application. 2018. №06. Pp. 103-104.
 4. Lu F.,Lai Z. Application of MBR integrated wastewater treatment equipment in rural wastewater treatment // China Environmental Protection Industry. 2019. №09. Pp. 56-58.
 5. Zeng G. Research and application of MBR integrated wastewater treatment equipment // Environment and Development. 2019. №31(11). Pp. 67-69.
 6. Sun R. Investigation and analysis of water quality and quantity of rural domestic sewage in Hubei Province // Wuhan: Wuhan University of Technology. 2010.
 7. Zhang Y., Research progress of integrated domestic wastewater treatment technology // Shandong Chemical Industry. 2021. №50(15). Pp. 80-81.
-

РАЗДЕЛ XIX. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Калинников Д. И.

Анализ и исследование инструментов backend-разработки web - приложений

Московский государственный
технический университет им. Н.Э. Баумана
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-176

Аннотация

В статье отражена характеристика этапов разработки web-сайтов с применением инструментов backend-разработки. Показаны структура и основные компоненты процесса создания сайтов. Рассмотрен механизм взаимодействия как backend, так и frontend-составляющих на примере технологии разработки web-сайтов.

Ключевые слова: web-сайт, frontend и backend составляющие, HTML, CSS, интернет-технологии.

Abstract

The article reflects the characteristics of the stages of development of websites using backend development tools. The structure and main components of the site creation process are shown. The mechanism of interaction between backend and frontend-components is considered on the example of web-site development technology.

Keywords: website, frontend and backend components, HTML, CSS, Internet technologies.

Введение. Обязательной составляющей функционирования любой организации, заведения, бизнеса, компании и т.п. является наличие собственного web-сайта, разработка которого являет собой многоэтапный и многофункциональный процесс.

Web-разработка (web-development) – это процесс профессионального создания сайта, который регулирует все последующие этапы, связанные с формированием HTML-кода, добавлением различных функциональных компонентов и скриптов, влияющих на показатели комфортного использования и технической устойчивости.

Говоря о Web-приложении с точки зрения разработки, невозможно себе представить программный продукт, имеющий клиентскую часть и не имеющий при этом существующей серверной части, или, другими словами, backend-части (backend с англ. – «тот, что позади»), которая имеет значение поддержки в ключе обработки логически сложных операций, операций, которые должны быть надежно защищены от стороннего влияния и доступа к базе данных. Backend работает с промежуточным представлением, чтобы генерировать машинный код и обычно оптимизирован для генерации кода, работающего быстрее.

Без такой части Web-приложения как backend было бы невозможно полноценное хранение актуальных данных, обработка поступающих запросов внешней среды и эффективная обработка ресурсоемких операций. Важно не только само наличие backend части в Web-приложении, но и корректная работа этой программы, а также разработанные, согласно задаче, бизнес-логика и программный код, который способен выдержать любую нагрузку окружающей среды. Поэтому к разработке этого программного продукта необходимо подходить с особой аккуратностью и щепетильностью, так как хорошей практикой является наличие большей части бизнес-логики всего Web-приложения на backend, и любая ошибка, даже незначительная, может привести к некорректной работе всего приложения, имеющего небольшие последствия для одного человека, но значительный финансовый ущерб для крупной организации

Основная часть исследования. Разработка сайта, независимо от его типа и назначения, осуществляется по определенной технологии, в которой каждый этап является важным и обязательным:

- определение тематики и основных целей проекта;
- определение типа сайта, разработка технического задания;
- прототипирование, макетирование и дизайн;
- верстка и программирование;
- наполнение контентом;
- тестирование;
- представление готового проекта [2].

Первый этап в разработке web-сайта – определить предназначение сайта и его тематику. От этого уже будут зависеть основные требования, целевая аудитория, дизайн, тип ресурса. Четкое понимание цели позволит быстро и без препятствий пройти все этапы разработки. На этом уровне разработчику необходимо достичь понимания с заказчиком, определить приоритеты и цели и подобрать инструменты, которые помогут в их достижении.

Следующим этапом является разработка технического задания, а именно:

- тип дизайна сайта (лента новостей, интернет-магазин и т.п.);
- функционал сайта;
- стиль оформления;
- общая структура сайта;
- состав и структура страниц [8].

Этап прототипирования – это создание эскиза сайта, на котором размещают будущие элементы до его разработки, чтобы согласовать с заказчиком и внести предварительные изменения. Этот этап ошибочно связывают только с внешним видом и дизайном сайта, однако внимание уделяется также расположению элементов в соответствии с правилами эргономичности и удобства, то есть акцент делается на удобстве работы с ресурсом.

После согласования эскиза можно приступать к прототипированию макета сайта. Сначала создается главная страница, а после ее согласования начинается разработка макетов других страниц.

Следующим этапом является программирование frontend и backend-составляющих, обладающих одинаковой важностью при разработке сайта:

В целом существует три типа веб-разработки:

- frontend;
- backend;
- многопрофильные (объединяющие в себе оба вида).

Frontend (client-side) – клиентская сторона, представляющая собой пользовательский интерфейс, то есть все, с чем взаимодействует пользователь, когда браузер загружает страницу. К frontend относятся: дизайн, функционал (кнопки, формы, виджеты), верстка, наполнение, доступные пользователю. Frontend-часть обычно применяет такие языки веб-программирования как: HTML, CSS, JavaScript.

HTML (англ. HyperText Markup Language) – язык разметки веб-страниц, сообщающий браузеру как именно отображать сайт и где должны находиться конкретные его части. Все интернет-сайты и приложения используют HTML.

CSS (с англ. Cascade Style Sheet – каскадные таблицы стилей) – код, описывающий стили веб-страниц: дизайн, цвет, толщину линий и т.д., то есть отвечает за «косметическую» сторону сайтов.

JavaScript – объектно-ориентированный, скриптовый язык веб-программирования, создающий скрипты и сценарии, которые выполняются на стороне пользователя и делают веб-страницу динамической и интерактивной.

Ряд других элементов и фреймворков (Bootstrap, jQuery, SAAS, LESS, Angular, Ember и т.д.) используются вместе с этой большой тройкой для значительного улучшения работы.

Backend (server-side) – это все, что происходит за кулисами ресурса (веб-сайта или программы), его серверная сторона. Основная задача backend – связать базу данных с frontend, который должен отразить данные в удобном для пользователя виде. И наоборот, все происходящее на frontend должно поступать в базу данных через backend. Backend-разработчики пишут код, используя такие популярные языки программирования как PHP, Ruby on Rails, Python, .NET, Java, JavaScript / Node, bash и другие. А когда нужно сделать какую-нибудь операцию, backend-код взаимодействует с базой данных (используя MySQL, PostgreSQL, MongoDB, Cassandra, Redis, Memcached, Microsoft Access и т.д.). После этого необходимая информация возвращается пользователю в форме frontend-кода [9].

Разработчики frontend-составляющей проводят кропотливую работу, интерпретируя представленные дизайнером графические макеты так, чтобы каждый элемент был на своем месте, а сайт на экране выглядел цельно.

Также в обязанности разработчика входит обеспечение функциональности каждого из элементов сайта. Отметим, что работа frontend-разработчика тесно связана с работой других специалистов, он должен уметь выполнять функции всех специалистов-разработчиков веб-сайта: дизайнера, маркетолога, программиста и т.д.

Backend-разработка – это программно-аппаратная часть проекта, с помощью которой реализуется логика работы сайта. Указанная составляющая работает на стороне сервера, а для клиента эта часть остается невидимой, поскольку происходит за пределами его браузера или даже конкретного компьютера, подключенного к сети [6].

Взаимодействие frontend и backend-составляющих происходит постоянно:

- frontend сначала собирает и отправляет пользовательскую информацию в backend;
- происходит обработка информации;
- после выполнения запроса информация возвращается и отображается в понятной форме [5].

Отметим, что хотя разработчики frontend и backend-составляющих работают над своими частями, однако они обязательно должны знать технологию разработки другой составляющей и должны уметь исправлять ошибки как на стороне сервера, так и в клиентской части.

После завершения этапа верстки и программирования веб-сайт будет готов, но без необходимого информационного наполнения. Таким образом, на следующем этапе создания веб-сайта осуществляется заполнение веб-страницы определенным и конкретным материалом, прилагаются необходимые гиперссылки для удобной навигации по сайту. Тексты могут быть оригинальными, а могут быть созданы копирайт-специалистами фирмы заказчика.

Когда разработка сайта завершена, его контрольно проверяют. Тестирование на корректность, удобство и функциональность могут осуществлять заказчики сайта, однако лучше это делать специалистам-тестировщикам, поскольку они знают наиболее распространенные ошибки, проблемы и недостатки и могут оперативно проверить веб-сайт на функциональность [7]. После тестирования и исправления ошибок готовый сайт передают заказчику, которого знакомят со спецификой работы с ресурсом.

На следующем этапе нужно подобрать ключевые слова, по которым веб-сайт будет появляться в результатах поиска в браузерах. Эти ключевые слова вносятся на интернет-портал, а все гиперссылки, тексты и метатеги адаптируются таким образом, чтобы поисковые интернет-системы могли быстро их обнаруживать по составленному списку ключевых слов.

Таким образом, технология разработки веб-сайтов состоит из отдельных обязательных этапов (определение тематики и основных целей проекта; определение типа сайта, разработка технического задания; прототипирование, макетирование и дизайн; верстка и программирование; наполнение контентом; тестирование; представление готового проекта), которые обязательны для индивидуальных или командных разработчиков.

Вышеупомянутые языки программирования для разработки backend-программ, являются программным продуктом, который обрабатывает REST-запросы от клиента, вычисляет логически сложные функции, взаимодействует с разными базами данных и в

некоторых случаях генерирует код страниц для отображения в браузере с помощью средств Server-Side Rendering [4].

Самыми популярными фреймворками для разработки являются: Express.js, предназначенный под разработку на языке JavaScript; а также Spring (Java) и Django (Python) [3].

Лидер этого рейтинга – фреймворк Express.js, в свою очередь основан на платформе Node.js – являющийся платформой, основанной на движке V8 (который осуществляет трансляцию JavaScript в машинный код), превращающий JavaScript из узкоспециализированного языка в язык общего назначения. Это наиболее интересный инструмент из всех существующих, который позволяет использовать язык JavaScript для разработки как в клиентской части, так и, с некоторыми модификациями, для разработки серверной части Web приложений [1].

Далее рассмотрим варианты взаимодействия backend и frontend:

- HTTP-запрос. Отправляется на сервер, далее производится поиск данных, встраивает их в шаблон, а затем возвращает в виде HTML-страницы. Между получением запроса и ответом на него сервер ищет по сформированному запросу информацию в базе данных. С помощью HTML определяется, что будет показано, а CSS – как все будет смотреться. JS необходим для особых взаимодействий;
- использование инструментария AJAX (Asynchronous JavaScript and XML). Запрос отправляется с помощью JavaScript, загруженного в браузер. Ответ приходит в формате JSON или XML;
- одностраничные приложения. Они загружают данные без обновления веб-страницы. Это также осуществляется посредством AJAX или с помощью фреймворков Ember и Angular;
- Ember или библиотека React. Они помогают использовать приложение как на сервере, так и в клиенте. Backend и frontend взаимодействуют с помощью AJAX и HTML-кода.

Выводы. Исходя из вышеизложенного можем сделать следующие выводы. Как backend, так и frontend-составляющие одинаково важны для создания сайта. Backend – это двигатель сайта, ведь именно он отвечает за его функционирование. Frontend – это лицо сайта, ведь именно оформление и предоставление информации в доступном виде необходимо для комфортной работы клиента.

Для корректного и эффективного взаимодействия backend и frontend-составляющих необходимо в обязательном порядке соблюдать и контролировать этапы разработки веб-сайта.

1. Гронин К.А. Выбор платформы для разработки веб-приложений //Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты. – 2019. – С. 371-373.
2. Ефимов Д.А. Технология разработки web-систем // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 28 февраля 2023 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 31-34.
3. Клименко Н.А., Иванова Е.А. Рекомендации по выбору технологий и фреймворков для разработки бизнес-приложений //Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты. – 2019. – С. 384-387.
4. Князев И.В. Анализ работы приложения с использованием server-side rendering: миграция, настройка и развертывание приложения Next.js //Sciences of Europe. – 2021. – №1. – С. 71-74.
5. Кобзев М.В. Программное обеспечение для создания и продвижения web-сайта //Академическая публицистика. – 2020. – №. 4. – С. 76-82.
6. Корзина М.И. Дизайн-технология разработки интернет-сайтов: дисс... канд. технич. наук. Санкт-Петербург, 2014. 161 с.
7. Марков А.А., Скуднел Д.М., Исаева А.В. Комплексная система тестирования Web-ресурсов //Приоритетные направления развития российской науки. – 2020. – С. 31-36.

8. Поцбенева И. В. и др. Стандартизация проектирования web-сайта //Современные материалы, техника и технология. – 2019. – С. 153-157.
9. Серебрякова М.Ф., Степашкин Д.Н. Инструменты и технологии разработки web-сайтов //инновационные научные исследования: сборник статей. – 2023. – С. 30.

Коновалов Г.Г.

Анализ и сравнительная оценка современных алгоритмов кэширования

*Волгоградский государственный университет
(Россия, Волгоград)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-177

Аннотация

В статье проведен анализ и сравнительная оценка различных алгоритмов кэширования, используемых для оптимизации доступа к данным в информационных системах. Рассматриваются такие стратегии кэширования, как LRU, LFU, FIFO, случайное кэширование и адаптивные алгоритмы, приведен анализ их производительности при различных сценариях использования. Результаты исследования позволили выявить преимущества и недостатки каждого алгоритма, что может быть полезным для разработчиков и архитекторов информационных систем при выборе подходящей стратегии кэширования для конкретных проектов.

Ключевые слова: алгоритмы кэширования, стратегии кэширования, LRU, LFU, FIFO, адаптивные алгоритмы, доступ к данным, выбор алгоритма, оптимизация кэша.

Abstract

The article analyzes and compares various caching algorithms used to optimize data access in information systems. Caching strategies such as LRU, LFU, FIFO, random caching and adaptive algorithms are considered, their performance is analyzed under various usage scenarios. The results of the study made it possible to identify the advantages and disadvantages of each algorithm, which can be useful for developers and architects of information systems when choosing an appropriate caching strategy for specific projects.

Keywords: caching algorithms, caching strategies, LRU, LFU, FIFO, adaptive algorithms, data access, algorithm selection, cache optimization.

В современных информационных системах, где доступ к данным играет ключевую роль, эффективная оптимизация процессов чтения и записи становится неотъемлемой частью обеспечения высокой производительности и времени отклика. Алгоритмы кэширования призваны решать эту проблему, они позволяют ускорить доступ к часто используемым данным и снизить нагрузку на базу данных.

Алгоритмы кэширования представляют собой разнообразные стратегии управления данными в кэше с целью оптимизации доступа к ним. Каждый из этих алгоритмов обладает своими уникальными принципами работы и особенностями, которые влияют на эффективность кэширования в различных сценариях. Рассмотрим наиболее распространенные из них:

Алгоритм LRU (Least Recently Used)

Алгоритм LRU базируется на принципе «наименее недавно использованный». Он предполагает, что данные, которые были доступны давно, имеют меньшую вероятность быть использованными в ближайшем будущем. Поэтому при нехватке места в кэше, алгоритм LRU удаляет из него данные, к которым дольше всего не было обращений.

Алгоритм LFU (Least Frequently Used)

Алгоритм LFU основан на принципе «наименее часто используемый». Он подразумевает, что данные, которые использовались реже всего, менее важны для кэша. При нехватке места в кэше, алгоритм LFU удаляет из него данные, к которым было меньше всего обращений.

Алгоритм FIFO (First-In-First-Out)

Алгоритм FIFO работает на основе принципа «первым пришел – первым ушел». При добавлении данных в кэш, алгоритм FIFO помещает их в конец очереди. При нехватке места в кэше, данные, находящиеся в начале очереди (наиболее старые), будут удалены.

Random

Случайный алгоритм выбирает данные для удаления из кэша случайным образом. Он прост в реализации и может продемонстрировать хорошую производительность в некоторых случаях.

Адаптивные алгоритмы

Адаптивные алгоритмы комбинируют различные стратегии кеширования в зависимости от текущего контекста. Например, алгоритмы, сочетающие LRU и LFU, более гибко реагируют на изменения в частоте использования данных.

Каждый алгоритм кеширования обладает своими уникальными принципами работы и характеристиками, которые определяют его поведение в различных ситуациях:

- LRU обеспечивает хорошее кеширование для последовательных обращений, но неэффективен при случайных обращениях;
- LFU хорошо работает для данных с долгосрочной популярностью, но оказывается неэффективным при быстро меняющихся образцах доступа;
- FIFO прост в реализации, но приводит к несправедливому обращению с более старыми данными;
- Случайный алгоритм прост и непредсказуем и имеет низкую эффективность на реальных рабочих нагрузках;
- Адаптивные алгоритмы комбинируют преимущества различных стратегий и требуют более сложной настройки.

Для сравнительной оценки производительности алгоритмов кеширования необходимо определить методологию и параметры, на основе которых будут проведен эксперимент. Также для проведения сравнительного анализа необходимо создать набор разнообразных тестовых данных, характеризующихся различными паттернами доступа. Это паттерны используют последовательные и случайные запросы, частые и редкие обращения, а также изменчивость популярности данных во времени. Также будем изменять параметры рабочей нагрузки, чтобы изучить поведение алгоритмов на различных типах запросов.

Для оценки производительности алгоритмов использовались следующие метрики:

- Промехи (cache misses): Количество запросов, для которых данные отсутствуют в кэше и должны быть загружены из основного хранилища.
- Среднее время доступа (average access time): Среднее время, требуемое для выполнения запросов в зависимости от работы алгоритма кеширования.
- Эффективность (efficiency): Отношение числа промахов к общему числу запросов, показывающее, насколько хорошо алгоритм удерживает данные в кэше.

В ходе эксперимента измерялись и анализировались эти метрики для каждого алгоритма при разных сценариях нагрузки и размерах кэша. Такой подход позволил получить объективную оценку производительности алгоритмов и сделать выводы о их применимости в различных условиях. Результаты показали, что каждый алгоритм проявляет свои особенности в зависимости от условий.

Алгоритм LRU показал хорошую производительность при последовательных запросах и длительных временных интервалах между обращениями к данным. Однако он не всегда справлялся с быстрыми изменениями популярности данных, что привело к большему числу промахов.

Алгоритм LFU продемонстрировал превосходные результаты при частых обращениях к данным, особенно к активным. Но он был менее эффективным в ситуациях, где частота обращений менялась динамически.

Алгоритм FIFO оказался эффективным при ограниченной и стабильной рабочей нагрузке, но его производительность ухудшалась при более сложных сценариях.

Случайный алгоритм демонстрировал непредсказуемое поведение в зависимости от случайных факторов, что может быть как преимуществом, так и недостатком в зависимости от контекста.

Адаптивные алгоритмы показали потенциал в адаптации к различным сценариям, но требовали более сложной настройки и анализа.

Анализ результатов показал, что эффективность алгоритмов кеширования сильно зависит от типа данных и распределения запросов. Для некоторых типов данных и сценариев один алгоритм может оказаться явным лидером, в то время как для других – менее подходит.

На основе результатов сравнительного анализа можно выделить следующие преимущества и недостатки каждого алгоритма:

- LRU: Хорошая производительность для последовательных обращений и неэффективность при динамически меняющейся нагрузке.
- LFU: Эффективный при частых обращениях к активным данным и менее адаптивен к изменчивости.
- FIFO: Прост в реализации, но слабо подходит для динамических сценариев.
- Случайный алгоритм: Непредсказуемость может быть и преимуществом и недостатком. Всё зависит от сценария.
- Адаптивные алгоритмы: Обладают потенциалом для адаптации и требуют более сложной настройки.

Сравнительный анализ производительности алгоритмов кеширования позволил лучше понять их характеристики и применимость в различных сценариях. Каждый алгоритм обладает своими сильными и слабыми сторонами, которые следует учитывать при выборе стратегии кеширования для конкретного проекта.

Алгоритм LRU продемонстрировал хорошую производительность при последовательных обращениях, но был менее эффективным в динамических сценариях. Алгоритм LFU подходит для частых обращений к активным данным, но сталкивается с проблемами при изменении условия. FIFO прост в реализации, но ограничен в адаптации к разным сценариям. Случайный алгоритм может быть непредсказуемым, что может быть как преимуществом, так и недостатком. Адаптивные алгоритмы показали свою гибкость, но требовали более тщательной настройки. Подводя итог, можно сказать, что выбор наилучшего алгоритма кеширования зависит от специфики проекта и требований к производительности. Важно анализировать характеристики данных, типы запросов и динамику рабочей нагрузки. Оптимальным решением будет комбинирование нескольких алгоритмов или использование адаптивных подходов.

Выбор алгоритма кеширования – это сложное решение, которое зависит от конкретных потребностей и характеристик проекта. Данная статья предоставляет основу для принятия обоснованных решений и улучшения производительности систем через оптимальное использование кэшей данных.

1. Грушин, Д. А. Кеширование данных в мультиконтейнерных системах / Д. А. Грушин, Д. О. Лазарев, С. А. Фомин // Труды Института системного программирования РАН. – 2019. – Т. 31, № 6. – С. 125-144.
2. Невмержицкий, А. А. Использование локального кеширования для увеличения производительности распределенной системы / А. А. Невмержицкий // Вестник науки и образования. – 2020. – № 11-3(89). – С. 14-17.
3. Сахарова, Н. А. Исследование алгоритмов кеширования баз данных / Н. А. Сахарова, Ю. В. Пономарчук // Вопросы современной науки: новые достижения : Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, София, 17 февраля 2020 года / под общей редакцией А.И. Вострецова. – София: Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2020. – С. 19-24.
4. Сахарова, Н. А. Сравнительный анализ алгоритмов кеширования баз данных / Н. А. Сахарова, Е. В. Буняева // Научные исследования XXI века. – 2020. – № 1(3). – С. 74-78.

Морозова Н.В., Балов А.А., Микелба Н.Р., Мамчуев А.К.

Искусственный интеллект: Стремление к технологиям завтрашнего дня

Северо-Кавказская государственная академия
(Россия, Черкесск)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-178

Аннотация

Искусственный Интеллект (ИИ) - это область науки и технологий, которая стремится создать системы, способные имитировать человеческий интеллект. В последние десятилетия, развитие ИИ пережило революцию, и его применение сегодня охватывает множество областей. В данной статье мы рассмотрим, как работает ИИ и перечислим его текущие и потенциальные сферы применения.

Ключевые слова: Искусственный Интеллект, Технологии завтрашнего дня, Компьютерные программы, Алгоритмы, Машинное обучение, Глубокое обучение, Обработка естественного языка (NLP), Интернет и поисковые системы, Медицина и здравоохранение, Финансы, Транспорт, Промышленность, Робототехника, Образование, Энергетика, Сельское хозяйство.

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is a field of science and technology that aims to create systems capable of mimicking human intelligence. In recent decades, the development of AI has undergone a revolution, and its applications today encompass various domains. In this article, we will explore how AI works and enumerate its current and potential spheres of application.

Keywords: Artificial Intelligence, Technologies of Tomorrow, Computer Programs, Algorithms, Machine Learning, Deep Learning, Natural Language Processing (NLP), Internet and Search Engines, Medicine and Healthcare, Finance, Transportation, Industry, Robotics, Education, Energy, Agriculture.

Введение

Искусственный интеллект: Стремление к технологиям завтрашнего дня

Искусственный интеллект (ИИ) - это область компьютерных наук, которая постоянно развивается и становится неотъемлемой частью нашего современного мира. Каждый день мы видим новые прорывы в этой области и впечатляющие достижения, которые заметно влияют на нашу жизнь. Технологии, опирающиеся на искусственный интеллект, однажды станут неотъемлемой частью нашего будущего. Давайте рассмотрим некоторые из этих технологий, которые ожидают нас в ближайшем будущем.

Создание

Чтобы создать ИИ, требуется также большое количество данных для обучения модели. Чем больше данных доступно для обучения, тем лучше модель может научиться распознавать и анализировать информацию. Например, для создания системы распознавания речи необходимо использовать тысячи часов аудиозаписей, чтобы модель могла научиться правильно интерпретировать и анализировать различные речевые образцы. Создание искусственного интеллекта - это сложный и многогранный процесс, требующий глубокого понимания алгоритмов, обработки данных и постоянной настройки модели. Однако, благодаря современным технологиям и инструментам разработки, процесс становится более доступным и эффективным.

Расширенный искусственный интеллект

Основная разница между традиционным искусственным интеллектом и расширенным состоит в том, что последний стремится воспроизвести способности человеческого мозга, включая понимание, обучение, анализ данных, принятие решений и адаптацию к новым условиям. Расширенный ИИ использует нейронные сети и алгоритмы машинного обучения,

чтобы создать системы, которые могут решать сложные задачи, наблюдать, извлекать знания из опыта и самостоятельно улучшаться. Одним из главных направлений расширенного ИИ является создание систем, способных обмениваться информацией и сотрудничать с людьми. Такие системы позволяют людям работать более эффективно и продуктивно, автоматизируя многие рутинные задачи и предоставляя точные и достоверные данные. В целом, расширенный искусственный интеллект представляет собой важное достижение современной науки и технологий. Его развитие имеет потенциал изменить мир и повлиять на все аспекты общества. Для того чтобы преодолеть преграды и максимально использовать все его преимущества, необходимо учесть этические и социальные аспекты его применения, а также обеспечить контроль и регулирование в этой области.

Автономные транспортные средства

С одной стороны, автономные транспортные средства не являются непосредственно связанными с искусственным интеллектом, но все больше компаний вкладывают силы в разработку данной технологии, используя принципы ИИ. Автономные автомобили будут способны самостоятельно принимать решения на дороге, адаптироваться к изменяющимся условиям и снижать риски на дороге. Эти автомобили будут основываться на больших объемах данных и алгоритмах машинного обучения, позволяя им становиться все более умными и безопасными.

Медицина и диагностика на основе ИИ

Искусственный интеллект также имеет огромный потенциал в сфере медицины и здравоохранения. Благодаря обработке больших объемов медицинских данных, ИИ может помочь в диагностике заболеваний, раннем обнаружении симптомов и предлагать наиболее эффективные методы лечения. Технология глубокого обучения является ключевой в этой области, позволяя системам на основе ИИ разбираться в сложных медицинских данных и делать точные прогнозы.



Рисунок 1. Медицина

Интеллектуальные домашние устройства

В современном мире умные дома становятся все более популярными. ИИ играет важную роль в создании интеллектуальных домашних устройств, которые могут контролировать освещение, температуру, безопасность и другие аспекты домашней жизни. С использованием голосовых помощников, таких как Siri, Google Assistant или Alexa, мы можем дать команды своему дому, и он будет выполнять наши запросы и предоставлять нам информацию в режиме реального времени.

Робототехника

Робототехника - это еще одна область, где искусственный интеллект находит применение. Роботы с человекоподобной интеллектуальностью могут выполнять сложные задачи, которые ранее требовали человеческого вмешательства. Они могут использоваться в промышленности, медицине, образовании и других отраслях, принося с собой высокую точность и эффективность.

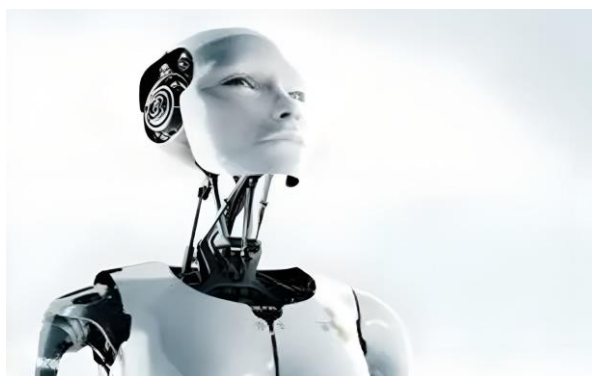


Рисунок 2. Структура промышленности.

Однако, наряду с пользой, ИИ также вызывает определенные опасения. Существует страх, что развитие искусственного интеллекта может привести к сокращению рабочих мест и повышению безработицы. Кроме того, возникают этические вопросы, связанные с приватностью данных и потенциальным злоупотреблением ИИ. Искусственный интеллект - это технология, которая меняет нашу жизнь и благодаря которой открываются новые возможности. Однако, необходимо постоянно обсуждать и регулировать эту область, чтобы максимально использовать ее потенциал в нашу пользу, минимизировать возможные риски и сохранить человеческий фактор в принятии важных решений.

Заключение

Искусственный интеллект играет все более важную роль в нашей жизни, и технологии, основанные на ИИ, станут неотъемлемой частью завтрашнего дня. Они уже меняют мир, упрощая и улучшая нашу жизнь, и этот прогресс не останавливается. В будущем мы, скорее всего, увидим еще больше инноваций в области ИИ, которые помогут нам преодолеть сложные проблемы и сделают нашу жизнь еще более комфортной и безопасной. Важно помнить, что развитие ИИ должно сопровождаться этическими нормами и правовыми рамками, чтобы гарантировать, что эти технологии принесут пользу всему обществу.

1. Рассел, Норвиг: Искусственный интеллект. Современный подход. Том Решение проблем. Знания и рассуждения
2. Тьюринг А. Может ли машина мыслить? М., 1960;

Ренсков Д.А., Мартынов В.А., Баринов Д.М. Принципы проектирования информационных систем

*Военная академия связи
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-179

Аннотация

Работа исследует вопрос о принципах проектирования информационных системах. В ходе исследования обсуждаются вызовы и препятствия, с которыми сталкивается государство при внедрении цифровых технологий и информационных систем в свою инфраструктуру. Также освещаются проблемы "цифрового неравенства" и фрагментации баз данных. Работа подчеркивает важность цифровой трансформации, ориентированной на интересы трех основных групп: государство, граждане и бизнес.

Ключевые слова: Операционные сущности, пассивные сущности, Концептуальная модель, Сущность, Атрибут, Связь, семейства IDEF, Структурный аспект, Динамический аспект, Статический аспект.

Abstract

The work explores the issue of digitalization of the state in the context of modern technologies. The study discusses the challenges and obstacles that the state faces when introducing digital technologies and information systems into its infrastructure. The problems of "digital inequality" and fragmentation of databases are also highlighted. The work highlights the importance of digital transformation focused on the interests of three main groups: the state, citizens and business.

Keywords: Operational entities, passive entities, Conceptual model, Entity, Attribute, Relationship, IDEF families, Structural aspect, Dynamic aspect, Static aspect.

Одним из важнейших направлений развития ИС является их автоматизация и использование новых технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и интернет вещей.

Кроме того, информационная система должна обеспечивать защиту информации от несанкционированного доступа и непреднамеренного уничтожения либо искажения информации. Обеспечение безопасности информации должно быть учтено на всех этапах создания и эксплуатации информационной системы.

Таким образом, проектирование информационной системы требует глубокого понимания предметной области и основных принципов проектирования информационных систем, чтобы обеспечить ее эффективное функционирование и соответствие требованиям пользователей.

Первая группа пользователей – конечные пользователи, которые осуществляют взаимодействие с информационной системой для решения своих задач. Они являются основными потребителями информации, которая поступает в систему, и используют эту информацию для принятия решений и управления объектом деятельности.

Вторая группа – администраторы, которые отвечают за обеспечение работы системы и поддержание ее работоспособности. Они имеют прямой или косвенный доступ к данным пользователей и занимаются настройкой и управлением системой, ее сетями и серверами.

Третья группа – аналитики, которые анализируют данные, полученные из системы, и используют их для создания отчетов, разработки стратегий и принятия решений.

Четвертая группа – разработчики, которые занимаются созданием и поддержкой информационной системы. Они отвечают за написание и корректировку кода, внедрение новых функций и модулей, создание и тестирование базы данных и интерфейсов.

В зависимости от того, в какой сфере применения используется ИС, могут быть определены и другие группы пользователей. Например, в медицинской сфере это могут быть врачи, медсестры, пациенты и т.д. В образовательной сфере – ученики, преподаватели, администрация школы или университета. В целом же, в любой ИС пользователь – это тот, кто использует систему для достижения своих целей и решения своих задач.

Они должны иметь высокий уровень знаний в области программирования и конфигурации систем, а также быть способными решать технические проблемы и обеспечивать эффективное функционирование системы. Пользователи систем компьютерной обработки данных могут работать в различных отраслях, таких как финансы, медицина, производство и т.д. и выполнять различные задачи, связанные с обработкой данных, хранением и передачей информации.

Такой пользователь владеет определенным уровнем компьютерной грамотности и знаний в области специальных программ, необходимых для выполнения своих задач. Он может подстраивать и настраивать параметры своего АРМ в соответствии с требованиями своей работы и имеет возможность обращаться за технической поддержкой в случае возникновения проблем с системой;

- пользователь-разработчик – специалист по разработке программного обеспечения, имеющий широкий кругозор в области информационных технологий. Он может создавать программы и системы и настраивать параметры уже существующих программных продуктов;

- пользователь-администратор – специалист по управлению и поддержке компьютерных систем и сетей. Он отвечает за техническое обеспечение и эффективное функционирование компьютерной инфраструктуры в организации, а также за обеспечение безопасности информации и данных;
- пользователь-исследователь – специалист, занимающийся научными исследованиями в области информационных технологий. Он использует компьютерные системы и методы обработки данных для анализа и интерпретации полученных результатов.

Каждый функциональный блок должен иметь уникальный идентификатор в виде буквенно-цифрового кода, а также краткое описание его функции.

Связи между функциональными блоками изображаются в виде стрелок с подписями, которые указывают на характер взаимодействия между блоками (например, «ввод-вывод данных», «вызов подпрограммы», «управление» и т.д.).

Каждый стандарт IDEF имеет свою область применения и свои цели. Использование методологий семейства IDEF позволяет более точно и эффективно проектировать сложные системы, учитывая все аспекты их деятельности и структуры.

Стандарт IDEF1X определяет правила построения ER-моделей данных, используемых для описания структуры информационной системы. В рамках этого стандарта существуют четыре основных объекта модели:

- Сущность (Entity) - объект в реальном мире, информация о котором хранится в системе.
- Атрибут (Attribute) - характеристика сущности, которая хранится в системе.
- Связь (Relationship) - связь между сущностями, отражающая логическую связь между объектами в реальном мире.
- Ключ (Key) - атрибут или набор атрибутов, уникально идентифицирующих каждую сущность в системе.

Для изображения объектов ER-модели используются специальные символы и обозначения, такие как прямоугольники, круги, стрелки и т.д. Также в стандарте IDEF1X определены правила нотации для описания различных типов связей между объектами и типов ключей.

UML (Unified Modeling Language) – универсальный язык математического моделирования, который охватывает широкий спектр методов моделирования.

DFD-технология используется для анализа процессов обработки информации и позволяет строить диаграммы потоков данных, на которых отображаются источники и получатели информации, а также промежуточная обработка данных.

Workflow-технология позволяет моделировать бизнес-процессы и работу персонала. На диаграммах отображаются этапы выполнения задач, ответственные исполнители, временные ограничения и прочие связи между задачами.

UML используется для математического моделирования объектно-ориентированных систем. Используются диаграммы классов, диаграммы объектов, диаграммы случаев использования и прочие виды диаграмм, которые описывают различные аспекты системы.

Кроме того, в разработке Web-приложений также используются инструменты для автоматической сборки (build) и развертывания (deploy) приложений, такие как Gradle и Docker. Также могут использоваться инструменты для управления версиями кода, такие как Git.

Для улучшения процесса разработки Web-приложений используются методологии Agile, такие как Scrum и Kanban, которые позволяют быстро реагировать на изменения требований и рыночных условий.

В целом, разработка информационных систем и Web-приложений является сложным и многогранным процессом, который требует знания и использования различных инструментов и технологий. Однако, правильно примененные методологии разработки и инструментальные средства могут значительно упростить этот процесс и повысить качество конечного продукта.

Описание предметной области включает в себя следующие этапы:

1. Изучение предметной области и выявление ее основных характеристик и элементов.
2. Сбор и анализ информации о процессах, происходящих в предметной области, о технологиях, используемых в ней, о структуре и организации работ.
3. Определение требований к информационной системе, основываясь на полученной информации.
4. Разработка модели или моделей предметной области, которые позволяли бы отразить основные процессы, ресурсы, структуры и механизмы взаимодействия между ними.
5. Проектирование информационной системы на основе разработанных моделей, учитывая требования к ней, а также принципы и методы проектирования информационных систем.
6. Создание и внедрение разработанной информационной системы, тестирование и ее последующая эксплуатация.

1. <https://openedu.urfu.ru/files/book/2012.html>
2. https://tsput.ru/res/informat/sist_seti_fmo/lekcii/lekcii-1.html
3. <https://studfile.net/preview/5368411/page:2/>
4. https://studbooks.net/74226/informatika/printsipy_proektirovaniya_informatsionnyh_sistem
5. http://jirbis.library.kai.ru/_docs_file/820684/HTML/3/#zoom=z

Яровой Р.В., Кривоногова Е.В., Рябов Г.А.
Атаки на веб-приложения: определение, типы и профилактика

*Военная академия связи
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-180

Аннотация

В статье рассматриваются основные типы атак, такие как SQL-инъекции, кросс-сайт скриптинг, межсайтовая подделка запроса и инъекции кода. Описываются механизмы этих атак, их потенциальные последствия и методы предотвращения. Особое внимание уделяется профилактике атак на веб-приложения. Целью статьи является обеспечение необходимыми знаниями о различных аспектах атак на веб-приложения и методах защиты от них.

Ключевые слова: Веб-приложение, информационная безопасность, уязвимости, SQL-инъекции, кросс-сайт скриптинг, межсайтовая подделка запроса, инъекции кода, безопасное программирование, мониторинг уязвимостей.

Abstract

The article discusses the main types of attacks such as SQL injection, cross-site scripting, cross-site request forgery and code injection. The mechanisms of these attacks, their potential consequences and methods of prevention are described. Particular attention is paid to the prevention of attacks on web applications. The purpose of the article is to provide the necessary knowledge about various aspects of attacks on web applications and methods of protection against them.

Keywords: Web application, information security, vulnerabilities, SQL injection, cross-site scripting, cross-site request forgery, code injection, secure programming, vulnerability monitoring.

Современное информационное общество обрело зависимость от технологических инноваций, в особенности от веб-приложений, которые предоставляют широкий спектр услуг и функциональности. С ростом популярности веб-приложений возрастает их подверженность разнообразным атакам, что делает вопросы безопасности виртуальных пространств весьма

насушными. Атаки на веб-приложения являются критической точкой в области кибербезопасности, оказывая прямое воздействие на целостность данных, конфиденциальность информации, а также функционирование и репутацию организаций и индивидуальных пользователей.

Суть атак на веб-приложения заключается в злонамеренных действиях, направленных на использование уязвимостей и недостатков веб-приложений

с целью нанесения вреда. От несанкционированного доступа до кражи личных данных - разнообразие атак накладывает серьезные угрозы на инфраструктуру сетевых ресурсов. В этой связи исследование типов атак, методов их предотвращения и эффективных стратегий защиты веб-приложений становится важным компонентом обеспечения информационной безопасности.

В статье рассматриваются основные аспекты атак на веб-приложения. Описаны различные типы таких атак: SQL-инъекции, кросс-сайт скриптинг (XSS), межсайтовую подделку запроса (CSRF) и инъекции кода, включая OS и LDAP инъекции. Подробный анализ механизмов этих атак, их возможных последствий и средств защиты способствует более глубокому пониманию проблемы и повышению уровня безопасности веб-приложений.

Атаки на веб-приложения представляют собой совокупность технических и тактических действий, нацеленных на нарушение нормального функционирования веб-приложений с целью получения несанкционированного доступа к конфиденциальной информации, проведения кражи данных, манипуляции с пользователями и системой, а также возможного причинения материального и репутационного ущерба. Ключевой особенностью атак на веб-приложения является использование уязвимостей, которые могут быть обнаружены в коде, архитектуре, аутентификационных механизмах или других компонентах приложения.

Целью атакующих часто является получение доступа к ограниченным ресурсам, контроль над приложением, похищение пользовательских данных для дальнейшего использования или продажи, и даже нарушение работы

веб-сервиса с целью нанесения ущерба компании или нарушения доступности услуг для пользователей.

С точки зрения безопасности, атаки на веб-приложения представляют собой сложную смесь технических и социальных аспектов, требующих внимания со стороны как разработчиков, так и пользователей. Развитие методов предотвращения и реагирования на такие атаки становится неотъемлемой частью стратегии информационной безопасности, направленной на защиту как интересов компании, так и ее клиентов.

SQL-инъекции являются широко распространенным видом атак, основанным на внедрении вредоносного SQL-кода в запросы к базе данных. Злоумышленник может использовать незэкранированные пользовательские данные, чтобы внести изменения в запросы и получить несанкционированный доступ к базе данных. Это может привести к утечке конфиденциальной информации, изменению данных и даже удалению данных из базы [1].

XSS-атаки нацелены на внедрение вредоносного JavaScript-кода в веб-страницы, которые потом выполняются в браузере пользователя. Это может позволить злоумышленнику собирать пользовательские данные, перехватывать сессионные куки или даже взаимодействовать с приложением от имени пользователя [2].

CSRF-атаки используются для выполнения вредоносных действий

от имени аутентифицированного пользователя без его согласия. То есть инициируется неизвестное пользователю взаимодействие между его клиентским браузером и веб-приложением, которое доверяет этому браузеру. Злоумышленник таким образом как бы «заставляет» пользователя выполнить ненужное, вредное для него действие. Например, при переходе на некоторый ресурс с этого ресурса (уже без ведома пользователя) может быть отправлен запрос на изменение пароля другому сайту, на котором пользователь в это время залогинен [3]. В конечном итоге доступ к этому сайту пользователь утратит, а злоумышленники приобретут.

Инъекции кода включают в себя атаки, при которых злоумышленник внедряет вредоносный код в исполняемое окружение. Это может быть как операционная система (OS инъекции), так и каталоговые службы (LDAP инъекции). Эти атаки могут привести к выполнению несанкционированного кода и получению доступа к системе.

Понимание различных типов атак и их механизмов помогает разработчикам и администраторам лучше понимать уязвимости своих

веб-приложений и принимать меры для защиты от них.

Одной из ключевых стратегий предотвращения атак на веб-приложения является регулярное автоматическое сканирование приложений на наличие уязвимостей. Использование специализированных инструментов позволяет выявлять уязвимые места в коде и архитектуре, а также предупреждать о новых уязвимостях, что позволяет оперативно принимать меры по их устранению [4].

Обучение разработчиков безопасному программированию играет важную роль в предотвращении атак на веб-приложения. Внедрение практик, таких как экранирование пользовательского ввода, параметризованные запросы и использование белых списков, помогает снизить риски уязвимостей на этапе разработки.

Применение принципов наименьших привилегий и сегментации приложений и данных также является эффективной стратегией. Ограничение доступа к функциональности и данным на уровне пользователей и ролей уменьшает вероятность успешных атак.

Наиболее распространенным и достаточно эффективным методом защиты от CSRF-атак является использование уникальных токенов, генерируемых для каждой операции [5].

Создание системы отслеживания и мониторинга позволяет реагировать на подозрительную активность в реальном времени. Мониторинг журналов событий, сетевой активности и поведения приложения позволяет быстро обнаруживать и пресекать атаки. Совокупность этих мер помогает создать многоуровневую защиту веб-приложений, что снижает риски атак и обеспечивает безопасное и надежное функционирование виртуальных ресурсов.

Резюмируя, можно отметить, что в современной информационной среде, где веб-приложения стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, обеспечение их безопасности становится ключевой задачей. Атаки на веб-приложения представляют серьезную угрозу как для организаций, так и для индивидуальных пользователей. Определение, классификация и понимание типов атак являются первым шагом на пути к эффективной защите.

Профилактика атак на веб-приложения требует комплексного подхода, включающего в себя обучение разработчиков безопасному программированию, регулярное сканирование уязвимостей, применение принципов минимизации атак и создание систем мониторинга. Только совместные усилия разработчиков, администраторов и пользователей позволят создать надежное виртуальное окружение, где безопасность и конфиденциальность будут находиться на первом месте.

Постоянное обновление знаний, поиск новых методов атак

и совершенствование стратегий защиты являются неотъемлемой частью борьбы с угрозами в сети. Развитие технологий также позволяет создавать более надежные и защищенные веб-приложения, которые будут служить надежной основой для деятельности организаций и пользователей в цифровой эпохе.

1. SQL инъекции. Проверка, взлом, защита URL: <https://habr.com/ru/articles/130826/> (Дата обращения: 23.08.2023)
2. Что такое XSS-уязвимость и как тестировщику не пропустить ее URL: <https://habr.com/ru/articles/511318/> (Дата обращения: 21.08.2023)
3. XSS- и CSRF-атаки — разбираем уязвимости URL: <https://tproger.ru/articles/xss-i-csrf-ataki-razbiraem-uzjazvimosti/> (Дата обращения: 21.08.2023)
4. С.А. Лесько, Модели и методы защиты веб-ресурсов: систематический обзор МИРЭА–Российский технологический университет, Москва
5. Методы защиты от CSRF-атаки URL: <https://habr.com/ru/articles/318748/> (Дата обращения 25.08.2023)

Яровой Р.В., Рябов Г.А., Изотов Д.Ю.
**Вредоносное программное обеспечение: типы, методы распространения и
антивирусные меры**

*Военная академия связи
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-181

Аннотация

В данной статье исследуется проблема вредоносного программного обеспечения (ВПО). Рассматриваются разнообразные типы ВПО, такие как черви, трояны, программы-шпионы и рекламное ПО. Рассматривается множество методов, которыми злоумышленники распространяют ВПО. Описаны ключевые антивирусные стратегии, методы брандмауэров и систем обнаружения вторжений, а также важность постоянного обновления программного обеспечения для предотвращения атак.

Ключевые слова: Вредоносное программное обеспечение, вирусы, черви, трояны, социальная инженерия, вредоносные вложения, уязвимости, антивирусное ПО, системы обнаружения вторжений, обновления, патч, кибербезопасность.

Abstract

This article investigates the problem of malware. Various types of malwares are considered, such as worms, trojans, spyware, and adware. We consider a variety of methods used by attackers to distribute malware. Key anti-virus strategies, firewall and intrusion detection methods are described, as well as the importance of keeping software up to date to prevent attacks.

Keywords: Malicious software, viruses, worms, trojans, social engineering, malicious attachments, vulnerabilities, antivirus software, intrusion detection systems, updates, patch, cybersecurity.

Современная информационная эра сталкивается с возросшими вызовами в области кибербезопасности. В контексте быстро развивающейся технологической среды, компьютерные системы становятся центральным элементом нашей повседневной жизни, оказывая глубокое влияние

на социальные, экономические и политические структуры общества. Однако этот феномен также подвергает системы существенным угрозам, в числе которых вредоносное программное обеспечение (ВПО) выделяется в качестве одной из наиболее опасных и деструктивных.

ВПО представляет собой комплексное множество программ, спроектированных с целью нанесения вреда инфраструктуре вычислительных систем. Разнообразие типов ВПО, его постоянно совершенствующиеся методы распространения и эффективные стратегии маскировки делают этот феномен актуальным и важным объектом научного анализа. Настоящая работа нацелена на исследование характеристик ВПО, включая типы, механизмы распространения и современные антивирусные меры, предпринимаемые

с целью обеспечения устойчивости компьютерных систем к подобным угрозам. В условиях постоянно меняющегося киберландшафта, обозначение ключевых аспектов ВПО и выявление наиболее эффективных методов защиты являются важнейшими аспектами научного изучения в данной области.

Вредоносное программное обеспечение (ВПО) представляет собой многогранное понятие, охватывающее разнообразные классы программ, разработанных с целью причинения вреда компьютерным системам и данным пользователей. Систематическое классифицирование ВПО основано на его функциональных характеристиках и методах действия.

Вирусное ВПО является одним из наиболее распространенных

и вредоносных классов программ. Вирусы прикрепляются к исполняемым файлам или программам, инфицируя их. Как результат, при запуске инфицированных программ вирус активируется, распространяя свой код

и выполняя деструктивные или кражеориентированные действия. Важной особенностью вирусов является их способность к самовоспроизводству путем внедрения в другие файлы, что существенно способствует распространению.

Черви представляют собой автономные программы, способные распространяться без необходимости прикрепления к другим файлам. Черви используют сетевые каналы для своего распространения, инфицируя уязвимые узлы в сети. Основной целью червей часто является оказание негативного воздействия на сетевую инфраструктуру, включая перегрузку сетевого трафика, разрушение данных.

Трояны представляют собой программы, маскированные под полезное ПО, которые в действительности скрывают в себе вредоносный функционал. Они могут быть разнообразными — от программ-шпионов, собирающих личные данные, до программ, обеспечивающих удаленное управление системой злоумышленниками.

Спайвары и адвары представляют собой классы программ, сосредотачивающихся на сборе личных данных пользователя и выводе рекламы соответственно. Спайвар (программный шпион) регистрирует веб-серфинг, пароли, и другую частную информацию, подвергая пользователей риску утечки данных. Адвар (программа с навязчивыми объявлениями) выводит рекламные материалы и перенаправляет пользователя на сайты, приносящие доход злоумышленникам.

С учетом разнообразия типов ВПО и их специфических характеристик, стратегии защиты и противодействия должны быть спроектированы исходя из конкретных особенностей каждого вида.

Распространение вредоносного программного обеспечения является сложным и многоаспектным процессом, требующим креативных и хитрых подходов со стороны злоумышленников. Современные методы распространения ВПО охватывают как технические, так и психологические аспекты.

Социальная инженерия представляет собой метод, основанный на манипуляции психологическим состоянием пользователей с целью получения доступа к системам или установке ВПО. Злоумышленники могут использовать обман, убеждение и создание ложных ситуаций, чтобы убедить пользователей раскрыть конфиденциальные данные или установить вредоносное ПО. Этот метод, хотя и не технический, является эффективным способом внедрения.

Электронная почта и мгновенные сообщения часто используются злоумышленниками для отправки вредоносных вложений или ссылок. Пользователи, которые не подозревают об угрозе, могут случайно открывать вредоносные файлы или переходить по ссылкам, что приводит

к инфицированию системы. Злоумышленники также могут подделывать источники и создавать впечатление легитимности.

Злоумышленники активно ищут и используют уязвимости в программном обеспечении, чтобы распространить ВПО. Они создают эксплойты — коды, которые используют уязвимости для нежелательных действий. Не обновленное программное обеспечение остается уязвимым для атак через эксплойты, подчеркивая важность регулярных обновлений.

С учетом вышеуказанных методов распространения ВПО, необходимо применять комплексные стратегии защиты, которые включают в себя обучение пользователей, использование брандмауэров, систем обнаружения вторжений, установку обновлений программного обеспечения [1]. Эффективное противодействие ВПО требует понимания современных методов атак адаптивных подходов к защите.

В борьбе с растущей угрозой вредоносного программного обеспечения, разработка и применение эффективных антивирусных мер являются неотъемлемой частью обеспечения кибербезопасности [2].

Антивирусное программное обеспечение играет важную роль в обнаружении и нейтрализации ВПО. Эти программы основываются на базах данных, содержащих сигнатуры известных вредоносных программ [3]. Когда антивирус обнаруживает совпадение с сигнатурой, он предпринимает меры для удаления или карантина вредоносного файла.

Брандмауэры — это программы, контролирурующие сетевой трафик и фильтрующие нежелательные соединения. Они могут предотвращать входящие и исходящие соединения с подозрительных источников.

Интра-системные инструменты, такие как программы обнаружения вторжений, могут обнаруживать аномальное поведение внутри системы и уведомлять о возможных атаках.

Постоянное обновление программного обеспечения является существенным аспектом предотвращения атак ВПО. Программные обновления и патчи (программы-«заплатки» для автоматического исправления недостатков или внесения нужных дополнений в исходное ПО) исправляют уязвимости, которые могут быть использованы злоумышленниками для внедрения ВПО. Важно регулярно проверять наличие обновлений и вовремя их устанавливать.

В последнее время все шире используются новые способы борьбы с ВПО с использованием искусственного интеллекта [4] и облачных технологий [5]

В конечном итоге, эффективная защита от вредоносного программного обеспечения требует комплексного подхода, который включает в себя использование антивирусного (в том числе «облачного») ПО, брандмауэров, интра-системных инструментов и обновлений. Целенаправленное информирование пользователей о возможных угрозах и практиках кибербезопасности также имеют важное значение в обеспечении безопасности компьютерных систем.

Резюмируя, можно отметить, что в современном цифровом мире, нашедшем отражение во всех сферах деятельности, угрозы вредоносного программного обеспечения (ВПО) приобрели критическое значение для кибербезопасности.

Среди разнообразных типов ВПО можно выделить основные классы:

- вирусы; - черви; - трояны; - спайвары; - адвары.
- Основными способами распространения вредоносного ПО являются:
- ссылки в электронной почте или в системах передачи мгновенных сообщений;
- сайты, замаскированные под легитимные;
- эксплойты;
- психологические манипуляции с использованием социальной инженерии.

Ключевыми методами противодействия угрозам ВПО можно считать:

- интеллектуальные и облачные антивирусные программы; - брандмауэры; - интра-системные инструменты; - патчи; - регулярные обновления ПО; - обучение пользователей.

Борьба с вредоносным программным обеспечением является непрерывным вызовом, требующим постоянной внимательности и обновления знаний. Все компоненты кибербезопасности — образование пользователей, технические инструменты и стратегии защиты — совместно участвуют в обеспечении безопасности компьютерных систем в динамичной и угрожающей киберсреде.

1. Завгородний В. И. Комплексная защита информации в компьютерных системах. — Москва «Логос», 2001. — 264с.
2. Лысенко, А. В. Анализ методов обнаружения вредоносных программ / А. В. Лысенко, И. С. Кожевникова, Е. В. Ананьин, А. В. Никишова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 21 (125). — С. 758-761.
3. Харченко С.С., Давыдова Е.М., Тимченко С.В., Сигнатурный анализ программного кода // Ползуновский вестник №3/2, 2012. С. 60-64.
4. Гудков М.А. Применение методов искусственного интеллекта в задачах обеспечения информационной безопасности / М.А. Гудков, О.С. Лаута, Д.А. Иванов, Д.В. Соловьев, С.Х. Киреев - Санкт-Петербург, Военная академия связи им. С.М. Будённого, 2017. - С.162-166.
5. URL:<https://www.osp.ru/winitpro/2013/06/13036028> (Дата обращения: 26.07.2023)

РАЗДЕЛ XX. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Будков А.С.

Топливо-энергетический потенциал Чукотского АО: оценка, проблемы и перспективы

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва
(Россия, Саранск)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-182

Аннотация

Чукотский АО обладает заметным топливо-энергетическим потенциалом. Его освоение – один из приоритетов стратегии развития округа до 2030 г. Оно ограничено суровыми природными условиями, малой степенью геологоразведки и освоенности, транспортной изолированностью и неразвитой сетью, нехваткой трудовых ресурсов и внутренних потребителей, малым спросом у импортеров, недофинансированием и экономическим кризисом. Необходимы российско-китайские инвестиции. Наиболее перспективны для разработки (составлена картосхема) каменный уголь Беринговского бассейна, бурый уголь Анадыря, газ Зап.-Озерновского месторождения, энергопотенциал ветряной (крупные населенные пункты), геотермальный (Чукотский п-ов).

Ключевые слова: Чукотский АО, топливо-энергетический потенциал, запасы, оценка, добыча, проблемы, перспективы, нефть, газ, уголь, уран, ветряная энергия, геотермальная энергия, приливная энергия, гидроэнергия.

Abstract

Chukotka Autonomous Okrug has a significant fuel and energy potential. Its progress is one of the priorities of the Okrug's development strategy until 2030. It is limited by harsh natural conditions, a low degree of geological exploration and development of the territory, isolated and underdeveloped transport network, a lack of labor resources and domestic consumers, low demand from importers, underfunding and the economic crisis. Russian-Chinese investments are needed. The most promising for the development (mapped) coal of the Bering basin, brown coal of Anadyr, gas of the West Ozernovsky, energy potential of wind (large settlements) and hot springs (Chukchi Peninsula).

Keywords: Chukotka Autonomous Okrug, fuel and energy potential, reserves, assessment, production, problems, prospects, oil, gas, coal, uranium, wind energy, geothermal energy, tidal energy, hydropower.

Введение. Чукотский АО, прежде всего, известен металлами: золотом, оловом, медью, вольфрамом, серебром, хромом, ртутью [6]. Но не меньшее богатство – практически не освоенные топливо-энергетические ресурсы. Освоение топливо-энергетической базы региона – один из драйверов Стратегии социально-экономического развития Чукотского АО до 2030 г. [13]

Объект, предмет, источники и методика исследования. Объект – Чукотский АО. Предмет – потенциал и база топливных и энергетических ресурсов региона по важнейшим месторождениям и объектам, их оценка, проблемы и перспективы развития. Источники – общие по топливо-энергетическому потенциалу [2, 3, 7, 9, 16] и отдельные по типам ресурсов [1, 4, 5, 8, 10-15, 17] статистические данные и оценки [1, 2, 4, 5, 8, 10, 11, 14-17], проблемы и перспективы [2, 4, 5, 8, 10, 11, 14, 16, 20] на Чукотке [4, 7, 9, 10-14, 16, 17], Дальнем Востоке [8, 20], Крайнем Севере РФ [1, 2, 5, 15] и в мире [3, 5]; общетеоретическая информация по терминологии [3], статистические данные по демографии [18], картографическая основа [6, 19]. Методика – анализ и синтез различных статистических, картографических, нормативных

источников по тематике, анализ и картографирование проблем и перспектив развития различных месторождений и проявлений региона (рис. 1).

Географическая характеристика. Площадь Чукотского АО – 721,5 тыс. км² (7-е место; 4,2% РФ). Население мало – 47,8 тыс. чел. (88-е место; 0,03% РФ) – и относительно стабильно. На территории округа: город окружного значения Анадырь (13 тыс. жит.), районы Анадырский (пгт Угольные Копи), Билибинский (г. Билибино – 5,4 тыс. жит.), Иульгинский (пгт Эгвекинот), Провиденский (пгт Провидения), Чаунский (г. Певек – 4,2 тыс. жит.), Чукотский (с. Лаврентия). Чукотский АО – наименее заселенный субъект РФ (0,07 чел/км²): население концентрируется на побережье Анадырского залива (Анадырская агломерация), Берингова пролива (Провидения - Лаврентия), Чаунской губы (Певек), на Анадырской низменности, в районе Билибино; в горах населения практически нет; на о. Врангеля – отсутствует. Выделяются Чаун-Билибинская зона (Билибино, Певек и пр.) – добыча цветных металлов; и Анадырская зона (Анадырь, Угольные Копи, Эгвекинот, Беринговский) – добыча топливных ресурсов и пр. Железные дороги отсутствуют. Связь с остальной Россией лишь малыми морскими портами Беринговского (Анадырский р-н), Анадыря, Провидения, Певека, Эгвекинота и аэропортами Анадыря и Певека. Постоянной автодорожной сети нет, кроме участка Анадырь – Угольные Копи, разорванного ледово-паромной переправой через Анадырский лиман, и асфальтированных улиц городов. Преобладают зимники: самый важный: Эгвекинот – Певек с веткой на Билибино. Строится федеральная грунтовая дорога Магадан – Омолон – Анадырь, которая свяжет округ с остальной территорией РФ и районы округа между собой [6, 7, 18]

Округ выходит к Восточно-Сибирскому морю с Чаунским заливом на СЗ; Чукотскому морю на СВ; Берингову проливу на В; Берингову море с Анадырским заливом на ЮВ. Округ: мезозойские нагорья – Анадырское на СЗ, Чукотское с Чукотским п-овом на СВ, Корякское на Ю; с прибрежными низменностями – Анадырской, Чаунской и пр. К северу за проливом Лонга остров Врангеля. Климат на юге субарктический, на севере – арктический; на побережье более мягкий, но ветреный. На юге округа – лесотундра, в основной части – тундра, на северном побережье и на о. Врангеля – арктическая пустыня. Мерзлота повсеместно сплошная [6].

Современное состояние ТЭК округа. Выработка электроэнергии (рис. 1) в округе осуществляется на тепловых, атомных и ветровых электростанциях: 2 ТЭЦ Анадыря (общая мощность 68 МВт), Эгвекинотской ГРЭС и Чаунской ТЭЦ в Певеке (по 30 МВт), есть малые дизель-электростанции – суммарные теплоэнергетические мощности 245 МВт (0,15% от РФ); ПАТЭС Академик Ломоносов в Певеке (70 МВт, открыта в 2020 г.) и Билибинская АЭС (36 МВт) – суммарная мощность 106 МВт (0,29% от РФ); Анадырская ВЭС (2,5 МВт; 0,12% от РФ). Суммарные энергетические мощности округа – 354 МВт (0,14% от РФ). Округ не связан ЛЭП ни с Единой энергосистемой, ни внутри себя. Существуют две 110 кВ линии: Певек – Билибино – Черский (Саха), Иульгин – Эгвекинот – Валунистое (Анадырский р-н) [2, 9, 13].



Рисунок 1. Топливо-энергетический комплекс Чукотского АО на 2023 г. на основе [19]

Добывается каменный уголь на участке Фандюшкинское поле (567 тыс. тонн в 2018 г.; 0,16% от РФ) Верхне-Алькатваамского месторождения для экспорта в страны АТР и внутренних нужд; бурый уголь – на шахтах Угольная и Нагорная (суммарно 220 тыс. тонн в 2015 г.; 0,3% от РФ) Анадырского месторождения для Эгвекинотской ГРЭС и Анадырской ТЭЦ; природный газ – на Западно-Озерном месторождении (38 млн м³ в 2018 г.; 0,005% от РФ) для Анадырской ТЭЦ. ТЭК дает до 12-13% ВРП округа [11, 13, 15].

Топливо-энергетический потенциал – совокупность разведанных и прогнозных запасов энергетических ресурсов ископаемых и возобновляемых. К топливным ресурсам Чукотки относятся торф, бурый и каменный уголь, нефть, газ (теплоэнергетика). Для нужд атомной энергетики необходим уран. К возобновляемым ресурсам относятся гидроэнергетические, геотермальные, приливные, ветровые, солнечные.

Прогнозные запасы топливных ресурсов в Чукотском АО: до 600 млн тонн бурого угля; >3,3 млрд тонн каменного угля; 6,5 млн тонн нефти; 4,4 млрд м³ природного газа.

Запасы торфа в округе не разведаны, хотя, вероятно, его много на Анадырской низменности. Основные запасы каменного угля (рис. 2) сосредоточены у пос. Беринговский (Анадырский р-н) в одноименном бассейне: месторождения старое Бухта Угольная (915 млн тонн) и новые – Верхне-Алькатваамское (870 млн тонн), Амаамское (300 млн тонн). Дальнее (1200 млн тонн) и Долгожданное (90 млн тонн) расположены вне Беринговского бассейна вдали от населенных пунктов, хотя вблизи них должна пройти трасса Магадан – Анадырь. Среди буроугольных месторождений наиболее перспективно староосвоенное крупное Анадырское (402 млн тонн) месторождение. Марковское (113 млн тонн) у д. Марково и Эльденырское (86 млн тонн) месторождения – в менее доступных районах долины р. Анадырь. Верхне-Телекайское (2,8 млн тонн), Угловое (2,2 млн тонн), Верхне-Эчинское (1,5 млн тонн) месторождения нефти, хотя и расположены между г. Анадырем и пос. Беринговским, но запасы невелики. Западно-Озерное (4,4 млрд м³) месторождение газа расположено рядом, достаточно крупное и активно разрабатывается. Шельф Чукотского АО богат нефтью и газом: более перспективные – Анадырская (1,1 млрд тонн н.э.) и Хатырская (1,0 млрд тонн н.э.); менее – у о. Врангеля Северо-Чукотская (3,8 млрд тонн н.э.) и Южно-Чукотская (1,7 млрд тонн н.э.). Есть проявления урана: Чайка в Чукотском р-не и Чаатамье в Провиденском р-не, но оценка запасов не проводилась [1, 3, 5, 8, 12, 14, 16].

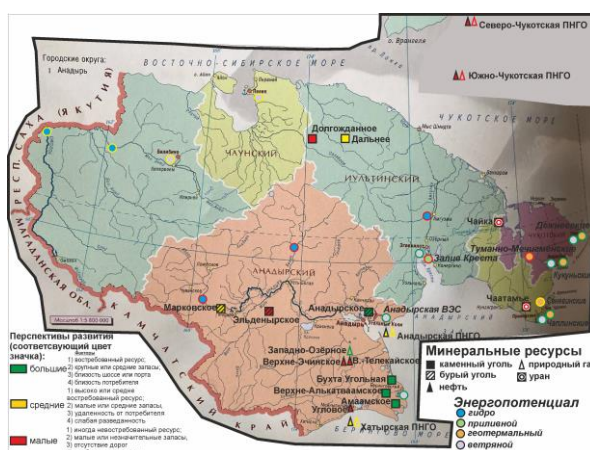


Рисунок 2. Топливо-энергетический ресурсный потенциал Чукотского АО. На основе [1; 6; 8; 17; 12]

Валовый гидроэнергетический потенциал Чукотки – 8,6 ГВт (2,4% от РФ). Его лучше реализовать на р. Мал. Анюй в районе Билибино и на р. Омолон (энергия для пос. Черский, Саха). Потенциал р. Анадырь выше д. Марково, р. Амгуэма у д. Амгуэма, р. Белая в среднем течении менее востребован. Для строительства ПЭС наиболее привлекателен п. Эгвекинот на берегу зал. Креста (приливы 3 м). На Чукотском п-ове расположены горячие источники. Наибольший геотермальный потенциал у источников Чаплинских (67-88°) и Сенявинских (78-79°) у п. Провидения, Кукуньских (52-60°) у п. Лаврентия и Лорино, Туманно-Мечигменских (55-90°),

Дежневских (52-69°) у п. Уэлен. Расчетные ветровые энергоресурсы округа достигают более 1,0 трлн. кВт*ч/год и отличаются стабильностью (среднегодовые скорости ветра от 3 м/с в центре до 7-9 м/с на побережье). ВЭС стоит строить в Анадыре, Лаврентия, Лорине, Уэлене, Провидения, Эгвекиноте, Беринговском, в меньшей степени Билибино и Певеке для нужд добывающей промышленности, населения и транспорта. Технический потенциал солнечной энергии Чукотского АО – 8,8 млн. кВт*ч/год, но полная окупаемость СЭС здесь около 29 лет, что делает их постройку нерентабельной [4, 10, 17].

Общие проблемы реализации топливно-энергетического потенциала Чукотского АО следующие: 1) суровые природно-климатические условия с мерзлотой, коротким летом и штормовыми ветрами, что особенно нужно учитывать при эксплуатации ГЭС, ПЭС, ВЭС; 2) крайне малое количество населения и трудовых ресурсов, слабая промышленность – отсутствие внутреннего потребителя; 3) почти полное отсутствие автодорожной сети и слабая сеть ЛЭП, что затрудняет разработку месторождений, транспортировку добытых ресурсов, электроснабжение; 4) отсутствие ж/д и автосообщения с остальной территорией РФ, замерзающие порты, удаленность от остальной страны и от других государств существенно снижают экспортные возможности; 5) малый внешний спрос на местные топливные (выгоднее нефть и газ Сахалина, уголь Кузбасса и Нерюнгри) ресурсы; 6) отсутствие или низкий уровень геологоразведки; 7) нехватка инвестиций в добывающей промышленности и транспорте [20].

Перспективы. Если трасса Магадан-Анадырь будет достроена, то она станет мощным драйвером развития Чукотки: свяжет с остальной страной, объединит “топливный восток” округа с “металлургическим западом”. Ее наличие позволит освоить крупнейшее Дальнее месторождение угля. Угольная отрасль в Беринговском (особенно, участок Фандюшкинское поле и Амаамское месторождение) бассейне и на Анадырском месторождении продолжит развиваться. Перспективы добычи нефти и газа на шельфе сильно ограничены природными условиями, неосвоенностью, малой востребованностью, но на суше – продолжится эксплуатация Западно-Озёрного газового месторождения. Уран Чукотского п-ова мог бы стать источником топлива для местных АЭС, но требуются большие инвестиции в разведку, разработку и транспорт.

Освоение гидроэнергетического потенциала лимитировано крайне низкой потребностью в энергии, хотя постройка плавильных заводов на западе округа создало бы потребителей для ГЭС. Более перспективно развитие альтернативной энергетики (дешевизна постройки и малая мощность): ГеоТЭС на побережье Чукотского п-ова для снабжения светом и теплом населенных пунктов; ВЭС вблизи крупных н.п. для нужд населения. Эгвекинотская ПЭС вряд ли будет построена, в силу дороговизны и экспериментальности технологии, малой востребованности. Мировой экономический кризис (с 2008 г.) и ухудшение отношений с недружественными странами (с 2022 г.), в т.ч. с США, Японией, Юж. Кореей, ограничивает поток инвестиций. Только значительный приток российских и китайских вложений в инфраструктуру, геологоразведку, добычу и амортизацию позволит экономике Чукотского АО активно развиваться, иначе она будет стагнировать [6].

Выводы. Географическое положение Чукотского АО крайне неблагоприятно. Суровые климатические условия, отсутствие сухопутной связи с основной территорией РФ и внутри региона, полное отсутствие обрабатывающей промышленности, экономическая стагнация и малое количество инвестиций, нехватка трудовых ресурсов и внутренних потребителей и относительно низкая конкурентоспособность ТЭК Чукотки заметно замедляет реализацию топливно-энергетического потенциала Чукотского АО.

По результатам сопоставления факторов (рис. 1) наибольшим потенциалом развития обладают месторождения Беринговского каменноугольного бассейна, Анадырское – бурого угля, Западно-Озёрное – газа, а также ветряная (Анадырь, Беринговский, Эгвекинот, Лаврентия, Провидения, Уэлен) и геотермальная (Чаплинские, Кукуньские, Дежневские источники) энергетика. При вводе дороги Магадан-Анадырь весьма перспективной станет разработка Дальнего месторождения каменного угля. Среди отраслей наиболее перспективными выглядят угле- и газодобыча, ветряная и геотермальная энергетика; относительно перспективными –

добыча нефти и газа на шельфе, урана, приливная энергетика; малоперспективными – добыча нефти на суше, гидроэнергетика.

1. Вялов, В. И. и др. Коксующиеся угли Арктической зоны России // Георесурсы. 2019. Т. 21. № 3. С. 107-124.
2. Гальцева, Н. В., Шарыпова, О. А. Минерально-сырьевой комплекс Крайнего Северо-Востока России: перспективы и условия развития // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2020. № 4-5. С. 64-68.
3. Головин, А. А., Харланова, В. Н. Топливо-энергетический потенциал мирового хозяйства // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 1. С. 59-64.
4. Зубова, Н. В., Шевченко, В. А. Оценка потенциала солнечной энергии Чукотского автономного округа // АгроЭкоИнженерия. 2018. № 2 (95). С. 57-66.
5. Изотов, Д. А., Суслов, Д. В. Пока только намерения: первые итоги реализации программы сотрудничества между восточными регионами России и Северо-Востоком КНР (2009–2018 гг.) // Всероссийский экономический журнал ЭКО. 2011. С. 160-178
6. Коробцов, С. А. Атлас России. Иллюстрированная картографическая энциклопедия. М.: МИИГАИК, 2012. 368 с.
7. Кулик, Н. И. Особенности развития рынка труда в зонах опережающего экономического развития Чукотского АО // Мир науки, культуры, образования. 2012. № 6 (37). С. 92-95.
8. Маргулис, Л. С. Нефтегазовый потенциал российского Дальнего Востока и перспективы его освоения // Геология нефти и газа. 2010. № 2. С. 11-18.
9. Обзор добывающей промышленности Чукотки // Глобус. Геология и бизнес URL: <https://www.vnedra.ru/glavnaya-tema/chukotka-novye-gorizonty-8925/?ysclid=1l6vitphv41659360> (дата обращения 09.08.2023).
10. Панин, С. В., Прохоров, В. Н., Смирнова, О. О. Малая возобновляемая энергетика - решение больших проблем. На примере Чукотского автономного округа // Современные инновации. 2016. № 12(14). С. 47-53.
11. Плакиткина, Л. С. Анализ и перспективы развития добычи угля в период до 2035 г. в Чукотском автономном округе // Горная Промышленность. 2016. №5 (129). С. 27-33
12. Поиск участков // IT-платформа для недропользователей и геологоразведочных компаний URL: <https://www.nedraexpert.ru/search> (дата обращения 10.08.2023).
13. Проект Стратегии социально-экономического развития Чукотского автономного округа до 2030 года // Минэкономразвития РФ URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/1e4130b326d6f47387c67b5a78f47348/20190323chao.pdf?ysclid=1l6utjfeh429806574> (дата обращения 08.08.2023).
14. Соколов, А. Д., Такайшвили, Л. Н. Угольная промышленность Чукотского АО: существующее состояние и возможности развития // Вестник ИрГТУ. 2010. №2 (42). С. 120-126.
15. Таразанов, И. Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2018 года // Уголь. 2019. № 3. С. 64-79.
16. Тарасова, О. В., Соколова, А. А. Перспективы комплексного освоения Чукотского АО // Мир экономики и управления. 2018. Т. 18. № 2. С. 69-85.
17. Чешко, А. Л. и др. Первые данные об изотопном составе водорода и кислорода в термоминеральных водах Восточной Чукотки // Доклады Академии Наук. 2004. Т. 395. № 5. С. 676-680.
18. Численность населения Чукотского АО на 1 января 2023 г. // Федеральная служба государственной статистики по Камчатскому краю URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/chisl_MO_Site_01-01-2023.xlsx (дата обращения: 08.08.2023).
19. Энергия в Арктике: пример Чукотки // Портал о развитии Арктики URL: <https://goarctic.ru/news/energiya-v-arktike-primer-chukotki/> (дата обращения: 09.08.2023).
20. Юрченко, Н. Ю., Кулов, О. В. Проблемы и перспективы формирования и развития топливно-энергетического комплекса Дальневосточного федерального округа. Инновации и инвестиции. 2020. № 5. С. 308-313

РАЗДЕЛ XXI. ФИЗИКА

Кошман В.С.

Закон сохранения и превращения энергии в гидравлике и космологии

Пермский государственный аграрно – технологический университет

(Россия, Пермь)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-183

Аннотация

В статье на примерах из гидравлики и космологии рассмотрены особенности приложения закона сохранения и превращения энергии к решению физических задач. Показано, что физические модели природных явлений повышают наглядность получаемых результатов и обладают практической ценностью. Рассмотрены в единой связи первое и второе начала термодинамики и решения А. Зоммерфельда, Э. Ферми и Г.А. Гамова для чернотельного реликтового излучения. Рекомендована модель Вселенной, которая расширяется в окружающую ее среду с охлаждением.

Ключевые слова: реликтовое излучение, модель Вселенной, законы физики, метод термодинамики, планковские величины.

Abstract

In the article, using examples from hydraulics and cosmology, the features of applying the law of conservation and transformation of energy to solving physical problems are considered. It is shown that physical models of natural phenomena increase the visibility of the results obtained and have practical value. The first and second laws of thermodynamics and the solutions of A. Sommerfeld, E. Fermi and G.A. Gamow for black-body relic radiation. A model of the Universe is recommended, which expands into its environment with cooling.

Keywords: relic radiation, model of the Universe, laws of physics, method of thermodynamics, Planck values.

Гидравлика (вода + труба) изучает физические особенности равновесия и движения жидкостей, а космологию (космос + логос, от др. - греч. λόγος— слово, мысль) интересуют свойства и эволюция Вселенной в целом. Ниже приведены результаты приложения закона сохранения и превращения энергии к решению задач гидравлики и космологии. Тем самым, принято во внимание, что энергия не возникает из ничего и не исчезает, а переходит из одного вида в другой.

Д. Бернулли первым взглянул на потоки жидкости (капельная жидкость, несжимаемый газ) с позиции закона сохранения и превращения энергии. На первых порах речь шла об идеальной (абсолютно несжимаемая, невязкая) жидкости. Со временем уравнение Бернулли было улучшено – приближено к искомому точному уравнению - путем учета вязкости. С тех пор гидравлика прочно опирается на опыт, эксперимент. Изучаются гидравлический удар, кавитация, влияние на падение давления конфигураций русла, изменчивости естественной шероховатости омываемых поверхностей, материала труб.

Параллельно с развитием идеи Бернулли шла разработка теоретической гидродинамики, которая своим появлением обязана Л. Эйлеру. Эйлер первым дал ясное определение понятия давления жидкости и, исходя из этого, вывел уравнения движения жидкости. Теоретическая гидродинамика, приписывая жидкости определенные механические свойства, пыталась чисто аналитическим путем перейти от поведения элемента жидкости к поведению всей массы жидкости. Слабые стороны теоретической гидродинамики [4]:

- теория не могла ни только решить, но даже подойти к решению всё новых и новых задач, которые ставились стремительно развивающейся техникой;

- теоретическая гидродинамика отвечала, что падение давления в трубах, а также сопротивление движению тел в жидкостях по теории равны нулю. Для инженеров она не могла иметь большого значения, так как, с одной стороны, для ее понимания требовалось углубленное знание математики, а с другой стороны, имела ограничение по применению на практике. Теория, которая развивалась в указанном Эйлерам направлении, охватывала идеальную жидкость, чем и объясняются ее недостатки. О. Титъенс подчеркивает [там же, с. 11], что теоретическая «гидродинамика исходила из упрощенных законов природы, гидравлика же – из явлений природы... В классической гидродинамике единственным правилом было логическое построение, и поэтому от нее ускользало все, что не могло быть выведено из исходных уравнений путем математического анализа».

Ниже рассмотрим движение Вселенной через призму теоретически предсказанного Г.А. Гамовым, а затем случайно открытого реликтового излучения. Его спектр излучения абсолютно черного тела достаточно хорошо изучен в земных лабораториях. Последовательно затронем результаты решения А. Зоммерфельда [3] по изучению феномена излучения абсолютно черного тела, Э. Ферми [5] для расширяющегося с охлаждением идеального газа и Г.А. Гамова [7] об адиабатном расширении газа реликтовых фотонов по окончанию эпохи ядерных реакций. В термодинамике адиабатным называется процесс, протекающий без теплообмена между изучаемой системой и окружающей ее средой. При поиске ответа на вопрос о том, что является источником энергии реликтового излучения, обратимся и к закону сохранения и превращения энергии.

А. Зоммерфельд анализирует результаты исследования Л. Больцмана, который в мысленном эксперименте помещает черное излучение (газ фотонов) под поршень в цилиндр. Энтропия S газа фотонов, его внутренняя энергия U , объем V , давление p и температура T связаны уравнением

$$dS = \frac{dU + pdV}{T} \quad (1)$$

Каждому состоянию газа фотонов соответствует вполне определенное числовое значение S , аналогично тому, как это имеет место для внутренней энергии U . Значение S нельзя измерить как, скажем, давление p и температуру T . Внутренняя энергия U также не поддается непосредственному измерению, но и S , и U можно вычислить. Больцман вводит в рассмотрение объемную плотность энергии фотонного излучения $u = U/V$ и учитывает работу на перемещение поршня $pdV = (u(T))/3 dV$. В результате для газа фотонов [3, с. 178]:

- объемная плотность энергии (закон излучения абсолютно черного тела Стефана – Больцмана)

$$u = \frac{U}{V} = aT^4, \quad (2)$$

- энтропия

$$S = \frac{4}{3} aT^3 V, \quad (3)$$

- уравнение изоэнтропы

$$T^3 V = const,$$

из которого следует, что при адиабатном повышении объема V , заполненного газом фотонов, его температура T понижается.

В законе Стефана – Больцмана (2) и в уравнении для энтропии фотонного излучения (3) множитель a есть постоянная излучения, равная $a = \frac{8\pi^5 k_B^4}{15c^3 h^3}$ [2], где k_B постоянная Больцмана, c – скорость распространения света в вакууме, h – постоянная Планка.

Зоммерфельд дополняет [3, с. 27] определение идеального газа «калорическим условием»: полная энергия идеального газа U – и объемная плотность энергии $u = \frac{U}{V}$ в (2) – есть функция только температуры T . При данной температуре в газе фотонов U не зависит ни от объема V , ни от давления p газа.

Естественно ожидать, что в эпоху термоядерных реакций окружающая среда высвобождает энергию, а нарастающая в объеме Вселенная при наборе своей массы ее воспринимает. При трансформации энергии ее рассеяние не наблюдается, но возрастает внутренняя энергия фотонного газа, и газ совершает работу при расширении в окружающую среду. В применении к идеальному газу фотонов закон сохранения и превращения энергии (первое начало термодинамики) для бесконечно малых процессов принимает форму $C_V dT + p dV = dE$, где теплоемкость C_V – в Дж/К, температура T – в К, объем V – в м³, давление p – в Па, энергия E – в Дж.

На момент завершения ядерных реакций приток энергии извне прекращается, и уравнение энергии принимает вид

$$C_V dT + p dV = 0. (5)$$

Это отвечает второму началу термодинамики (1) при $T dS = 0$. Физически постоянство энтропии ($S = const$) объясняется тем, что «производство» реликтовых фотонов в ранней «горячей» Вселенной завершено. «След фотонов» с достаточной для наших целей точностью заметен в уравнении Стефана – Больцмана (2), если в согласии с [1, с. 81] принять $u = \frac{U}{V} = U^{(1)} n = k_B T \frac{N}{V}$, где $U^{(1)}$ – энергия единичного фотона, n – их объемная плотность, N – количество фотонов, V – объем. Решение уравнения (5) дал Э. Ферми [5, с. 28].

Ферми принимает во внимание уравнение состояния идеального газа

$$pV = R_T T, (6)$$

где R_T – газовая постоянная. Это позволяет исключить p из (5), что дает $C_V dT + \frac{R_T T}{V} dV = 0$ и $\frac{dT}{T} + \frac{R_T}{C_V} \frac{dV}{V} = 0$, где $\frac{R_T}{C_V} = \frac{C_p - C_V}{C_V} = \gamma - 1$, где γ – показатель адиабаты. Интегрирование дает $\ln T + (\gamma - 1) \ln V = const$. Потенцируя, имеем уравнение адиабаты изучаемого газа [5, с. 29]:

$$TV^{\gamma-1} = const. (7)$$

Для идеального газа отношение теплоемкостей $\frac{C_p}{C_V} = \gamma = 4/3$ [3, с. 178].

Гамов рассматривает реликтовое излучение как естественный продукт ядерных реакций, протекающих в ранней Вселенной. Со временем ядерные реакции прекращаются, но реликтовое излучение не исчезает, охлаждается и сохраняется в мире вплоть до нашей эпохи. А.Д. Чернин при анализе работы на тему «Расширяющаяся Вселенная и образование галактик» (Гамов, 1953 г.), в частности, отмечает [6, с. 892]: «При адиабатном расширении температура излучения падает по закону

$$T \propto R^{-1}, (8)$$

соответствующему показателю адиабаты $\gamma=4/3$ ». Под R в (8) понимается расстояние между космическими телами и радиус кривизны мира как целого. Вместе с тем, в целях иллюстрации важного вопроса расширения Вселенной в литературе обычно используется образ шара радиусом R с галактиками на его поверхности. По мере повышения радиуса шара R расстояние между галактиками увеличивается. По логическим соображениям, у истока расширения Вселенная была весьма малой, а еще раньше сжата в одну точку.

Для понимания сложной и во многом еще неясной до конца картины бурных, резко нестационарных явлений во Вселенной нужны простые формулы. Как известно, они делают изложение яснее и лаконичнее, чем пространственные словесные пояснения. Закономерности (4), (7) и (8) справедливы только в области температур ниже температуры T_0 , на которой прекращается процесс термоядерных реакций. Нетрудно видеть, что из пяти цифр в формуле

$$T_0 = \frac{N_0^{1/3} L_{pl} T_{pl}}{R_0} (9)$$

три (для T_0 , N_0 и R_0) достоверно неизвестны. Формула (9) отвечает уравнению связи $\left(\frac{T}{T_{pl}}\right)^3 = N \frac{V_{pl}}{V}$, которое следует из (2) и $u = \frac{U}{V} = U^{(1)}n = k_B T \frac{N}{V}$ с учетом роли планковских величин. При отходе от общепринятых взглядов выходим на величину константы в правой части уравнения изоэнтропы (4): $N_0 T_{pl}^3 V_{pl} \approx 10^{80} \text{K}^3 \text{м}^3$. В глубинном прошлом при охлаждении фотонного излучения от космологически огромной планковской температуры $T_{pl} = 1,42 \cdot 10^{32} \text{K}$ до пороговой $T_0 \approx 10^9 \text{K}$ [2] на момент окончания термоядерных реакций t_0 число ныне реликтовых фотонов, - как полагаем, благодаря участию и ранее окружающей Вселенную среды - достигает порядка $N_0 \approx 10^{87}$, а безразмерный планковский средний радиус $\frac{R}{L_{pl}}$ сферы Вселенной возрастает в $\frac{R_0}{L_{pl}} \approx \frac{10^{17}}{10^{-35}} = 10^{52}$ раз. В настоящее время

объемная плотность числа реликтовых фотонов

$$n_n = \frac{N_0}{V_n} = \frac{1}{V_{pl}} \left(\frac{T_n}{T_{pl}}\right)^3 = \frac{1}{\frac{4\pi}{3}(1,62 \cdot 10^{-33})^3} \left(\frac{2,73}{1,42 \cdot 10^{32}}\right)^3 = 399 \text{ фотонов/см}^3.$$

Результат расчетов, основанных на точной теории: $n_n = 410 \text{ фотонов/см}^3$ [2, с. 134].

Решения (4), (7) и (8), с одной стороны, отвечают известным законам природы и планковскому спектру реликтового излучения, а с другой, просты, равносильны, внутренне согласованы, причем каждое из них получено со своей исходной физической позиции. В связи со сказанным выше автор считает возможным рекомендовать для космологических расчетов модель Вселенной, расширяющейся в окружающую ее среду с охлаждением.

1. Вайнберг С. Первые три минуты: Современный взгляд на происхождение Вселенной / пер. с англ. М.: Энергоиздат. 1981. – 208 с.
2. Вайнберг С. Космология / пер. с англ. М.: ЛИБРОКОМ. 2013. - 608 с.
3. Зоммерфельд А. Термодинамика и статистическая физика / пер. с нем. М.: Иностранная литература. 1955. – 482 с.
4. Титъенс О. Гидро – и аэромеханика по лекциям проф. Л. Прандтль. Т. 1. Равновесие. Движение жидкостей без трения / пер. с нем. М. – Л.: ГТТИ. 1933. – 223 с.
5. Ферми Э. Термодинамика / пер. с англ. Харьков: Изд – во ХГУ. 1969. – 140 с.
6. Чернин А.Д. Как Гамов вычислил температуру реликтового излучения, или немного об искусстве теоретической физики // Успехи физических наук. 1994. Т. 264. № 8. С. 889 – 896.

Луценко Ю.Ю., Зеленецкая Е.П.

Особенности электромагнитного поля высокочастотного факельного разряда с искусственно обрезанным каналом

*Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
(Россия, Томск)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-184

Аннотация

Приведены результаты измерения осевого распределения гармоник электрического поля факельного разряда, горящего в воздухе с искусственно обрезанным каналом. Установлено влияние искусственного обрезания канала разряда на третью и четвертую гармонику электрического поля.

Ключевые слова: разряд, плазма, канал, гармоники.

Abstract

The results of measuring the axial distribution of harmonics of the electric field of a torch discharge burning in air with an artificially cut channel are presented. The effect of artificial cutoff of the discharge channel on the third and fourth harmonics of the electric field has been established.

Keywords: discharge, plasma, channel, harmonics.

При использовании высокочастотного факельного разряда в прикладных целях, возникает проблема, связанная с принудительным уменьшением длины его канала. У свободно горящего факельного разряда длина канала линейно зависит от величины вводимой в разряд мощности. При этом величина энерговыделения на единицу длины канала разряда составляет примерно 50 Вт/см. Поэтому для достаточно мощного разряда требуется слишком длинная разрядная камера. Так по данным работы [1] длина канала разряда мощностью 600 Вт составляет 12 см, а длина канала разряда мощностью 16 кВт составляет 120 см.

Для уменьшения длины разрядного канала можно использовать короткозамкнутую заземлённую катушку, навитую вокруг разрядной камеры. Короткозамкнутая катушка отражает поверхностную электромагнитную волну, поддерживающую горение разряда, и вследствие этого «обрезает» канал разряда.

Горение факельного разряда происходит за счёт [2,3] диссипации энергии поверхностной электромагнитной волны. Представляет интерес выяснить, влияние короткозамкнутой катушки на характеристики электромагнитного поля разряда.

Заметим, что затухание электромагнитной волны вдоль оси разряда возрастает [3,4] с увеличением её частоты. Поэтому при увеличении частоты электромагнитного поля вклад отражённой электромагнитной волны в суммарное электромагнитное поле разряда должен уменьшаться.

В настоящей работе проведены измерения первых четырёх гармоник радиальной компоненты напряжённости электрического поля свободно горящего факельного разряда и разряда с искусственно обрезанным каналом.

Схема экспериментальной установки приведена на рис.1. Разряд возбуждался в воздухе при атмосферном давлении, в цилиндрической кварцевой камере диаметром 27 мм. Частота электромагнитного поля составляла 38 МГц. В качестве короткозамкнутой катушки использовался заземлённый металлический цилиндр, диаметром 70 мм и высотой 35 мм, установленный соосно разрядной камере. Длина канала свободно горящего разряда составляла 40 см. При его «обрезании» заземлённым цилиндром длина канала уменьшалась до 25 см. Измерения амплитуды гармоник радиальной компоненты электрического поля проводились емкостным зондом, сигнал с которого по линии с двойной экранировкой подавался на вход спектроанализатора Shamrock-303i. Емкостной зонд представлял собой медный штырь диаметром 1 мм и длиной 5 мм.

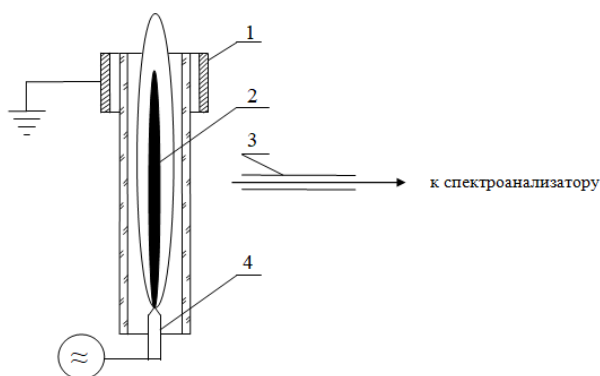


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки. 1 – короткозамкнутая катушка; 2 – канал разряда; 3 – емкостной зонд; 4 – высокочастотный электрод.

Результаты измерений осевого распределения гармоник электрического поля свободно горящего разряда представлены на рис.2. На этом рисунке по оси абсцисс отложено расстояние от электрода до точки измерения в единицах длины канала разряда, по оси ординат – относительная амплитуда высокочастотного сигнала. Как видно из рисунка, затухание первых двух гармоник электромагнитного поля вдоль канала разряда незначительно и не превышает

5...7% от начальной амплитуды. Амплитуда третьей гармоники вдоль канала разряда уменьшается в 1,6 раза, а амплитуда четвёртой гармоники – в 2,1 раза.

Заметим, что полученные результаты незначительно отличаются от результатов аналогичных измерений, ранее проведённых [5] для факельного разряда, возбуждаемого на частоте 22,8 МГц.

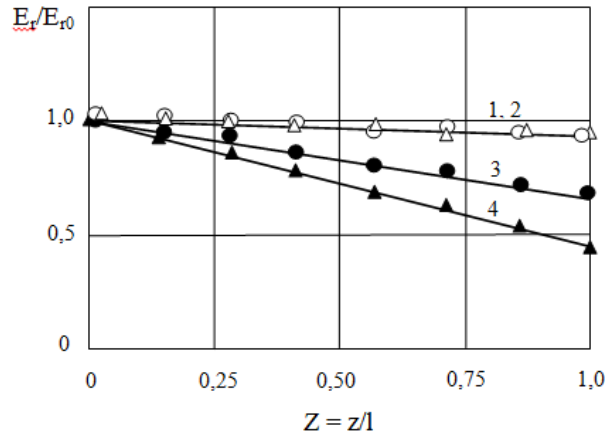


Рисунок 2. Осьевое распределение гармонических составляющих электромагнитного поля высокочастотного факельного разряда: 1 – 38 МГц; 2 – 76 МГц; 3 – 114 МГц; 4 – 152 МГц.

Для объяснения отсутствия затухания второй гармоники электромагнитного поля в этой работе было высказано предположение о параметрическом взаимодействии электромагнитного поля с собственными колебаниями плазмы на ионной плазменной частоте. Согласно работе [6] концентрация электронов в плазме факельного разряда, горящего в воздухе составляет $10^{18} \dots 10^{19} \text{ м}^{-3}$. Соответственно ионная плазменная частота будет находиться в диапазоне 40...120 МГц. Близость частоты первой и второй гармоники электромагнитного поля к ионной плазменной частоте позволяют предположить взаимодействие вышеуказанных типов колебаний.

Результаты измерений осевого распределения гармоник электрического поля разряда с искусственно обрезанным каналом представлены на рис.3. Из рисунка следует, что отражающий электромагнитную волну заземлённый цилиндр влияет только на распределение третьей и четвёртой гармоники электрического поля. Осьевое распределение первой и второй гармоники электрического поля остаётся неизменным. Четвёртая гармоника также перестаёт затухать вдоль оси разряда. Затухание третьей гармоники не меняется, однако изменяется характер её распределения вдоль оси разряда.

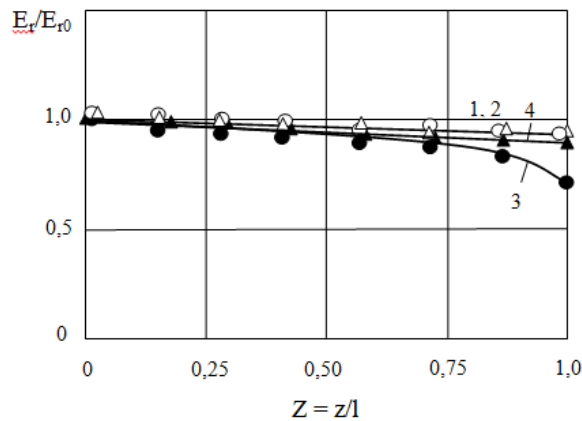


Рисунок 3. Осьевое распределение гармонических составляющих электромагнитного поля разряда с искусственно обрезанным каналом: 1 – 38 МГц; 2 – 76 МГц; 3 – 114 МГц; 4 – 152 МГц

Таким образом, результаты проведённых измерений подтверждают выводы работы [5] об отсутствии изменения коэффициента затухания электромагнитной волны в определённом диапазоне частот, вблизи основной частоты горения разряда.

1. Тихомиров И.А., Теплоухов В.Л., Дрямов В.П. и др. Гидродинамика и теплофизика плазменных потоков высокочастотного факельного разряда // Аппаратура и методы исследований плазмы ВЧ разрядов и их практическое применение. – Томск: Изд-во ТГУ. –1976, – С. 17–21.
 2. Качанов А.В., Трехов Е.С., Фетисов Е.П. Электродинамическая модель высокочастотного факельного разряда // Журнал технической физики. – 1970. – Т.15. – С.340-345.
 3. Качанов А.В., Трехов Е.С., Фетисов Е.П. Электродинамическое описание высокочастотного факельного разряда // Физика газоразрядной плазмы. – М., 1968. – Вып.1. – с. 39-47.
 4. Стрэттон Д. Теория электромагнетизма. – М.; Л.: Гостехиздат. – 1948. – 548с.
 5. Луценко Ю.Ю., Власов В.А., Тихомиров И.А. О характере затухания электромагнитного поля в плазме высокочастотного факельного разряда. // Письма в Журнал технической физики. - 2006. – т.32, №9. - с.23 – 27.
 6. Тихомиров И.А., Тихомиров В.В., Соловьёв А.А. и др. Микроволновая диагностика плазмы ВЧ разрядов // Аппаратура и методы исследований плазмы ВЧ разрядов и их практическое применение. –Томск: Изд-во ТГУ. –1976, – С. 36–45.
-

РАЗДЕЛ XXII. МАТЕМАТИКА

Пастухов Ю.Ф.¹, Пастухов Д.Ф.¹, Чернов С.В.², Волосова Н.К.³,
Волосов К.А.⁴, Волосова А.К.⁴

Критерий существования решений, количество решений, структура решений канонического неоднородного алгебраического уравнения степени n в кольце вычетов Zm с генераторами и свободным членом, взаимно простым с порядком кольца

¹Полоцкий государственный университет
(Россия, Полоцк)

²«Конструкторское бюро «Дисплей»
(Россия, Витебск)

³МГТУ им. Н.Э. Баумана

⁴МИИТ

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-185

Аннотация

В работе сформулирован критерий существования решений для канонического неоднородного уравнения степени n в кольце вычетов по модулю m , в случае существования решений по сформулированному критерию описано количество решений рассматриваемого уравнения, описана общая формула нахождения корней этого уравнения.

Ключевые слова: алгебраические структуры, полугруппы, группы, мультипликативность, мультипликативная функция, мультипликативные группа кольца, взаимная простота, функция Эйлера, обратимый элемент, обратимость, неоднородное уравнение, кольцо вычетов, алгебраические уравнения, многочлены, сравнения, канонический вид, обратный элемент, генератор, образующий элемент, порождающий элемент, первообразный корень, циклическая группа, степенные сравнения в кольце вычетов, неоднородное уравнение, критерий существования, перечисление решений.

Abstract

The paper formulates a criterion for the existence of solutions for a canonical inhomogeneous equation of degree n in the residue ring modulo m , in the case of the existence of solutions according to the formulated criterion, the number of solutions of the equation under consideration is described, the general formula for finding the roots of this equation is described.

Keywords: algebraic structures, semigroups, groups, multiplicativity, multiplicative group rings, mutual simplicity, Euler function, invertible element, reversibility, inhomogeneous equation, residue ring, algebraic equations, polynomials, comparisons, canonical form, inverse element, generator, generating element, primitive root, cyclic group, power comparisons in ring of deductions, inhomogeneous equation, criterion of existence, enumeration of solutions.

Введение в представленной работе рассмотрены условия существования решений канонического алгебраического неоднородного уравнения степени n

в кольце вычетов Zm . Известно, например, что в поле действительных чисел

$x^n = a$ имеет для нечетных n всегда ровно одно решение (это следует из монотонного возрастания параболы $y = x^n$), для четных при $a=0$ одно решение, 2 решения при $a>0$, и ни одного решения при $a<0$ из тех же соображений. В поле комплексных чисел уравнение $x^n = a$ по теореме Гаусса имеет ровно n решений. Оказывается, в кольце вычетов по модулю m Zm , решение вопроса о существовании и количество решений (а также и их

структуре) существенно отличается от рассмотренных выше случаев в полях комплексных и действительных чисел, и уже по этой причине представляет интерес.

В данной публикации обсуждается критерий существования решений, количество решений и их описание для канонического уравнения степени n в кольце Z_m $x^n = a \pmod{m}$ при условии, что в кольце Z_m существуют генераторы (генератор $g \in Z_m$ – это порождающий элемент циклической группы, то есть любой элемент мультипликативной группы кольца $h \in Z_m^*$ (состоящей из взаимно простых с m элементов кольца) есть некоторая степень g : $h = g^k$ $k = 1, \varphi(m)$ (или $0, \varphi(m) - 1$), где $\varphi(m)$ – функции Эйлера

(количество обратимых элементов от 1 до m или что то же самое – количество взаимно простых чисел с m от 1 до m) Количество элементов (известный факт) в Z_m^* равно $\varphi(m)$, а записывают это так $|Z_m^*| = \varphi(m)$.

Как известно существование генератора возможно тогда и только тогда, когда $m = 2, 4, p^k, 2p^k, k \in \mathbb{Z}, p$ – нечетное простое ($p \geq 3$) и $\text{НОД}(a, m) = 1$ (a и m взаимно просты), очевидно что и решения уравнения $x^n = a \pmod{m}$, если они существуют

тоже удовлетворяют условию $\text{НОД}(x, m) = 1$, то есть взаимно просты с порядком кольца m , а следовательно являются элементами мультипликативной группы кольца Z_m , поскольку по известному критерию обратимыми элементами являются те и только те элементы $x \in Z_m$ для которых $\text{НОД}(x, m) = 1$

Известно также, что если Z_m – кольцо с генераторами, то общее количество генераторов (первообразных корней, образующих, порождающих элементов) равно в точности $\varphi(\varphi(m))$ (двойное взятие функции φ), где $\varphi(m)$ – функции Эйлера.

$$\text{Если } m = \prod_{i=1}^l p_i^{k_i} \text{ то } \varphi(m) = \prod_{i=1}^l p_i^{k_i-1} (p_i - 1) \text{ – известный факт}$$

Теорема 1 Пусть Z_m – кольцо с генераторами и $\text{НОД}(a, m) = 1$.

Пусть g – произвольный генератор Z_m , $\alpha = \log_g a \Leftrightarrow a = g^\alpha$ (α существует, так как g – генератори $\text{НОД}(a, m) = 1$) (1)

Решение уравнения $x^n = a \pmod{m}$ (2) существует тогда, когда $\alpha = 0 \pmod{\text{НОД}(\varphi(m), n)} \Leftrightarrow \alpha$ делится без остатка (нацело) на $\text{НОД}(\varphi(m), n)$ (3)

, где $\varphi(m)$ – функции Эйлера. Условие (3) не зависит от выбора генератора.

Доказательство Так как по условию теоремы Z_m кольцо вычетов с генераторами, то для любого решения x уравнения (2) существует такое целое t , что $x = g^t$, так как $\text{НОД}(a, m) = 1$ по условию теоремы уравнение (2) и Z_m – кольцо вычетов с генераторами, то $\exists \alpha \in \mathbb{Z}: a = g^\alpha$ и (2) примет следующий вид:

$$x^n = (g^t)^n = g^{tn} = a = g^\alpha \Leftrightarrow g^{tn} = g^\alpha$$

Так как порядок мультипликативной группы кольца Z_m $|Z_m^*| = \varphi(m)$, где $\varphi(m)$ – функция Эйлера то уравнение (2) равносильно следующему линейному сравнению $tn \equiv \alpha \pmod{\varphi(m)}$ с неизвестной переменной t . Решения последнего сравнения имеют решения тогда и только тогда, когда $\alpha = 0 \pmod{\text{НОД}(\varphi(m), n)} \Leftrightarrow \alpha$ делится без остатка (нацело) на $\text{НОД}(\varphi(m), n)$

Очевидно, что если $a = 0$ или $\text{НОД}(a, m) > 1$ ($\text{НОД}(0, m) = m > 1$) при $m > 1$ то метод, приведенный в доказательстве для уравнения (2) не проходит, так как очевидно, что решениями могут быть только $x: \text{НОД}(x, m) > 1 \Rightarrow x \notin Z_m^*$, поэтому в условии теоремы 1 рассматривается неоднородное уравнение с важным условием $\text{НОД}(a, m) = 1$

Теорема 1 доказана.

Следствием теоремы 1 и известных свойств решения линейного сравнения в кольце вычетов $tn \equiv \alpha \pmod{\varphi(m)}$ являются теоремы 2, 3.

Теорема2 Пусть Zm -кольцо с генераторами и $НОД(a, m) = 1$.

Пусть g - произвольный генератор Zm , $b = \log_g a \Leftrightarrow a = g^b$ (b существует, так как g - генератори $НОД(a, m) = 1$) Если решения уравнения $x^n = a \pmod{m}$ существуют (выполнено условие (3) по **теореме1**), то их количество равно $НОД(\varphi(m), n)$ (4)

Теорема3(структура решений уравнения (2) с условиями (1)) Пусть Zm -кольцо с генераторами и $НОД(a, m) = 1$.

Пусть g - произвольный генератор Zm , $b = \log_g a \Leftrightarrow a = g^b$ (b существует, так как g - генератори $НОД(a, m) = 1$) Если решения уравнения $x^n = a \pmod{m}$ существуют (выполнено условие (3) по **теореме1**) и $x_0 = g^{t_0}$ - одно из них, то общая формула всех решений имеет вид

$$xk = g^{tk}, tk = t_0 + \frac{\varphi(m)}{НОД(\varphi(m), n)} \cdot k, k = \overline{0, НОД(\varphi(m), n) - 1}$$

образуют арифметическую прогрессию с шагом $\frac{\varphi(m)}{НОД(\varphi(m), n)}$

Пример Рассмотрим кольцо $Z9$ ($9=3*3=3^2$ -значит, генераторы существуют)

$Z9^* = \{1, 2, 4, 5, 7, 8\}$ (все взаимно простые с 9) их количество $\varphi(9 = 3^2) = (по известной формуле \varphi(p^k) = p^k - p^{k-1}) = 3^{2-1}(3-1) = 3*2 = 6$ (количество генераторов $\varphi(6) = \varphi(3^1 * 2^1) = 3^0 * 2^0 * (3-1) * (2-1) = 2$) Нетрудно видеть, что 2 и 5 - генераторы. (их степени образуют $Z9^*$, возьмем например $g = 2$ - генератор) Рассмотрим уравнение $x^{n=3} = a = 4 \pmod{m=9}$ $4 = 2^2$ ($m \Rightarrow b = 2$ По критерию существования b делится без остатка (нацело) на $НОД(\varphi(m), n)$ 2 должно делиться на $НОД(\varphi(m=9) = 6, n=3) = НОД(6, 3) = 3$ - это не так и потому уравнение $x^{n=3} = a = 4 \pmod{m=9}$ не имеет решений (легко проверить это перебором!)

А например, уравнение $x^{n=2} = a = 4 \pmod{m=9}$, напротив, имеет решения, так как $b = 2$ делится на $НОД(\varphi(m=9) = 6, n=2) = НОД(6, 2) = 2$ нацело. Количество решений равно по **теореме2** $НОД(\varphi(m=9) = 6, n=2) = НОД(6, 2) = 2$ Первое решение $x = x_0 = 2$ - очевидно, так как $2^2 = 4 \pmod{9}$ и $x_0 = g^1 = 2^1 = 2 \Rightarrow t_0 = 1$ По **теореме3** все решения

$$xk = g^{tk}, tk = t_0 + \frac{\varphi(m)}{НОД(\varphi(m), n)} \cdot k, k = \overline{0, НОД(\varphi(m), n) - 1}$$

$$xk = 2^{tk}, tk = t_0 + \frac{\varphi(m=9)=6}{НОД(\varphi(m)=6, n=2)} \cdot k, k = \overline{0, НОД(\varphi(m), n) - 1 = 0, НОД(\varphi(m)=6, n=2) - 1 = 0, 1}$$

$xk = 2^{tk}, tk = t_0 + \frac{6}{2} \cdot k = 1 + 3 * k, k = \overline{0, 1}$ Для второго решения

$$x1 = 2^{t_1}, t_1 = t_0 + \frac{6}{2} \cdot k = 1 + 3 * k = 1 + 3 * 1 = 4 \Rightarrow x1 = 2^4 \pmod{9} = 16 \pmod{9} = 7$$

Проверяем $7^2 = 4 \pmod{9}$ (решение найдено верно, других решений нет (убеждаемся в этом непосредственной подстановкой(перебором))

1. ОБОБЩЕНИЕ МЕТОДА ПЕТРОВА-ГАЛЕРКИНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ФРЕДГОЛЬМА ВТОРОГО РОДА Волосова Н. К., Волосов К. А., Волосова А. К., Карлов М. И., Пастухов Д. Ф., Пастухов Ю. Ф. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2023. № 1 (60). С. 5-14.
2. ВЫЧИСЛЕНИЕ НАИЛУЧШЕГО ПРИБЛИЖЕНИЯ В МЕТРИКЕ КВАДРАТИЧНОГО ОТКЛОНЕНИЯ СТУПЕНЧАТЫМИ ФУНКЦИЯМИ ДЛЯ ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ Т-РАСПРЕДЕЛЕНИИ. Пастухов

- Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чернов С.В.В книге: Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве. Сборник тезисов докладов II Международного форума. Санкт-Петербург, 2022. С. 28-32.
3. МАТРИЦА ГЕССЕ ПО СТАРШИМ ПРОИЗВОДНЫМ ЛОКАЛЬНОЙ ЗАПИСИ ГЛАДКОЙ ФУНКЦИИ В РАССЛОЕНИИ СКОРОСТЕЙ - ТЕНЗОР ВТОРОГО РАНГА ТИПА (0,2) Пастухов Ю.Ф., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Карлов М.И. Тенденции развития науки и образования. 2022. № 85-2. С. 28-32.
 4. НАХОЖДЕНИЕ НАИЛУЧШЕГО ПРИБЛИЖЕНИЯ В МЕТРИКЕ КВАДРАТИЧНОГО ОТКЛОНЕНИЯ СТУПЕНЧАТЫМИ ФУНКЦИЯМИ ДЛЯ ОБРАТНОЙ ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ Т-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ.Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чернов С.В.В книге: Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве. Сборник тезисов докладов II Международного форума. Санкт-Петербург, 2022. С. 33-35.
 5. РЕШЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ФРЕДГОЛЬМА МЕТОДОМ ЗАМЕНЫ ИНТЕГРАЛА КВАДРАТУРОЙ С ДВЕНАДЦАТЫМ ПОРЯДКОМ ПОГРЕШНОСТИ В МАТРИЧНОМ ВИДЕ
 6. Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Карлов М.И., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2022. № 4 (59). С. 9-17.
 7. ЭТАП КОНСТРУИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АНЕВРИЗМЫ. ТЕЧЕНИЯ В КАВЕРНЕ И ПРОТИВОРЕЧИЯ В ЗАДАЧЕ В "ЗАКРЫТОЙ" КЮВЕТЕ Волосова Н.К., Басараб М.А., Волосова А.К., Зайцев В.Ф., Волосов К.А., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф.
 8. В сборнике: НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ. Материалы 74-й научной КОНФЕРЕНЦИИ «ГЕРЦЕНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2021». Российская Академия Образования; Академия информатизации образования; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Кафедра математического анализа, Кафедра компьютерной инженерии и программной техники. Санкт-Петербург, 2021. С. 208-213.
 9. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ СВЯЗИ - ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СЛОЕВЫХ КООРДИНАТ В ПРИСОЕДИНЕННЫХ РАССЛОЕННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ СКОРОСТЕЙ КОНЕЧНОГО ПОРЯДКА
 10. Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чернов С.В., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К.
 11. Тенденции развития науки и образования. 2022. № 91-7. С. 151-154.
 12. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО И АСИНХРОННОГО ТУРБУЛЯТОРОВ В ANSYS FLUENT Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. В сборнике: Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2022). Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. Новополюцк, 2022. С. 53-60.

РАЗДЕЛ XXIII. ЭЛЕКТРОНИКА

Плахутин Д.Э.

Устройство резервного электропитания

ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет
(Россия, Ставрополь)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-186

Научный руководитель: Бондарь С.Н.

Аннотация

В условиях повышенной цифровизации, особое место занимают устройства резервного электропитания. В данной статье рассмотрен принцип функционирования одного из возможных схемных решений построения устройства резервного электропитания. Особенностью данного схемного решения является повышенные КПД и надежность при значительной простоте реализации.

Ключевые слова: резервное электропитание; датчик электропитания; полевой транзистор; транзисторный оптрон.

Abstract

In conditions of increased digitalization, backup power supply devices occupy a special place. This article discusses the principle of functioning of one of the possible circuit solutions for building a backup power supply device. A feature of this circuit solution is increased efficiency and reliability with considerable ease of implementation.

Keywords: backup power supply; power supply sensor; field-effect transistor; transistor optocoupler.

На данном историческом этапе, в силу цифровизации технологических процессов, непрерывность электропитания характеризуется повышенной важностью [1÷3]. Так как значительная часть технологических процессов, а также систем контроля нуждаются в круглосуточном электроснабжении. Перебои в электроснабжении неминуемо повлекут за собой остановку технологических процессов. Что, в свою очередь, чревато как экономическими потерями, так и опасностью возникновения техногенных катастроф.

Рассматриваемое схемное решение построения устройства резервного электропитания [1] относится к электротехнике и может быть использовано в системах электропитания потребителей, не допускающих перерывов в работе, в частности: устройств выборки и хранения [4÷7]; систем сбора данных [8];

На рисунке 1 представлена схема устройства резервного электропитания.

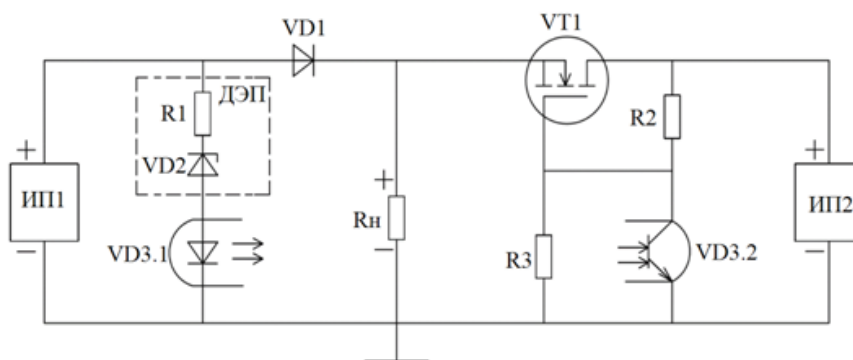


Рисунок 1. Схема устройства резервного электропитания.

Устройство резервного электропитания (рисунок 1) содержит: основной источник питания ИП1; резервный источник питания ИП2; полевой транзистор с изолированным затвором и каналом n-типа VT1; полупроводниковый выпрямительный диод VD1; датчик электропитания ДЭП, выполненный на базе постоянного резистора R1 и полупроводникового стабилитрона VD2, соединенных последовательно; оптрон VD3, выполненный на базе светодиода VD3.1 и фототранзистора VD3.2; постоянные резисторы R2 и R3; нагрузку Rн.

Устройство резервного электропитания работает следующим образом.

Если на выводах основного источника питания ИП1 присутствует напряжение, а также выполняется условие (1)

$$U_{\text{ИП1}} > U_{\text{пробоя VD2}} \quad (1)$$

где $U_{\text{ИП1}}$ - выходное напряжение основного источника питания ИП1;

$U_{\text{пробоя VD2}}$ - напряжение пробоя стабилитрона VD2 датчика электропитания ДЭП,

то нагрузка Rн будет запитана через полупроводниковый выпрямительный диод VD1 от основного источника питания ИП1.

Это обусловлено тем, что в следствии выполнения условия (1), а значит и пробоя стабилитрона VD2, датчик электропитания ДЭП переведёт оптрон VD3 в активное состояние (ток, протекающий через светоизлучатель (светодиод) VD3.1 оптрона VD3 обеспечивает открытие фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3). В результате которого, проходное сопротивление фотоприемника (фототранзистора VD3.2 оптрона VD3) будет шунтировать сопротивление резистора R3. И в случае выполнения условия (2)

$$\frac{U_{\text{ИП2}}}{R_2 + \frac{R_3 \cdot R_{\text{вкл.VD3.2}}}{R_3 + R_{\text{вкл.VD3.2}}}} \cdot \frac{R_3 \cdot R_{\text{вкл.VD3.2}}}{R_3 + R_{\text{вкл.VD3.2}}} < U_{\text{пор.VT1}} \quad (2)$$

где $U_{\text{ИП2}}$ - выходное напряжение резервного источника питания ИП2; R_2 , R_3 - сопротивления постоянных резисторов R2 и R3; $R_{\text{вкл.VD3.2}}$ - сопротивление фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3 во включенном (открытом) состоянии; $U_{\text{пор.VT1}}$ - пороговое напряжение индуцирования (открытия) канала полевого транзистора VT1, полевой транзистор VT1 будет переведен в закрытое состояние, обеспечивая, тем самым, отключение нагрузка Rн от резервного источника питания ИП2.

В случае, если напряжение основного источника питания ИП1 пропадает, либо падает ниже уровня напряжения пробоя стабилитрона VD2 датчика электропитания ДЭП (невыполнения условия (1)), светоизлучатель (светодиод) VD3.1 оптрона VD3 не обеспечивает открытие фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3) и, в случае выполнения условия (3)

$$\frac{U_{\text{ИП2}}}{R_2 + \frac{R_3 \cdot R_{\text{выкл.VD3.2}}}{R_3 + R_{\text{выкл.VD3.2}}}} \cdot \frac{R_3 \cdot R_{\text{выкл.VD3.2}}}{R_3 + R_{\text{выкл.VD3.2}}} > U_{\text{пор.VT1}} \quad (3)$$

где $R_{\text{выкл.VD3.2}}$ - сопротивление фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3 в выключенном (закрытом) состоянии, нагрузка Rн будет запитана от резервного источника питания ИП2.

Это обусловлено тем, что сопротивление закрытого фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3 в выключенном состоянии крайне велико и не

оказывает влияние на величину падения напряжения на сопротивлении резистора R2, что обеспечивает поддержание полевого транзистор VT1 в открытом состоянии.

В случае прототипа, где на рисунке 1 представлена схема описываемого устройства резервного электропитания.

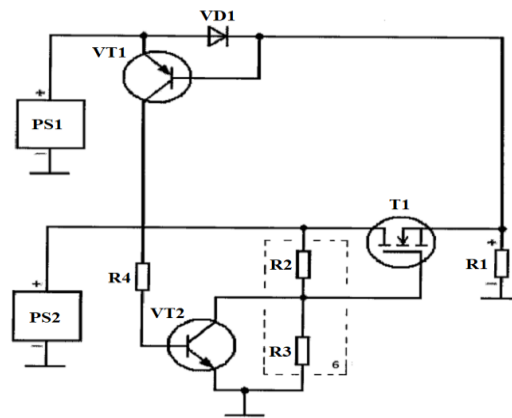


Рисунок 1. Принципиальная схема устройства резервного электропитания.

Устройство резервного электропитания включает в себя: основной и резервный источники питания PS1 и PS2, нагрузку R1, диод VD1, полевой транзистор T1 с изолированным затвором и каналом n-типа, делитель напряжения 6, состоящий из последовательно соединенных резистора R2 и резистора R3, транзистор 9 p-n-p типа, резистор 10, транзистор 11 n-p-n типа. [2]

Устройство резервного электропитания работает следующим образом.

При наличии напряжения на выводах основного источника питания PS1, питание нагрузки R1 осуществляется от основного источника питания PS1 через диод VD1. [3]

Одновременно напряжение на диоде VD1 открывает транзистор VT1 и ток, протекающий через резистор R4, открывает транзистор VT2, который шунтирует второй резистор R3 делителя напряжения 6 и при выполнении условия (1)

где $U_{\text{РИП}}$ - выходное напряжение резервного источника питания PS2;

R_1, R_2 - сопротивления первого и второго резисторов R2 и R3 делителя напряжения 6;

$R_{\text{откр.БП}}$ - сопротивление эмиттерно-коллекторного перехода открытого биполярного транзистора VT2;

$U_{\text{пор.ПТ}}$ - пороговое напряжение индуцирования канала полевого транзистора T1, обеспечивает закрытие полевого транзистора T1. В результате резервный источник питания PS2 отключается от нагрузки R1.

При пропадании напряжения основного источника питания PS1 транзистор VT1 закрывается, что приводит к снижению тока через резистор R4, закрытию транзистора VT2 и при выполнении условия (2)

где $R_{\text{закр.БП}}$ - сопротивление эмиттерно-коллекторного перехода закрытого биполярного транзистора VT2, осуществляется индуцирование (открытие) канала полевого транзистора T1. Подключая, тем самым, нагрузку R1 через открытый полевой транзистор T1 к выходу резервного источника питания PS2.

При появлении напряжения основного источника PS1 транзистор VT1 открывается, транзистор T1 закрывается, и питание нагрузки R1 осуществляется опять от основного источника PS1 через диод VD1.

Так как роль коммутационных элементов исполняют полупроводниковый выпрямительный диод VD1 и полевой транзистор VT1, в качестве которых, в случае необходимости, возможно использовать элементы с повышенной нагрузочной способностью, рассматриваемое схемное решение построения устройства резервного

электропитания характеризуется значительной универсальностью в плане величины электроснабжения.

Кроме того, так как в качестве основного коммутационного элемента используется полевой транзистор с изолированным затвором и каналом *n*-типа, который относится к классу приборов управляемых напряжением и характеризуемых малым током управления (ток затвора, как правило, не превышает несколько единиц микроампер), рассматриваемое схемное решение построения устройства резервного электропитания характеризуется повышенным значением КПД.

1. Пат. РФ №191699. Устройство резервного электропитания / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2019. №23.
 2. Пат. РФ №189780. Устройство резервного электропитания / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2019. №16.
 3. Пат. РФ №189075. . Устройство резервного электропитания / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2019. №13.
 4. Жаворонкова М.С., Бондарь С.Н. Разработка быстродействующего устройства выборки и хранения повышенной точности // Аграрная наука - северокавказскому федеральному округу: сб. науч. тр. по материалам 75 научно-практической конференции. - Ставрополь: АГРУС, 2011. - С. 224-228.
 5. Пат. РФ №154070. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №22.
 6. Пат. РФ №157940. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №35.
 7. Пат. РФ №154754. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №25.
 8. Жаворонкова М.С., Бондарь С.Н. Перспективы совершенствования систем сбора данных // Техника и технология. - 2012. - № 3. - С. 30-31.
-

РАЗДЕЛ XXIV. ЭНЕРГЕТИКА

Кузьмин Г.А.

Ключевая роль энергоаудита в оценке энергетической эффективности зданий

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-187

Аннотация

В данной статье рассматривается важная и актуальная проблема эффективного использования энергоресурсов в многоквартирных жилых домах. Энергоаудит играет ключевую роль в оценке энергетической эффективности зданий, позволяя выявить и анализировать потенциал для снижения энергопотребления и затрат. В статье освещаются методы проведения энергоаудита, его этапы, а также предоставляются рекомендации по оптимизации энергопотребления в многоквартирных домах.

Ключевые слова: Энергоаудит, энергетическая эффективность, многоквартирный жилой дом, энергопотребление, ресурсосбережение, оптимизация.

Abstract

This article discusses an important and urgent problem of efficient use of energy resources in multi-apartment residential buildings. Energy audit plays a key role in assessing the energy efficiency of buildings, allowing you to identify and analyze the potential for reducing energy consumption and costs. The article highlights the methods of energy audit, its stages, and also provides recommendations for optimizing energy consumption in apartment buildings.

Keywords: Energy audit, energy efficiency, apartment building, energy consumption, resource conservation, optimization.

С ростом цен на энергоресурсы и повышением экологической осознанности становится все более важным обеспечение эффективного использования энергии в жилых домах. Многоквартирные здания составляют значительную долю энергопотребления, поэтому проведение энергоаудита в таких домах становится неотъемлемой частью стратегии устойчивого развития.

Для проведения энергоаудита необходимо использовать комплексный подход, который включает в себя анализ как внутренних, так и внешних аспектов энергопотребления здания. Среди ключевых методов энергоаудита следует выделить:

1. Анализ энергетических систем: Оценка работы систем отопления, вентиляции, кондиционирования и освещения, их эффективность и потери энергии.
2. Теплотехническое моделирование: Использование компьютерных моделей для определения потерь тепла через стены, окна, крышу и другие элементы здания.
3. Измерения и мониторинг: Сбор данных о потреблении энергии, температуре, влажности и других параметрах для выявления аномалий и потенциальных областей сэкономить энергию.

Энергоаудит включает несколько основных этапов:

1. Сбор данных и анализ: Сбор информации о здании, его системах, потреблении энергии и расходах.
2. Идентификация проблем: Выявление потенциальных проблемных областей, где можно снизить затраты энергии.
3. Оценка мероприятий: Разработка рекомендаций и стратегий по улучшению энергетической эффективности.

4. Экономический анализ: Оценка затрат на внедрение предложенных мероприятий и ожидаемых экономических выгод.
5. Планирование и мониторинг: Разработка плана действий и мониторинг результатов внедрения мероприятий.

На основе результатов энергоаудита можно разработать ряд рекомендаций для оптимизации энергопотребления в многоквартирных домах:

1. Модернизация систем отопления и вентиляции: Замена устаревших оборудования на более эффективные и энергосберегающие системы.
2. Изоляция и уплотнение здания: Улучшение теплоизоляции стен, крыши и окон для снижения потерь тепла.
3. Внедрение современного освещения: Замена обычных ламп на светодиодные и энергосберегающие источники света.
4. Внедрение систем управления энергопотреблением: Использование современных технологий для мониторинга и регулирования энергопотребления.

Энергоаудит многоквартирных жилых домов является важным инструментом для оптимизации энергопотребления, снижения эксплуатационных затрат и содействия устойчивому развитию. Правильно проведенный энергоаудит и последующее внедрение рекомендаций способствуют улучшению комфорта жильцов и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Одной из наиболее важных польз энергоаудита является экономия ресурсов и снижение затрат на энергию. Внедрение эффективных мероприятий позволяет снизить коммунальные платежи для жильцов и уменьшить эксплуатационные расходы для управляющих компаний. Кроме того, уменьшение потребления энергии снижает выбросы парниковых газов и негативное воздействие на климат, способствуя экологической устойчивости и заботе о будущем поколении.

Что касается многоквартирных домов, то такие дома составляют существенную долю жилищного фонда в большинстве стран. Они являются основными потребителями электроэнергии, тепла и воды. Однако многие из этих домов были построены десятилетия назад, когда вопросы энергоэффективности не получали должного внимания. Как следствие, многие из них имеют устаревшие системы отопления, недостаточную изоляцию и другие недостатки, которые приводят к избыточному потреблению энергии. Одной из главных проблем многоквартирных домов являются потери энергии из-за неэффективной теплоизоляции и устаревших систем отопления. Тепло, производимое для обогрева помещений, часто уходит через плохо изолированные стены, окна и крыши. Это приводит к излишним затратам на отопление, а следовательно, и к повышению коммунальных платежей для жильцов. Также устаревшие электрические системы и низкая эффективность освещения могут приводить к избыточному потреблению электроэнергии.

Интенсивное потребление энергоресурсов в многоквартирных домах имеет серьезные экологические последствия. Энергетические системы, работающие на нефтепродуктах и угле, вносят существенный вклад в выбросы парниковых газов и загрязнение атмосферы. Недостаточная эффективность систем кондиционирования и вентиляции также может привести к избыточному потреблению энергии и усугубить проблемы экологического характера.

Избыточные затраты на коммунальные услуги могут оказать негативное влияние на финансовое положение семей, особенно на наименее обеспеченных слоев населения. Высокие счета за энергоресурсы могут стать дополнительной финансовой нагрузкой, затрудняющей жизнь многих людей. Для решения проблемы эффективного использования энергоресурсов в многоквартирных жилых домах требуется комплексный подход:

1. Энергоаудит: Проведение детального анализа энергопотребления и выявление проблемных зон в здании.
2. Модернизация систем: Замена устаревших систем отопления, вентиляции и освещения на более эффективные.

3. Изоляция и уплотнение: Улучшение теплоизоляции здания для снижения потерь тепла.

Многие страны уделяют внимание проблеме эффективного использования энергоресурсов в жилых домах и предоставляют государственную поддержку для реализации энергосберегающих мероприятий. Субсидии на модернизацию систем, льготные кредиты и налоговые стимулы могут стать мощным стимулом для владельцев домов и управляющих компаний внедрять изменения в сторону эффективности.

Однако успешное решение проблемы эффективного использования энергоресурсов в многоквартирных домах невозможно без активного участия жильцов. Повышение осведомленности о пользе энергосбережения и обучение обитателей правильному использованию ресурсов способствуют устойчивым изменениям в поведении. Важно понимать, что проблема эффективного использования энергоресурсов в многоквартирных домах является частью более широкой экологической и социальной агенды. Внедрение энергосберегающих мероприятий может содействовать созданию более устойчивой и экологически ответственной инфраструктуры в городах, улучшению качества жизни жителей и снижению негативного влияния на окружающую среду.

Проблема эффективного использования энергоресурсов в многоквартирных жилых домах имеет множество аспектов – экономические, экологические и социальные. Ее решение требует сотрудничества государственных органов, жилищных управляющих компаний, жильцов и экспертов в области энергосбережения. Внедрение эффективных мероприятий поможет снизить затраты, улучшить экологическую обстановку и сделать жилье более доступным и комфортным для всех его обитателей.

1. Макаров А. А., Чимятов В. Н. Возможности энергосбережения и пути их реализации// Теплоэнергетика. – 1995. – № 6. – С. 2–6.
2. Научно-технические и организационно-экономические проблемы внедрения энергосберегающих технологий / В. В. Бушуев, Б. Н. Громов, В. И. Доброхотов и др. // Теплоэнергетика. – 1997. – № 11. – С. 8–15.
3. Национальный энергетический союз - за единый стандарт на биотопливо// Энергетика и промышленность России. 2007. - № 5(81). - С. 37. Панцхава Е.С. Биоэнергетика - самостоятельная часть современной энергетики//Биоэнергетика. 2007. -№1.С.17-25.3.Вохмин С.А., Курчин Г.С., Урбаев Д.А. Строительное дело. - Красноярск. СФУ, 2013. - 165 с.

Кузьмин Г.А.

Снижение энергопотребления систем вентиляции зданий

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-188

Аннотация

С учетом современных вызовов в области энергосбережения и экологии, эффективное использование энергии становится все более важным. Вентиляционные системы играют ключевую роль в обеспечении комфортных условий внутри помещений, но часто потребляют значительное количество энергии. В данной статье рассматриваются различные подходы к повышению энергоэффективности систем вентиляции. Благодаря этим методам можно добиться снижения энергопотребления систем вентиляции при одновременном поддержании высокого уровня комфорта для жителей и посетителей зданий.

Ключевые слова: Энергоэффективность, вентиляция, жилые здания, общественные здания, системы управления, теплообменники, рекуператоры тепла, воздушные потоки

Abstract

Taking into account modern challenges in the field of energy conservation and ecology, the efficient use of energy is becoming increasingly important. Ventilation systems play a key role in

providing comfortable indoor conditions, but often consume a significant amount of energy. This article discusses various approaches to improving the energy efficiency of ventilation systems. Thanks to these methods, it is possible to reduce the energy consumption of ventilation systems while maintaining a high level of comfort for residents and visitors of buildings.

Keywords: Energy efficiency, ventilation, residential buildings, public buildings, control systems, heat exchangers, heat recuperators, air flows

Современное общество сталкивается с неотложной задачей повышения эффективности использования энергии во всех сферах жизни. Одной из ключевых областей, требующих внимания, является энергоэффективность систем вентиляции в жилых и общественных зданиях. Вентиляция играет важную роль в обеспечении качественной и здоровой атмосферы внутри помещений, но при этом потребляет значительное количество энергии. Поэтому разработка и внедрение новых методов повышения энергоэффективности вентиляционных систем становится актуальной задачей.

Традиционные системы вентиляции, часто работающие непрерывно, не всегда оптимально расходуют энергию. Регулярные потери тепла и холода через вентиляционные отверстия могут значительно увеличить энергопотребление систем. Более того, изменчивые погодные условия и нерациональное управление могут привести к избыточному потреблению энергии. Методы повышения энергоэффективности:

1. Интеллектуальные системы управления: Применение автоматизированных систем управления позволяет адаптировать работу вентиляционных систем в реальном времени в зависимости от внешних условий, времени суток и потребностей помещений. Это позволяет минимизировать потери энергии за счет оптимизации расхода воздуха и регулирования температурных режимов.
2. Теплообменники и рекуператоры тепла: Теплообменники позволяют передавать тепло между входящим и выходящим воздухом, что позволяет сократить потери тепла и поддерживать комфортную температуру в помещении при более низком энергопотреблении.
3. Инновационные методы улучшения воздушных потоков: Применение современных технологий, таких как специальные формы вентиляционных отверстий и распределение воздушных потоков с использованием компьютерного моделирования, позволяет более эффективно распределять воздух по помещениям и снизить энергопотребление.

Внедрение методов повышения энергоэффективности в системы вентиляции жилых и общественных зданий обладает множеством потенциальных выгод. Во-первых, это позволит снизить энергопотребление и, как следствие, операционные расходы на обогрев и охлаждение помещений. Во-вторых, улучшенная энергоэффективность способствует сокращению выбросов вредных веществ, что положительно сказывается на экологической ситуации. Наконец, повышенная комфортность и качество воздуха внутри помещений способствуют благополучию и здоровью жителей и посетителей зданий.

В целях содействия устойчивому развитию и снижению негативного воздействия на окружающую среду, повышение энергоэффективности систем вентиляции жилых и общественных зданий является необходимой задачей. Применение интеллектуальных систем управления, теплообменников, рекуператоров тепла и инновационных методов воздушных потоков предоставляет перспективные пути для достижения этой цели. Осуществление этих методов приведет не только к сокращению энергопотребления, но и к улучшению качества жизни в обществе.

Ни для кого не секрет, что значительная доля потенциала энергосбережения сосредоточена в строительной отрасли. В то же время основное потребление энергии обеспечивается за счет отопления здания. В то же время необходимо минимизировать потери энергии зданием, чтобы экономить ресурсы на отопление. В современной архитектурной практике считается, что потери энергии в закрытых конструкциях являются основными. Это верно, но мы не должны забывать и о других источниках теплопотерь. Помимо закрытой

конструкции, наиболее важной можно считать потерю инженерного оборудования. Согласно существующей литературе, теплотери отводимого воздуха могут составлять 40-50%.

Одним из наиболее очевидных способов улучшения системы вентиляции является совершенствование технических компонентов. Современные исследователи предложили различные решения: улучшить систему вытяжной вентиляции за счет уменьшения количества выпускаемого воздуха без снижения скорости воздушного потока в зоне всасывания. Недостатком данного решения является вычислительная сложность данной системы при отсутствии единого решения. Другими словами, для каждого объекта необходимо выполнить свои собственные расчеты по системе вентиляции.

Пожалуй, самым эффективным средством экономии энергии является дезинфицирующее средство. К сожалению, из-за большого объема дополнительных инвестиций и трудозатрат на использование утилизаторов выделялось недостаточно средств. Тем не менее, немецкий опыт доказал, что коллекторная система может снизить теплотери при вентиляции практически до нуля. Кроме того, комплексное оснащение энергосберегающих домов позволяет владельцам продавать тепловую энергию. Наиболее распространенная классификация различает пластинчатый тип, роторный регенератор и тепловой насос. В то же время пластинчатые теплообменники считаются условно более эффективными и менее трудоемкими в процессе эксплуатации. Тем не менее, технология ротационных регенераторов по-прежнему широко используется в современной литературе. Существующие исследования показывают, что технология ротационных теплообменников все еще недостаточно развита и обладает большим потенциалом в повышении эффективности и снижении стоимости самого технического решения.

Современный рынок предлагает широкий спектр возможных решений для вентилируемых помещений. Например, стоит упомянуть французскую систему регулируемой вентиляции «АЭРЭКО». Эта система позволяет уменьшить недостатки существующих технических решений по вентиляции, которые часто недостаточно сбалансированы при работе зимой и летом. Суть этой технологии заключается в использовании вентиляции "по мере необходимости".

Современные исследователи продолжают работать в этом направлении и разрабатывают новые технические решения. К сожалению, большинство существующих решений разрабатываются с завышенной первоначальной стоимостью или сложностью. Это, в сочетании с низкой грамотностью нашего населения в области энергосбережения, делает эти решения популярными в строительной отрасли.

Инженерные решения, направленные на оптимизацию путей воздушных потоков и распределение воздуха внутри помещений, могут существенно снизить потребление энергии. Использование специальных форм вентиляционных каналов и применение вычислительного моделирования позволяют эффективнее направлять потоки воздуха, минимизируя потери энергии.

Применение инновационных материалов с хорошей теплоизоляцией и регулируемой проницаемостью для воздуха может улучшить сохранение тепла внутри здания и обеспечить оптимальные условия вентиляции.

Повышение энергоэффективности систем вентиляции в жилых и общественных зданиях имеет множество положительных аспектов, включая снижение затрат на энергию, снижение негативного воздействия на окружающую среду и улучшение общего качества жизни внутри зданий. Комбинация интеллектуального управления, передовых теплообменных технологий, оптимизации воздушных потоков и инновационных материалов открывает перспективы для более эффективного использования ресурсов и создания устойчивой среды для будущих поколений.

1. Ольхович Т. А. Электроэнергетика как элемент общественной инфраструктуры / Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки, №. 19, 2009, С. 342-345.
2. Колосов Р. В., Титов В. В., Титов В. Г. Особенности сопряжения возобновляемых источников (ВИЭ) в контексте развития интеллектуальной энергетической системы России / Инженерный вестник Дона, № 4 (27), 2013, С. 14.
3. Попадюк Т. Г., Купреев Д. А. Стимулирование инновационного развития распределенной энергетики / Стратегические решения и риск- менеджмент, 2018. №3 (108), С. 54-59.

Шелехов И. Ю., Бугаев В. А., Дугаржапова И. Ж.
Разработка мероприятий по оптимизации работы электродотельной

Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет
(Россия, Иркутск)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-189

Аннотация

В статье рассматриваются мероприятия, связанные с повышением эффективности работы электродотельных большой мощности. В Иркутской области одни из самых низких цен на электрическую энергию в мире, кроме этого, на территории области имеются уникальные экологические зоны, где возможно использовать только электрическую энергию для систем отопления. В статье показано, что, используя современные средства автоматизации можно снизить энергетические затраты, увеличить условия комфортности и обеспечить повышенную степень безопасности.

Ключевые слова: Электродотельная, автоматизация, диспетчеризация, безопасность, энергоэффективность.

Abstract

The article discusses measures related to improving the efficiency of high-power electric boilers. The Irkutsk region has one of the lowest prices for electricity in the world, in addition, the region has unique ecological zones where it is possible to use only electricity for heating systems. It is shown that, using modern automation tools, it is possible to reduce energy costs, increase comfort conditions and provide an increased degree of safety.

Keywords: Electric boiler house, automation, dispatching, safety, energy efficiency.

Иркутская область является одним из лидеров по выработке электро-энергии не только в России, но и в мире, что способствует установлению в Иркутской области одних из самых низких тарифов на электроэнергию. На территории области имеется уникальная экологическая зона Байкальской природной территории, это способствует внедрению электрических систем жизнеобеспечения [1]. Электрическая энергия является самым удобным энергетическим ресурсом для автоматического управления, но, при работе в системах жизнеобеспечения необходимо учитывать много различных факторов, влияющих на эффективность работы систем, такие как теплоёмкость здания и теплоносителя, скорость и характер движения теплоносителя, воздействие внешних метеорологических факторов [2].

Для экономии энергетических ресурсов, обеспечения требуемых параметров микроклимата необходимо внедрять системы автоматизации и диспетчеризации. Опыт эксплуатации жилого фонда Иркутской области показал, что при установке автоматизированных тепловых пунктов происходит более качественное предоставление услуг потребителям с меньшими финансовыми затратами [3]. При установке теплогенерирующей установки, работающей от электрической энергии, многие предприятия Иркутской области не только обеспечили себя надежным и эффективным средством теплоснабжения, но и существенно снизили экологическую нагрузку на окружающую среду [4].

Объектом проведения исследований на предмет рациональности использования энергетических ресурсов была выбрана электродотельная Во-точно-Сибирской дирекции по тепловодоснабжению – структурного подразделения Центральной дирекции по тепловодоснабжению – филиала ОАО «РЖД», расположенная в г. Усть-Илимск (Усть-Илимский район, п. Железнодорожный, 214 км).

До момента модернизации в электродотельной были установлены три электродотла марки КЭВ – 400/0,4. Обслуживающий персонал электродотельной состоял из 6 человек. Установленная мощность котлов составляла 1,03 Гкал/час, присоединенная нагрузка 0,86 Гкал/час, КПД электродотельной 66,1 %.

В задачи электростанции входит теплоснабжение и обеспечение горячего водоснабжения потребителям железнодорожного транспорта, а также местному населению. В процессе модернизации были установлены 4 индукционных котла мощностью 250 кВт и осуществлялся процесс внедрения автоматизированной системы энергоэффективного отопления с функцией погодного регулирования и удаленной диспетчеризации [5].

Главной целью автоматизации объектов является стремление контролировать рабочие параметры, оперативно реагировать на нештатные ситуации и сокращать расходы на содержание объекта поскольку все управление и контроль осуществляется автоматически. Кроме этого, необходимо прогнозировать влияние внешних метеорологических факторов на внутренние параметры микроклимата, что дает не только существенную экономию энергетических ресурсов, но и обеспечивает стабильные параметры микроклимата при резких изменениях погоды [6].

Управление электростанциями осуществляется с помощью программного комплекса, созданного на базе SCADA, позволяющего отображать информацию о состоянии объектов автоматизации. Информация отображается в виде статических изображений, мнемосхемы технологического процесса, графиков изменения параметров во времени. Ядром SCADA системы является отечественное ПО на неограниченное количество точек ввода-вывода информации, использующее технологии OPC-серверов для связи с различными типами оборудования, поддерживающее развитую систему архивов, создание отчетов по параметрам, ведение журналов событий, работу с базами данных, а также SMS и e-mail уведомления [7].

Пульт диспетчера принимает информацию от управляющего контроллера котельной по GSM каналу связи, обеспечивает отображение и запоминание прямой информации с выдачей сигнала по таким параметрам, как аварии, температура котлового контура, наружного воздуха, давления и т. д.

В таблице 1 представлены данные до и после модернизации электростанции.

Таблица 1

Расчет годовых затрат до и после модернизации электростанции.

<i>Наименование показателя</i>	<i>Ед. изм</i>	<i>До модернизации</i>	<i>После модернизации</i>
<i>Установленная мощность</i>	<i>Гкал/час</i>	<i>1,03</i>	<i>1,03</i>
<i>Объем выработки</i>	<i>Гкал</i>	<i>1 834,00</i>	<i>1 834,00</i>
<i>Процент потерь</i>	<i>%</i>	<i>2,20%</i>	<i>0%</i>
<i>Обслуживающий персонал на объекте</i>	<i>чел.</i>	<i>6</i>	<i>2</i>
<i>Вид топлива</i>	<i>наим.</i>	<i>ЭЭ</i>	<i>ЭЭ</i>
<i>Объем электроэнергии</i>	<i>тыс. кВт*ч</i>	<i>1 430,00</i>	<i>980</i>
<i>Затраты ПИР и СМР</i>	<i>млн. руб.</i>		<i>14,859</i>
<i>Затраты на оплату труда и отчисление на соц. нужды</i>	<i>млн. руб.</i>	<i>3,169</i>	<i>1,152</i>
<i>Материалы</i>	<i>млн. руб.</i>	<i>0,093</i>	<i>0,093</i>
<i>Электроэнергия</i>	<i>млн. руб.</i>	<i>3,457</i>	<i>2,372</i>
<i>Налог на имущество</i>	<i>млн. руб.</i>		<i>0,321</i>
<i>Амортизация</i>	<i>млн. руб.</i>	<i>5,758</i>	<i>6,089</i>
<i>Прочие материальные затраты</i>	<i>млн. руб.</i>	<i>0,581</i>	<i>0,289</i>
<i>Накладные расходы</i>	<i>млн. руб.</i>	<i>8,411</i>	<i>2,481</i>
<i>Срок окупаемости</i>	<i>лет</i>		<i>7,6</i>
<i>Срок полезного использования</i>	<i>лет</i>		<i>30</i>
<i>ИТОГО затраты</i>	<i>млн. руб.</i>	<i>21,469</i>	<i>12,797</i>

По итогам исследования, на основании приведенного расчета можно сделать вывод о том, что после модернизации электростанции и внедрения систем автоматизации и

диспетчеризации установленная мощность остается неизменной, а процент потерь снижается до нуля. Также внедрение данной системы позволяет обеспечить снижение потребления электрической энергии за счет более высокого КПД индукционных котлов и сократить эксплуатационные и накладные расходы, связанные с обслуживанием электрооборудования. Срок окупаемости данной системы составит не более 8 лет. Проведенные исследования показали, что необходимо более широкое внедрение систем автоматизации и диспетчеризации на энергетических объектах.

1. Shelekhov I Yu. Electric microclimate system for frame structures. В сборнике: AIP Conference Proceedings. IV International Scientific Conference "In-vestments. Construction. Real Estate: New Technologies and Targeted Development Priorities 2021" (ICRE-2021). Irkutsk, 2022. С. 030018.
2. Клокотов И. Ю. Актуальность внедрения автоматизации технологических процессов и производств на современном этапе развития нашего общества, международный журнал прикладных наук и технологий INTEGRAL № 1 2020 г. – 18 с.
3. Шелехов И. Ю., Янченко В. А. Инженерные системы. Тепловой пункт: учеб. Пособие. - Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2021. – 166 с.
4. Архипов И. С., Арзамасцев И.А. Модернизация котельной путем внедрения устройств автоматизации и диспетчеризации, сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности» Часть 6–21–25 с.
5. Маруняк И.Н. Автоматическая система управления и диспетчеризации котельной, сборник статей по материалам СХІХ студенческой международной научно-практической конференции № 12(119) июнь 2021 г. – 108–112 с.
6. Shelekhov, I.Y., Shelekhov, M.I. Optimization of Microclimate Parameters in Tent-Frame Buildings. Proceedings of the 6th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. ICCATS 2022. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 308. Springer, Cham. 2023, pp 330–339
7. Ваганов А. И., Добровольская С. В. Метрологическое обеспечение без-опасностей и эффективной эксплуатации котельных установок, журнал «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит» № 1(107) 2013 г. – 11–14 с.

РАЗДЕЛ XXV. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Мельник В.Н., Басыня В.А., Чеботарь И.Т., Вахненко И.В.

Способы построения сетей радиосвязи с применением ретрансляторов различного типа

Военная академия связи

им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного

(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-190

Аннотация

С развитием современных технологий связи все более актуальной становится задача обеспечения надежной и эффективной радиосвязи. Одним из ключевых аспектов является построение сетей радиосвязи, которые обеспечивают покрытие сигналами радиосвязи территорий, включая те, где прямая связь ослаблена из-за препятствий. Для решения этой проблемы широко используются ретрансляторы разного типа. В данной статье рассматриваются способы построения сетей радиосвязи с применением ретрансляторов различного типа и их характеристики.

Ключевые слова: Ретранслятор, переотправка сигнала, расширение зоны покрытия, усиление сигнала, улучшение качества связи, сотовые ретрансляторы, адаптивное размещение.

Abstract

With the development of modern communication technologies, the task of ensuring reliable and efficient radio communication is becoming more and more urgent. One of the key aspects is the construction of radio communication networks that provide coverage of radio communication signals to territories, including those where direct communication is weakened due to obstacles. To solve this problem, repeaters of various types are widely used. This article discusses the methods of building radio communication networks using repeaters of various types and their characteristics.

Keywords: Repeater, signal forwarding, coverage area expansion, signal amplification, signal amplification, communication quality improvement, cellular repeaters, adaptive placement.

Ретрансляторы используются в различных областях, включая радио- и телекоммуникации, сотовые сети, беспроводные системы связи, радиолокацию и даже в космической связи. Они позволяют обеспечить надежное и эффективное взаимодействие между устройствами и станциями связи, учитывая разнообразные географические и технические условия.

Ретранслятор – это устройство или система, используемая в радиосвязи для переотправки или усиления радиосигнала между его источником

и приемником. Он играет важную роль в обеспечении надежной связи, особенно в ситуациях, когда сигнал ослаблен из-за препятствий, условий его распространения, удаления между корреспондирующими радиостанциями или других факторов.

Основная задача ретранслятора заключается в том, чтобы улучшить качество и дальность радиосвязи. Основными функциями ретранслятора являются:

- переотправка сигнала – ретранслятор получает радиосигнал от источника (например, передающей станции) и пересылает его далее к приемнику. Это особенно полезно, когда прямая связь между источником и приемником затруднена из-за географических препятствий, таких как горы, здания или леса;

- усиление сигнала – в случаях, когда сигнал ослаблен из-за большого расстояния между источником и приемником, ретранслятор может усилить сигнал, чтобы обеспечить более надежную связь;
- расширение зоны покрытия – ретрансляторы позволяют расширить область действия радиосети. Они могут быть размещены в труднодоступных местах или в зонах с плохим приемом сигнала, чтобы обеспечить покрытие этих областей;
- улучшение качества связи – ретрансляторы также обеспечивают улучшение качества звука и передачи данных, так как они могут компенсировать потерю сигнала и уменьшение шумов при передаче.

Все ретрансляторы делятся на следующие типы:

- пассивные ретрансляторы – осуществляют переотражение сигнала без изменения его параметров. Они используются для расширения зоны покрытия радиосвязью в ограниченных пространствах, например, внутри помещений или в узких уличных коридорах. Пассивные ретрансляторы не требуют дополнительного питания и не вносят искажений в сигнал, но ограничены дальностью связи. Они так же рассеивают или направленно отражают сигналы неограниченного количества линий с разными частотами;
- активные ретрансляторы – выполняют не только функцию переотражения сигнала, но и усиливают его перед передачей. Они позволяют радиосигналам преодолевать большие расстояния и преодолевать некоторые препятствия. Однако активные ретрансляторы требуют электропитания, могут вносить небольшие искажения в сигнал, имеют ограничение на пропускную способность и количество линий связи;
- сотовые ретрансляторы – представляют собой технические устройства, внедряемые в сотовые сети связи с целью улучшения эффективности передачи данных и расширения зоны покрытия. Эти ретрансляторы осуществляют передачу и прием радиосигналов между мобильными устройствами и базовыми станциями сотовой связи, выступая посредниками в этом процессе. Современные сотовые ретрансляторы могут адаптироваться к изменяющимся условиям связи и настройкам сети. Это позволяет достичь оптимальной производительности в сетях сотовой связи.

Построение сетей радиосвязи с использованием ретрансляторов является важным аспектом обеспечения надежной связи в различных сценариях и может варьироваться в зависимости от конкретных потребностей, характеристик среды и технических ограничений. Эти сети могут быть развернуты как на больших территориях, так и в ограниченных пространствах.

Основные способы построения сетей радиосвязи с помощью ретрансляторов:

- простое последовательное размещение ретрансляторов – является одним из методов построения сетей радиосвязи, ориентированным на расширение зоны покрытия и обеспечение устойчивой связи на значительных расстояниях и предполагает последовательное размещение ретрансляторов на фиксированных интервалах вдоль маршрута передачи сигнала.

В данном подходе акцент делается на создание каскада ретрансляционных узлов, каждый из которых принимает, усиливает и переотправляет радиосигнал следующему узлу. Этот последовательный процесс переотправки сигнала позволяет преодолевать значительные расстояния и преодолевать негативное воздействие на сигнал от физических препятствий. Этот метод прост в реализации, но может требовать большого числа ретрансляторов для обеспечения хорошего покрытия на большой площади.

При использовании данного метода важно учитывать параметры окружающей среды, характеристики сигнала, а также оптимальное расстояние между ретрансляторами. Это

позволяет избежать избыточности или недостаточности установки ретрансляторов, обеспечивая оптимальное использование ресурсов сети. Простое последовательное размещение ретрансляторов также может быть дополнено алгоритмами автоматической настройки, чтобы учесть изменения в условиях связи и динамически подстраивать параметры передачи сигнала.

- размещение в «горячих точках» – предполагает установку ретрансляторов в зонах с повышенной активностью или там, где сигнал имеет низкую интенсивность. Горячие точки могут включать в себя площади с высокой плотностью пользователей, транспортные узлы, торговые центры и другие места с большим потоком людей.

Путем размещения ретрансляторов в таких «горячих точках», сеть радиосвязи способна обеспечивать высокую пропускную способность

и надежное соединение в местах, где это наиболее важно. Кроме того, это позволяет уменьшить нагрузку на базовые станции и снизить потребление энергии мобильных устройств, так как они находятся ближе к ретрансляторам.

Размещение ретрансляторов в "горячих точках" позволяет обеспечить качественную связь для большого числа пользователей.

- адаптивное размещение – этот подход использует алгоритмы оптимизации для выбора наилучших местоположений ретрансляторов. Алгоритмы учитывают географические особенности, параметры сигнала, плотность пользователей и другие факторы. Такой подход позволяет оптимизировать размещение ретрансляторов для обеспечения наилучшего покрытия и эффективности сети.

В контексте военных сетей радиосвязи, где требования к надежности, скрытности, необходимости обеспечения связи в разнообразных географических условиях и быстрому реагированию на изменения окружающей обстановки высоки, адаптивное размещение ретрансляторов приобретает особое значение.

Для адаптивного размещения ретрансляторов необходимо проанализировать параметры связи, топологию местности, метеорологические данные и другие параметры, чтобы понимать текущие условия связи. А также, определить оптимальные маршруты и местоположения для размещения ретрансляторов, чтобы обеспечить наилучшую связь в условиях оперативной обстановки.

Адаптивное размещение ретрансляторов находит применение в военном деле, где оперативная связь играет ключевую роль в координации действий, принятии решений и обеспечении безопасности. Этот метод обеспечивает гибкость и высокую реактивность в обеспечении связи в разнообразных условиях, что имеет важное стратегическое значение в военной деятельности.

Выбор оптимального типа ретранслятора и метода размещения зависит от конкретных условий и требований. Если необходимо преодолеть большие расстояния, активные ретрансляторы могут быть предпочтительнее. Для обеспечения покрытия внутри зданий или в узких пространствах следует использовать пассивные ретрансляторы. Сотовые ретрансляторы подходят для масштабных сотовых сетей.

Таким образом, построение сетей радиосвязи с использованием ретрансляторов разного типа является важной задачей в современной связи.

В свете быстрого развития технологий и растущих потребностей в связи, дальнейшие исследования в этой области остаются важными. Усовершенствование алгоритмов оптимизации, адаптация ретрансляторных систем к более сложным сценариям и интеграция с новыми технологическими достижениями позволят создавать более эффективные и надежные сети радиосвязи. В конечном итоге, правильный выбор и реализация способов построения сетей радиосвязи с применением ретрансляторов позволит удовлетворить растущие

потребности в связи, обеспечивая бесперебойную и качественную связь в разнообразных ситуациях и условиях.

1. Бабкин А. Н., Андрущук В. О. Построение конвенциональных сетей подвижной радиосвязи ОВД на основе современных ретрансляторов // Вестник ВИ МВД России. 2010. №1.
2. Митрохин В. Е., Зиновьев Н. В. Использование пассивных ретрансляторов для улучшения качества радиосвязи в сложной электромагнитной обстановке // Известия Транссиба. 2021. №1 (45).
3. Дологин А. И., Артанов А. Д. Применение эхо-репитеров для повышения функциональности радиосистем // НиКа. 2012.

Чеботарь И.Т., Мельник В.Н., Басыня В.А., Данилюк А.И.

Направления развития автоматизированных систем управления связью специального назначения

*Военная академия связи
им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-191

Аннотация

В статье анализируются перспективы развития автоматизированных систем управления связью специального назначения. Проведен анализ современных трендов и технологических инноваций в области автоматизации управления связью, особенно в контексте специализированных задач. В работе рассматриваются преимущества и вызовы, связанные с применением таких систем, а также прогнозируются направления их дальнейшего развития.

Ключевые слова: Автоматизированные системы управления связью специального назначения, кибербезопасность, обмен информацией, анализ данных, искусственный интеллект, алгоритмы обработки данных

Abstract

The article examines the prospects for the development of specialized automated communication management systems. An analysis of current trends and technological innovations in the field of communication management automation, particularly in the context of specialized tasks, is carried out. The paper considers the benefits and challenges associated with the implementation of such systems, as well as predicts the directions for their further development.

Keywords: Special-purpose automated communication management systems, cybersecurity, information exchange, data analysis, artificial intelligence, data processing algorithms.

Автоматизированные системы управления связью (АСУС) специального назначения играют ключевую роль в обеспечении эффективного управления и контроля связью различных специальных служб, таких как правоохранительные органы, министерство чрезвычайных ситуаций, вооруженные силы и другие. АСУС включают программное обеспечение, аппаратное оборудование и сетевую инфраструктуру.

Основными функциями АСУС специального назначения являются:

- мониторинг и анализ состояния связи;
- управление сетевым оборудованием и коммутацией;
- обеспечение безопасности и защиты связи;
- оптимизация и распределение ресурсов связи;
- автоматизация процессов настройки и управления сетью.

АСУС специального назначения нашли применение в таких областях как:

коммуникации и связь: позволяют управлять сложными коммуникационными сетями, обеспечивая надежный и защищенный обмен информационными сообщениями между подразделениями, отделами и руководством государственных и силовых структур;

управление и контроль: предоставляют средства для централизованного контроля и управления различными функциональными операциями, включая сбор и анализ данных, принятие решений и распределение ресурсов;

управление информацией и сбор необходимых данных. В этом случае технические средства АСУС используются для анализа поступивших данных, мониторинга источников поступления данных и управления информационными системами, собирающими необходимые данные для анализа;

кибербезопасность. Развитие АСУС специального назначения позволит получить значительное расширение возможностей и повышение эффективности таких систем. Оно включает в себя улучшение алгоритмов обработки данных, развитие и применение искусственного интеллекта для анализа больших объемов информации, повышение криптографической защиты для обеспечения безопасности коммуникаций и другие современные технологические инновации.

Современные алгоритмы обработки данных должны включать в себя более точные методы анализа сигналов, адаптивные системы управления для более эффективной работы в разнообразных условиях, а также алгоритмы машинного обучения для предсказания и оптимизации процессов связи. Это позволит улучшить скорость передачи данных, устойчивость связи и возможность работы в сложных условиях, что важно для специальных задач и операций.

Искусственный интеллект (ИИ) позволяет автоматизировать множество процессов АСУС специального назначения, что сокращает ручную работу и повышает эффективность. Автоматизация позволяет ускорить процессы передачи информации, оптимизировать распределение ресурсов и улучшить реакцию на изменяющуюся ситуацию при решении специальных задач. ИИ способен автоматически анализировать и фильтровать поступающую информацию, определять ее важность и приоритеты, регулировать пропускную способность каналов связи. Это позволяет оптимизировать использование доступных ресурсов и обеспечить надежную и своевременную передачу критически важной информации для поддержки принятия решений руководителями и ответственными исполнителями.

ИИ может применяться для разработки и реализации адаптивных алгоритмов передачи данных - автономных систем связи, способных самостоятельно адаптироваться к изменяющимся условиям и принимать решения на основе собственного анализа и оценки ситуации. Роль ИИ в будущем развитии АСУС в России представляет собой перспективное направление исследований и разработок. Использование

ИИ может значительно улучшить эффективность, автономию и безопасность таких систем, автоматизацию процессов, повысить эффективность коммуникаций. Это открывает новые возможности для улучшения оперативного реагирования, оптимизации использования ресурсов и повышения общей эффективности выполнения специальных задач и операций. Использование ИИ в системах связи специального назначения также несет в себе определенные вызовы и риски. К примеру, повышение уязвимости к кибератакам. Для защиты от угроз необходимо разрабатывать и внедрять соответствующие меры безопасности.

Повышение криптозащиты для обеспечения безопасности коммуникаций достигается применением современных криптографических методов и технологий и включает в себя:

- использование сильных алгоритмов шифрования - применение алгоритмов, которые сложно взломать методами перебора или другими атаками;
- ключевое управление - безопасное управление и обмен ключами шифрования для обеспечения конфиденциальности данных и их защиты от несанкционированного доступа;
- поддержка протоколов безопасности. Использование протоколов, таких как SSL/TSL (протоколы передачи данных, которые шифруют данные между

- серверами, приложениями, пользователями и системами), для защиты данных при передаче через сети;
- аутентификация и цифровые подписи. Обеспечивает гарантирование подлинности участников коммуникации и целостности передаваемых данных через аутентификацию и цифровые подписи;
 - защита от атак - разработка механизмов, которые предотвращают и обнаруживают попытки взлома или атак на систему связи;
 - периодическое обновление. Это позволит обеспечить постоянное совершенствование и обновление криптографических методов и протоколов для сопротивления новым видам атаки уязвимости;
 - обучение персонала. Это подразумевает подготовку специалистов такого уровня чтобы они могли эффективно реагировать на новые угрозы и применять лучшие практики безопасности;
 - интеграция с другими службами безопасности, что позволит обеспечить создание комплексных систем, которые объединяют криптографическую защиту с другими методами защиты данных.

В целом, повышение криптозащиты требует постоянного мониторинга угроз и адаптации к новым методам атак, чтобы обеспечить безопасность коммуникаций в АСУС.

Они позволяют обеспечить защищенную передачу информации, оперативный обмен данными и координацию действий в сложных оперативных условиях. Эти системы обладают высокой надежностью, конфиденциальностью и отказоустойчивостью, что делает их важным инструментом в решении задач национальной безопасности.

Развитие и применение в АСУС специального назначения, а также улучшенных алгоритмов обработки данных с применением ИИ для автоматизации процессов настройки и управления связью специального назначения, современных криптографических методов и технологий защиты для обеспечения безопасности коммуникаций позволит государственным и силовым структурам повысить оперативную готовность, сократить время принятия решений, улучшить координацию действий и обеспечить эффективность своей деятельности.

1. Алешин О.В., Сызранцев А.Г., Федулов А.В. Технологические основы автоматических систем управления связью высокочастотных систем управления специального назначения // Журнал I-methods. 2019.
2. Макаренко С.И. Перспективы и проблемные вопросы развития сетей связи специального назначения. // Научный журнал Системы управления, связи и безопасности. 2017. (2410-9916).
3. Заяц Ю.А., Лагутина Е.И. Постановка проблемы формирования информационно-аналитической поддержки принятия решений по применению средств связи в сети связи специального назначения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. (2071-6168).

РАЗДЕЛ XXVI. НАНОТЕХНОЛОГИИ

Дворянкин О.А.¹, Дворянкин А.О.²

Влияние режимов 3D-печати на усадку моделей изготавливаемых методами FDM печати

¹Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя

²Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-192

Аннотация

В статье проведено исследование влияния режимов 3D-печати на усадку моделей изготавливаемых методами FDM (Fused Deposition Modelling) печати. Рассмотрены материалы напрямую влияющие на механические свойства и точность печати. Чтобы избежать усадки и деформации модели из PLA-пластика, а также на примере ABS, представлены определенные рекомендации по борьбе с деформациями. Кроме этого предложены советы по борьбе с усадкой, подходящими не только для FDM 3D-печати, но и для многих других методов аддитивного производства.

Ключевые слова: 3D-печать, FDM печать, PLA-пластик, аддитивное производство, полимеры, полилактид, акрилонитрил-бутадиен-стирол, PETG, усадка, деформация, моделлер

Abstract

The article investigates the influence of 3D printing modes on the shrinkage of models manufactured by FDM (Fused Deposition Modeling) printing methods. Materials that directly affect the mechanical properties and accuracy of printing are considered. In order to avoid shrinkage and deformation of the PLA-plastic model, as well as on the example of ABS, certain recommendations for combating deformations are presented. In addition, tips for combating shrinkage are offered, suitable not only for FDM 3D printing, but also for many other methods of additive manufacturing.

Keywords: 3D printing, FDM printing, PLA plastic, additive manufacturing, polymers, polylactide, acrylonitrile butadiene styrene, PETG, shrinkage, deformation, modeler

Благодаря способности легко адаптироваться под любые задачи и максимально быстро запускать изделия сложной геометрии в производство при минимальных затратах 3D-печать в последнее время все активнее внедряется в различные отрасли и находится в фокусе исследовательского внимания по всему миру, а также появилась в школьных программах.

Используя цифровую модель в качестве основы, аддитивное производство (также известное как 3D-печать) создает продукт путем сплавления последовательных слоев материала.

К преимуществам этой технологии относится возможность точно и самостоятельно изготавливать объекты сложной геометрии. Изготовление этих деталей не требует трудоемкого оборудования или процессов, таких как литье под давлением. [1]

В настоящее время метод аддитивного производства приобретает всё большее значение по сравнению с традиционными технологиями. Используемые для печати материалы – это полимеры (в основном термопласты), металлы и другие менее распространенные. [2]

Также можно отметить, что в настоящее время доступно множество и других методов аддитивного производства. Однако наложение расплавленных нитей (FDM) является наиболее популярным и экономичным методом 3D-печати.

FDM (Fused Deposition Modelling) самая общая технология печатания 3D в мире. С ее помощью выращивается продукция как на домашних принтерах, так и на промышленных

системах высокоточной 3D-печати. Принцип строительства по технологии FDM заключается в послойном выращивании изделия из предварительно расплавленной пластиковой нити.

Принцип построения изделия по технологии FDM.

Способ печати: «печатающая» головка выдавливает жидкий материал слой за слоем, перемещаясь свободно как в плоскости слоя, так и вертикально. Материал – пластиковая нить, намотанная на бобину. Через головку и специальное сопло нить подается на платформу, создавая твердое тело модели. Микропроцессор включает или отключает подачу материала, а также контролирует движение головки в пространстве в 3 координатах. Кроме того, головка нагревает материал так, чтобы материал был пластичным и как бы «клеим» для сцепления с платформой и с уже напечатанной моделью (рис. 1). Движение печатающей головки (Экструдера) осуществляется по траектории, заданной системой обработки 3д моделей, созданных в САПР. Модель строится слой за слоем, снизу-вверх. [3]

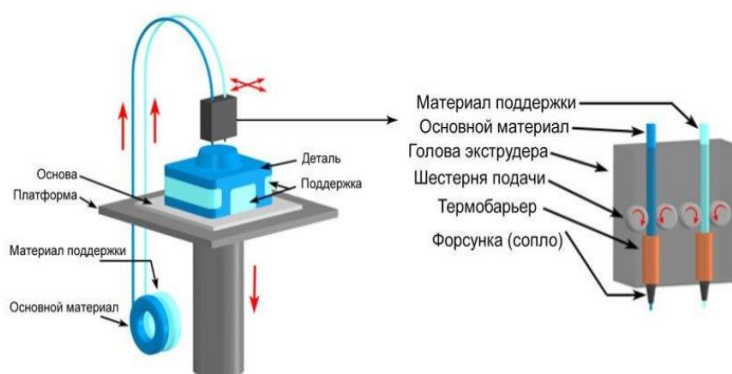


Рисунок 1. Принципиальная схема FDM печати.

К преимуществам FDM печати следует отнести:

- FDM-печать, является наиболее экономичным способом производства нестандартных термопластичных деталей и прототипов;
- время выполнения FDM-печати приемлемое;
- технология в наше время достаточно доступна;
- широкий ассортимент материалов, подходящих как для прототипирования, так и для некоторых некоммерческих функциональных применений.

Но в то же время FDM печать имеет и ряд недостатков, а именно:

- FDM-печать плохо подходит для моделей со сложной геометрией и тонкими элементами из-за ограниченной точности размеров и разрешения по сравнению с другими методами 3D-печати;
- линии слоев в конечном результате неизбежны, поэтому необходима дальнейшая обработка для получения более приятной эстетики. [4]

Печать с использованием термопластов, которые часто изготавливаются в виде тонких нитей на бобилах, – это основа технологии FDM. Ассортимент «чистых» пластиков очень широк. Используемый материал напрямую влияет на механические свойства и точность печати, а также на ее цену. Одними из самых популярных материалов является полилактид или «PLA-пластик» и Акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS), а также в последние годы набирает популярность материал PETG.

Кратко рассмотрим каждый из указанных материалов.

1. Полилактид (ПЛА, PLA) – популярный материал для FDM печати.

PLA – биоразлагаемый термопластик, произведенный из возобновляемых ингредиентов, таких как кукурузный крахмал или сахарный тростник. Тепловая деформация и температуры стеклования ниже, чем у других термопластов. Эти свойства делают PLA простым для 3D-печати.

Основные характеристики и свойства PLA представлены на рис. 2.

Температура стеклования – это температура, выше которой полимеры находятся в пластичном состоянии. Это значит, что при любых силовых воздействиях на материал он деформируется пластически.

PLA (полилактид)		
прочность	износостойкость	адгезив
Очень высокая	Высокая	Любой
спекаемость	сушка	мех. обработка
Высокая	При дефектах	Резание и шлифовка ручными инструментами
жесткость	t эксплуатации	t печати
Очень высокая	-20...+50°C	210/60°C
ударостойкость	токсичность	хим. обработка
Низкая	Нет	Дихлорметан

Рисунок 2. PLA пластик: характеристики и свойства.

Полилактид мало дает усадки при охлаждении, предотвращая деформации. По мере роста печатных моделей накапливается усадка. В последнем случае может потребоваться нагрев платформы сборки для одинакового охлаждения напечатанных деталей. [5]

Также из-за разницы температур внутри и снаружи объекта во время печати может произойти усадка. Резкий перепад приведет к поднятию краев модели и деформированию всего изделия.

Чрезмерное свободное пространство в печатном ящике также вызывает усадку. Если мощности стола недостаточно для прогрева термобокса по всему изготавливаемому объекту, возникает проблема.

Усадка может произойти из-за недостаточно хорошей адгезии детали к поверхности рабочего стола. Если сцепления недостаточно, внутреннее напряжение (усадка) будет преодолевать его силы, и изделие потеряет форму.

Усадка PLA-пластика также может произойти из-за низкого показателя спекаемости слоев. Если сила внутреннего напряжения превысит силу спекания слоев, произойдет разрыв, и на поверхности модели появятся трещины.

2. Акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС, ABS) более ударопрочный, чем PLA, но менее жесткий. ABS должен быть нагрет и вентилирован, чтобы прилипнуть к подложке, в отличие от PLA. Компоненты ABS также более гибкие, пластичные и устойчивые к давлению. Изделия из АБС-пластика, напечатанные методом FDM, имеют другие механические свойства, чем изделия, изготовленные методом литья под давлением.

На рис. 3 показаны основные характеристики ABS.

ABS (акрилонитрил бутадиен стирол)		
прочность	износостойкость	усадка
Средняя	Очень низкая	Очень высокая
спекаемость	сушка	мех. обработка
Плохая	При дефектах	Резание и шлифовка
жесткость	t эксплуатации	t печати
Высокая	-40...+90°C	240-270 /110°C
ударостойкость	токсичность	хим. обработка
Очень высокая	Да	Пары ацетона

Рисунок 3. ABS пластик: характеристики и свойства.

Механические характеристики, долговечность и невысокая стоимость АБС-пластика делают его популярным. Промышленность широко использует материал ABS.

АБС-пластик устойчив к влаге, кислотам и маслам и имеет термостойкость 90–110 °С. К сожалению, интенсивное солнечное излучение разрушает некоторые материалы, что ограничивает их использование. АБС-пластик легко окрашивается, поэтому немеханические детали могут быть защищены.

АБС-пластик при охлаждении дает усадку на 0,8%, что является его основным недостатком. Это воздействие может вызвать сильные деформации модели, скручивание исходных слоев и растрескивание.

3. PETG (полиэтилентерефталат-гликоль).

PETG является третьим по популярности материалом используемым для 3D-принтеров. Этот пластик совместим практически с любым FDM принтером и относительно недорог.

PETG образуется в процессе модификации цепи полимера PET (полиэтилентерефталата) молекулами этиленгликоля. Такое изменение состава и структуры придает материалу большую жесткость. [6] Буква «G» в аббревиатуре PETG означает «с повышенным содержанием гликоля». Группа гликоля усиливает PETG. Он прост в обращении и имеет лучшие оптические характеристики, чем ПЭТ. PETG широко используется для изготовления бутылок, потому что он устойчив к химическим веществам и влаге.

PETG прочнее и долговечнее, чем ABS, но при этом печатать с ним так же легко, как с PLA.

Основные характеристики и свойства PETG представлены на рис. 4.

PETG (полиэтилентерефталат-гликоль)		
прочность	износостойкость	усадка
Очень высокая	Высокая	Очень низкая
спекаемость	сушка	мех. обработка
Хорошая	При дефектах	Резание и шлифовка
жесткость	t эксплуатации	t печати
Средняя	-40...+65°C	235/75°C
ударостойкость	токсичность	хим. обработка
Низкая	Нет	Дихлорметан

Рисунок 4. PETG пластик: характеристики и свойства.

В мире 3D-печати PETG часто считается лучшим из PLA и ABS. Высокотемпературная печать делает ее термостойкой. Он не коробится, потому что имеет более высокую адгезию слоев и низкий коэффициент усадки. Представленный анализ трех наиболее популярных материалов для 3D-печати показал, что изделия из PLA и ABS подвержены усадке, которая в значительной степени влияет на конечный результат печати.

Усадка относится к тенденции полимера терять объем по мере затвердевания.

Важно иметь в виду, что первые слои продукта более склонны к усадке, так как они постоянно нагреваются столом принтера и, как следствие, температурным перепадом между последующими слоями. [7]

Поскольку разные места охлаждаются с разной скоростью, между ними существует некоторый запас скорости изменения размеров. Как видно на рисунке ниже, деформация нижнего слоя вызвана накоплением внутренних напряжений вследствие дифференциального охлаждения. В техническом смысле деформации можно избежать путем более жесткого регулирования температуры платформы и камеры. За счет увеличения адгезии между деталью и платформой (рис. 5).

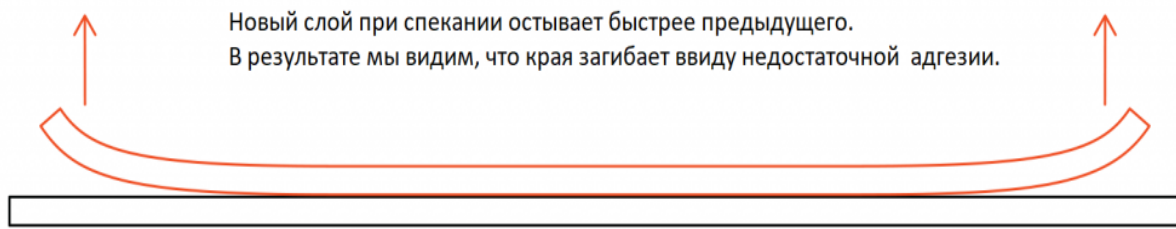


Рисунок 5. Деформация при FDM-печати [8].

Моделлер во время работы с моделью объекта может снизить вероятность отклеивания и других дефектов, связанных с деформацией. [9]

Рассмотрим методы устранения усадки моделей из ABS и PLA в зависимости от того, какие факторы влияют на деформацию моделей.

Для того чтобы избежать усадки и деформации модели из PLA-пластика, рекомендуется следовать перечисленным ниже рекомендациям.

1. **Повысить адгезию.** Качество продукта зависит от того, насколько хорошо начальные слои модели прилипают к рабочей поверхности. Алюминий, стекло, базальт, титан и другие материалы для рабочего стола способствуют адгезии. Перед печатью полиамидное покрытие на рабочем столе увеличивает сцепление. Наждачная бумага может улучшить адгезию пластика. Аэрозольные клеи или лак для волос также могут повысить адгезию. [10]
2. **Медленная печать уменьшает коробление.** Это займет больше времени, но постоянное охлаждение слоя снизит усадку материала. Полилактид имеет длительный период охлаждения, и если нижние слои не достигают точки стеклования, они могут быть искажены слоями, расположенными сверху.
3. **Устранение сквозняков предотвращает усадку.** Из-за них компонент охлаждается неравномерно и сжимается с разной скоростью, искажая модель. Покупка принтера с закрытой камерой или изоляция помещения для устройства путем герметизации дверей и окон помогает предотвратить нежелательные эффекты. Экструдеры оснащены дополнительными вентиляторами для быстрого и равномерного охлаждения модели.
4. **Более низкая температура печати.** Температура стеклования пластика должна быть несколько выше. В этом случае экструзия будет работать, и слои будут быстро сливаться. Перегрев увеличивает время охлаждения и усадку изделия.
5. **Уменьшите плотность печати.** Лучше всего печатать модель с помощью сетки из пластиковых нитей или сот. Этот вариант оптимален, так как снижает расход материала и деформацию за счет жесткости конструкции и меньшего пластического объема верхних слоев, что снижает давление.

На примере ABS приведем несколько решений по борьбе с деформациями:

1. **Перед печатью почистите столик изопропиловым спиртом.** При необходимости, особенно если собираетесь печатать крупные изделия, нанесите адгезионное средство (клей, лак для волос и т.п.).

По возможности используйте термокамеру. Многие FDM 3D-принтеры имеют закрытые камеры, помогающие стабилизировать фоновую температуру. В большинстве случаев это пассивные камеры, то есть воздух внутри нагревается столиком и хотэндом, но бывают и активные, термостатированные варианты с отдельными нагревателями и датчиками, позволяющими удерживать заданную температуру. [11]

Задача термокамер – удерживать печатаемую модель в более-менее равномерно разогретом состоянии до завершения работы, чтобы она могла остыть целиком, а не по слоям. Это, в свою очередь, помогает добиваться более равномерной усадки и тем самым избежать растрескивания. [12]

Используйте подогреваемую платформу. Если без термокамер еще можно обойтись, подогрев столика почти всегда необходим при 3D-печати АБС. Усадка первых слоев, отвечающих за сцепление с рабочей поверхностью, приведет как минимум к закручиванию углов, а в худших случаях – к отрыву модели от столика. [13]

Снизить риск отслаивания от столика можно с помощью вспомогательных структур – рафтов и бримов. Рафты – отдельные слои увеличенной площади, поверх которых печатается изделие, бримы же наращивают площадь первых слоев самого изделия. [14]

После 3D-печати рафты и бримы удаляются. Это повышает затраты как на расходный материал, так и постобработку, но с другой стороны значительно снижается риск отрыва модели и деформации из-за закручивания слоев – деформироваться будут рафты и бримы, а сама модель сохранит форму.

Безусловно, в идеале использовать все вышеупомянутые рекомендации для каждого вида пластика одновременно, однако не всегда этого удастся добиться в действительности.

Кроме того предлагаем рассмотреть более общие советы по борьбе с усадкой, подходящими не только для FDM 3D-печати, но многих других методов аддитивного производства.

Стремитесь к органичным формам.

Наверняка замечали по разным иллюстрациям, что в профессиональной 3D-печати часто используются бионические элементы, то есть навеянные природой: например, угловатые и плоские формы заменяются структурами, похожими на ветви деревьев.

Это не случайно, ибо замена углов скруглениями – один из наиболее простых и эффективных методов борьбы с усадкой.

Углы и толщина стенок

Прямые углы на деталях обычно приводят к резким изменениям в площади сечений, что нежелательно. По мере возможности старайтесь заменять прямые углы двумя или несколькими, например двумя по 45 градусов.

Еще одна хорошая идея – равномерная толщина стенок. Если стенки быстро сужаются или утолщаются, это приведет как к резкому изменению площади и неравномерному охлаждению, что может привести к деформациям и даже растрескиванию. Если стенки разной толщины регламентированы дизайном, постарайтесь хотя бы округлить углы.

Какой должны быть толщина стенок? Ответ зависит от материала, геометрии и процесса, но за отправную точку можно взять толщину в 1% от самого большого габарита самого изделия

Ориентация модели

Во многих случаях нежелательные эффекты усадки можно смягчить изменением ориентации модели на рабочем столике. Например, зачастую более-менее плоские детали выгоднее печатать не плашмя, а под углом.

Уменьшение объема заполнения

До начала печати можно решить, как будет заполняться модель – полностью или с некоторыми пустотами. Это определяется в процентном соотношении. С другой стороны, стоит помнить о том, что при охлаждении детали внутри нее пластик будет натягиваться. Если уменьшить заполнение, напряжение станет меньше. Соответственно, можно избежать искривления и закручивания детали.

Забота о чистоте стола

К покрытой пылью поверхности пластик будет прилипать, а значит, качество печати будет низким. Своевременная очистка рабочей поверхности – залог лучшей адгезии материала с ней.

Таким образом, подводя итог, можем сказать, что в последние несколько лет 3D-печать стала более доступной, чем когда-либо прежде. Это больше не только для развлечения; в настоящее время он используется почти во всех отраслях промышленности, а также и в учебном процессе, как в школьном, так и в вузовском образовании. 3D-принтеры могут использоваться для прототипирования, изготовления инструментов, стоматологии, ювелирных изделий, науки, образования и дизайна как на домашнем, так и на промышленном уровне.

Когда речь идет о потребительских товарах, FDM является одной из ведущих технологий на рынке. Используя термопластические или композитные материалы, FDM является сегодня одним из самых популярных процессов аддитивного производства.

Литье пластмасс под давлением, литье металлов и 3D-печать – все это примеры промышленных процессов, которые включают охлаждение полимеров или металлов, и в результате все они подвергаются усадке материала.

В этой статье мы обсудили несколько стратегий, позволяющих избежать деформации, растрескивания и отслаивания, которые часто сопровождают усадку при 3D-печати

Инженеры в области литья пластмасс под давлением должны учитывать скорость охлаждения, давление и скорость заполнения, чтобы свести к минимуму деформацию продукта.

В результате деформации могут возникнуть как проблемы с точностью размеров, так и косметические дефекты. Элементы модели могут быть смещены за счет охлаждения и сжатия слоев в обширной области. Усадка может вызвать деформацию поверхности и смещение посадочных мест и технических отверстий в печатных объектах, которые хорошо видны человеческому глазу.

Степень усадки 3D-печатных объектов зависит от таких факторов, как геометрия моделей, метод печати и материалы. Вот почему важно учитывать усадку при создании и подготовке моделей для 3D-печати.

1. 7 простых и 7 сложных приемов манипуляции сознанием. Какие из них используют на вас? [Электронный источник]. URL:<https://aif.ru/money/business/29151> (дата обращения: 27.08.2023).
2. Gardan, J. Additive manufacturing technologies: state of the art and trends / J.Gardan // International Journal of Production Research. – 2016. – V. 54. – № 10. – P. 3118-3132.
3. 3D-ПЕЧАТЬ FDM. [Электронный источник]. URL:<https://digispace.ru/tehnologii/3d-pechat-fdm/> (дата обращения: 27.08.2023).
4. Метод послойного наплавления: все, что нужно знать о технологии 3D-печати FDM [Электронный источник]. URL:<https://top3dshop.ru/blog/metod-poslojnogo-naplavleniya.html> (дата обращения: 27.08.2023).
5. Шкуро, А.Е. Технологии и материалы 3D-печати [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 98 с.
6. 3D-печать: как печатать пластиком PETG [Электронный источник]. URL:<https://top3dshop.ru/blog/petg-review-and-manual.html> (дата обращения: 27.08.2023).
7. FDM технология. Как это работает.. [Электронный источник]. URL:<https://3dtool.ru/stati/fdm-tekhnologiya-kak-eto-rabotaet/> (дата обращения: 27.08.2023).
8. FDM технология. Как это работает.. [Электронный источник]. URL:<https://3dtool.ru/stati/fdm-tekhnologiya-kak-eto-rabotaet/> (дата обращения: 27.08.2023).
9. FDM технология. Как это работает.. [Электронный источник]. URL:<https://3dtool.ru/stati/fdm-tekhnologiya-kak-eto-rabotaet/> (дата обращения: 27.08.2023).
10. Как избежать усадки PLA-пластика при печати? [Электронный источник]. URL:<https://vektor.ru/blog/usadka-pla-plastika-pri-pechati.html> (дата обращения: 27.08.2023).
11. Как бороться с деформациями при 3D-печати [Электронный источник]. URL:<https://rec3d.ru/rec-wiki/kak-borotsya-s-deformatsiyami-pri-3d-pechati/> (дата обращения: 27.08.2023).
12. Шкуро, А.Е. Технологии и материалы 3D-печати [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 98 с.
13. Как избежать деформации моделей при 3D-печати. [Электронный источник]. URL:<https://3dtoday.ru/wiki/deformation> (дата обращения: 27.08.2023).
14. Как бороться с деформациями при 3D-печати [Электронный источник]. URL:<https://rec3d.ru/rec-wiki/kak-borotsya-s-deformatsiyami-pri-3d-pechati/> (дата обращения: 27.08.2023).

РАЗДЕЛ XXVII. СТРОИТЕЛЬСТВО

Дерябина А.Е., Шишин В.Г.

Обоснование выбора ХСПЭ мастики для создания гидроизоляционных кровельных покрытий с повышенными эксплуатационными характеристиками*Завод гидроизоляционных материалов ООО «Битумекс»
(Россия, Екатеринбург)**doi: 10.18411/trnio-09-2023-193***Аннотация**

Статья направлена на решение актуальной задачи повышения срока эксплуатации гидроизоляционных кровельных покрытий. Предмет исследования – устройство многослойной полимер-битумной кровли. Объект исследования – мастики на основе хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ). Методы исследования – анализ ретроспективных результатов; синтез способов регулирования свойств ХСПЭ покрытий. В результате исследования показано, что непредельный стирол-бутадиен-стирольный компонент в материале Унифлекс имеет меньшую стойкость к естественной инсоляции и радиации, чем предельные полимеры; обоснован выбор и преимущества мастик на основе ХСПЭ для устройства долговечных покрытий; представлены добавки, позволяющие повысить УФ-, озono-, хемостойкость ХСПЭ мастик.

Ключевые слова: хлорсульфированный полиэтилен, кровельное покрытие, эксплуатационные свойства, УФ-стойкость, озonoстойкость, хемостойкость, прочность.

Abstract

The article is aimed at solving the urgent problem of increasing the service life of waterproofing roofing. The subject of the study is the arrangement of a multilayer polymer-bitumen roof. The object of the study is mastics based on chlorosulfonated polyethylene (CSPE). Research methods are analysis of retrospective results; synthesis of ways to control the properties of CSPE coatings. As a result of the study, it was shown that the unsaturated styrene-butadiene-styrene component in the Uniflex material has a lower resistance to natural insolation and radiation than saturated polymers; the choice and advantages of mastics based on CSPE for the device of durable coatings are substantiated; additives are presented that allow increasing UV-, ozone-, chemical resistance of CSPE mastics.

Keywords: chlorosulfonated polyethylene, roofing, performance properties, UV resistance, ozone resistance, chemical resistance, strength.

Кровельные покрытия испытывают воздействие неблагоприятных природных факторов в виде ветра, снега, дождя, солнечной инсоляции, что приводит к деструктивным изменениям в материале кровли и снижает срок ее эксплуатации. Соответственно, актуальными являются исследования, направленные на:

- повышение эксплуатационных характеристик кровли, в частности стойкости покрытия к деформациям и износу, воздействию УФ-излучения и озона;
- снижение возможности физико-химической деградации материала кровли в процессе ее эксплуатации, и, как следствие, повышение безремонтного срока службы покрытия.

Традиционным решением при создании долговечной гидроизоляционной кровли бизнес-класса является формирование трехслойного «пирога», включающего праймер битумный, Унифлекс ТПП и Унифлекс ТКП в качестве верхнего слоя. Например, производитель «Технониколь» предлагает все компоненты для устройства гидроизоляционного покрытия кровли:

- праймер из соединений нефтяного битума для подготовки, грунтовки, выравнивания основания кровли;
- средний слой – наплавляемое рулонное полимер-битумное покрытие Унифлекс ТПП с повышенной термостойкостью, состоящее из стеклоткани, пропитанной составом из битума, стирол-бутадиен-стирольного полимера и минерального наполнителя, а также защитной полимерной пленки с двух сторон покрытия;
- наружный слой кровли – Унифлекс ТКП, аналогичный материалу Унифлекс ТПП, где пленочный материал присутствует только с наплавляемой стороны покрытия, в то время как верхний слой включает крупнозернистую базальтовую крошку, что обеспечивает защиту от инсоляции [7].

Важно отметить, что заявляемый производителем срок службы покрытий Унифлекс 20-25 лет оценивается по сохранению показателя гибкости материала в процессе старения, в то время как проблемой является изменение свойств и деградация материалов под действием атмосферных и радиационных факторов, сокращающих период эксплуатации.

Исследование Хакимуллина Ю.Н. с соавторами отражает результаты сравнительного анализа изменений в битумных, полимер-битумных и полимерных кровельных материалах в естественных условиях крышной диагностики и при озонно-радиационном воздействии [8, С. 86]. Так, в ходе двухлетних испытаний кровли в естественных условиях авторами установлено, что битумные материалы подвержены наиболее сильному старению и развитию микротрещин, что негативно сказывается на стойкости к размягчению, морозостойкости, устойчивости к изгибающим нагрузкам. При воздействии на данные материалы радиации 25 Мрад в таких покрытиях наблюдается развитие трещиноватости и короблений, снижающих физико-механические показатели.

Соответственно, битумная составляющая в составе кровельных покрытий подвержена наиболее быстрому старению под действием УФ и озоновой нагрузки. Полимер-битумные композиции показали большую устойчивость к воздействию естественной атмосферы и радиации с некоторым короблением и потерей массы для стирольных полимеров, аналогичные которым имеются в составе покрытия Унифлекс. В то время как наивысшую устойчивость к УФ и озонному воздействию демонстрировали полимерные кровельные материалы на основе предельных углеводородов, в частности полиэтиленов с различными модификаторами [8, С. 93].

В этой связи интерес представляет возможность регулирования эксплуатационных свойств кровельного «пирога» при замене внешнего слоя покрытия Унифлекс на полимерную мастику на основе хлорсульфонируемого полиэтилена (ХСПЭ). Достоинством применения мастик на основе ХСПЭ является возможность осуществления работ при отсутствии подвода тепла и создания композиций с заданными свойствами в связи с наличием в полимере реакционноспособных групп, что позволяет вводить различные модификаторы и наполнители для регулирования эксплуатационных характеристик.

Гумаров А.Х. с соавторами отмечают исключительность защитных свойств покрытий на основе ХСПЭ, а именно:

- высокую стойкость к растрескиванию и истиранию за счет эластичности;
- хемостойкость к солям, щелочам, кислотам и их парам;
- широкий диапазон эксплуатационных температур, обеспечивающий как термостойкость, так и морозостойкость покрытия, а также возможность выполнения работ по устройству кровли в зимний период;
- срок службы до 30 лет и невысокую стоимость покрытий [4, С. 117].

Стойкость кровельного покрытия на основе ХСПЭ к воздействию УФ-излучения, озона и химических веществ, а также уровень физико-механических показателей и долговечность гидроизоляционного кровельного покрытия, в первую очередь определяются процессом получения ХСПЭ, где в зависимости от сшивающего агента и процесса сшивания образуется

пространственная сетка полимера с определенной дефектностью. Для минимизации дефектов структуры в интересах роста эксплуатационных показателей в качестве сшивающих отвердителей применяют полиизоцианаты, ароматические диамины, полиамиды, полиорганосилазаны, металлоорганические и кремнийорганические комплексы.

Например, сшивание аminosиланом обеспечивает рост таких физико-механических параметров как адгезия, прочность при разрыве, хемостойкость, способствуя снижению водопоглощения покрытия [4, С. 118]. При замене аминных отвердителей на диизоцианатные, композиции ХСПЭ имеют лучшие комбинации жизнеспособности, эксплуатационных показателей и гидроизоляционной стойкости. Дополнительное введение эпоксидной смолы обеспечивает равномерное распределение в структуре ХСПЭ дисперсных сшитых частиц, что подтверждается микрофотографиями покрытия, способствующих улучшению деформационно-прочностных свойств материала и химической стойкости к NaOH, NaCl, H₂SO₄. Введение в данные композиции смеси пигментов микрослюды и окиси железа в оптимальном соотношении обеспечивает лучшую укрывистость без снижения стойкости к изгибающим, разрывным и ударным деформациям. Такие покрытия на основе ХСПЭ имеют разрывную прочность в 4 раза выше, а водостойкость в 3 раза выше аналогов на аминном сшивающем агенте [1, С. 85].

Далее, свойства композиций на основе ХСПЭ могут регулироваться введением различных добавок. Например, уплотнение эластичной фазы эпоксидным олигомером позволяет получить материал с повышенной твердостью, стойкостью к изгибу и удару, а также водостойкостью и стойкостью к солям и кислотам, что обеспечивает покрытие лучшие гидроизоляционные и защитные характеристики [2, С. 139].

Введение минеральных наполнителей в виде органобентонита и модифицированного наноалмазами корунда приводит к росту разрывной прочности покрытий с 1,25 до 2,5 МПа и снижению разрывного удлинения с 1600 до 200 МПа (по бентониту), обеспечивая лучшие деформационно-прочностные свойства в процессе эксплуатации композиции. Такие изменения объясняются взаимодействием активных центров этих добавок в оптимальной концентрации и реакционноспособных групп ХСПЭ [3, С. 113].

В работе Сакиной А.И. с соавторами отмечена высокая хемо- и озоностойкость, низкая газо- и паропроницаемость покрытий из ХСПЭ, однако, подчеркнута недостаточность его устойчивости к действию ультрафиолета, что важно при устройстве кровли. Авторы предлагают введение кремнийорганических добавок для роста УФ-стойкости одновременно с улучшением влагостойкости и прочностных параметров. Отмечено, что наибольшую эффективность демонстрирует кремнийорганический модификатор АМГ-9 за счет реакций аминных групп наполнителя и хлорсульфонных групп ХСПЭ.

В результате разрывная прочность возрастает с 1,5 МПа до 3,5 МПа, относительное удлинение сокращается с 2000% до 1700%, водопоглощение с 3,5% до 1,7%. Дополнительное введение титаносилоксана в качестве стабилизатора УФ старения позволяет повысить стойкость кровельного покрытия к инсоляции. Установлено, что при 20 часовом УФ воздействии без стабилизирующей добавки наполненный АМГ-9 ХСПЭ теряет прочность с 3,5 МПа до 1,9 МПа, в то время как в сочетании со стабилизаторами исходная прочность в 4,2 МПа снижается незначительно – до 4,1 МПа [5, С. 72].

Повышению УФ-стойкости, адгезии, снижению стоимости и водопоглощения гидроизоляционных кровельных покрытий способствует композиция ХСПЭ, включающая битум, эпоксидный олигомер, резиновую крошку до 20 масс. ч и смачиватель [6, С. 152]. Регулированию озono- и маслостойкости мастик на основе ХСПЭ способствует введение натурального эпоксидированного каучука. Однако данные смеси требуют разработки механизма получения стабильной сшитой структуры вследствие разности полярности натурального и синтетического компонента [9, С. 121].

Замедлению процессов окислительного старения под влиянием атмосферной инсоляции, радиации и агрессивных сред способствует введение в ХСПЭ изоцианатных добавок до 3% масс., которые дополнительно повышают совместимость ХСПЭ с этилен-пропиленовыми каучуками, обеспечивающими рост физико-механических показателей. Аналогично, сложные

композиции на основе ХСПЭ с хлорпарафином обладают повышенной долговечностью, прочностью, антикоррозионной стойкостью, адгезией, а дополнительное введение перхлорвинилового смолы и канифоли в виде глицеринового эфира позволяет уменьшить пористость структуры, обеспечивая прирост значений показателей водо- и атмосферостойкости даже при воздействии химических веществ. Кроме того, введение в ХСПЭ оксида титана способствует росту прочностных показателей до 4 раз и УФ-стойкости до 2,5 раз [4, С. 119-121].

Улучшение деформационно-прочностных свойств и износостойкости ХСПЭ за счет повышения длительности периода окислительного старения от УФ-воздействия достигается введением бутилата титана совместно с модификатором КО-9, представляющим собой метилфенилдиметоксисилан. В таком случае происходит взаимодействие по активным центрам веществ с образованием связей NH, Si-O-Si, O-Ti, что обеспечивает ХСПЭ лучшую адгезию, прочность и стойкость к старению [1, С. 24].

По данным официальных сайтов некоторых производителей ХСПЭ мастик систематизированы их эксплуатационные характеристики:

1. Мастика ПБМ-Х-20 из ХСПЭ и битумных лаков для создания гидроизоляционных антикоррозионных покрытий с высокой УФ-, озono-, масло-, бензо-, хемостойкостью. Кровельное покрытие из такой мастики обладает высокой биостойкостью и препятствует распространению растительности, также покрытие характеризуется высокой адгезией к основаниям различной природы, повышающейся в процессе эксплуатации. Сохраняет прочностные свойства без охрупчивания в диапазоне -600C – $+1400\text{C}$, обладая высокой износостойкостью, в том числе в условиях хождения по кровле. Может применяться как для ремонта старых полимер-битумных и стальных кровель, так и для создания новых. Устройство покрытия возможно в один или два слоя с сушкой слоя при $20-230\text{C}$ до 10 часов; срок эксплуатации от 10 лет.
2. Высокотехнологичная мастика Абрин, где в композиции с ХСПЭ присутствуют синтетические смолы, наполнители, модификаторы, стабилизаторы, служит для ремонта существующих и устройства новых кровельных покрытий. По горючести мастика имеет класс Г1, воспламеняемости В1, распространению пламени РП1 за счет содержания сурьмы и хлора в композиции. Такое трудногорючее покрытие, препятствующее распространению огня, рекомендовано к использованию при устройстве кровли атомных станций. Покрытие имеет повышенную стойкость к атмосферным, химическим, биологическим воздействиям. При устройстве кровли рекомендуется промежуточная сушка слоев 1 час, полное отверждение слоя происходит за 21 сутки. Срок службы, заявляемый производителем, составляет 10-30 лет, в зависимости от интенсивности воздействия вредных факторов.
3. Мастика ВITUMEX на основе ХСПЭ с добавлением в состав композиции высокохлорированного ПЭ, растворителя, пигментов, антипиренов, наполнителей, пластифицирующих, поверхностно-активных, отверждающих и модифицирующих добавок. Кровельная мастика служит для устройства новых покрытий и ремонта любых видов кровли, является гидроизоляционной и противопожарной (Г1) и, по заявлению производителя, обладает максимальной степенью стойкости к УФ-воздействию и радиации относительно других материалов для полимерной кровли. Кровельное покрытие демонстрирует стойкость к химическим веществам, озону, микроорганизмам и является диэлектриком, что позволяет покрытию выполнять электроизоляционные функции. Рекомендуется устройство покрытия из трех и более слоев. Срок службы покрытия из данной мастики,

благодаря повышенному сопротивлению к износу и к многократной деформации, а также прочности сцепления с любыми поверхностями, составляет 30 лет и выше, при сохранении высоких эксплуатационных характеристик в температурном диапазоне $-600\text{C} - +2000\text{C}$.

Исходя из вышеизложенного, мастика на основе ХСПЭ может применяться при создании гидроизоляционного кровельного покрытия в двух направлениях:

- для продления срока службы существующего покрытия путем его ремонта или замены наружного слоя на ХСПЭ мастику для защиты от внешних воздействий;
- при устройстве новой кровли, посредством замены в традиционной многослойной системе «праймер битумный-Унифлекс ТПП-Унифлекс ТКП» слоя Унифлекс ТКП на ХСПЭ мастику. При этом для достижения лучших эксплуатационных параметров, в том числе в условиях воздействия УФ-излучения, озона, химических соединений, целесообразна организация нескольких слоев внешнего ХСПЭ покрытия, с межслойной сушкой.

Таким образом, в результате исследования:

- выявлена актуальность повышения срока службы кровельных покрытий за счет повышения эксплуатационных характеристик кровли, в том числе УФ-, озоно-, хемостойкости;
- представлена характеристика традиционного кровельного покрытия, включающего праймер и полимер-битумные рулонные материалы, в том числе с базальтовой крошкой;
- охарактеризованы особенности состава традиционного покрытия, структура и свойства битумной и полимерной составляющих, показано, что непредельный стирол-бутадиен-стирольный компонент в материале Унифлекс имеет меньшую стойкость к естественной инсоляции и радиации, чем предельные полимеры;
- обоснован выбор и преимущества мастик на основе ХСПЭ для устройства гидроизоляционных кровельных покрытий;
- представлены сшивающие агенты, модификаторы и наполнители, как органической, так и неорганической природы, позволяющие повысить УФ-, озоно, хемостойкость, износостойкость, устойчивость к деформации, а, следовательно, долговечность ХСПЭ покрытий;
- систематизированы характеристики существующих гидроизоляционных кровельных мастик на основе ХСПЭ и предложены способы их использования.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку технологии создания кровельных покрытий из ХСПЭ мастики, а также оценку их эксплуатационных свойств.

1. Гумаров А.Х. Защитные покрытия на основе хлорсульфированного полиэтилена, отверждаемые без подвода тепла: дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2015. 108 с.
2. Гумаров А.Х., Гарипов Р.М., Стоянов О.В. Модификация покрытий на основе хлорсульфированного полиэтилена эпоксидными олигомерами // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 14. С. 138-140.
3. Калинина Н.К., Сакина А.И., Осипчик В.С. Получение композиций на основе хлорсульфированного полиэтилена с добавлением органобентонита и нанодиазидов // Успехи в химии и химической технологии. 2012. Т. 26. № 3(132). С. 110-113.
4. Материалы на основе хлорсульфированного полиэтилена (обзор) / А.Х. Гумаров, Н.Е. Темникова, С.Н. Русанова, О.В. Стоянов, С.Ю. Софьина, В.Ф. Строганов, А.М. Мухаметова, Гарипов Р. М. // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 3. С. 117-123.
5. Модификация структуры и свойств хлорсульфированного полиэтилена / А.И. Сакина, В.А. Костенко, Н.К. Калинина, В.С. Осипчик, Т.П. Кравченко // Успехи в химии и химической технологии. 2014. Т. 3(152). С. 71-73.

6. Разработка модифицированных полимерно-битумных композиций с повышенными адгезионными характеристиками / А.И. Сакина, Е.С. Свиридова, Н.К. Калинина, Н.П. Безруков, Е.Д. Пессяникова // Успехи в химии и химической технологии. 2018. Т. 32. № 6 (202). С. 150-152.
7. Техноиколь. Кровельные материалы. Режим доступа: <https://shop.tn.ru/krovlja> (дата обращения 02.08.2023).
8. Хакимуллин Ю.Н., Мурафа А.В., Хозин В.Г. Влияние атмосферного и радиационного старения на долговечность кровельных материалов // Полимеры в строительстве: научный Интернет-журнал. 2015. № 1 (3). С.83-96.
9. Шаталова Е.А., Калинина Н.К. Хлорсульфированный полиэтилен как основа смесей для резин // Успехи в химии и химической технологии. 2020. Т. 34. № 7 (230). С. 120-122.

Павлова Л.В., Богачев Н.В.

Влияние состояния автомобильных дорог на безопасность движения

*ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-194

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы о влиянии состояния автомобильных дорог на безопасность движения. В современных условиях большую роль в развитии экономики и строительства играет автомобильный транспорт. Конфигурация и протяженность сети автомобильных дорог в первую очередь определяется особенностями рельефа страны и ее географического положения. Сопоставление темпов развития дорожной сети с темпами роста автомобильных перевозок показывает, что парк автомобилей и объем выполняемой ими работы возрастают значительно быстрее, чем протяженность автомобильных дорог. Вследствие опережающего роста автомобильного парка, а также технических возможностей транспортных средств, из года в год возрастает число дорожно-транспортных происшествий. Поэтому проблема выявления участков концентрации ДТП, способы улучшения и повышения безопасности движения на них являются весьма актуальными для условий России.

Ключевые слова: Безопасность движения, состояние автомобильных дорог, технические возможности, ДТП, участки концентрации движения, аварии.

Abstract

The article deals with questions about the impact of the state of roads on traffic safety. In modern conditions, road transport plays an important role in the development of the economy and construction. The configuration and length of the road network is primarily determined by the features of the country's topography and its geographical location. Comparison of the rate of development of the road network with the rate of growth of road transport shows that the fleet of vehicles and the amount of work they perform are growing much faster than the length of roads. Due to the outstripping growth of the car park, as well as the technical capabilities of vehicles, the number of traffic accidents is increasing from year to year. Therefore, the problem of identifying areas of concentration of accidents, ways to improve and increase traffic safety on them are very relevant for the conditions of Russia.

Keywords: Traffic safety, state of roads, technical capabilities, traffic accidents, areas of traffic concentration, accidents.

Все автомобильные дороги служат для того, чтобы удовлетворять потребности народного хозяйства, а также населения в осуществлении безопасных перевозок грузов и пассажиров.

К многочисленным дефектам дорожных покрытий, которые оказывают негативное влияние на уровень безопасности движения, стоит относить [1]:

- недостаточно оборудованные перекрестки
- дорожное покрытие с недостаточным коэффициентом сцепления
- неудовлетворительное состояние самого дорожного покрытия

- недостаточная обеспеченность определенных участков дороги дорожными знаками или дорожной разметкой
- наличие опасных придорожных препятствий
- отсутствие каких-либо дорожных ограждений.

В работе были проанализированы качественные критерии, представленные в таблице 1.

Таблица 1

<i>Критерии качества</i>			
<i>Технические критерии</i>	<i>Эстетические критерии</i>	<i>Критерии безопасности</i>	<i>Экологические критерии</i>
1. Прочность покрытия 2. Морозоустойчивость 3. Геометрические параметры 4. Долговечность 5. Ремонтпригодность	1. Дорожный сервис 2. Озеленение 3. Цветное покрытие 4. Дорожные знаки	1. Уклоны 2. Видимость 3. Ограждения 4. Разметка 5. Дорожные знаки	1. Связь с ландшафтом 2. Загрязнение почв и воздуха 3. Озеленение

Часто встречающиеся дефекты автомобильных дорог:

- *одиночные трещины* - продольные и поперечные одиночные трещины, расположенные на расстоянии свыше 4 м друг от друга без соблюдения какой-либо закономерности, рисунок 1.



Рисунок 1. Одиночная трещина.

- *Сетка трещин* - взаимопересекающиеся трещины, делящие поверхность покрытия на многоугольники со стороной 0,5 - 1 м, рисунок 2.

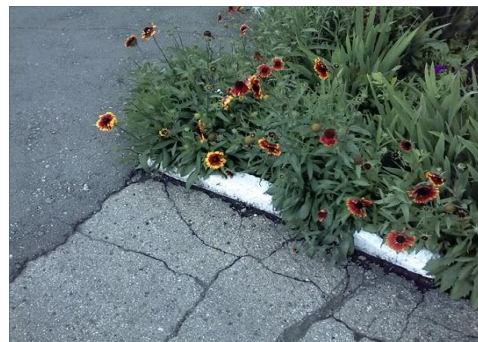


Рисунок 2. Сетка трещин.

Так как безопасность стоит на первом месте, рассмотрим, как ее можно повысить.

Безопасность на дорогах - важный элемент организации дорожного движения. Для реализации этого принципа необходимы технические средства и сооружения, включающие дорожные знаки[2].

Основная задача дорожных знаков - обратить на себя внимание и сигнализировать о необходимости того или иного действия.

На сегодняшний день изготавливаются дорожные знаки всех типов и размеров, а также знаки индивидуального проектирования[3].

Дорожные знаки являются неотъемлемой частью организации дорожного движения. Современные дорожные знаки существенно отличаются от дорожных знаков прошлого и количеством, обеспечивающим более подробное регламентирование дорожного движения, и по внешнему виду. Сегодня дорожные знаки изготавливают по специальной технологии, включающей обязательное покрытие световозвращающей пленкой. Такая световозвращающая поверхность делает дорожные знаки хорошо заметными даже в темноте, так как прекрасно отражает свет фар автомобиля и превращает дорожные знаки в светящиеся.

Забываясь об информационном комфорте участников движения дорожные службы дополняют на трассах обязательные дорожные знаки знаками индивидуального проектирования: различными табличками, схемами проезда, указателями и информационными щитами. Иногда такие дорожные знаки включают и информацию рекламного характера.

Область применения световозвращающих материалов - это обеспечение безопасности на дорогах, привлечение внимания участников дорожного движения к источникам повышенной опасности и работающим на дорогах людям.

Световозвращающие материалы применяются при изготовлении следующей продукции:

- Дорожные знаки и информационные щиты
- Спецодежду для дорожных служб и служб ГИБДД
- Маркировку крупногабаритных транспортных средств

Когда вы движетесь на своем автомобиле по дороге, на вас обращены светящиеся поверхности дорожных знаков. Вы получаете информацию - запрещающую, указательную, предписывающую и т.д. - следуете ей. Поэтому, современный дорожный знак - это, прежде всего, световозвращающая пленка. В зависимости от того, сколько будет "жить" пленка для дорожных знаков, столько и просуществует дорожных знаков.

Качественная световозвращающая пленка - многослойна и хорошо справляется со следующими функциями: адгезия, защита лицевой поверхности и конечно же, световозвращение.

Первая и вторая функции: адгезия и защита лицевой поверхности - пленка должна надежно приклеиваться к металлической или пластиковой основе и иметь прочный защитный слой, который не боится дождя, солнца, грязи[4].

Световозвращение в разных видах пленки достигается с помощью микроскопических стеклянных шариков, либо микропризм.

Ограждение дорожное металлическое барьерного типа используется для предотвращения выхода автомобиля за пределы дорожного полотна и для гашения энергии удара при столкновении с ним, рисунок 2.8.

Барьерные ограждения - это конструкция, состоящая из секций балки, стоек, консолей. Секции балки изготавливаются из специального гнутого профиля, стойки дорожные изготавливаются из стального С-образного профиля или двутавра. Для соединения секций балок металлических барьерных ограждений между собой применяются болты.

Световозвращатель дорожный используется для установки на дорожное металлическое ограждение барьерного типа.

Дорожные ограждения изготавливаются из высококачественного полиэтилена, контрастных цветов - белого и красного. Температурный диапазон использования от -300°С до +400°С. Барьеры водоналивные имеют элементы крепления между собой, что дает возможность оперативно сооружать оградительную конструкцию. В настоящий момент усилия по повышению безопасности дорожного движения в России направлены в основном на ужесточение мер за нарушение правил дорожного движения, но при этом остается без внимания тот факт, что невозможно обеспечить безопасное движение по АД, которые сами по себе являются опасными в силу своего несоответствия современным требованиям

безопасности. Именно поэтому снижение уровня аварийности на АД невозможно без кардинального изменения подхода к проектированию, строительству и содержанию дорог.

1. СНИП 2.05.02–85. Автомобильные дороги. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
2. Федеральная целевая программа «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 годы)» / Мин-во транспорта РФ, Мин-во путей сообщения РФ. – М., 2001.
3. Автотранспортный комплекс: проблемы и перспективы // Автомобильный транспорт. – 2004. – № 3. – С. 6–12.
4. Транспортный комплекс в России // Логистика. – 2000. – № 9. – С. 12–13.

Романов А.А.

Метод определения водоносных горизонтов водозаборной скважины с помощью гамма каротажа

*ООО «АкваСтройМонтаж»
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-195

Аннотация

Установление границ водоносных горизонтов является важной задачей при разработке и эксплуатации водозаборных скважин. Для точного определения расположения геологических структур и оптимизации процессов добычи подземных водных ресурсов предложен метод радиоактивного гамма каротажа. Метод гамма каротажа обладает целым рядом преимуществ. Он позволяет проводить литологическое расчленение породы за счет определения химических элементов и давать независимую оценку типа порогового пространства. Метод гамма каротажа полностью автономен, универсален, экономически выгоден и экологически безопасен. Он может быть применен на всех стадиях горно-геологического анализа.

Определение водоносных горизонтов водозаборной скважины с использованием гамма каротажа проводилось в условиях города Зеленогорска Курортного района Санкт-Петербурга. Для проведения исследования была выбрана разведочная скважина глубиной 132,2 метра. Для выполнения каротажа был использован специальный гамма-излучающий и регистрирующий прибор. Измерения проводились во время спуска и подъема прибора по скважине. Анализ данных гамма каротажа выявил уровни радиоактивности, связанные с конкретными геологическими формациями, что в свою очередь позволило определить наличие водоносных горизонтов и рекомендовать интервал установки скважинного фильтра. Он должен быть установлен на глубине от 124,7 до 129,5 метров.

Ключевые слова: порода, гамма-каротаж, водозаборная скважина, водоносный горизонт.

Abstract

Establishing the boundaries of aquifers is an important task in the development and operation of water intake wells. The method of radioactive gamma logging is proposed to accurately determine the location of geological structures and optimize the processes of extraction of underground water resources. The gamma logging method has a number of advantages. It allows to carry out lithological dismemberment of the rock by determining chemical elements and to give an independent assessment of the type of threshold space. The gamma logging method is completely autonomous, universal, cost-effective and environmentally safe. It can be applied at all stages of mining and geological analysis.

Determination of aquifers of a water intake well using gamma logging was carried out in the conditions of the city of Zelenogorsk in the Resort district of St. Petersburg. An exploration well with a depth of 132.2 meters was selected for the study. A special gamma-emitting and recording device was used to perform logging. The measurements were carried out during the descent and ascent of the device along the well. The analysis of gamma logging data revealed radioactivity levels associated

with specific geological formations, which in turn made it possible to determine the presence of aquifers and recommend the interval for installing a borehole filter. It should be installed at a depth of 124.7 to 129.5 meters.

Keywords: rock, gamma logging, water intake well, aquifer.

1. Введение

Определение границ водоносных горизонтов является важной задачей при эксплуатации водозаборных скважин. Точное знание геологической структуры позволяет оптимизировать процесс добычи подземных водных ресурсов и предотвратить нежелательные смешения вод различного качества [1, 2].

В настоящей статье предлагается метод нахождения водоносных горизонтов с использованием гамма каротажа (ГК). Горные породы обладают свойством испускать гамма-излучение. Оно происходит в результате их радиоактивного распада. Полученные посредством ГК данные анализируются. После этого определяются границы между водоносными и не водоносными горизонтами.

Радиоактивные излучения могут создаваться как естественным, так и искусственным образом. С их помощью можно определять ядерные свойства горных пород, что легло в основу различных методов исследования. Среди которых можно выделить радиоактивный каротаж (РК), ядерно-физические методы, радиометрические и пр.

В.К. Хмелевский определил 11 типов каротажа, которые наиболее часто используются в геологоразведке [3].

Наиболее важным представляется РК. Его специфика заключается в следующем:

- возможность проведения литологического расчленения породы за счет определения химических элементов, входящих в ее состав и степени насыщенности определенных составляющих. Это помогает в поиске и разведке полезных ископаемых;
- независимая оценка типа порогового пространства и полная автономность от других методов, определяющих текстурно-структурные свойства породы. Это позволяет сравнить и соотнести полученные данные;
- универсальность РК методов. Они могут использоваться в различных конструкциях. Это могут быть как не обсаженные, так и укрепленные трубой скважины. Радиоактивный каротаж может быть применен на всех стадиях горно-геологического анализа;
- экологическая опасность влияния на окружающую среду, минимальная. Глубина исследования составляет не более 30 сантиметров.

2. Цель исследования

Целью данного исследования является разработка и апробация метода определения водоносных горизонтов водозаборной скважины с использованием ГК в условиях города Зеленогорска Курортного района Санкт-Петербурга. Необходимо, чтобы предлагаемый метод был эффективным, точным и экономически выгодным.

3. Материалы и методы

Для проведения исследования была выбрана разведочная скважина глубиной 132,2 метра. В процессе работы был использован ГК, основанный на измерении радиоактивного излучения, которое происходит от различных геологических формаций. Для выполнения каротажа был использован специальный гамма-излучающий и регистрирующий прибор. Измерения проводились во время спуска и подъема прибора по скважине. Зарегистрированные данные были обработаны и проанализированы с использованием специальных программных средств. В ходе анализа осуществлялась корреляция между значениями радиоактивности и глубиной скважины.

На рисунке 1 представлена интегральная аппаратура ГК.

Рисунок 2 показывает пример каротажной кривой I_{γ} . Прежде всего эталонируют приборы. Это делается для того, чтобы выявить подлинную интенсивность гамма-излучения в

мкР/ч. Ее определяют на основании количества импульсов, которые отмечают за минуту. Регистрируемый радиус сферы излучения (95 %) принимается за радиус зоны анализа ГК. Предполагается, что он приблизительно равен 30 см [3].

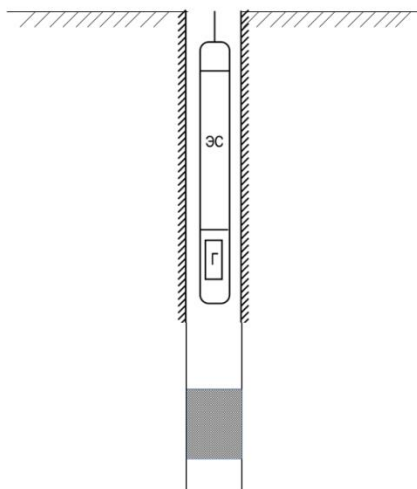


Рисунок 1. Гамма-каротажный зонд:
Г — детектор гамма-излучения; ЭС — электронная схема

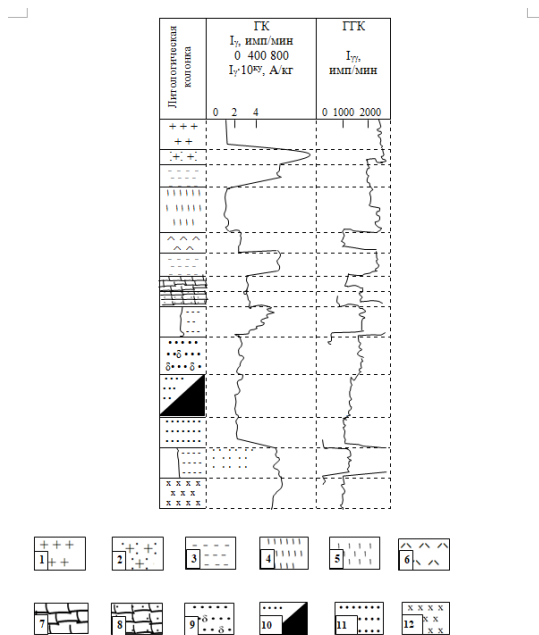


Рисунок 2. Диаграммы разреза осадочных пород. 1 – 12 – различные горные породы [3, 4]

Радиоактивность горной породы определяется комплексом составляющих химических компонентов. Торий, а также уран, входящие в ее состав, дают высокие показания на каротажной кривой I_γ . Если сравнивать радиоактивность глин, то наибольшие показатели присущи чистым глинам, которые обнаруживают в осадочных породах месторождений нефти и газа. Меньшую радиоактивность показывают песчаные и известковые глинистые породы. Природные карбонаты, чистые пески, песчанки, глинистые пески имеют более низкий уровень радиоактивности. Большинство антрацитов и гидрохимических осадков имеют наименьшие по сравнению с другими породами показатели [5]. Однако, в представленной закономерности встречаются исключения. Например, такие порообразующие минералы песков, как полевые шпаты, глаукониты и монациты могут обладать повышенной радиоактивностью. Ее уровень зависит от определенных протекающих в породах физических и химических процессов. Исходя

из этого нужно интерпретировать диаграммы ГК, учитывая всю специфику геологического разреза.

Безразмерный двойной разностной параметр исключает влияние условий измерения в скважине. Он исчисляется по формуле

$$\llcorner \Delta I\gamma = (I\gamma_{\infty} - I\gamma_{\min}) / (I\gamma_{\max} - I\gamma_{\min}),$$

где:

- $I\gamma_{\infty}$ — исправленное значение $I\gamma$ за вмещающие породы;
- $I\gamma_{\max}$ и $I\gamma_{\min}$ — соответственно максимальное и минимальное показания $I\gamma$ по всему разрезу» [3].

Безразмерный двойной разностной параметр является важным параметром при геофизических исследованиях скважин (ГИС). Он часто исчисляется для определения глинистости породы.

ГИС располагает целым комплексом методов. Одним из основных является ГК. Литологический состав пород на основании керновых данных определяется по совокупности кривых каротажа. Для каждого исследуемого района присущ свой литологический тип породы с соответствующими качественными признаками на каротажных кривых [6]. Наши исследования проводились в городе Зеленогорск курортного района Санкт-Петербурга.

4. Результаты исследования

На рисунке 3 представлена гамма-каротажная кривая по результатам исследования разведочной скважины глубиной 132,2 метра, выполненной в городе Зеленогорск Курортного района Санкт-Петербурга.

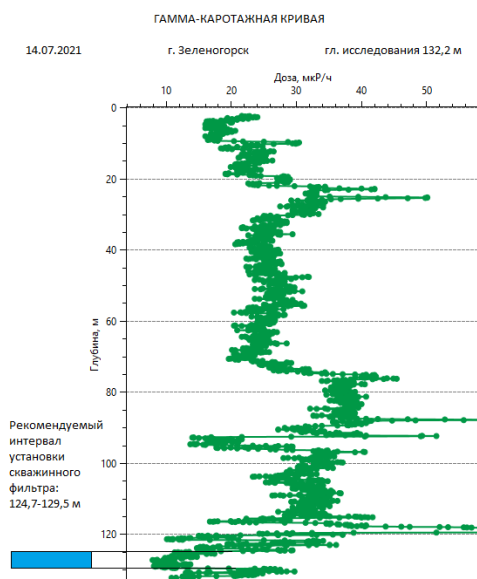


Рисунок 3. Гамма-каротажная кривая по результатам исследования скважины 132,2 м в г. Зеленогорске курортного района Санкт-Петербурга.

Полученные результаты исследования позволили эффективно определить границы водоносных горизонтов водозаборной скважины. Анализ данных гамма каротажа выявил уровни радиоактивности, связанные с конкретными геологическими формациями, что в свою очередь позволило определить наличие водоносных горизонтов и рекомендовать интервал установки скважинного фильтра. Он должен быть установлен на глубине от 124,7 до 129,5 метров.

Метод, предложенный в данной статье, имеет ряд преимуществ. Во-первых, он является не вторичным и не требует проведения дополнительных работ или образцов из скважины. Во-вторых, он достаточно точен и позволяет определить границы водоносных горизонтов с высокой степенью достоверности. В-третьих, метод экономически выгоден, так как не требует значительных затрат на оборудование или специальные ресурсы.

5. Заключение

В данной статье был представлен метод определения водоносных горизонтов водозаборной скважины с использованием гамма каротажа. Проведенные исследования подтвердили эффективность и точность данного метода. Полученные результаты позволяют определить границы водоносных горизонтов, что может быть полезно для планирования и эксплуатации водозаборных систем. Предложенный метод имеет потенциал для дальнейшего развития и применения в практических задачах водопользования и геологического исследования.

1. Romanov Andrey Aleksandrovich Use of unplasticized polyvinyl chloride (uPVC) casing pipes in water supply well construction // European science review. 2016. №5-6.
2. Романов А. А. Обсадные трубы из непластифицированного поливинилхлорида (НПВХ) - эффективный путь снижения капитальных затрат при строительстве водозаборных скважин // Современные инновации. 2016. №8 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obsadnye-truby-iz-neplastifitsirovannogo-polivinilhlorida-npvh-effektivnyy-put-snizheniya-kapitalnyh-zatrat-pri-stroitelstve> (дата обращения: 29.05.2023).
3. Геофизика: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения / под редакцией В.К. Хмелевского. — М.: «КДУ», «Добросвет», 2018.
4. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н. "Промысловая геофизика" Уч. для вузов. Под ред. д.г.-м.н. В.М. Добрынина, к.т.н. Н.Е. Лазуткиной - М.: ФГУП Изд - во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004 г. – 400 с.
5. Геофизические методы исследования скважин [Электронный ресурс] URL: <https://geophysicalinst.com/podderzhka/tekhnicheskaya-literatura/32-geofizicheskie-metody-issledovaniya-buryashchikh-skvazhin> (дата обращения 15.07.2023)
6. Сеидов Вагиф Миргамиза Оглы, Алибекова Егяна Тофик Кызы Методика оценки некоторых характеристик коллекторов по геофизическим данным в известняково-мергельных толщах // Известия УГГУ. 2017. №4 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-nekotorykh-harakteristik-kollektorov-po-geofizicheskim-dannym-v-izvestnyakovo-mergelnyh-tolschah> (дата обращения: 15.07.2023).

Сергеев С.В., Соколов Н.С.

Мониторинг за строительством здания с «безригельным» каркасом

*ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет имени И.Н. Ульянова»
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-196

Аннотация

Одной из приоритетных задач национальной политики РФ является обеспечение безопасности и надежности зданий и сооружений, служащих средой жизнедеятельности.

В связи с этим, при строительстве или реконструкции зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях, а также для эксплуатируемых зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства в условиях существующей застройки необходимо осуществлять геотехнический мониторинг.

Основной целью мониторинга является своевременное выявление недопустимых отклонений в строящихся или реконструируемых зданиях и сооружениях, а также в существующих объектах, находящихся в зоне влияния нового строительства и их оснований от проектных значений. По полученным результатам данным разрабатываются мероприятия по предупреждению или устранению негативных последствий.

Ключевые слова: Безопасность, надежность, карст, суффозия, деформация, «безригельный» каркас, деформометр, свая-ЭРТ.

Abstract

One of the priorities of the national policy of the Russian Federation is to ensure the safety and reliability of buildings and structures that serve as a living environment.

In this regard, during the construction or reconstruction of buildings and structures in difficult engineering and geological conditions, as well as for operated buildings and structures that fall into the zone of influence of new construction in the conditions of existing development, it is necessary to carry out geotechnical monitoring.

The main purpose of monitoring is the timely detection of unacceptable deviations in buildings and structures under construction or reconstruction, as well as in existing facilities located in the zone of influence of new construction and their grounds from design values. Based on the data obtained, measures are developed to prevent or eliminate negative consequences.

Keywords: Safety, reliability, karst, suffosion, deformation, "crossbarless" frame, deformometer, pile-EDT.

Мониторинг [1, 2, 3] включает в себя визуальные и инструментальные наблюдения за поведением строительных конструкций и их оснований в процессе строительства и в начальный период эксплуатации и осуществляется по специально разработанной методике. Как правило, он состоит из следующих основных этапов:

1. Проведение обследования существующих зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства. Построение теоретической модели с прогнозом передачи нагрузки от здания или сооружения на основание и определение величин деформаций основания во всех точках в зоне влияния строящегося объекта (теоретические исследования).
2. Проведение визуального и измерительно-технического наблюдения, контроля и приемки каждого отдельного этапа строительных работ (практические измерения), выполняемые посредством геодезических и геотехнических измерений. Измерение деформаций сооружений (осадки, крены, горизонтальные смещения и др.); фиксация и наблюдение за раскрытием трещин; измерение деформаций и усилий в конструкциях при помощи датчиков. Наблюдение за состоянием основания сооружения, окружающего массива грунта и за гидрогеологической обстановкой – измерение напряжений и деформаций в грунтовой массе; наблюдения за развитием опасных геологических и инженерно-геологических процессов (карст, суффозия, оползни, оседания поверхности и др.).
3. Принятие решений и мер по обеспечению конструктивной безопасности зданий и сооружений, в случае возникновения расхождений между теорией и практикой, влияющих на надежность. Уточнение прогнозов, в части изменения напряженно-деформированного состояния грунтовой массы и внесение коррективов в проектные решения, а также разработка в случае необходимости противоаварийных и защитных мероприятий.

Ранее методика была апробирована при строительстве жилого здания с монолитным каркасом на фундаментной плите [1]. Нами осуществлялся [1, 2, 3, 4] мониторинг строительства сборно-монолитного здания с «безригельным» каркасом, общий вид которого приводится на рис. 1.



Рисунок 1. Общий вид строящегося в г. Белгород здания со сборно-монолитным «безригельным» каркасом.

Пространственный каркас жилого дома выполнен в «безригельном» исполнении с несущими колоннами (сечение 500×500 мм) и «ригелями» (сечение 240×280(h) мм). «Безригельным» каркас называется потому, что несущими элементами перекрытия являются предварительно напряжённые ванты, которые после натяжения обетонируются для придания каркасу большей жёсткости и меньшей деформативности. Ванты выполняются из шести предварительно напряжённых канатов К-7-15, при этом каждый канат натягивается отдельно. Согласно проектного решения, натяжение происходит в два этапа:

1. натяжение канатов по прямой с усилием 10 тонн на канат;
2. оттяжка канатов на шпонки, крепящиеся к плитам.

При этом усилие натяжения в каждом канате достигает 150 кН. Канаты проходят через колонны в специальных отверстиях, которые после первого этапа забиваются цементным молочком. Второй этап натяжения происходит после набора прочности бетоном «пробок».

Для наблюдения за поведением несущих конструкций здания и основанием была создана измерительная сеть. Измерение осадок фундаментов под колоннами производилось методом высокоточного геометрического нивелирования способом «из середины», с помощью высокоточных нивелиров Н-05 и инварных реек.

Измерения величин деформаций в конструкциях производилось при помощи специально созданной сети, состоящей из струнных преобразователей линейных деформаций, установленных до бетонирования, на уровне расположения нижней рабочей предварительно напряженной арматуры монолитных «ригелей», показанных на рис.2. Замеры прогибов и деформаций монолитных «ригелей» осуществлялось также при помощи системы индикаторов часового типа, установленных в пролетных и опорных сечениях «ригелей», показанных на рис. 3. На нижнюю плоскость монолитных «ригелей» были смонтированы замерные базы, расстояние между которыми периодически, по мере нагружения, измерялось механическим тензометром с индикаторным прибором часового типа.



Рисунок 2. Деформометр, закладываемый до бетонирования монолитного «ригеля».



Рисунок 3. Индикатор часового типа, измеряющий деформации узла сопряжения «ригеля» и колонны.

По полученным результатам натурных исследований деформаций на уровне расположения нижней предварительно напряженной рабочей арматуры и нижней плоскости монолитного «ригеля» определено его фактическое напряженно-деформированное состояние.

После набора необходимой прочности бетона монолитного «ригеля» и демонтажа временных подпорок и опалубки при помощи установленных приборов были измерены деформации, по которым определены напряжения. На уровне верхнего ряда канатов напряжения сжатия в бетоне составили 5700 кПа, а на уровне нижнего ряда канатов

напряжения сжатия в бетоне составили 4500 кПа. Напряжения на нижней плоскости монолитного «ригеля» составили 4000 кПа.

Полученные данные подтверждают совместную работу сборных колонн и плит перекрытий за счет натяжения высокопрочной канатной арматуры, проходящей в двух взаимно перпендикулярных направлениях через отверстия в колонне, которая предполагалась на этапе его проектирования и расчета. При этом, сборные элементы перекрытий служат упором при натяжении канатов. Образовавшиеся «узлы трения» между колоннами и перекрытиями воспринимают усилия от вертикальной нагрузки, что позволяет применять сборные железобетонные колонны без консолей, используя при монтаже инвентарные металлические столики.

По измеренным вертикальным деформациям 22-х колонн определены напряжения при модуле деформации 30 000 МПа. В среднем напряжения достигают 13,6 МПа при соотношении максимальных к минимальным - 2,0. Это отличие объясняется конструктивными особенностями здания.

Средняя величина осадок колонн после стабилизации составила 13,5 см при соотношении максимальных к минимальным 1,25. Осадки незначительно превысили допускаемые по СП 22.13330.2011. Свод правил. СНиП 2.02.01.83. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция. Это объясняется наличием в основании 12-ти метровых забивных свай [5] водонасыщенных меловых грунтов. При этом относительные разности осадок не превысили допускаемых величин.

Следует отметить, что мел представляет собой мягкую неслоистую тонкозернистую слабощементированную породу. Он состоит из тонких (2-10 мкм) зерен кальцита, его обломков, остатков кокколитов (2-5 мкм) и фораминифер. Отдельные слои мела почти полностью состоят из кокколитов, или кокколиты преобладают в них. Мел отличается от известняков достаточно меньшей твердостью и наличием микроканалов, образованных микроорганизмами, которые, питаясь мелом, пронизывают его в разноориентированных направлениях. Мел интенсивно впитывает воду и при этом его прочность в водонасыщенном состоянии резко снижается. Кроме того, он обладает свойством тиксотропности, что является ценным строительным качеством для заглубленных сооружений, таких как забивные, задавливаемые и буровые сваи.

Благодаря специфичности физико-механических свойств гипса, одним из наиболее приемлемых типов буровых свай для рассматриваемых инженерно-геологических условий является буроинъекционная свая, изготовленная по разрядно-импульсной технологии – свая-ЭРТ с промежуточными опорами («подпятниками») [6, 7]. Несущая способность таких свай по грунту превосходит Fd забивных и задавливаемых свай примерно в 1,3 раза.

Дополнительным преимуществом свай-ЭРТ по сравнению с другими типами свай является цементирующий эффект грунтового основания, что повышает надежность эксплуатации основания, фундаментов и всего здания в целом.

Таким образом, для повышения безопасности и надежности зданий и сооружений необходимо осуществлять геотехнический мониторинг, использование которого рекомендуется при строительстве или реконструкции зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях, а также на стесненных территориях.

1. Сергеев С.В., Сенюшкин В.В. Исследование работы здания с монолитным каркасом как системы на упругом основании / Сборник статей Межд. научно-практической конференции «Город и экологическая реконструкция жилищно-коммунального комплекса XXI века» - М., 2006.
2. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. // – СПб.: «Центр качества строительства», 1998. – 96 с.
3. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений // - М.: НИИСК. Стройиздат, 1989.
4. Сергеев С.В, Воробьев Е.Д. Геотехнический мониторинг строительства зданий и сооружений в условиях г. Белгорода. // - Москва; Белгород: Ежегодный сборник РААСН. Т. 2., 2008.

5. А.И. Рыбалов, М.А. Рыбалов. Опыт использования меловых грунтов в качестве основания. // Тр. международной конференции «Геотехнические проблемы мегаполисов». – 2010. - М.:, С. 1389-1390.
6. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буронабивных свай-ЭРТ. // «ОФимГ». – 2015. – №1. С. 10-13.
7. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буронабивных свай с множественными уширениями с использованием электроразрядной технологии // Геотехника. 2016. № 2. Стр. 28-34.

Соколов Н.С.^{1,2}

Аспекты повышения несущей способностью основания

¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-197

Аннотация

Возведение фундаментов с повышенными значениями несущей способности является актуальной задачей современного геотехнического строительства. Особенно оно востребовано при строительстве объектов в стесненных условиях и сооружений повышенной этажности. Часты случаи использования буронабивных свай по технико-экономическим соображениям не целесообразно. Буронабивные сваи-ЭРТ с множественными уширениями в этом случае оказываются максимально востребованы.

Ключевые слова: несущая способность, буронабивная свая, ростверк, сваи-ЭРТ, множественные уширения, инъекции.

Abstract

The construction of foundations with increased bearing capacity is an urgent task of modern geotechnical construction. It is especially in demand in the construction of facilities in cramped conditions and structures with an increased number of storeys. There are frequent cases of using bored piles for technical and economic reasons, it is not advisable. In this case, bored-injection piles-EDT with multiple widenings are in the highest demand.

Keywords: bearing capacity, bored pile, grillage, EDT piles, multiple widenings, injections.

В современном геотехническом строительстве существуют технологии устройства фундаментов повышенной несущей способности. Одним из нормативных документов ТСН-306-2005 «Основания и фундаменты повышенной несущей способности» разработанным Министерством строительства, архитектуры и ЖКХ Ростовской области устанавливаются положения по улучшению строительных свойств грунтов оснований зданий и сооружений способами инъекции химических растворов, армирования основания через направленные гидроразрывы, армирования сваями-инъекторами и буронабивными элементами. Инъекции химическими растворами актуальны только для структурно-неустойчивых грунтов. Поэтому в современном геотехническом строительстве широко востребованы буронабивные сваи.

Возведение подземной части любого сооружения требует особого внимания [1, 2, 3, 4, 5, 6] со стороны геотехников. Любое внедрение в основание элементов в виде строительных конструкций, а также извлечение из него грунта изменяет сложившееся в течение длительного геологического периода напряженно-деформированное состояние основания (НДС). Также извлечение из него грунтов приводит к его разуплотнению. При этом, чем больше диаметр рабочего органа буровой установки, тем значительны негативные последствия на основание как следствие вынутаго грунта из него. Для сведения отрицательных влияний к минимуму с целью восстановления существовавшего НДС при производстве буровых свай необходимо использовать технологии способствующие восстановлению структуры грунтов основания.

Проектные организации, как правило, при нагрузках на сваи чаще всего проектируют буронабивные сваи диаметром = 600 мм и более.

Практически любой инженер-строитель знает, что чем больше диаметр сваи, тем больше ее несущая способность. Можно назначить буронабивную сваю любого диаметра. Но основным критерием окончательного назначения типа (величины диаметра и длины) буронабивной сваи является кроме технической целесообразности также экономическая эффективность.

Инвестор всегда вкладывает денежные средства в наиболее экономичный и в то же время надежный тип фундамента. Таким образом, для случая свайного фундамента экономическая эффективность рассматривается совместно со стоимостью свайного поля и ростверков.

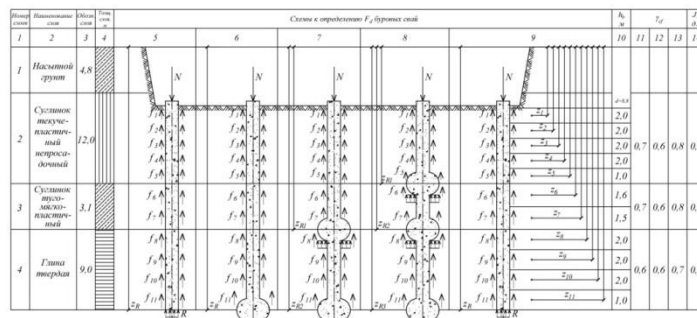
Для доказательства вышесказанного ниже приводятся выкладки доказывающие преимущества буронабивных свай, изготовленных по разрядно-импульсной технологии (свай-ЭРТ) по сравнению с буронабивными сваями.

Определение несущей способности F_d производится по формуле (7.11) СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \sum (\gamma_{cf} f_i h_i)), \quad (1)$$

где γ_c - коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1; R - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа ($\text{тс}/\text{м}^2$), принимаемое по табл. 7.2 СП 24.13330.2011; A - площадь опирания сваи на грунт, м; u - наружный периметр поперечного сечения сваи, м; f_i - расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, кПа ($\text{тс}/\text{м}^2$), принимаемое по СП 24.13330.2011; h_i - толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cf} - коэффициент условий работы грунта соответственно под нижним концом и по боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на значения расчетного сопротивления грунта и принимаемые по табл. 7.6 СП 24.13330.2011; γ_{cR} - коэффициент условий работы под нижним концом сваи согласно п. 7.26 СП 24.13330.2011.

По формуле (1) произведены расчеты несущей способности F_d по грунту различных типов буровых свай прорезающих текучепластичный суглинок с $I_L = 0.9$, мягкопластичный суглинок с $I_L = 0.6$. Пята сваи заделана в полутвердую глину. В качестве типов буровых свай использованы: 1) буронабивные сваи-ЭРТ без уширений и с уширениями под пятой и вдоль ствола; 2) буронабивные сваи Ø 600, 800, 1000 мм, изготавливаемые в обсадных трубах, под защитой тиксотронной глины, а также укладываемые с помощью глубокой вибрации. Результаты расчетов F_d по приведённым схемам на рис. 1 сведены в табл. 1.



исунок 1. Схемы к определению несущей способности F_d буровых свай.
Примечания по столбцам: 5- буронабивная свая-ЭРТ без уширений;
6 - буронабивная свая-ЭРТ с уширениями под пятой;

7 - буронабивная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и стволу; 8 - буронабивная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола сваи; 9 – буронабивные сваи диаметром 600, 800, 1000 мм; 11 – коэффициенты γ_{cf} для буровых свай поз. 3 а табл. 7.6 СП 13330.2011; 12 – коэффициенты γ_{cf} для буровых свай поз. 3 б табл. 7.6 СП 13330.2011; 13 – коэффициенты γ_{cf} для буровых свай поз. 3 в табл. 7.6 СП 13330.2011.

Таблица 1

№ п.п.	Тип сваи	Позиция	Несущая способность, кН	Расчетная нагрузка	Примечания	Объем сваи, м ³	Удельная несущая способность, кН/м ³	Удельная расчетная нагрузка, кН/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Буронабивная свая Ø600 A=0,2826 м ²	1	2330,0	1665,0	Буронабивная свая в обсадных трубах	5,6	416,0	297,3
		2	2300,0	1640,0		5,6	410,7	293,0
		3	2465,0	1760,0		5,6	440,2	314,3
2	Буронабивная свая Ø800 A=0,50 м ²	1	3760,0	2685,0		10,0	376,0	268,5
		2	3725,0	2660,0		10,0	372,5	266,0
		3	3935,0	2810,0		10,0	393,5	281,0
3	Буронабивная свая Ø1000 A=0,785 м ²	1	5540,0	3960,0		15,7	352,9	252,2
		2	5500,0	3930,0		15,7	350,3	250,3
		3	5770,0	4120,0		15,7	367,5	263,4
5	Буронабивная свая Ø2000 A=6,28 м ²	1	19400,0	13860,0		62,8	308,9	220,7
		2	19850,0	14180,0		62,8	316,1	225,8
		3	19860,0	14200,0		62,8	316,2	226,1
6	Буроинъекционные сваи-ЭРТ Ø350 A=0,10 м ²	4	1515,0	1080,0	Буроинъекционная свая-ЭРТ без уширений	2,0	757,5	540,0
		5	1680,0	1200,0	Буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой	2,0	840,0	600,0
		6	1880,0	1340,0	Буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и вдоль ствола	2,0	940,0	670,0
		7	1930,0	1380,0	Буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола сваи	2,0	965,0	690,0

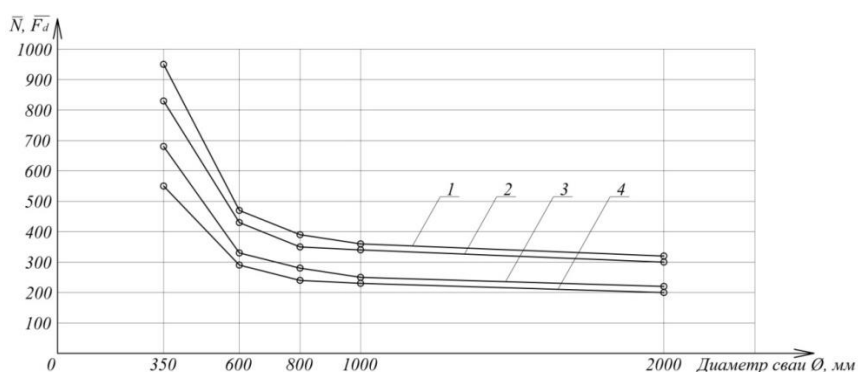


Рисунок 2. Графики зависимости $f(\varnothing, \bar{N})$ и $f(\varnothing, \bar{F}_d)$, где \bar{F}_d - удельная несущая способность [кН/м³], \bar{N} - удельная расчетная нагрузка; 1 и 2 - графики $f(\varnothing, \bar{F}_d)$; 3 и 4 - графики $f(\varnothing, \bar{N})$.

Примечания: 350-диаметр сваи-ЭРТ; 600, 800, 1000, 2000 - диаметры буронабивных свай [мм].

Для оценки величин несущей способности свай и расчетных нагрузок на них в табл. 1 имеются величины удельных значений, это удельная несущая способность \bar{F}_d соответствующая $\bar{F}_d = \frac{F_d}{V_c}$ и удельная расчетная нагрузка \bar{N} соответствующая $\bar{N} = \frac{N}{V_c}$, где V_c - объем рассматриваемой сваи.

Наиболее характерны графики зависимости \bar{N} и \bar{F}_d от диаметра и типа свай приведенные на рис. 2. Ярко прослеживается преобладание \bar{N} и \bar{F}_d для свай-ЭРТ с

многоместными уширениями. Оно превышает в $2,5 \div 4,5$ раз значений \bar{N} и \bar{F}_d для буронабивных свай. При этом с увеличением диаметра свай функции $f(\bar{\sigma}, \bar{F}_d)$ и $f(\bar{\sigma}, \bar{N})$ выполаживаются, стремясь к асимптоте.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17-20.
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Георекострукция, 2010. 551 с.
3. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с. 5 Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
4. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). Издание второе, дополненное. Санкт-Петербург. – 2012. 284 с.
5. Соколов Н.С., Соколов С.Н. Применение буринъекционных свай при закреплении склонов // Материалы Пятой Всероссийской конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2005) - 2005. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета. С. 292-293.
6. Соколов Н.С. Метод расчета несущей способности буринъекционных свай-РИТ с учетом «подпятников» // Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2014) - 2014. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета. С. 407-411.

Соколов Н.С.^{1,2}

Буринъекционная свая ЭРТ армированная фиброй как заглубленная конструкция

¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-198

Аннотация

На сегодняшний день намечается существенный рост применения фибродобавок (фибры) как в промышленном, так и бытовом строительстве во всем мире. Применение фибры для армирования бетонных конструкций успешно конкурирует с другими способами укрепления бетона, в том числе металлическими сетками и стержнями.

Бетонные конструкции, армированные фиброй, имеют повышенный класс огнеупорности и категорию трещиностойкости, что позволяет использовать данный вид армирования во многих областях строительства, включая фундаментостроение, в частности – при устройстве буровых свайных фундаментов.

Главная особенность применения буровых свай заключается в отсутствии ударных и вибро-нагрузок в процессе их устройства, что очень важно при условиях плотной городской застройки. Поэтому, изучение работы конструкций буровых свай и усовершенствование данной технологии является актуальной задачей при проектировании подземных сооружений, так как применением фиброарматуры можно увеличить несущую способность буронабивной сваи, а также сократить сроки его возведения.

Ключевые слова: сваи, фибра, армирование фиброй, электроразрядная технология, несущая способность, свая ЭРТ инженерно-геологические элементы, электрогидравлическая обработка.

Abstract

To date, a significant increase in the use of fiber additives (fibers) is planned in both industrial and domestic construction around the world. The use of fiber for reinforcing concrete structures successfully competes with other methods of strengthening concrete, including metal meshes and rods.

Fiber-reinforced concrete structures have an increased fire resistance class and a crack resistance category, which makes it possible to use this type of reinforcement in many areas of construction, including foundation engineering, in particular, in the construction of bored pile foundations.

The main feature of the use of bored piles is the absence of shock and vibration loads in the process of their installation, which is very important under conditions of dense urban development. Therefore, the study of the operation of bored pile structures and the improvement of this technology is an urgent task in the design of underground structures, since the use of fiber reinforcement can increase the bearing capacity of a bored pile, as well as reduce the time of its construction.

Keywords: piles, fiber, fiber reinforcement, electric discharge technology, load-bearing capacity, EDT pile, geotechnical elements, electrohydraulic treatment.

Исследованиями в области строительства, а именно относящимися к возведению свайных фундаментов с применением фибры в качестве армирующего элемента при возведении фундаментов на слабых грунтах, занимались разные институты, в частности исследователи из СПбГАСУ, ОАО «Фундаментпроект», НИИ Оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова, ОАО «ЦНИИПромзданий», ООО НИИЖБ и ОАО «СПбЗНИИПИ» и другие [1-10].

При возведении свайных фундаментов рассматривались исследования, связанные с решениями проблем при погружении забивных свай до проектных отметок. Проблемы забивных свай заключались в преждевременном разрушении их оголовков, в результате чего при погружении забивных свай в тяжелые и средние грунты около 30% железобетонных свай не достигали проектных отметок и более чем у 80% свай приходилось срезать головы и стволы перед устройством ростверка. Для решения данной проблемы приведенными выше институтами были проведены исследования, направленные на применение забивных свай из сталефибробетонного оголовка и железобетонного ствола, а также свай, целиком изготовленных сталефибробетона. Результаты исследований оказались успешными, так как сваи, изготовленные из сталефибробетона оказались способны воспринять значительную энергию удара и позволили сократить время погружения свай на 50%, повысить возможность сваебойного оборудования и производительность сваебойных работ. В результате проверки свай из сталефибробетона в условиях реального строительства, исследователями установлено, что они обладают высокой ударостойкостью, обеспечивающей бездефектное погружение до проектных отметок и возможность отказа от применения свай-дублеров.

В условиях плотной городской застройки применение забивных свай не просто нежелательно – в некоторых случаях просто недопустимо. Ударные динамические и вибрационные воздействия на основание возводимого сооружения могут привести к самым печальным последствиям для существующих зданий попадающих в зону влияния нового строительства, вплоть до разрушения. Поэтому при строительстве на слабых грунтах вновь возводимого или усилении реконструируемого здания в стесненных условиях, особенно вблизи старых зданий или объектов культурного наследия, наиболее актуально применение технологии возведения свайных фундаментов с минимальным негативным или безвредным воздействием на основание существующего соседнего строения, а именно технологии изготовления буровых свай.

Ввиду актуальности применения технологии изготовления буровых свай на сегодняшний день, а также его обширного и повсеместного использования, не менее актуальны методы его усовершенствования, в частности – применение фибры в качестве армирующего элемента.

Тема нашего исследования направлена на разработку технологии изготовления буровых свай, полностью армированных фиброй, а также изучение работы таких свай в грунтовом массиве.

Актуальность применения фибры в качестве армирующего элемента буровых свай заключается в том, что данная технология позволит увеличить их несущую способность за счет армирования всего тела фундамента, увеличить прочность и трещиностойкость бетона, а также позволит сократить сроки их возведения за счет исключения традиционных методов армирования стержневыми стальными каркасами.

Научная новизна исследования заключается в использовании фибры в качестве армирующего элемента при изготовлении буронабивной сваи, включающего проходку скважины полым шнеком с буровым инструментом, оснащенным магистральями подвода высоконапорного водоцементного раствора с фиброй, и создании переменного поперечного сечения в зависимости от характеристик грунтов. Решение поставленной задачи достигается за счет формирования увеличенного поперечного сечения в областях пониженных механических свойств грунтов. В результате этого появляется возможность получения положительных результатов.

Для исследования и разработки технологии изготовления буровых свай, армированных фиброй, нами поставлены следующие задачи, разделенные на этапы:

- I. I этап: сбор и анализ имеющейся на сегодняшний день нормативной базы, научных разработок с применением фибробетона, диссертаций на данную тему, статей и проектов; изучение методов расчета фибробетонных конструкций, в частности буровых свай; подготовка приборной и материальной базы к проведениям исследований;
- II. II этап: изучение разновидностей фибродобавок из различных материалов; определение физических свойств и параметров определенных видов фибры (из стали, полипропилена, базальта и т.д.); изготовление опытных образцов-кубиков из бетона с разными фибродобавками для сравнения и определения их прочностей на сжатие, растяжение, сдвиг и другие виды напряженного состояния; сравнение результатов испытаний образцов по следующим параметрам: по прочности, по технологичности изготовления, по экономичности; выбор наиболее оптимального материала фибры по проведенным исследованиям;
- III. III этап: изготовление экспериментальных образцов буровых свай из бетона определенной марки и наиболее оптимально подобранной по всем показателям фибры, а также буровых свай из бетона той же марки с применением стержневого арматурного каркаса; испытание полученных буровых свай в полевых условиях; обработка результатов испытаний; сравнение результатов испытаний образцов по следующим параметрам: по прочности, по технологичности изготовления, по экономичности.

После сравнения полученных результатов испытаний образцов буровых свай возможны два варианта событий: первый – характеристики несущей способности буровых свай армированных фиброй и изготовленных из бетона определенной марки будет равной или выше несущей способности буровых свай армированных традиционным стальным стержневым каркасом, в таком случае исследование и разработку технологии армирования буровых свай фиброарматурой можно будет считать успешным; второй вариант событий – несущая способность буровых свай армированных фиброй будет ниже несущей способности свай армированных традиционным методом, в таком случае планируем подбирать оптимальный состав бетона и фибры до достижения результатов по несущей способности не ниже чем для свай армированных стержневым каркасом, при этом соблюдая не только прочностные, но и технологические и экономические показатели таких свай.

Ниже приводится пример алгоритма подбора состава мелкозернистой бетонной смеси (БСМ) для изготовления свай ЭРТ.

Одной из стадий строительного проектирования конструкций железобетонного ствола буроинъекционной сваи ЭРТ является подбор состава мелкозернистой бетонной смеси (БСМ) согласно ГОСТ 7423-2010 «Смеси бетонные. Технические условия».

Алгоритм подбора состава БСМ представляется в следующей последовательности:

1. По величинам проектной несущей способности сваи-ЭРТ F_d по грунту назначается класс (марка) бетона по прочности на сжатие. При этом согласно ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые» средняя прочность бетона закладывается при коэффициенте вариации $V = 13,5 \%$, обеспеченности не менее 95 % от назначенного значения. Например, при проектной марке мелкозернистого бетона М400 величина кубиковой прочности должна составлять $R = 38,5$ МПа ($392,5$ кг/см²).
2. По ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия» подбирается марка по удобоукладываемости бетонной смеси П и показатель подвижности (осадка конуса). Для примера символ П4 означает осадку конуса 20 см.
3. Назначаются условия твердения. В основании ниже глубины промерзания условия твердения – естественные. При осуществлении геотехнических работ в условиях отрицательных температур применяются или химическое твердение с применением формиата натрия или электрический метод прогрева с помощью греющих проводов. Следует отметить, что электропрогрев из опыта производства работ нежелателен. Возможно, возникновение усадочных трещин в теле бетона в результате быстрого набора прочности и, как результат, отрыв части сваи-ЭРТ прогреваемой от части твердеющей естественным путем.
4. Подбираются компоненты к мелкозернистому бетону – цемент, мелкий заполнитель, добавки к бетону и вода.
 - 4.1. Портландцемент, как правило, на объект поставляется из ближайшего цементного завода. В средневолжском регионе используется цемент производства ОАО «Мордовцемент». Согласно ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные» контролируемые параметры являются:
 - 1) прочность на сжатие в возрасте 28 суток $R = 50$ МПа;
 - 2) нормальная плотность цементного теста 27 %;
 - 3) сроки схватывания: начало 2 часа 35 мин, конец 4 часа 25 мин;
 - 4) истинная плотность $\rho = 2,63$ г/см³.
 - 4.2. В качестве мелкого заполнителя принимается природный речной песок по ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия (с Поправкой)» с моделью крупности не более $M_k=2,0$. Определяется процентное содержание фракций крупнее $M_k \geq 2,0$ мм и плотность минеральных частиц ρ_s .
 - 4.3. Для увеличения прочности бетона и увеличения подвижности используются добавки. Например, добавка ЭМБЭЛИТ 8-100 – модификатор бетона по ТУ 5870-176-46854090-04, изготавливаемый ООО «Предприятие Мастер Бетон» г. Москва одновременно является пластификатором и модификатором.
 - 4.4. К воде также предъявляются особые требования согласно ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов».
5. В строительной лаборатории под назначенные прочность, подвижность, удобоукладываемость, условия твердения согласно ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава бетона» проектируются:
 - 5.1. Водоцементное отношение, например $V/C = 0,51$, где V – масса воды;
 - 5.2. Соотношение материалов по массе, например $C:P=1:2,1$, где C-масса цемента; P – масса песка;
 - 5.3. Содержание добавок в % от массы цемента, например содержание ЭМБЭЛИТ 8-100 = 10;
 - 5.4. Расход материалов на 1 м³ бетонной смеси;

Для примера на одном из объектов использованы: цемент – 850 кг; песок – 810 кг; добавка ЭМБЭЛИТ 8-100 – 85 кг; вода – 465 кг.

Кроме характеристик номинального состава мелкозернистого бетона в алгоритме подбора состава приводится раздел фактически возможного расхода материалов на 1 м³ бетонной смеси.

6. Физико-механические свойства бетона, обязательные для подтверждения правильности подбора состава на объекте – это средняя плотность бетона в серии образцов размером 10×10×10 см, ρ [г/см³] и предел прочности на сжатие в возрасте 7 и 28 сут.

Вывод.

Применение технологии буровых свай, армированных фиброй, вполне возможно для практического использования после проведения исследований.

Разработка технологии изготовления буровых свай, армированных фиброй, при возведении и реконструкции зданий в стесненных условиях на слабых грунтах в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений является весьма актуальной проблемой, т.к. отличительная особенность таких свай заключается в отсутствии ударных и вибронагрузок в процессе их устройства. При условиях плотной городской застройки данный метод позволит максимально минимизировать негативное влияние от нового строительства или реконструируемого объекта на существующие здания или сооружения, расположенные рядом с ними.

На наш взгляд, использование фибры в качестве армирующего элемента существенно улучшит прочностные характеристики буровых свай, придавая им дополнительные положительные качества, такие как трещиностойкость и водонепроницаемость. Армированная фиброй буронабивная свая вполне может стать конкурентоспособной благодаря дешевизне по сравнению со стержневой арматурой, а также высокой технологичности за счет сокращения времени ее изготовления.

1. Богов, С.Г. Опыт применения струйной технологии для закрепления слабых грунтов при реконструкции здания по ул. Почтамтская в г. Санкт-Петербурге / С.Г. Богов. С. С. Зуев // Сборник трудов научно-технической конференции СПбГАСУ. - СПб., 2010. - С. 80-86.
2. Ван Импе, В.Ф. Фундаменты глубокого заложения: тенденции и перспективы развития // Реконструкция городов и геотехническое строительство. № 9. - СПб., 2005. - С. 7-33.
3. Василюк, Л.В. Вибропогружение шпунта вблизи существующих зданий в грунтовых условиях Санкт-Петербурга // Инженерно-геологические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений / Сб. тр. Всероссийской научн. -техн. конф. 1-3 февраля 2017 г. - СПб, 2017. - С. 307-316.
4. Войлоков И.А. Применение фибры при изготовлении свай // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 8(10). С. 6-8. DOI: 10.18720/MCE.10.6.
5. Гаврилов, А.Н. Комплекс изыскательских и исследовательских работ для проектирования нового строительства в условиях плотной городской застройки / А.Н. Гаврилов, Е.М. Грязнова, Р.Р. Старков // Основания, фундаменты и механика грунтов. № 6. - М., 2006. - С. 10-13.
6. Гурский, А. В. Учет влияния вдавливания шпунта на дополнительную осадку соседних зданий: канд. дис. СПб., 2016. - 133 с.
7. Далматов, Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты: Учебник для вузов - М.: Стройиздат, 1981. - 319 с.
8. Дьяконов, И.П. Оценка несущей способности буронабивных свай с негабаритным наконечником // Инженерно-геологические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений / Сб. тр. Всероссийской научн.-техн. конф. 1-3 февраля 2017 г. - СПб., 2017. - С. 316-322.
9. Nikolay Sokolov, Sergey Ezhov, Svetlana Ezhova. Preserving the natural landscape on the construction site for sustainable ecosystem // Journal of applied engineering science. 15 (2017) 4, 482. p. 518–523.
10. Соколов Н.С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай // Жилищное строительство. 2018. № 1–2. С. 62–66.

Соколов Н.С.^{1,2}

Свая ЭРТ армированная фиброй

¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»²ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-199

Аннотация

На сегодняшний день намечается существенный рост применения фибродобавок (фибры) как в промышленном, так и бытовом строительстве во всем мире. Применение фибры для армирования бетонных конструкций успешно конкурирует с другими способами укрепления бетона, в том числе металлическими сетками и стержнями.

Бетонные конструкции, армированные фиброй, имеют повышенный класс огнеупорности и категорию трещиностойкости, что позволяет использовать данный вид армирования во многих областях строительства, включая фундаментостроение, в частности – при устройстве буровых свайных фундаментов.

Главная особенность применения буровых свай заключается в отсутствии ударных и вибро-нагрузок в процессе их устройства, что очень важно при условиях плотной городской застройки. Поэтому, изучение работы конструкций буровых свай и усовершенствование данной технологии является актуальной задачей при проектировании подземных сооружений, так как применением фиброарматуры можно увеличить несущую способность буронабивной сваи, а также сократить сроки его возведения.

Ключевые слова: сваи, фибра, армирование фиброй, электроразрядная технология, несущая способность, свая ЭРТ инженерно-геологические элементы, электрогидравлическая обработка.

Abstract

To date, a significant increase in the use of fiber additives (fibers) is planned in both industrial and domestic construction around the world. The use of fiber for reinforcing concrete structures successfully competes with other methods of strengthening concrete, including metal meshes and rods.

Fiber-reinforced concrete structures have an increased fire resistance class and a crack resistance category, which makes it possible to use this type of reinforcement in many areas of construction, including foundation engineering, in particular, when constructing bored pile foundations.

The main feature of the use of bored piles is the absence of shock and vibration loads in the process of their installation, which is very important under conditions of dense urban development. Therefore, the study of the operation of bored pile structures and the improvement of this technology is an urgent task in the design of underground structures, since the use of fiber reinforcement can increase the bearing capacity of a bored pile, as well as reduce the time of its construction.

Keywords: piles, fiber, fiber reinforcement, electric discharge technology, load-bearing capacity, EDT pile, geotechnical elements, electrohydraulic treatment.

Исследованиями в области строительства, а именно относящимися к возведению свайных фундаментов с применением фибры в качестве армирующего элемента при возведении фундаментов на слабых грунтах, занимались разные институты, в частности исследователи из СПбГАСУ, ОАО «Фундаментпроект», НИИ Оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова, ОАО «ЦНИИПромзданий», ООО НИИЖБ и ОАО «СПБЗНИИПИ» и другие [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

При возведении свайных фундаментов рассматривались исследования, связанные с решениями проблем при погружении забивных свай до проектных отметок. Проблемы

забивных свай заключались в преждевременном разрушении их оголовков, в результате чего при погружении забивных свай в тяжелые и средние грунты около 30% железобетонных свай не достигали проектных отметок и более чем у 80% свай приходилось срезать головы и стволы перед устройством ростверка. Для решения данной проблемы приведенными выше институтами были проведены исследования, направленные на применение забивных свай из сталефибробетонного оголовка и железобетонного ствола, а также свай, целиком изготовленных сталефибробетона. Результаты исследований оказались успешными, так как сваи, изготовленные из сталефибробетона оказались способны воспринять значительную энергию удара и позволили сократить время погружения свай на 50%, повысить возможность сваебойного оборудования и производительность сваебойных работ. В результате проверки свай из сталефибробетона в условиях реального строительства, исследователями установлено, что они обладают высокой ударостойкостью, обеспечивающей бездефектное погружение до проектных отметок и возможность отказа от применения свай-дублеров.

В условиях плотной городской застройки применение забивных свай не просто нежелательно – в некоторых случаях просто недопустимо. Ударные динамические и вибрационные воздействия на основание возводимого сооружения могут привести к самым печальным последствиям для существующих зданий попадающих в зону влияния нового строительства, вплоть до разрушения. Поэтому при строительстве на слабых грунтах вновь возводимого или усилении реконструируемого здания в стесненных условиях, особенно вблизи старых зданий или объектов культурного наследия, наиболее актуально применение технологии возведения свайных фундаментов с минимальным негативным или безвредным воздействием на основание существующего соседнего строения, а именно технологии изготовления буровых свай.

Ввиду актуальности применения технологии изготовления буровых свай на сегодняшний день, а также его обширного и повсеместного использования, не менее актуальны методы его усовершенствования, в частности – применение фибры в качестве армирующего элемента.

Тема нашего исследования направлена на разработку технологии изготовления буровых свай, полностью армированных фиброй, а также изучение работы таких свай в грунтовом массиве.

Актуальность применения фибры в качестве армирующего элемента буровых свай заключается в том, что данная технология позволит увеличить их несущую способность за счет армирования всего тела фундамента, увеличить прочность и трещиностойкость бетона, а также позволит сократить сроки их возведения за счет исключения традиционных методов армирования стержневыми стальными каркасами.

Научная новизна исследования заключается в использовании фибры в качестве армирующего элемента при изготовлении буронабивной сваи, включающего проходку скважины полым шнеком с буровым инструментом, оснащенным магистральями подвода высоконапорного водоцементного раствора с фиброй, и создании переменного поперечного сечения в зависимости от характеристик грунтов. Решение поставленной задачи достигается за счет формирования увеличенного поперечного сечения в областях пониженных механических свойств грунтов. В результате этого появляется возможность получения положительных результатов.

Для исследования и разработки технологии изготовления буровых свай, армированных фиброй, нами поставлены следующие задачи, разделенные на этапы:

- I. I этап: сбор и анализ имеющейся на сегодняшний день нормативной базы, научных разработок с применением фибробетона, диссертаций на данную тему, статей и проектов; изучение методов расчета фибробетонных конструкций, в частности буровых свай; подготовка приборной и материальной базы к проведению исследований;
- II. II этап: изучение разновидностей фибродобавок из различных материалов; определение физических свойств и параметров определенных видов фибры (из

стали, полипропилена, базальта и т.д.); изготовление опытных образцов-кубиков из бетона с разными фибродобавками для сравнения и определения их прочностей на сжатие, растяжение, сдвиг и другие виды напряженного состояния; сравнение результатов испытаний образцов по следующим параметрам: по прочности, по технологичности изготовления, по экономичности; выбор наиболее оптимального материала фибры по проведенным исследованиям;

- Ш. III этап: изготовление экспериментальных образцов буровых свай из бетона определенной марки и наиболее оптимально подобранной по всем показателям фибры, а также буровых свай из бетона той же марки с применением стержневого арматурного каркаса; испытание полученных буровых свай в полевых условиях; обработка результатов испытаний; сравнение результатов испытаний образцов по следующим параметрам: по прочности, по технологичности изготовления, по экономичности.

После сравнения полученных результатов испытаний образцов буровых свай возможны два варианта событий: первый – характеристики несущей способности буровых свай армированных фиброй и изготовленных из бетона определенной марки будет равной или выше несущей способности буровых свай армированных традиционным стальным стержневым каркасом, в таком случае исследование и разработку технологии армирования буровых свай фиброарматурой можно будет считать успешным; второй вариант событий – несущая способность буровых свай армированных фиброй будет ниже несущей способности свай армированных традиционным методом, в таком случае планируем подбирать оптимальный состав бетона и фибры до достижения результатов по несущей способности не ниже чем для свай армированных стержневым каркасом, при этом соблюдая не только прочностные, но и технологические и экономические показатели таких свай.

Ниже приводится пример алгоритма подбора состава мелкозернистой бетонной смеси (БСМ) для изготовления свай ЭРТ.

Одной из стадий строительного проектирования конструкций железобетонного ствола буроинъекционной сваи ЭРТ является подбор состава мелкозернистой бетонной смеси (БСМ) согласно ГОСТ 7423-2010 «Смеси бетонные. Технические условия».

Алгоритм подбора состава БСМ представляется в следующей последовательности:

1. По величинам проектной несущей способности сваи-ЭРТ F_d по грунту назначается класс (марка) бетона по прочности на сжатие. При этом согласно ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые» средняя прочность бетона закладывается при коэффициенте вариации $V = 13,5 \%$, обеспеченности не менее 95% от назначенного значения. Например, при проектной марке мелкозернистого бетона М400 величина кубиковой прочности должна составлять $R = 38,5 \text{ МПа}$ ($392,5 \text{ кг/см}^2$).
2. По ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия» подбирается марка по удобоукладываемости бетонной смеси П и показатель подвижности (осадка конуса). Для примера символ П4 означает осадку конуса 20 см.
3. Назначаются условия твердения. В основании ниже глубины промерзания условия твердения – естественные. При осуществлении геотехнических работ в условиях отрицательных температур применяются или химическое твердение с применением формиата натрия или электрический метод прогрева с помощью греющих проводов. Следует отметить, что электропрогрев из опыта производства работ нежелателен. Возможно, возникновение усадочных трещин в теле бетона в результате быстрого набора прочности и, как результат, отрыв части сваи-ЭРТ прогреваемой от части твердеющей естественным путем.
4. Подбираются компоненты к мелкозернистому бетону – цемент, мелкий заполнитель, добавки к бетону и вода.

4.1. Портландцемент, как правило, на объект поставляется из ближайшего цементного завода. В средневолжском регионе используется цемент производства ОАО «Мордовцемент». Согласно ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные» контролируемые параметрами являются:

- 1) прочность на сжатие в возрасте 28 суток $R = 50$ МПа;
- 2) нормальная плотность цементного теста 27 %;
- 3) сроки схватывания: начало 2 часа 35 мин, конец 4 часа 25 мин;
- 4) истинная плотность $\rho = 2,63$ г/см³.

4.2. В качестве мелкого заполнителя принимается природный речной песок по ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия (с Поправкой)» с моделью крупности не более $M_k=2,0$. Определяется процентное содержание фракций крупнее $M_k \geq 2,0$ мм и плотность минеральных частиц ρ_s .

4.3. Для увеличения прочности бетона и увеличения подвижности используются добавки. Например, добавка ЭМБЭЛИТ 8-100 – модификатор бетона по ТУ 5870-176-46854090-04, изготавливаемый ООО «Предприятие Мастер Бетон» г. Москва одновременно является пластификатором и модификатором.

4.4. К воде также предъявляются особые требования согласно ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов».

5. В строительной лаборатории под назначенные прочность, подвижность, удобоукладываемость, условия твердения согласно ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава бетона» проектируются:

5.1. Водоцементное отношение, например $В/Ц = 0,51$, где В – масса воды;

5.2. Соотношение материалов по массе, например $Ц:П=1:2,1$, где Ц-масса цемента; П – масса песка;

5.3. Содержание добавок в % от массы цемента, например содержание ЭМБЭЛИТ 8-100 = 10;

5.4. Расход материалов на 1 м³ бетонной смеси;

Для примера на одном из объектов использованы: цемент – 850 кг; песок – 810 кг; добавка ЭМБЭЛИТ 8-100 – 85 кг; вода – 465 кг.

Кроме характеристик номинального состава мелкозернистого бетона в алгоритме подбора состава приводится раздел фактически возможного расхода материалов на 1 м³ бетонной смеси.

6. Физико-механические свойства бетона, обязательные для подтверждения правильности подбора состава на объекте – это средняя плотность бетона в серии образцов размером 10×10×10 см, ρ [г/см³] и предел прочности на сжатие в возрасте 7 и 28 сут.

Вывод

Применение технологии буровых свай, армированных фиброй, вполне возможно для практического использования после проведения исследований.

Разработка технологии изготовления буровых свай, армированных фиброй, при возведении и реконструкции зданий в стесненных условиях на слабых грунтах в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений является весьма актуальной проблемой, т.к. отличительная особенность таких свай заключается в отсутствии ударных и вибронагрузок в процессе их устройства. При условиях плотной городской застройки данный метод позволит максимально минимизировать негативное влияние от нового строительства или реконструируемого объекта на существующие здания или сооружения, расположенные рядом с ними.

На наш взгляд, использование фибры в качестве армирующего элемента существенно улучшит прочностные характеристики буровых свай, придавая им дополнительные положительные качества, такие как трещиностойкость и водонепроницаемость. Армированная

фиброй буронабивная свая вполне может стать конкурентоспособной благодаря дешевизне по сравнению со стержневой арматурой, а также высокой технологичности за счет сокращения времени ее изготовления.

1. Богов, С.Г. Опыт применения струйной технологии для закрепления слабых грунтов при реконструкции здания по ул. Почтамтская в г. Санкт-Петербурге / С.Г. Богов. С. С. Зув // Сборник трудов научно-технической конференции СПбГАСУ. - СПб., 2010. - С. 80-86.
2. Ван Импе, В.Ф. Фундаменты глубокого заложения: тенденции и перспективы развития // Реконструкция городов и геотехническое строительство. № 9. - СПб., 2005. - С. 7-33.
3. Василюк, Л.В. Вибропогружение шпунта вблизи существующих зданий в грунтовых условиях Санкт-Петербурга // Инженерно-геологические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений / Сб. тр. Всероссийской научн.-техн. конф. 1-3 февраля 2017 г. - СПб, 2017. - С. 307-316.
4. Войлоков И.А. Применение фибры при изготовлении свай // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 8(10). С. 6-8. DOI: 10.18720/МСЕ.10.6.
5. Гаврилов, А.Н. Комплекс изыскательских и исследовательских работ для проектирования нового строительства в условиях плотной городской застройки / А.Н. Гаврилов, Е.М. Грязнова, Р.Р. Старков // Основания, фундаменты и механика грунтов. № 6. - М., 2006. - С. 10-13.
6. Гурский, А. В. Учет влияния вдавливания шпунта на дополнительную осадку соседних зданий: канд. дис. СПб., 2016. - 133 с.
7. Далматов, Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты: Учебник для вузов - М.: Стройиздат, 1981. - 319 с.
8. Дьяконов, И.П. Оценка несущей способности буронабивных свай с негабаритным наконечником // Инженерно-геологические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений / Сб. тр. Всероссийской научн.-техн. конф. 1-3 февраля 2017 г. - СПб., 2017. - С. 316-322.
9. Nikolay Sokolov, Sergey Ezhov, Svetlana Ezhova. Preserving the natural landscape on the construction site for sustainable ecosystem // Journal of applied engineering science. 15 (2017) 4, 482. p. 518–523.
10. Соколов Н.С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай // Жилищное строительство. 2018. № 1–2. С. 62–66.

Соколов Н.С.^{1,2}

Стесненность при строительстве объектов

¹ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-200

Аннотация

Строительство объектов в стесненных условиях требует особого подхода, связанного с необходимостью разработки и осуществления мероприятий по обеспечению безаварийной эксплуатации зданий окружающей застройки в пределах геотехнического влияния. Зачастую строители пренебрегают влиянием технологии возведения нового объекта на возможные негативные последствия (появившиеся трещины на фасадах вследствие неравномерных осадок, кренов и т.д.) эксплуатируемых зданий. В рассматриваемой статье рассматривается один негативный случай из геотехнической практики строительства 16-этажного жилого дома рядом с существующим пятиэтажным жилым домом. Описаны результаты геотехнического мониторинга.

Ключевые слова: геотехническое строительство, неравномерные осадки, грунтовые анкера, ограждение котлована, электроразрядная технология, буроинъекционные сваи ЭРТ.

Abstract

The construction of facilities in cramped conditions requires a special approach associated with the need to develop and implement measures to ensure trouble-free operation of buildings of the

surrounding development within the geotechnical influence. Builders often neglect the influence of the technology of the construction of a new object on the possible negative consequences (cracks appearing on the facades due to uneven precipitation, rolls, etc.) of the buildings being operated. The article in question examines one negative case from the geotechnical practice of building a 16-storey residential building next to an existing five-storey residential building. The results of geotechnical monitoring are described.

Keywords: geotechnical construction, uneven precipitation, ground anchors, excavation fencing, electric discharge technology, drilling piles EDT.

Введение

Строительство объектов в стесненных условиях является наиболее проблемным с точки зрения технологии строительного производства ниже нулевой отметки. При проектировании и возведении заглубленных конструкций должен быть разработан комплекс специальных мероприятий по обеспечению безаварийной эксплуатации зданий существующей застройки. Необходимо отметить, что современные геотехнические технологии позволяют успешно решать подобные задачи [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. В данной статье рассмотрен один из отрицательных примеров строительства многоэтажного жилого дома рядом с существующим домом.

Цель исследования

Объект нового строительства представляет собой единый монолитный железобетонный блок имеющий форму прямоугольника. Надземная часть объекта строительства состоит из **технического и 16 надземных этажей**. Конструктивная схема представляет собой монолитный железобетонный безригельный каркас с самонесущими наружными стенами из пенобетонных блоков, опирающихся на междуэтажные перекрытий. Перекрытия и покрытия выполнены из монолитного железобетона. Конструктивное решение фундамента предусмотрено в качестве монолитной железобетонной фундаментной плиты. Глубина котлована на различных участках колеблется в пределах от **9,3 м до 9,6 м**. Абсолютная отметка дна котлована составляет **175,30 м Балтийской Системы (БС)**. Ширина котлована в плане равна **27,0 м**, а его длина – **40,0 м**.

В соответствии с п. **9.36 СП 22.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83х «Основания зданий и сооружений»** радиус зоны влияния нового строительства равен $r_{зв}=4 \cdot H_k$ для котлована, разрабатываемого с устройством ограждения из стальных труб. Таким образом, зона влияния для конкретного случая составила **38,4 м**. В указанной зоне расположен пятиэтажный двух подъездный жилой дом. Категория технического состояния прилегающего жилого здания по отчетам по результатам проведенного технического обследования согласно существующим нормативным документам относится к удовлетворительному. Пространственная жесткость жилого дома обеспечивается жесткими дисками междуэтажных перекрытий и покрытий, блоками лестничных клеток. В плане объект имеет размеры **54,0x12,75**, а по высоте - **17,0 м**. Фундаменты – ленточные сборные из бетонных блоков стен подвала типа **ФБС** толщиной **400-500 мм**, уложенных на монолитный железобетонный пояс, возведенный по фундаментным плитам **ФЛ**. Глубина заложения фундаментов колеблется в пределах **2,79-3,05 м**. Стены здания выполнены из силикатного кирпича толщиной **510,0 мм** на цементно-песчаном растворе. Внутренние несущие стены толщиной **380,0 мм** выложены также из силикатного кирпича, а междуэтажные и чердачные перекрытия смонтированы из железобетонных многопустотных плит толщиной **220,0 мм**.

Материалы и методы исследования

В первоначальном варианте крепление стенок котлована запроектировано в виде раскрепленной шпунтовой стенки с использованием двух ярусов грунтовых анкеров «Атлант» (см. рис. 1А). Для этого случая для шпунтовой стенки использованы стальные трубы сечением **530x8** по ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент» с шагом **1,0 м**., а по оси "Ж" трубы устроены с шагом **0,8 м**.

Кроме того, в непосредственной близости от здания они заполняются тяжелым бетоном. Отметка верха труб шпунтовой стенки принята переменной – от **184,54 м** до **184,84 м БС**. Низ труб ограждения по осям "1", "А" и "12" располагается на отметках от **171,54** до **171,84 м БС** при их длине **13,0 м**, по оси "Ж" низ труб ограждения располагается на отметке **166,84 м БС** при длине труб **18,0 м**. Между трубами ограждения запроектирована забирка из досок толщиной **40,0 мм**.

По просьбе заказчика - застройщика нам (**ООО Научно-производственная фирма «ФОРСТ»**) было поручено разработать **альтернативный вариант раскрепленной шпунтовой** стенки с использованием стальных труб тех же размеров поперечного сечения, но с использованием **грунтовых анкеров в три яруса**, изготавливаемых по **электроразрядной технологии (анкера ЭРТ)** (см. рис. 1Б). При этом расчетная глубина заделки стальных труб оказалась глубже первоначального проекта. Кроме того на участках примыкания к существующим домам нами было запроектированы **шпунтовые стенки из бурокасательных буринъекционных свай - ЭРТ диаметром 350 мм** с монолитным железобетонным обвязочным поясом по верху свай. Запроектированная стена представляет собой **сплошную монолитную заглубленную железобетонную конструкцию**, которая препятствовало бы **осыпанию грунта из-под подошвы фундаментов** существующего жилого дома в процессе производства земляных работ по откопке котлована.

Заказчик, изучая **оба варианта ограждения котлована** пришел к неожиданному и странному заключению о необходимости удешевления проекта устройства ограждения котлована. В этом случае полностью гарантированно пренебрегается смысл **«технической целесообразности»**, хотя при этом экономическая эффективность существенно приобретает. Таким образом, им был заказан **третий вариант проекта ограждения котлована, но без анкерного крепления** с использованием также как и в предыдущих проектах стальных труб и использования стальных расстрелов на двух уровнях взамен грунтовых анкеров. При этом в разработанном проекте исключено устройство сплошной шпунтовой стены (она является одним из основных заглубленных конструкций обеспечения устойчивости основания под фундаментами существующего жилого дома) на участке примыкания к существующему жилому дому [8, 9]. Для равномерного восприятия усилий от грунта и передачи их на расстрелы запроектирован распределительный пояс из спаренных швеллеров **50Б2**. Следует обратить внимание на тот факт, что при производстве работ в качестве конструкционного материала для расстрелов были использованы бывшие в употреблении стальные трубы. При чем они выполнены только на одном уровне). При отрывке котлована бывшие в употреблении трубы расстрела получили значительные деформации (прогибы, смятия поперечного сечения, а также провалы грунта и асфальта), в результате чего шпунтовая стена из стальных труб получила горизонтальные деформации в сторону котлована. При этом отсутствие сплошных заградительных шпунтовых стен на участках примыкания к существующему жилому дому при производстве работ по отрыванию котлована привело к вываливанию грунта из-под подошвы фундамента. В результате этого существующий жилой дом получил мгновенную вертикальную деформацию, о чем свидетельствуют появившиеся деформационные трещины на наружных поверхностях фасадов, прогрессирующие во времени. Срочно организованный геотехнический мониторинг за вертикальными перемещениями осадочных марок (**рис. 2, 3**) подтвердил худшие опасения. Часть жилого дома со стороны нового строительства просел и продолжает деформироваться (**см. рис. 4**). Заказчик срочно принял решение о разработке **проекта цементационного закрепления деформированной части основания** и немедленного его осуществления (**см. рис. 4**). Результаты геотехнического мониторинга свидетельствуют, что даже после проведения геотехнических работ по цементации основания деформации основания продолжали развиваться. При этом все предельно допустимые деформации уже превышены. Например, наиболее деформированная осадочная марка получила вертикальное перемещение **52,0 мм (см. рис. 5)** при допустимом значении **20,0 мм**.

Во избежание дальнейших деформаций существующего жилого дома заказчик опять обратился к нам (**ООО НПФ «ФОРСТ»**) с просьбой разработать проект усиления деформированного основания и выполнения геотехнических работ по его усилению. Была использована разрядно-импульсная геотехническая технология устройства буроинъекционных свай (**свай ЭРТ**) [8, 9], как наиболее приемлемая для разрешения проблемных случаев в стесненных условиях. Только благодаря усилению основания фундаментов проблемного жилого дома по этой геотехнической технологии [8, 9] позволило предотвратить дальнейшие деформации основания, о чем свидетельствуют 1) геотехнический прогноз и 2) результаты геотехнического мониторинга за вертикальными перемещениями осадочных марок.

Результаты исследования и их обсуждение

Ниже в табл. 1 приведены мероприятия от начала строительства до решения вопросов по усилению основания деформированного пятиэтажного жилого дома.

Таблица 1

Геотехнические мероприятия по восстановлению эксплуатационной пригодности существующего жилого дома

№№ проек тов	Наименование геотехнической технологии	Мероприятия предусмотре ны для защиты существующего здания	Осуществлен ные мероприятия	Дополнительные геотехнические мероприятия	Результаты проведенных работ
1	Раскрепленная подпорная стена из стальных труб и грунтовых анкеров "Атлант" в два яруса	нет	Проект отменен	нет	
2	Раскрепленная подпорная стена из стальных труб и грунтовых анкеров ЭРТ в три яруса	Запроектирована сплошная стена из бурокасательных буроинъекционных свай ЭРТ	Проект отменен	нет	
3	Раскрепленная подпорная стена из стальных труб и двух поясов расстрелов	Запроектирована забирка из деревянных досок толщиной 40 мм	Проект осуществлен с расстрелами в один пояс	1. Выполнено цементационное закрепление основания; 2. Произведено усиление основания фундаментов существующего дома.	1. Деформации дома продолжаются; 2. Деформации дома прекращены

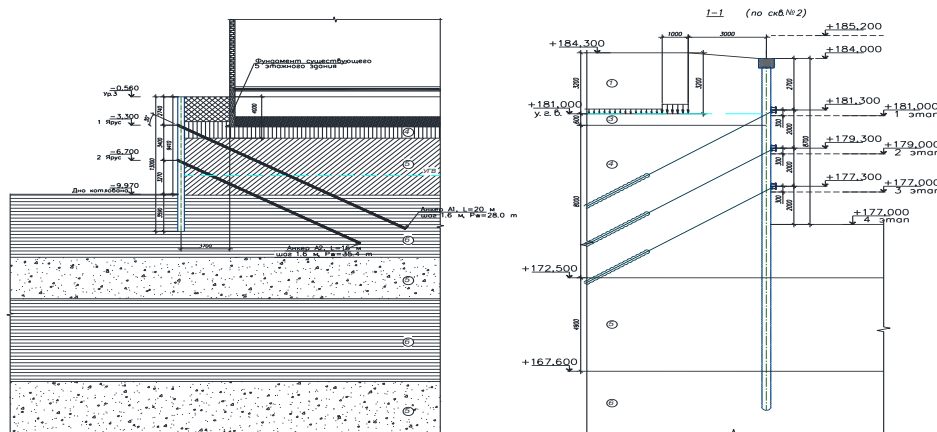


Рисунок 1. Варианты раскрепленных шпунтовых ограждений котлована из стальных труб и с помощью грунтовых анкеров: А. Анкеры "Атлант"; Б. Анкеры "ЭРТ"

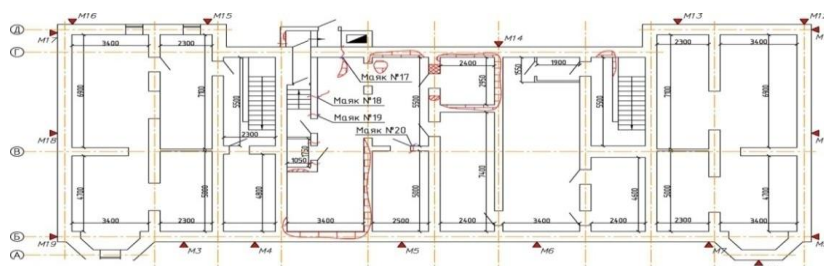


Рисунок 2. План типового этажа пятиэтажного жилого дома со схемой установки осадочных марок 1-25



Рисунок 3. Главный фасад пятиэтажного жилого дома с указанием деформационных трещин

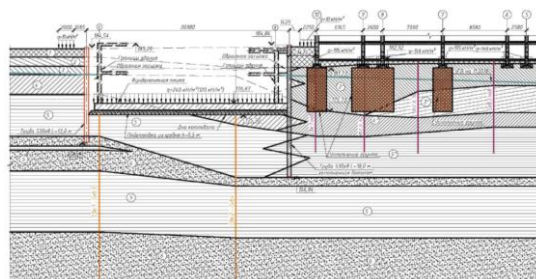


Рисунок 4. Вертикальная привязка строящегося объекта и цементационного закрепления основания существующего дома №1 в инженерно-геологический разрез

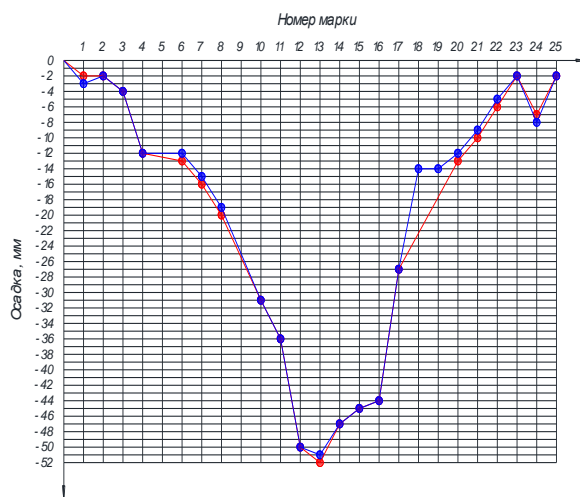


Рисунок 5. Графики осадок деформационных марок, установленных вокруг существующего дома. 1-25 - осадочные марки

Выводы

1. В геотехническом строительстве в стесненных условиях пренебрежение принципа «технической целесообразности» в угоду достижения экономической эффективности в большинстве случаев приводит к нарушениям эксплуатационной надежности существующих зданий и сооружений;
2. Так называемая приобретенная «экономическая эффективность» может существенно обнулиться или окончательный проект устройства ограждения

котлована в итоге окажется намного дороже первоначального. При этом гарантированно удлинятся сроки строительства.

1. Мангушев Р.А., Никифорова Н.С., Конюшков В.В., Осокин А.И. Проектирование и устройство подземных сооружений в открытых котлованах. М.: АСВ. 2013. 256 с.
2. Мангушев Р.А., Веселов А.А., Конюшков В.В., Сапин Д.А. Численное моделирование технологической осадки соседних зданий при устройстве траншейной «стены в грунте» // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 5 (34). С. 87-98.
3. Маковецкий О.А., Зуев С.С., Хусаинов И.И., Тимофеев М.А. Обеспечение геотехнической безопасности строящегося здания // Жилищное строительство. 2014. № 9. С. 34-38.
4. Nikiforova, N. S. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation /N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov // Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23-25 September 2004. P. 338-342.
5. Petrukhin, V. P. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction / V. P. Petrukhin, O. A. Shuljatjev, O. A. Mozgacheva // Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. - Prague, 2003.
6. Triantafyllidis, Th. Impact of diaphragm wall construction on the stress state in soft ground and serviceability of adjacent foundations. / Th. Triantafyllidis, R. Schafer // Proceedings of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Madrid, Spain, 22-27 September. 2007. Vol, pp. 683-688.
7. Пономарев А.Б. Геотехнический мониторинг жилого дома // Жилищное строительство. 2015. № 9. С. 41-46.
8. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Использование буроинъекционных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности // Промышленное и гражданское строительство. 2017. №9. С. 66-70.
9. Соколов Н.С., Викторова СС. Исследование и разработка устройства для изготовления буроинъекционных свай ЭРТ // Строительство: Новые технологии - новое оборудование. 2017. №12. С. 37-42.

Соколов Н.С.^{1,2}

Устройство ограждения котлована в стесненных условиях

¹ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-201

Аннотация

Строительство объектов в стесненных условиях всегда является сложной геотехнической проблемой, связанной с обеспечением базаварийной эксплуатации зданий и сооружений окружающей застройки. В арсенале геотехников накоплен большой потенциал геотехнических технологий устройства ограждений котлованов. Зачастую не все подходят для условий их использования в стесненных условиях. Наиболее приспособлены для таких случаев технологии, используемые пробуренные скважины (скважины под буровые сваи и грунтовые анкера [8, 9]) с последующим заполнением их бетоном и при этом не нарушающие напряженно-деформированного состояния окружающего их грунта. Использование буроинъекционных свай и грунтовых анкеров, устраиваемых по электроразрядной технологии (технология ЭРТ) во многих случаях успешно разрешает проблему строительства в стесненных условиях. В статье приводится один из геотехнических случаев устройства ограждения котлована в особо стесненных условиях. Работа является обзорной.

Ключевые слова: геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, грунтовые анкера ЭРТ.

Abstract

The construction of objects in cramped conditions is always a complex geotechnical problem associated with ensuring the basic emergency operation of buildings and structures of the surrounding buildings. In the arsenal of geotechnicians, a great potential has been accumulated for geotechnical

technologies for arranging excavation fencing. Often not all are suitable for the conditions of their use in cramped conditions. The most suitable for such cases are the technologies used by drilled wells (holes for bored piles and ground anchors [8, 9]) with their subsequent filling with concrete and at the same time not violating the stress-strain state of the soil surrounding them. The use of bored piles and ground anchors arranged using electric discharge technology (EDT technology) in many cases successfully solves the problem of construction in cramped conditions. The article presents one of the geotechnical cases of pit fencing in particularly cramped conditions. The work is review.

Keywords: geotechnical construction, EDT electric discharge technology, EDT bored pile, EDT ground anchors.

Строительство зданий и сооружения в стесненных условиях требует от строителей и геотехников пристального внимания [1÷9], связанного с необходимостью сохранения объектов окружающей застройки. В рассматриваемой статье приведен удачный пример устройства ограждения котлована строящегося здания, размещенного в окружении существующих сооружений.

В административном отношении участок строительства шестиэтажного жилого расположен в стесненных условиях городской застройки. Он возведен на свободной от застройки территории. В окружении строящегося дома в зоне геотехнического влияния имеются шесть объектов существующей застройки (см. рис.1), в том числе два объекта ОКН (объекты культурного наследия).

В геоморфологическом отношении участок изысканий расположен на водораздельном плато рек Оки и Волги. Отметки поверхности земли в пределах участка изменяются от 135.9 до 136.3 Б.С. (по устьям инженерно-геологических выработок). Рельеф спланированный.

Инженерно-геологическое строение участка до глубины 20.0 м представлено нерасчлененными верхне-среднечетвертичными лессовыми супесями (prQII-III), вскрытой мощностью 1.7-2.5 м, нерасчлененными верхне-среднечетвертичными лессовыми суглинками (prQII-III), мощностью 14.5-16.6 м, с поверхности отложения перекрыты насыпным грунтом (tQIV), мощностью 1.7-3.0 м.

Все инженерно-геологические выработки нанесены на план расположения инженерно-геологических выработок. Геолого-литологическое строение участка характеризуется колонками скважин и инженерно-геологическими разрезами. **Гидрогеологические условия** участка до глубины 20.0 м на момент проведения изысканий (июль-август 2017 г.) характеризуются наличием водоносного горизонта, приуроченного к четвертичным отложениям. Уровень подземных вод зафиксирован на глубинах 4.5-6.4 м. Водоносный горизонт безнапорный, водовмещающими грунтами являются лессовые суглинки. Водоупор скважинами не вскрыт. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и утечек из водонесущих коммуникация.

Геолого-литологическое строение участка представлено в таблице 1.

Таблица 1

Геолого-литологическое строение участка.

№ слоя	Возраст, генезис, описание грунтов, площадное распространение	Мощность, м
<i>Современные пролювиально-делювиальные отложения (pdQIV)</i>		
1	<i>tQIV – насыпной грунт: песок коричневый пылеватый, с включением щебня, строительного мусора, арматуры; кирпич; суглинок с включением песка, кирпича, щебня, строительного мусора; супесь темно коричневая, с включением строительного мусора с примесью торфа. Вскрыт всеми скважинами с поверхности.</i>	1.7-3.0
<i>Нерасчлененные средне-верхнечетвертичные отложения (prQII- III)</i>		
2	<i>prQII-III – суглинок лессовый коричневый, темно-коричневый, с прослоями супеси. Вскрыт всеми скважинами в средней части разреза.</i>	14.5-16.6
3	<i>prQII-III – супесь лессовая коричневая, с прослоями суглинка. Вскрыт всеми скважинами</i>	Вскрытая 1.7-2.5

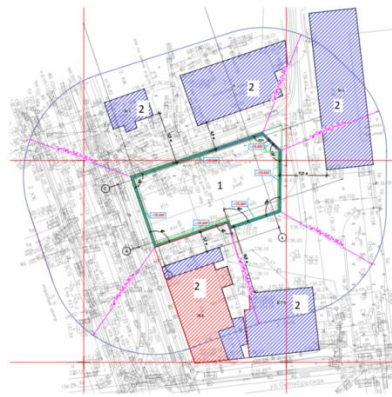


Рисунок 1. Границы зоны геотехнического влияния.

На основании геотехнических расчетов влияния нового строительства на деформации зданий окружающей застройки (геотехнический прогноз влияния) был разработан рабочий проект ограждения котлована с использованием буронабивных свай ЭРТ и грунтовых анкеров ЭРТ (см. рис. 2-4, фотографии готового ограждения котлована на рис. 6а и 6б).

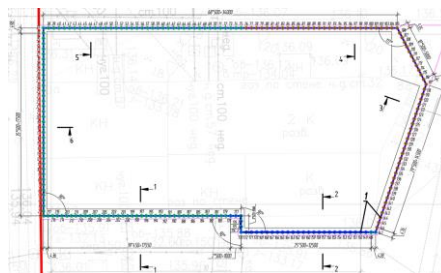


Рисунок 2. План расположения буронабивных свай ЭРТ ограждения котлована.

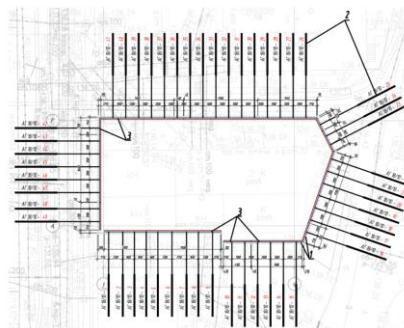


Рисунок 3. Схема размещения грунтовых анкеров ЭРТ ограждения котлована:
1 - буронабивные сваи ЭРТ; 2 - грунтовые анкера ЭРТ первого уровня;
3 - монолитный железобетонный обвязочный пояс

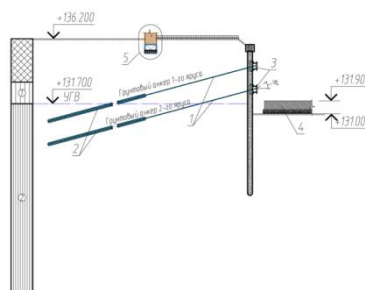


Рисунок 4. Характерный разрез ограждения котлована: 1, 2 - грунтовые анкера ЭРТ первого и второго уровней; 3 - стальные анкерные пояса; 4 - монолитный плитный железобетонный фундамент строящегося 6 этажного объекта; 5 - фундамент одного из зданий существующей застройки

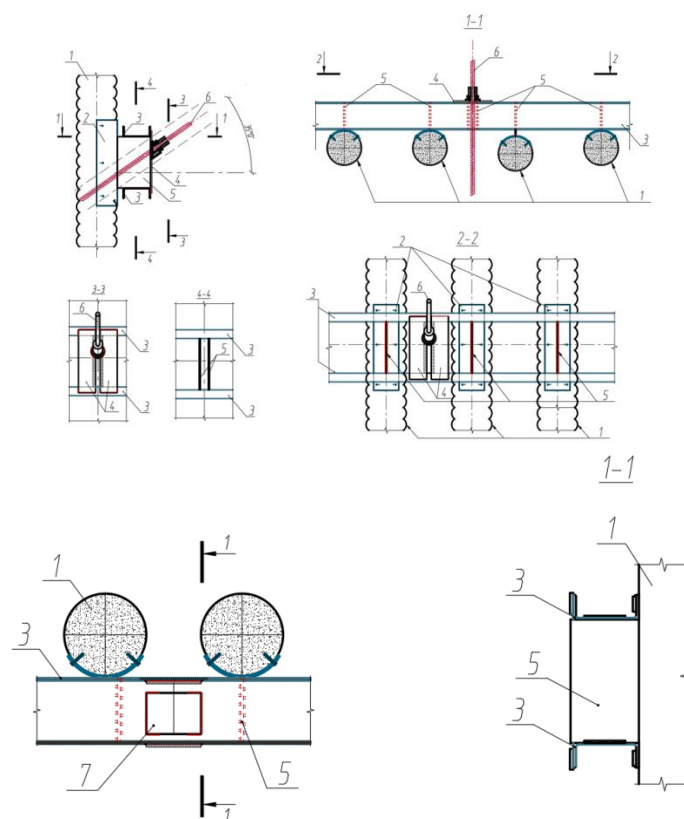


Рисунок 5. Схема узла крепления грунтовых анкеров к обвязочному поясу:

1 - буринъекционная свая ЭРТ; 2 - упор анкерного пояса; 3 - анкерный пояс из стальных профилей; 4 - стальная пластинка; 5 - ребра жесткости анкерного пояса; 6 - стержень из высокопрочной арматуры анкерного пояса; 7 - узел крепления стыка анкерного пояса



Рисунок ба. Фрагмент плана ограждения котлована: 1 - буринъекционные сваи ЭРТ; 2 - грунтовые анкера ЭРТ; 3 - анкерный обвязочный пояс; 4 - монолитный железобетонный обвязочный пояс



Рисунок бб. Фрагмент плана ограждения котлована: 1 - буринъекционные сваи ЭРТ; 2 - грунтовые анкера ЭРТ; 3 - анкерный обвязочный пояс; 4 - монолитный железобетонный обвязочный пояс

Выводы:

1. Буроинъекционные сваи и грунтовые анкера ЭРТ, являясь заглубленными железобетонными конструкциями ограждения котлована при строительстве шестиэтажного жилого дома позволили возвести объект без негативного последствия для зданий окружающей застройки.
2. Алгоритм устройства грунтовых анкеров ЭРТ апробирован на множестве объектах геотехнического строительства. Он является обязательным при изготовлении буроинъекционных анкеров ЭРТ.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17–20.
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
3. Ilichev V.A., Kononov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
4. Ilichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches. Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
5. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.
7. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague, 2003.
8. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Elektric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure. Key Enginiring Materials. 2018, pp. 76–81.
9. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction. Key Enginiring Materials. 2018, pp. 70–74.

Соколов Н.С.^{1,2}

Электроразрядная технология для усиления основания

¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-202

Аннотация

Реконструкция зданий и сооружений в стесненных условиях представляет собой сложную технологическую задачу. Статья является обзорной и рассматривает случай реконструкции объекта общественного назначения с использованием электроразрядной технологии при усилении тела оснований фундаментов с помощью буроинъекционных свай ЭРТ. Технология устройства буроинъекционных свай по электроразрядным технологиям является универсальной и широко используемой в современной практике: 1) новом строительстве; 2) капитальном ремонте; 3) реконструкции объектов. Технологические этапы производства свай ЭРТ разработаны с учетом действующих требований, весь комплекс работ объединен в единый технологический регламент, что позволяет на каждом цикле обеспечить высокое качество готовой сваи ЭРТ.

Ключевые слова: реконструкция, нагрузки, зона влияния, электроразрядная технология, сваи ЭРТ, несущая способность.

Abstract

Reconstruction of buildings and structures in cramped conditions is a complex technological task. The article is an overview and considers the case of reconstruction of a public facility using electric discharge technology when strengthening the body of the foundations with the help of drilling piles EDT. The technology of drilling injection piles using electric discharge technologies is universal and widely used in modern practice: 1) new construction; 2) major repairs; 3) reconstruction of facilities. The technological stages of the production of EDT piles have been developed taking into account the current requirements, the whole complex of works is combined into a single technological regulation, which allows ensuring high quality of the finished EDT pile at each cycle.

Keywords: reconstruction, loads, zone of influence, electric discharge technology, EDT piles, bearing capacity

Введение

Реконструкция зданий и сооружений в стесненных условиях представляет собой сложную технологическую задачу, связанную с обеспечением безопасной эксплуатации зданий окружающей застройки в зонах геотехнического влияния; надежной эксплуатации оснований фундаментов с использованием заглубленных железобетонных конструкций; обеспечением надежной эксплуатации надфундаментных конструкций при возросших нагрузках на здания с помощью специальных конструктивных решений [6, 7]; обеспечением надежной эксплуатации тела фундаментов одним из существующих методов.

Цель исследования

Реконструируемое здание состоит из пяти блоков: **Блок №1** в осях «1-4+А-Г», размеры в осях 18,63×18,0м, трехэтажный, с подвалом, цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - неполный каркас с железобетонными колоннами и ригелями с шарнирными узлами опирания ригелей, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита. **Блок №2** в осях «4-12÷А/1-В/1», размеры в осях 42,855×15,16м, четырехэтажный, с подвалом, цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - стеновая с продольными несущими стенами из каменной кладки. Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита. Покрытие чердака и перекрытие четвертого этажа на данный момент полностью демонтированы. **Блок №3** (рис.2) в осях «12-15÷А-К», размеры в осях 18,965×48,46м. трехэтажный, с подвалом, цокольным этажом (частично, в осях «А-Е») и техническим чердаком. Конструктивная система - неполный каркас с железобетонными колоннами и ригелями в осях «А-Е» и стальными колоннами и балками в осях «Е-К» с шарнирными узлами опирания ригелей и балок, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита в осях «А-Г» и железобетонный ленточный в осях «Г-К». **Блок №4** (рис.2) в осях «13/1-15÷К-Л», размеры в осях 11,32×15,62 м, четырехэтажный, с цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - стеновая с продольными несущими стенами из каменной кладки, со стальными балками перекрытий, узлы опирания балок шарнирные. Перекрытия - над цокольным этажом - цилиндрические своды из керамического полнотелого кирпича по металлическим балкам, над остальными этажами - сборные железобетонные плиты. Фундамент - ленточный из кладки из известняка.

Блок №5 (рис.2) в осях «15-16÷А-К», размеры в осях 9,88×48,46м; одноэтажный, с подвалом в осях А-Г, цокольным этажом в осях А-К, надземным этажом в осях А-Е. Конструктивная система - неполный каркас с каменными колоннами и ригелями с шарнирными узлами опирания ригелей, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытие над цокольным этажом - сборные железобетонные плиты, покрытие - из асбестоцементных полых плит с заполнением минеральной ватой по металлическим балкам. Фундамент - железобетонный ленточный под стены и отдельностоящий столбчатый под колонны.

Материалы и методы исследования

При реконструкции здания в соответствии архитектурными объемно-планировочными решениями предполагалось изменение планировочной и конструктивной схемы здания и существенное увеличение нагрузок на фундаменты.

В геоморфологическом отношении участок расположен в пределах древнеаллювиальной террасы Клязьмо-Яузского протока. Поверхность территории участка на период проведения изысканий (1947-1990 гг.) характеризовалась абсолютными отметками 149,80-151,35м. По материалам ГБУ «Мосгоргеотрест» на период проведения изысканий **геолого-литологическое строение** участка на глубину пройденных скважин представляется в следующем виде: с поверхности до глубины 1,3-4,5м участок покрыт техногенными грунтами (t-Q_{IV}), представленными песками, с включением строительного щебня, обломков кирпича, щепы древесины и шлака, слежавшимися, влажными. Под техногенными грунтами залегают **верхнечетвертичные аллювиальные отложения (a-Q_{III}^{IK-J})** представленные в основном песками, реже суглинками, местами встречены прослой торфа. Пески желтые и желтовато-серые, мелкие, средней плотности, влажные и водонасыщенные. Суглинки серые, иловатые, мягкопластичные. Торф встреченный в СКВ. №14-3608 г/с непосредственно под насыпью, сильно разложившийся, водонасыщенный. Мощность аллювиальных отложений составляет 1.5-2.7м. В скважине №2 встречены **моренные суглинки (g-Q_{II}^d)**. Суглинки коричневые, песчанистые, с тонкими прослоями водо-насыщенного песка, с включениями гравия и гальки, мягкопластичные, мощностью 1,0 м.

Местами моренные суглинки размыты и аллювиальные отложения подстилаются **флювиогляциальной толщей окско-днепровского горизонта (f-Q_{II}^{o-d})**, представленные супесями и песками: Супеси - темно-коричневые и черные, пылеватые, слюдистые, пластичные, местами текучие; Пески - желтые и коричневые, средней крупности, неоднородные, с гравием и щебнем кремнистых пород, средней плотности, водонасыщенные. Полная мощность флювиогляциальных отложений составляет 5.8-7.0м., вскрытая мощность 4.7-5.8м. Под толщей четвертичных отложений на глубине 10.3-10.5м (абс. отм. 140.85-139.98) встречены отложения **верхней юры представленные волжским (J_{3v}) и оксфордским (J_{3ox}) ярусами**. Отложения **волжского яруса** представлены супесями черными, пылеватыми, слюдистыми с прослоями глауконитового песка, полутвердыми, мощностью 3,2м. Отложения **оксфордского яруса** представлены глинами черными, пылеватыми, слюдистыми с крупными фосфоритами и включениями обломков фауны, мощностью 6,8-10,1 м. **Каменноугольные отложения** развиты на глубине 20.4-20.5м (абс. отм. 129.88-130,85м) и представлены подсвитами: - измайловской (C_{3izm}), мещеринской (C_{3mse}), перхуровской (C_{3pr}), неверовской (C_{3nvr}), ратмировской (C_{3rt}). **Каменноугольная толща** представлена известняками трещиноватыми, мергелями и мергелистыми глинами, доломитами. Вскрытая мощность каменноугольных отложений составляет 10,6-35,0 м. Последовательность залегания, мощность и характер распространения геологических слоев приведены на геолого-литологическом разрезе (рис 1).

Гидрогеологические условия территории характеризуются распространением надъяурского водоносного горизонта. По состоянию на момент приведенных инженерно-геологических изысканий в 1947-1990 гг. **подземные воды надъяурского водоносного горизонта** вскрыты на глубине 1,3-5,4 м, абс. отм. 144,88-148,50 м. Водовмещающими породами являются аллювиальные и флювиогляциальные песчаные отложения. Водоупором служат верхние глины. Вскрытые на глубине 10,3-10,5 м (абс. отм. 139,98-140,85). Подземные воды в каменноугольных отложениях дренированы постоянно действующими откачками Метрополитена. **На территории реконструкции объекта выявлены инженерно-геологические процессы и явления: 1. Карстово-суффозионная опасность участка:** В соответствии с «Картой опасности древних карстовых форм и совместно-суффозионных процессов» масштаба 1:10000, лист G-5 (ГУП «Мосгоргеотрест», ИГЭ РАН, Москва. 2012 г., 2-я редакция), участок расположен на потенциально опасной территории в

отношении возможности проявления современных карстово-суффозионных процессов. **2. Подтопление территории и оползневые процессы:** В соответствии с «Картой оползневых явлений и подтопления подземными водами г.Москвы» Масштаб 1:10000, лист G-5 (ГУП «Мосгоргеотрест», НПП «Георесурс», 2011г. 2-я редакция) участок расположен на границе подтопленной территории с глубиной залегания грунтовых вод 1-3 м и периодически подтопленной территории, с глубиной залегания грунтовых вод 3-5 м. Оползневые процессы и их проявления не отмечены. **3. Морозное пучение и глубина сезонного промерзания.** В соответствии с п. 5.5.3. СП 22.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты и учетом СП 131.13330.2017 «Строительная климатология» нормативная нагрузка сезонного промерзания грунтов d_{fn} на открытых площадках составляет: - для песков пылеватых и мелких: $d_{fn}=1,3$ м; - для песков средних, крупных и гравелистых: $d_{fn}=1,4$ м; - для крупнообломочных песков: $d_{fn}=1,6$ м. Физико-механические характеристики грунтов приведены ниже в табл. 1.

Таблица 1

Нормативные и расчетные значения физико-механических свойств грунтов.

Номер ИГЭ	Краткая характеристика грунтов	Нормативные характеристики									Расчетные характеристики			Расчетные характеристики		
		Плотность грунта, г/см ³	Плотность частиц, г/см ³	Влажность, д.е.	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, П	Угол внутреннего трения, град	Удельное сцепление, МПа	Модуль деформации, МПа	Rсж, МПа	При доверительной вероятности 0,85			При доверительной вероятности 0,95		
											Плотность грунта, г/см ³	Угол внутреннего трения, град.	Удельное сцепление, МПа	Плотность грунта, г/см ³	Угол внутреннего трения, град.	Удельное сцепление, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Техногенный грунт	Расчетное сопротивление $R_0=150$ кПа														
2	Супеси пылеватые, пластичные	2,02	2,69	0,221	0,63	0,52	16	0,019	17		2,01	15	0,018	2,00	15	0,018
3	Пески средней крупности, водонасыщенные, средней плотности	2,00	2,65	0,147	0,65	-	19	0,001	28		1,98	33	0,001	1,96	32	0,00
4	Глины твердые	1,79	2,74	0,381	1,10	0,074	17	0,069	19		1,78	16	0,067	1,78	16	0,065
5	Известняк средней прочности, прослоями прочный	2,34	-	0,070	-	-	-	-	-	34	2,29	-	-	2,28	-	-

Согласно проекта реконструкции была полностью изменена конструктивная схема объекта. Если до реконструкции здание было построено в каркасе, то после реконструкции

все внешние нагрузки воспринимались свайно-плитным фундаментом (см. рис. 2, 3, 4). При этом в опорных частях под колоннами запроектированы и устроены дополнительные ступени (рис. 3, 4) во избежание продавливания бетона фундамента. Кроме того запроектированы и устроены противокарстовые буронаблюдательные сваи.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализируя опыт устройства буровых свай на рассматриваемом объекте использованы буронаблюдательные сваи, выполняемые по электроразрядным технологиям – сваи ЭРТ. Эти сваи обладают максимальными значениями несущей способности на 1 куб/метр сваи и наиболее востребованы для работы в стесненных условиях [1-7].

На рис. 2,3,4 приведены план свай ЭРТ и характерные сечения. В зависимости от нагрузок и инженерно-геологических разрезов в плане использованы сваи ЭРТ разной длины – от 13,0 м до 17,0 м. Армирование их приведено на рис. 5.

Вся технологическая цепь производства свай ЭРТ на конкретном объекте ниже расписана в виде технологического регламента – алгоритма устройства буронаблюдательных свай ЭРТ.

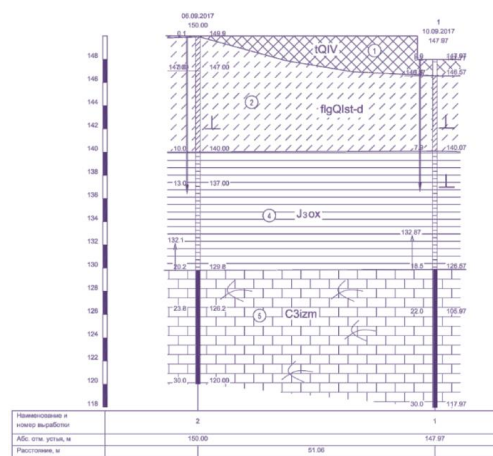


Рисунок 1. Характерный инженерно-геологический разрез

1 – песчано-суглинистые грунты со щебнем кирпича, бетона; 2 – супесь пластинчатая, пылеватая, с прослойками песка водонасыщенного; 3- песок средней крупности, средней плотности, маловлажный; 4- глины тяжелые, слюдистые, твердые; 5- известняк средней прочности, сильнотрещиноватый, водоносный.

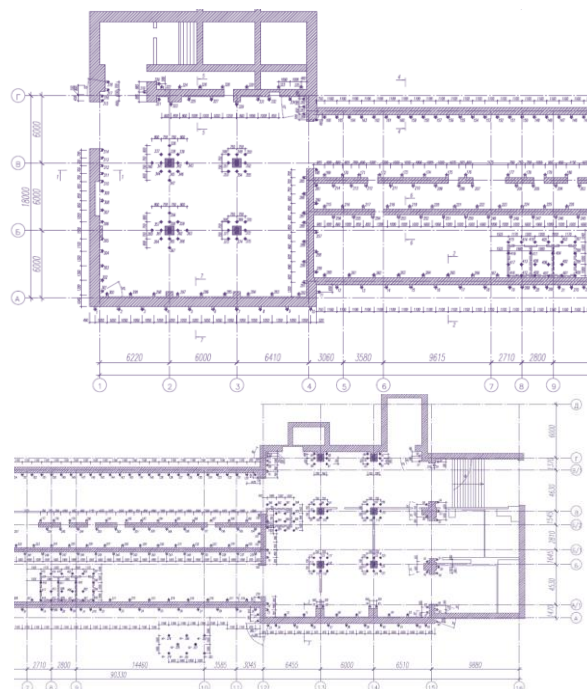


Рисунок 2 Схема расположения свай усиления в осях (I-16)/(А-Г)

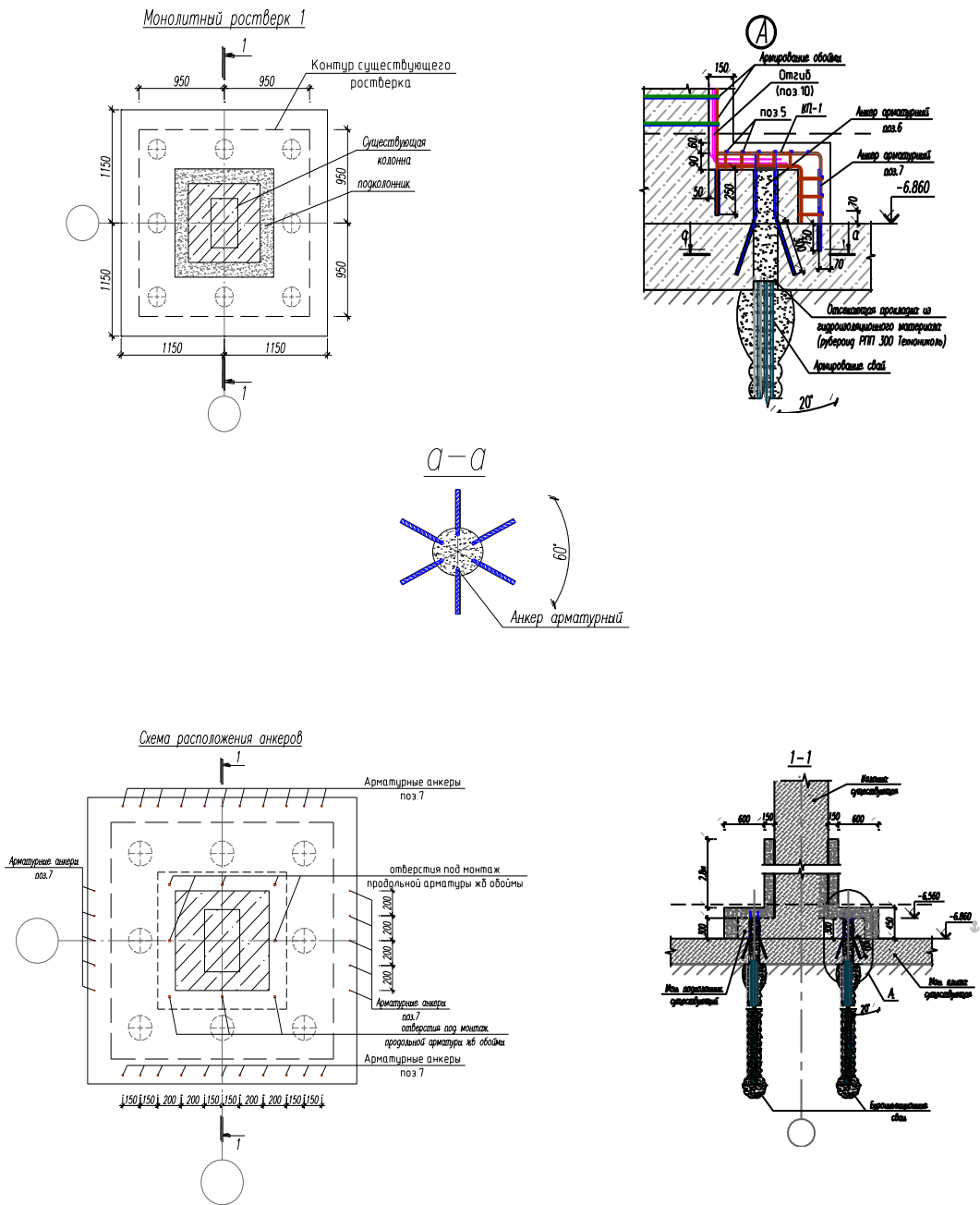
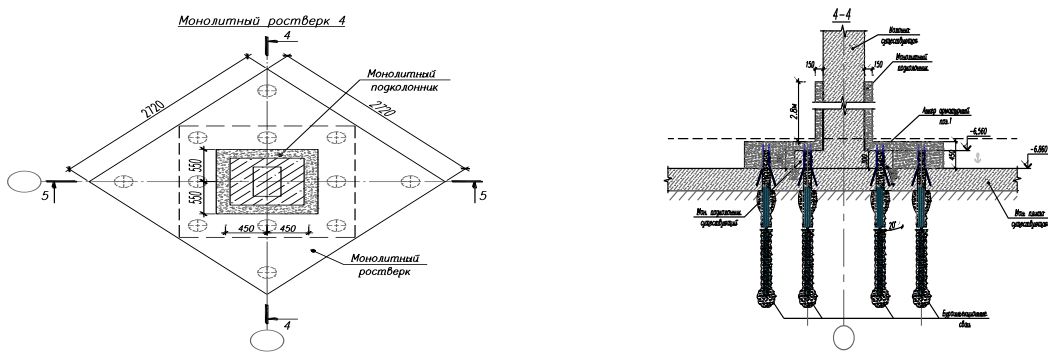


Рисунок 3 Схема усиления монолитного ростверка 1



3. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
4. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
5. Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундамента. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
6. Соколов Н.С., Петров М.В., Иванов В.А. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии // В сборнике: Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции. Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции. Редакционная коллегия: Н.С. Соколов (отв. редактор), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. 2014. С. 415-420.
7. Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности // Жилищное строительство. 2017. №11. С. 20-25.

Соколов Н.С.^{1,2}

ЭРТ технология усиления оснований

¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-203

Аннотация

Проблема повышения несущей способности основания всегда является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. При существенных нагрузках, передаваемых на основание использование традиционных технологий не всегда оправданно. Часто возникает настоятельная необходимость применения нестандартных способов усиления оснований. Во многих случаях геотехническая ситуация усугубляется наличием в инженерно-геологических разрезах слабых подстилающих слоев с неустойчивыми физико-механическими характеристиками. При усилении таких оснований с помощью традиционных свай последние могут получить негативное трение, существенно уменьшающее их несущую способность по грунту, достигающие иногда до нулевых значений. Это может привести к дополнительным осадкам возводимого и возведенных в зоне геотехнического влияния объектов. Использование свай ЭРТ [6, 7] в большинстве случаев успешно решает многие сложные геотехнические проблемы.

Ключевые слова: геотехническое строительство, грунтобетонная свая, электроразрядная технология, буроинъекционная свая ЭРТ, промежуточные уширения (подпятники), «уходы».

Abstract

The problem of increasing the bearing capacity of the foundation is always an urgent problem in modern geotechnical construction. With significant loads transferred to the base, the use of traditional technologies is not always justified. Often there is an urgent need to use non-standard methods of strengthening the bases. In many cases, the geotechnical situation is aggravated by the presence of weak underlying layers with unstable physical and mechanical characteristics in engineering-geological sections. When such foundations are strengthened with the help of traditional piles, the latter can receive negative friction, which significantly reduces their bearing capacity on the ground, sometimes reaching zero values. This can lead to additional precipitation of the objects being built and built in the zone of geotechnical influence. The use of EDT piles [6, 7] in most cases successfully solves many complex geotechnical problems.

Keywords: geotechnical construction, soil-concrete pile, electric discharge technology, EDT bored pile, intermediate widenings (thrust bearings), “departure”.

Электроразрядная технология, обладая рядом технических и технологических преимуществ [1-10] широко используется в геотехнической практике устройства

бурионъекционных свай ЭРТ в свайных полях, свай усиления оснований и фундаментов, закрепления оснований фундаментов, склонов, при устройстве нагелей и т.д. Технологическим преимуществом ее является взрывообразное преобразование электрической энергии в механическую. При этом плотность энергии электрогидравлического удара достигает до 150,0 Дж/м³ в течение очень короткого времени (долей микросекунд). Электрогидравлический удар на грунт стенок скважины, заполненной мелкозернистым бетоном, соответствует статической нагрузке на него до 200,0 кПа. В результате воздействия таких высоких давлений и температур в грунте образуется полость за счет сил гравитации, которая заполняется мелкозернистым бетоном. Тем самым возникает уширение на конкретном участке по высоте свай ЭРТ. Это уширение далее назовем "подпятником". Таким образом, возникает дополнительная опора, статически работающая совместно со свай по нижней поверхности уширения и увеличивающая ее несущую способность по грунту. Геометрические параметры формы уширения в первом приближении можно принять за сферу. Параметры сферы такие, например, как диаметр d и ее высота h зависят от энергии электрогидравлического удара, пористости, влажности и вида обрабатываемого грунта. Диаметр уширения d возможно определить по величине максимального понижения уровня мелкозернистого бетона в скважине, как говорят геотехники по "уходам". Следует конечно отметить, что величины «уходов» во время электрогидравлической обработки (именно поэтому при устройстве свай ЭРТ уровень мелкозернистого бетона всегда следует держать на отметке поверхности земли) и с течением времени существенно разнятся. "Уходы" во времени от начала бетонирования до начала твердения бетона могут составить от нескольких сантиметров до нескольких метров. Прежде всего такие большие понижения связаны со спецификой грунта как пористого материала. Эти вертикальные перемещения мелкозернистого бетона дополнительно увеличиваются за счет электроосмотического всасывания цементного молока в структуру грунта.

Следует сказать, что при максимальных объемах всасывания цементного молока в поры грунта, несущая способность свай ЭРТ повысилась бы многократно благодаря задействованию прочностных характеристик массива грунта, таких как удельное сцепление и угол внутреннего трения, в совместную работу со свайей. Но этому процессу препятствует то обстоятельство, что при замешивании мелкозернистого бетона и электро-гидравлической обработке происходит его намагничивание, что способствует образованию цементных коллоидов. В то же время их размеры многократно превосходят размеры пор грунта. К сожалению, пока нет технологии, воспрепятствующей комкованию цементного молока. Это возможно только при размагничивании биполей воды в бетоне.

Необходимо обратить внимание еще на один аспект, связанный с возможным увеличением несущей способности оснований, усиленных буровыми сваями. В среде проектировщиков устоялась мнение том, что чем больше диаметр буровой свай, тем больше ее несущая способность по грунту. Да это так. Но критерием оценки несущей способности F_d по грунту на наш взгляд должны служить не диаметр и длина свай, а «удельная несущая способность по грунту», т.е. несущая способность одного кубического метра буровой свай, а также "удельная расчетная нагрузка", т.е. расчетная нагрузка одного кубического метра буровой свай. При таком подходе анализируя результаты расчетов несущей способности для свай ЭРТ и буронабивных свай разных диаметров можно сделать вывод о том, что с увеличением диаметра буровых свай удельная несущая способность снижается, приближаясь к некоторой асимптоте. В то же время наиболее оптимальным по удельным характеристикам являются «микросвай», т.е. свай ЭРТ, изготавливаемые по электроразрядным технологиям.

Таблица 1

№№ по порядку	Геотехническая технология, основанная на электроразрядной технологии, а также на технологии грунтоцементных свай GET	Область применения. Краткое описание технологии
1	2	3

1	Электроразрядная технология устройства буринъекционных свай ЭРТ в свайных полях.	Эта геотехническая технология наиболее эффективна для применения в стесненных условиях и под большие внешние нагрузки, а также как усиленное свайное основание высотных зданий и сооружений.
2	Электроразрядная технология устройства буринъекционных свай ЭРТ как шпунтовая стенка ограждений котлованов.	Эта геотехническая технология устройства буринъекционных свай ЭРТ как конструктив является консольной шпунтовой стенкой. Она в основном служит для обеспечения устойчивости стенок грунта неглубоких котлованов. В зависимости от количества рядов из свай ЭРТ стенка может обеспечить устойчивость стенок грунта котлованов разных глубин. Эту технологию как вариант можно использовать как упор массива грунта небольших оползневых и нагруженных склонов. Для обеспечения перераспределения сдвигающих нагрузок обязательным конструктивным элементом служит монолитный железобетонный обвязочный пояс по верху свай.
3	Ограждение склонов и берегов водоемов и рек из комбинированной грунтобетонной сваи с использованием электроразрядной и GET технологий и монолитной железобетонной подпорной стены как заглубленная железобетонная конструкция.	Геотехническая технология из комбинированной грунтобетонной сваи с использованием электроразрядной и GET технологий и монолитной железобетонной подпорной стены как противофильтрационная завеса и упор массива грунта.
4	Устройство буринъекционных свай ЭРТ как грунтовые железобетонные нагель укрепления оползневого склона.	Геотехническая технология служит для укрепления оползневого и нагруженного склона с помощью буринъекционных свай ЭРТ, закрепляющих поверхность призмы обрушения. Часто используется совместно с монолитной железобетонной подпорной стеной с усиленным сваями ЭРТ основанием.
5	Устройство буринъекционных свай ЭРТ как свайное основание под монолитной железобетонной подпорной стеной	Геотехническая технология наиболее оптимально востребована как упор массива грунта от оползневого и нагруженного склона. Эта конструкция работает как консольная железобетонная конструкция. Для ее оптимизации в конструктивную схему возможно включение грунтовых анкеров ЭРТ в один или несколько рядов.
6	Устройство грунтовых анкеров ЭРТ, устраиваемые по электро-разрядной технологии (анкера ЭРТ) как заглубленные железобетонные конструкции совместно со шпунтовой стенкой	Геотехническая технология с использованием грунтовых анкеров ЭРТ в составе шпунтовой стенки наиболее экономична по сравнению с консольными (нераскрепленными) подпорными стенами. Она оптимально подходит для обеспечения устойчивости грунта стенок котлованов, а также оползневых и нагруженных склонов.
7	Комбинированные грунтовые анкера, устраиваемые по электро-разрядной и GET технологиям как заглубленные железобетонные конструкции для обеспечения устойчивости стенок котлованов и оползневых склонов	Геотехническая технология с использованием грунтовых анкеров ЭРТ в составе шпунтовой стенки наиболее экономична по сравнению с консольными (нераскрепленными) подпорными стенами. Она оптимально подходит для обеспечения устойчивости грунта стенок котлованов, а также оползневых и нагруженных склонов.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17-20.
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.

3. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с. 5 Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундамента. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
4. В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). Издание второе, дополнительное. Санкт-Петербург. – 2012. 284 с.
5. Горбушин А.В., Рябинов В.М. Возможность использования электроразрядной технологии при строительстве в неслабых грунтах // ОФиМГ. 2016. с. 10-13.
6. 6. Соколов Н.С., Алексеева Г.Н., Викторова С.С., Смирнова Г.М., Федосеева И.П. Исследование и разработка установки для электрогидравлической обработки бетона буровых свай // Вестник Чувашского университета. № 1. 2018. С. 69–79.
7. Соколов Н.С. Электроразрядная технология усиления оснований // Жилищное строительство. №9. Стр. 36-42.
8. СП 24.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты. М. 2011 г. 85 с.
9. ТР 50-180-06. Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности (сваи-РИТ). М.: Департамент градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы, 2006. – 68с.

Соколов Н.С.^{1,2}, Соколов Б.С.¹

Использование свай ЭРТ при усилении оснований промышленных зданий

¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-204

Аннотация

Буроинъекционные сваи, изготавливаемые по электроразрядным технологиям (сваи ЭРТ) показали высокую эффективность при усилении оснований реконструируемых и аварийных зданий. Сваи ЭРТ по сравнению с другими буроинъекционными и буронабивными сваями имеют повышенные значения несущей способности, как по грунту, так и по материалу. В статье приведены случаи из строительной геотехнической практики усиления основания фундаментов промышленных корпусов по производству легковых автомобилей и кузнечно-штамповочного цеха по изготовлению деталей ходовой части гусеничных тракторов. Благодаря использованию буроинъекционных свай ЭРТ удалось предотвратить аварийные ситуации на этих объектах.

Ключевые слова: несущая способность, электроразрядная технология (ЭРТ), буроинъекционная свая, железобетонный каркас, кузнечный молот, мостовой кран.

Abstract

Boron-injection piles manufactured using electrical engineering technologies (EDT piles) have shown high efficiency in strengthening the foundations of reconstructed and emergency buildings. EDT piles, in comparison with other drilling and drilling piles, have increased values of bearing capacity, both on the ground and on the material. The article presents cases from the construction geotechnical practice of strengthening the foundations of industrial buildings for the production of passenger cars and forging and stamping shop for the manufacture of chassis parts of tracked tractors. Thanks to the use of drilling-injection piles of EDT, it was possible to prevent emergencies at these facilities.

Keywords: load-bearing capacity, electric discharge technology (EDT), drill-injection pile, reinforced concrete frame, forging hammer, bridge crane.

Обеспечение условий безаварийной эксплуатации зданий и сооружений является основополагающим фактором для всех этапов строительства и эксплуатации. Особенно это актуально для реконструируемых зданий, а также для зданий предполагаемых к увеличению нагрузок сверх проектных величин.

Ниже рассмотрим случай №1 усиления основания фундаментов одноэтажного производственного корпуса по выпуску легковых автомобилей. Реконструируемое здание представляет собой одноэтажное каркасное сооружение с монолитными железобетонными столбчатыми фундаментами, сборными железобетонными колоннами и сборными стропильными фермами пролетом 24,0 м и 18,0 м. Производственный корпус имеет размеры в плане (см. рис.1а) в осях Г-Ж и 3-23 – 66,0×120,0 м с двумя пролетами по 24,0 м и одним пролетом 18,0 м. Шаг колонн вдоль буквенных осей – 12,0 м. В каждом пролете функционируют по 2 мостовых крана. В пролетах Г/Д и Д/Е по два крана грузоподъемностью по 500 кН, а в пролете Е/Ж – 2 крана по 200 кН.

В 2000 г. начались проблемы с эксплуатацией корпуса. При наиболее невыгодных сочетаниях крановых нагрузок обнаружены перекосы подкрановых путей. Перепады имеют циклический характер, т.е. величины деформаций знакопеременны. Высокоточные геодезические наблюдения за осадками фундаментов железобетонных колонн подтвердили высокие значения неравномерных деформаций достигающих до 150 мм. На участках с наиболее высокими значениями неравномерных осадок эксплуатация мостовых кранов стала затруднительной.

Таким образом возникла предаварийная ситуация при которой дальнейшая эксплуатация корпуса стала опасной.

Технической комиссией во главе с главным архитектором завода поручено срочно разработать мероприятия по предотвращению предаварийной ситуации на объекте. Она обратилась к ООО НПФ «ФОРСТ» с просьбой выявить причину деформаций и разработать мероприятия по восстановлению эксплуатационной надежности проблемного производственного корпуса.

Было принято решение укрепления основания фундаментов буроинъекционными сваями, изготавливаемыми по разрядно-импульсной технологии (сваи ЭРТ) [1, 2, 3, 4, 5, 6] с одновременным ведением геотехнического мониторинга.

Инженерно-геологический разрез представлен с поверхности насыпными грунтами мощностью до 2,0 м., ниже залегают супеси пластичной консистенции до 5,5 м толщиной. Далее залегают глина твердой консистенции мощностью до 2 м. Подстилающим слоем служат **мелкие пески средней плотности водонасыщенные**.

Анализ инженерно-геологических условий позволил предположить, что основная причина деформаций фундаментов – **тиксотропия** (способность грунта разжижаться от механического воздействия и увеличивать вязкость в состоянии покоя) грунтов несущего слоя. Пески подвержены этому процессу. Механические воздействия выражены в виде динамических нагрузок от мостовых кранов, как правило, они действуют неравномерно. Так, например, при воздействии кранов на основание по конкретной оси, то в этом месте возникает участок разжижения, а на других осях, где отсутствует воздействие крановых нагрузок, основание эксплуатируется в условиях отсутствия аварийной ситуации.

Тем самым фундаменты под колонны «тонут» по очереди, увеличивая крены каркаса, что усугубляет эксплуатацию кранов. После прекращения динамических воздействий деформации фундаментов прекращаются.

Согласно поручению комиссии ООО НПФ «ФОРСТ» разработало проект усиления основания фундаментов с помощью буроинъекционных свай ЭРТ. Сваи Ø 200 и длиной 12,0 пронизывают нижнюю ступень столбчатых фундаментов. Несущим слоем пяты свай являются пески мелкие водонасыщенные. Количество свай ЭРТ под разные фундаменты отличается. Так по оси «Ж» - 6 шт.; по оси «Е» - 14 шт.; по оси «Д» - 18 шт.; по оси «Г» - 10 шт. (рис. 1а). На рис. 1б приведен инженерно-геологический с вертикальной привязкой фундаментов, а на рис. 1 в фрагмент плана свай ЭРТ усиления основания фундаментов.

Осуществление мероприятий по усилению оснований фундаментов с помощью буроинъекционных свай ЭРТ позволило создать условия для безаварийной работы мостовых кранов и всего железобетонного каркаса прессового корпуса в целом.

Геотехнический мониторинг за деформацией оснований фундаментов подтвердил их отсутствие после завершения работ по устройству свай ЭРТ.

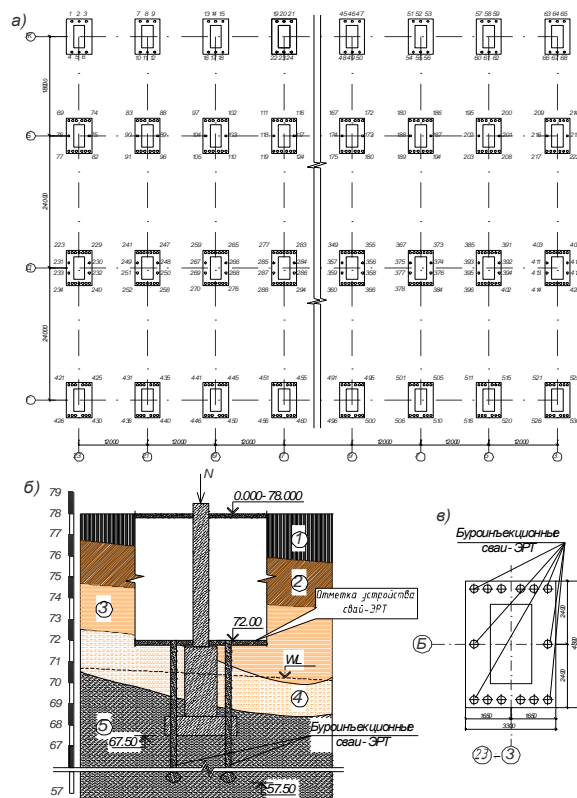


Рисунок 1. а - План расположения буринъекционных свай-ЭРТ;

б – Сечение фундамента в осях Д/12 с привязкой в инженерно-геологический разрез; в – план буринъекционных свай-ЭРТ усиления основания в осях Б/5.

1 - насыпной грунт; 2 - суглинок полутвердый; 3 – супесь; 4 – глина твердая; 5 – пески мелкие водонасыщенные.

Второй случай успешного применения буринъекционных свай-ЭРТ при ликвидации аварийной ситуации здания кузнечно-штамповочного цеха (КШЦ) агрегатного завода в г. Чебоксары. Благодаря воздействию динамических нагрузок от 10 кузнечных молотов здание пришло в аварийное состояние. На всех кирпичных стенах ограждения появились деформационные трещины имеющие тенденцию к увеличению. Появившаяся неравномерность деформаций каркаса привела к сбоям эксплуатации мостовых кранов. Кроме того размеры площадок опираний плит покрытий, а также строительных ферм и подкрановых путей в ряде случаев уменьшились до величин близких к аварийной ситуации. Для предотвращения аварийной ситуации чрезвычайная комиссия под эгидой управления капитального строительства завода поручила ООО НПФ «ФОРСТ» разработать противоаварийные мероприятия, включающие: 1) обследование технического состояния аварийного здания; 2) разработка мероприятий по минимизации отрицательного влияния вибраций от воздействия кузнечных молотов на здание цеха и прилегающие сооружения; 3) производство работ по восстановлению эксплуатационной надежности здания КШЦ.

Наиболее рациональной и приемлемой конструкцией усиления оснований фундаментов была принята и использована буринъекционная свая, изготавливаемая по разрядно-импульсной технологии (свая ЭРТ). Свая ЭРТ [5, 6] обладая рядом преимуществ по сравнению с буринъекционными сваями без уплотнения стенок скважин и буронабивными сваями, в том числе повышенными значениями несущей способности, примерно в 1,5÷1,8 раза, как по грунту, так и по телу, что предполагает компактное размещение их в теле усиливаемого фундамента.

Проектом противоаварийных мероприятий предусмотрено усиление оснований фундаментов каркаса и кузнечных молотов №1,3 с массой ударных частей $Q=30$ кН и №5,7

с массой ударных частей $Q=50$ кН. На рис. 2 приведен план усиления оснований фундаментов каркаса здания цеха и кузнечных молотов №1,3,5,7.

Здание кузнечно-штамповочного цеха Чебоксарского агрегатного завода представляет каркасное сооружение с размерами в плане в осях (А÷Е)/(1÷20) – 30,0×114,0 м. Фундаменты здания монолитные железобетонные с глубиной заложения 2,5 м. Колонны - сборные железобетонные двухветвевые. Конструкции покрытия - железобетонные ребристые плиты покрытия по стальным строительным фермам. В цеху функционируют десять кузнечных молотов.

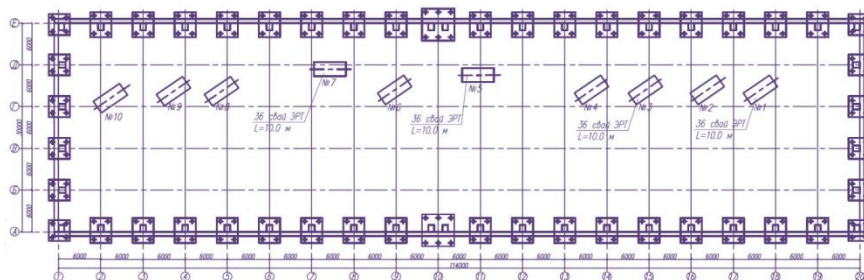


Рис. 4 План свайного поля из буронабивных свай ЭРТ

Рисунок 2. План свайного поля из буронабивных свай ЭРТ усиления оснований фундаментов каркаса и кузнечных молотов №№1,3,5,7.

Инженерно-геологические условия строительной площадки представлены от поверхности насыпными грунтами мощностью до 2,0 м, ниже залегает суглинок тугопластичный мощностью 3÷3,5 м. Ниже подстилается суглинок мягкопластичный, под которым залегает глина алевроитовая тугопластичная.

В таблице 1 приведены физико-механические свойства грунтов, а на рис. 3 инженерно-геологический разрез с вертикальной привязкой фундаментов железобетонного каркаса здания и кузнечного молота №3.

Таблица 1.

Физико-механические свойства грунтов.

№ слоев	Удельный вес, γ , кН/м ³	Показатель текучести, I_L , д.е	Угол внутреннего трения, ϕ , град	Удельное сцепление, C , кПа	Модуль общей деформации, E_0 , кПа
①	$R_0 = 100$ кПа				
②	18,5	0,45	27°	40	6500
③	19,01	0,58	20°	15	5400
④	21,0	0,15	32	45	12500

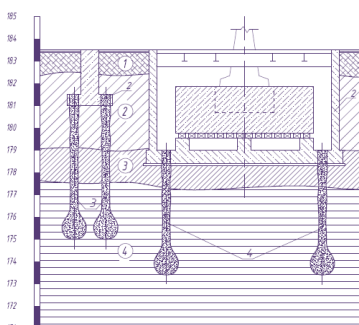


Рисунок 3. Инженерно-геологический разрез с вертикальной привязкой заглубленных железобетонных конструкций.

1 – фундамент каркаса здания; 2 – фундамент кузнечного молота; 3 – буроинъекционные сваи–ЭРТ усиления основания фундаментов каркаса; 4 - буроинъекционные сваи – ЭРТ усиления основания фундаментов кузнечных молотов; «1» – насыпной слой; «2» – суглиной тугопластичный «3» – суглинок мягкопластичный; «4» – глина алевритистая тугопластичная.

Производство работ по усилению основания фундаментов каркаса и молотов производила ООО Научно-производственная фирма «ФОРСТ». Вовремя производства работ по реконструкции и после в течение года производился геотехнический мониторинг.

Кроме того были организованы исследования динамического воздействия кузнечных молотов на основание [1].

Измерения проводились в феврале 2002 г. в молотовом отделении КШЦ Чебоксарского агрегатного завода. Регистрировались колебания при работе молотов №№1,3,5,7 и №6 в осях 12-13. Кроме того, в ряде случаев работали молота №№2,4,10, что не оказывало в точках измерения значительных изменений. Выбор источников воздействия и точек измерения определялся их близостью к месту установки нового молота в осях 16-17.

Исследования [1] подтвердили, что свайное поле из свай ЭРТ удовлетворяет требованиям п. 1.21 СНиП 2.02.05-87 "Машины с динамическими нагрузками". Статическое давление под подошвой условного фундамента колонн составляет 240 кПа, что меньше расчетного сопротивления грунта основания 330 кПа. Это указывает на допустимость имеющихся вибраций с точки зрения образования дополнительных осадков фундаментов колонн.

Таким образом, усиление оснований фундаментов каркаса и кузнечных молотов с помощью буроинъекционных свай позволили ликвидировать аварийную ситуацию здания кузнечно-штамповочного цеха.

Вывод:

В статье приведены два удачных примера использования буроинъекционных свай ЭРТ для предотвращения критических (предаварийных) состояний каркаса зданий. Использование этих свай в качестве свай усиления оснований позволили продлить срок службы этих зданий приведя их в безаварийные эксплуатируемые состояния.

1. Заключение «Инструментальное обследование здания КШЦ и прогнозирование колебаний проектируемого фундамента на кузнечный молот 17КШ 5 т/с» на Чебоксарском агрегатном заводе». НИИ оснований и подземных сооружений. Москва. 2002 г.
2. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17–20.
3. Родионов В.Н., Сизов И.А, Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986. 301 с.
4. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
5. Sokolov N.,Ezhov S., Ezhova S. PRESERVING THE NATURAL LANDSCAPE ON THE CONSTRUCTION SITE FOR SUSTAINABLE ECOSYSTEM //Journal of Applied Engineering Science. 2017. Т.15. №4.С . 518-523.
6. Соколов Н.С. Технология увеличения несущей способности основания //Строительные материалы. 2019. №6.С. 67-71.

Соколов Н.С.^{1,2}, Соколов Б.С.¹

Усиление основания и фундаментов в стесненных условиях

¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

²ООО НПФ «ФОРСТ»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-09-2023-205

Аннотация

Реконструкция зданий и сооружений в стесненных условиях представляет собой сложную технологическую задачу, связанную: 1) с обеспечением безопасной эксплуатации зданий окружающей застройки в зонах геотехнического влияния; 2) с обеспечением надежной

эксплуатации оснований фундаментов с использованием заглубленных железобетонных конструкций как, например буроинъекционные сваи, выполняемые по электроразрядным технологиям; 3) обеспечением надежной эксплуатации надфундаментных конструкций при возросших нагрузках на здания с помощью специальных конструктивных решений; 4) обеспечением надежной эксплуатации тела фундаментов одним из существующих методов как, например, цементацией. Статья является обзорной и рассматривает случай реконструкции объекта общественного назначения с использованием электроразрядной технологии при усилении тела оснований фундаментов с помощью буроинъекционных свай ЭРТ.

Ключевые слова: реконструкция, нагрузки, зона влияния, электроразрядная технология, сваи ЭРТ, несущая способность.

Abstract

Reconstruction of buildings and structures in cramped conditions is a complex technological task associated with: 1) ensuring the safe operation of buildings of surrounding buildings in zones of geotechnical influence; 2) ensuring reliable operation of foundation foundations using buried reinforced concrete structures, such as, for example, bored injection piles made using electric discharge technologies; 3) ensuring reliable operation of over-foundation structures with increased loads on buildings using special design solutions; 4) ensuring reliable operation of the foundation body by one of the existing methods, such as grouting. The article is a review article and considers the case of reconstruction of a public facility using electric discharge technology while strengthening the body of foundation foundations using EDT bored injection piles.

Keywords: reconstruction, loads, zone of influence, electric discharge technology, EDT piles, bearing capacity.

Реконструируемое здание состоит из пяти блоков: **Блок №1** в осях «1-4+А-Г», размеры в осях 18,63х18,0м, трехэтажный, с подвалом, цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - неполный каркас с железобетонными колоннами и ригелями с шарнирными узлами опирания ригелей, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита.

Блок №2 в осях «4-12÷А/1-В/1», размеры в осях 42,85х15,16м, четырехэтажный, с подвалом, цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - стеновая с продольными несущими стенами из каменной кладки. Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита. Покрытие чердака и перекрытие четвертого этажа на данный момент полностью демонтированы.

Блок №3 (рис.2) в осях «12-15÷А-К», размеры в осях 18,965х48,46м. трехэтажный, с подвалом, цокольным этажом (частично, в осях «А-Е») и техническим чердаком. Конструктивная система - неполный каркас с железобетонными колоннами и ригелями в осях «А-Е» и стальными колоннами и балками в осях «Е-К» с шарнирными узлами опирания ригелей и балок, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита в осях «А-Г» и железобетонный ленточный в осях «Г-К».

Блок №4 (рис.2) в осях «13/1-15÷К-Л», размеры в осях 11,32х15,62 м, четырехэтажный, с цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - стеновая с продольными несущими стенами из каменной кладки, со стальными балками перекрытий, узлы опирания балок шарнирные. Перекрытия - над цокольным этажом - цилиндрические своды из керамического полнотелого кирпича по металлическим балкам, над остальными этажами - сборные железобетонные плиты. Фундамент - ленточный из кладки из известняка.

Блок №5 (рис.2) в осях «15-16÷А-К», размеры в осях 9,88х48,46 м; одноэтажный, с подвалом в осях А-Г, цокольным этажом в осях А-К, надземным этажом в осях А-Е. Конструктивная система - неполный каркас с каменными колоннами и ригелями с шарнирными узлами опирания ригелей, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытие над цокольным этажом - сборные железобетонные плиты, покрытие - из асбестоцементных

полых плит с заполнением минеральной ватой по металлическим балкам Фундамент - железобетонный ленточный под стены и отдельностоящий столбчатый под колонны.

При реконструкции здания в соответствии архитектурными объемно-планировочными решениями предполагалось изменение планировочной и конструктивной схемы здания и существенное увеличение нагрузок на фундаменты.

В геоморфологическом отношении участок расположен в пределах древнеаллювиальной террасы Клязьмо-Яузского протока. Поверхность территории участка на период проведения изысканий (1947-1990 гг.) характеризовалась абсолютными отметками 149,80-151,35м. По материалам ГБУ «Мосгоргеотрест» на период проведения изысканий **геолого - литологическое строение** участка на глубину пройденных скважин представляется в следующем виде: с поверхности до глубины 1,3-4,5м участок покрыт техногенными грунтами (t-Q_{IV}), представленными песками, с включением строительного щебня, обломков кирпича, щепы древесины и шлака, слежавшимися, влажными. Под техногенными грунтами залегают **верхнечетвертичные аллювиальные отложения (a-Q_{III}^{IK-J})** представленные в основном песками, реже суглинками, местами встречены прослои торфа. Пески желтые и желтовато-серые, мелкие, средней плотности, влажные и водонасыщенные. Суглинки серые, иловатые, мягкопластичные. Торф встреченный в СКВ. №14-3608 г/с непосредственно под насыпью, сильно разложившийся, водонасыщенный. Мощность аллювиальных отложений составляет 1.5-2.7м. В скважине №2 встречены **моренные суглинки (g-Q_{II}^d)**. Суглинки коричневые, песчанистые, с тонкими прослоями водонасыщенного песка, с включениями гравия и гальки, мягкопластичные, мощностью 1,0 м.

Местами моренные суглинки размыты и аллювиальные отложения подстилаются **флювиогляциальной толщей окско-днепровского горизонта (f-Q_{II}^{o-d})**, представленные супесями и песками: Супеси - темно-коричневые и черные, пылеватые, слюдистые, пластичные, местами текучие; Пески - желтые и коричневые, средней крупности, неоднородные, с гравием и щебнем кремнистых пород, средней плотности, водонасыщенные. Полная мощность флювиогляциальных отложений составляет 5.8-7.0м., вскрытая мощность 4.7-5.8м. Под толщей четвертичных отложений на глубине 10.3-10.5м (абс. отм. 140.85-139.98) встречены отложения **верхней юры представленные волжским (J_{3v}) и оксфордским (J_{3ox}) ярусами**. Отложения **волжского яруса** представлены супесями черными, пылеватыми, слюдистыми с прослоями глауконитового песка, полутвердыми, мощностью 3,2м. Отложения **оксфордского яруса** представлены глинами черными, пылеватыми, слюдистыми с крупными фосфоритами и включениями обломков фауны, мощностью 6,8-10,1 м. **Каменноугольные отложения** развиты на глубине 20.4-20.5м (абс. отм. 129.88-130,85м) и представлены подсвитами: - измайловской (C_{3izm}), мещеринской (C_{3mse}), перхуровской (C_{3pr}), неверовской (C_{3nvr}), ратмировской (C_{3rt}). **Каменноугольная толща** представлена известняками трещиноватыми, мергелями и мергелистыми глинами, доломитами. Вскрытая мощность каменноугольных отложений составляет 10,6-35,0 м. Последовательность залегания, мощность и характер распространения геологических слоев приведены на геолого-литологическом разрезе (рис 1).

Гидрогеологические условия территории характеризуются распространением надъяурского водоносного горизонта. По состоянию на момент приведенных инженерно-геологических изысканий в 1947-1990 гг. **подземные воды надъяурского водоносного горизонта** вскрыты на глубине 1,3-5,4 м, абс. отм. 144,88-148,50 м. Водовмещающими породами являются аллювиальные и флювиогляциальные песчаные отложения. Водупором служат верхние глины. Вскрытые на глубине 10,3-10,5 м (абс. отм. 139,98-140,85). Подземные воды в каменноугольных отложениях дренированы постоянно действующими откачками Метрополитена. **На территории реконструкции объекта выявлены инженерно-геологические процессы и явления: 1. Карстово-суффозионная опасность участка:** В соответствии с «Картой опасности древних карстовых форм и совместно-суффозионных процессов» масштаба 1:10000, лист G-5 (ГУП «Мосгоргеотрест», ИГЭ РАН,

Москва. 2012 г., 2-я редакция), участок расположен на потенциально опасной территории в отношении возможности проявления современных карстово-суффозионных процессов. **2. Подтопление территории и оползневые процессы:** В соответствии с «Картой оползневых явлений и подтопления подземными водами г.Москвы» Масштаб 1:10000, лист G-5 (ГУП «Мосгоргеотрест», НПП «Георесурс», 2011г. 2-я редакция) участок расположен на границе подтопленной территории с глубиной залегания грунтовых вод 1-3 м и периодически подтопленной территории, с глубиной залегания грунтовых вод 3-5 м. Оползневые процессы и их проявления не отмечены. **3. Морозное пучение и глубина сезонного промерзания.** В соответствии с п. 5.5.3. СП 22.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты и учетом СП 131.13330.2017 «Строительная климатология» норма-тивная нагрузка сезонного промерзания грунтов d_{fn} на открытых площадках составляет: - для песков пылеватых и мелких: $d_{fn}=1,3$ м; - для песков средних, крупных и гравелистых: $d_{fn}=1,4$ м; - для крупнообломочных песков: $d_{fn}=1,6$ м. Физико-механические характеристики грунтов приведены ниже в табл. 1.

Согласно проекта реконструкции была полностью изменена конструктивная схема объекта. Если до реконструкции здание было построено в каркасе, то после реконструкции все внешние нагрузки воспринимались свайно-плитным фундаментом (см. рис. 2, 3, 4). При этом в опорных частях под колоннами запроектированы и устроены дополнительные ступени (рис. 3, 4) во избежание продавливания бетона фундамента. Кроме того запроектированы и устроены противокарстовые буроинъекционные сваи.

Анализируя опыт устройства буровых (буроинъекционных) свай на рассматриваемом объекте использованы буроинъекционные сваи, выполняемые по электроразрядным технологиям – сваи ЭРТ. Эти сваи обладают максимальными значениями несущей способности на 1 куб/метр сваи и наиболее востребованы для работы в стесненных условиях [1-5, 6, 7].

На рис. 2,3,4 приведены план свай ЭРТ и характерные сечения. В зависимости от нагрузок и инженерно-геологических разрезов в плане использованы сваи ЭРТ разной длины – от 13,0 м до 17,0 м. Армирование их приведено на рис. 5.

Вся технологическая цепь производства свай ЭРТ на конкретном объекте ниже расписана в виде технологического регламента – алгоритма устройства буроинъекционных свай ЭРТ.

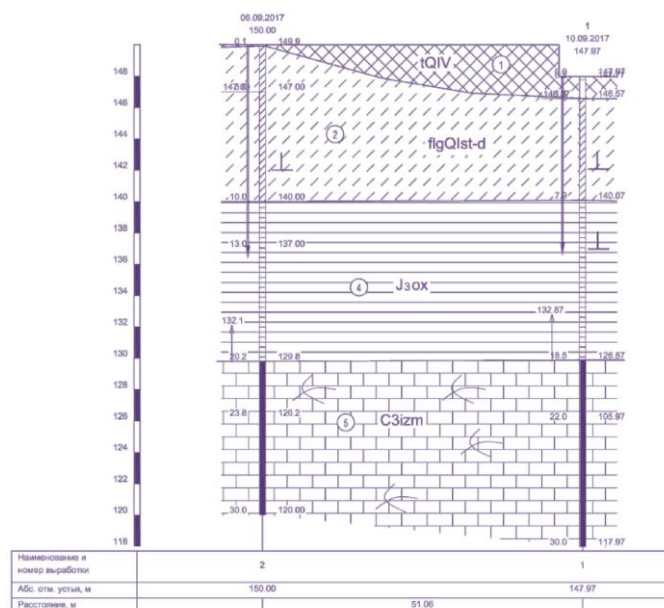


Рисунок 1. Характерный инженерно-геологический разрез: 1 – песчано-суглинистые грунты со щебнем кирпича, бетона; 2 – супесь пластинчатая, пылеватая, с прослоями песка водонасыщенного; 3- песок средней крупности, средней плотности, маловлажный; 4- глины тяжелые, слюдяные, твердые; 5- известняк средней прочности, сильнотрещиноватый, водонесный.

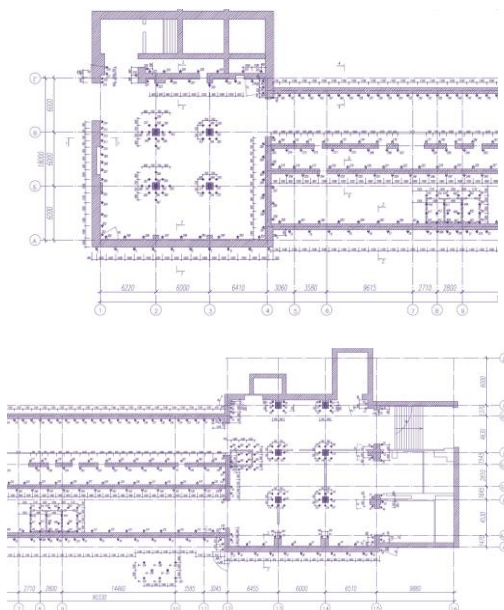


Рисунок 2. Схема расположения свай усиления в осях (1-16)/(А-Г)

Выводы:

1. Технология устройства буронабивных свай по электроразрядным технологиям является универсальной. Она широко используется как в новом строительстве, так и в капитальном ремонте, а также реконструкции объектов.
2. Технологически все этапы производства буронабивных свай ЭРТ достаточно серьезно разработаны. Весь комплекс геотехнических работ объединен в единый технологический регламент, что позволяет на каждом цикле обеспечить высокое качество готовой сваи ЭРТ.

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17–20.
2. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986. 301 с.
3. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
4. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
5. Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундамента. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
6. Соколов Н.С, Викторова СС. Исследование и разработка устройства для изготовления буронабивных свай ЭРТ //Строительство: Новые технологии - новое оборудование. 2017. №12.С. 37-42.
7. Sokolov N., Ezhov S., Ezhova S. Preserving the natural landscape on the construction site for sustainable ecosystem //Journal of Applied Engineering Science. 2017. T.15. №4.С . 518-523.

Шелехов И.Ю., Матрасова Е.Н., Клементьев И.А.

Исследование средств защиты прилегающей территории от наледи

*Иркутский Национальный Исследовательский
Технический Университет
(Россия, Иркутск)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-206

Аннотация

В статье приводится анализ различных технических средств, предназначенных для защиты прилегающей территории зданий различного назначения от наледи. Показано, что имеющиеся средства не имеют широкого распространения из-за их низкой эффективности, надежности и дороговизны. В статье приводится анализ ситуаций, при которых образуется наледь, которая может отрицательно влиять на передвижение людей и транспорта на

прилегающей территории, а также приводятся результаты лабораторных исследований. На основании проведенных исследований было показано, что при использовании новых инновационных решений повысится степень безопасного передвижения людей и транспорта в зимний период времени.

Ключевые слова : Наледь, карбоновые нагреватели, распределенный греющий слой, карбоновая паста, безопасность, энергоэффективность.

Abstract

The article provides an analysis of various technical means designed to protect the adjacent territory of buildings for various purposes from ice. It is shown that the available means are not widely used due to their low efficiency, reliability, and high cost. The article provides an analysis of situations in which ice is formed, which can adversely affect the movement of people and vehicles in the adjacent territory, as well as the results of laboratory studies. Based on the conducted studies, it was shown that the use of new innovative solutions will increase the degree of safe movement of people and vehicles in the winter.

Keywords: Ice, carbon heaters, distributed heating layer, carbon paste, safety, energy efficiency.

Сложно найти человека, который бы ни разу не подвергал свою жизнь опасности при передвижении по улицам наших городов в зимний период времени. Соблюдать осторожность при передвижении рядом практически с любым зданием стало нашим повседневным бытом, гололед, наледь, огромные сосульки на крышах домов стало неотъемлемой частью зимнего сезона.

В основном, опасность получения травм от последствий таяния снежного покрова возникает в начале или в конце зимы, иногда в теплые дни. Наледь образуется не только от смены температуры в течение суток, а также от воздействия на снежный покров избыточного тепловыделения от зданий, деятельности людей и транспорта. Особенно опасно передвигаться по городским улицам после снегопадов, когда температура воздуха находится в диапазоне от +3 до -5°C, данного температурного диапазона достаточно, чтобы образовался гололед на прилегающих к зданиям территориях [1].



Рисунок 1. Образование гололёда в местах массового посещения людей:

а – магазины косметики и сотовых аксессуаров; в – магазин по продаже хлеба-булочных изделий; с – аптечный магазин.

Проведенные нами исследования в центральной части г. Иркутска показали, что после снегопадов в местах активного посещения людьми образуется наледь на площадке у входных дверей, ступеньках и прилегающей территории за счет того, что люди, выходя из теплого помещения, воздействуют на снег не только механическим путем, но и термическим, так как температура обуви соответствует комнатной температуре. Чем активней посещается место общего пользования, тем больше образуется наледь. На рисунке 1а наглядно видно, что на ступеньках и дверной площадке у магазинов косметики и сотовых аксессуаров наледь меньше, чем у магазина торгующего хлеба-булочными изделиями (рисунок 1в), а у аптечного магазина (рисунок 1с) на образовавшейся наледи можно поскользнуться и получить травму.

Данной проблемой занимаются многие ученые-изобретатели как в нашей стране, так и за рубежом. В основном, имеются три направления защиты придомовой территории, первое, это посыпка поверхности абразивными материалами, несмотря на многолетний опыт применения данной технологии, на количество травм оно никак не влияет. Второе направление, это применение различных профильных покрытий [2] или напольных плиток с противоскользящим покрытием [3].



Рисунок 2. Мероприятия по борьбе с гололёдом:

а – ступеньки с профильным и противоскользящим покрытием; в – пешеходная дорожка из противоскользящего материала; с – пешеходный переход с противоскользящим покрытием.

Наши исследования показали, что даже при не больших снегопадах, данные покрытия оказывают отрицательное воздействия на безопасность передвижения, так как не позволяют удалить наледь с поверхности, а каменные и керамические поверхности, обладая высокой теплоёмкостью способствуют активному образованию наледи. Это наглядно видно на рисунке 2, основное скопление ледяного слоя сконцентрировано именно в том месте, где применены мероприятия для того, чтобы этого ледяного слоя не было.

Самым эффективным способом борьбы с наледью является искусственный подогрев площадок, ступеней и пандусов [4], но из-за высокой стоимости и энергоёмкости данная технология не находит широкого применения, кроме этого, данные системы, работающие по принципу «теплый пол», при эксплуатации в экстремальных условиях имеют низкую степень надежности и долго-вечности [5].

Чтобы улучшить технические и эксплуатационные характеристики данных систем, а также снизить себестоимость стали внедряться новые инновационные карбоновые нагреватели, которые изготавливаются на основе полимеров и карбоновых паст [6]. Данные системы хорошо зарекомендовали себя при эксплуатации в малоэтажном строительстве и активно внедряются в сельской местности [7], где условия эксплуатации всегда приближены к экстремальным.

Основным материалом, который используется для придания эстетического вида площадкам перед входом в здание, ступеням, пандусам является керамическая плитка. Керамическая плитка изготавливается для различных условий эксплуатации, в том числе для эксплуатации под воздействием окружающей среды, данная плитка выдерживает высокие механические воздействия. Поверхность плитки может изготавливаться профильного типа и с противоскользящим покрытием. Чтобы установить систему нагрева под керамической плиткой необходимо разрушить основание, на которое оно наносится или положить дополнительный слой, в который будет укладываться нагревательный кабель, что практически не реализуемо. Сложно представить, что площадка перед дверью поднимется на 20–30 см или воспринять тот факт, что общая конструкция из площадки, ступенек и пандуса будет разрушена и фактически изготовлена заново. Идеальным решением было бы применения керамической плитки с нагревательным элементом.

Для проведения исследований мы использовали керамическую плитку, предназначенную для эксплуатации на улице, под воздействием внешних факторов, способную выдерживать механические воздействия. На внутреннюю поверхность керамических плиток был нанесен нагревательный элемент из карбоновой пасты по

технологии, описанной в патенте на изобретение RU 2713729 «Нагревательный элемент широкого спектра применения» [8]. После нанесения нагревательного элемента, был приготовлен герметизирующий раствор на основе состава, аналогичного, из которого была изготовлена керамическая плитка. После герметизации керамической плитки они были объединены в единый блок из четырех керамических плиток, общая удельная мощность керамического блока составила 300 Вт/м² при напряжении 220В. На рисунке 3 представлен изготовленный керамический блок, подключенный к напряжению 220В, равномерность нагрева определялась тепловизором, на фотографии видно, поле нагрева по всему блоку равномерно, отсутствуют локальные перегревы и холодные зоны.

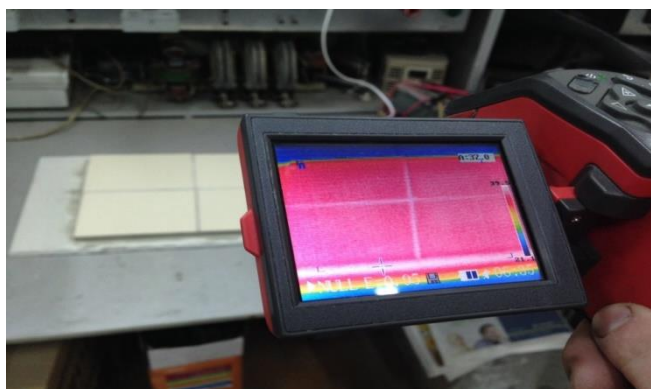


Рисунок 3. Керамический блок с карбоновыми нагревателями.

Керамический блок с помощью специализированного цементного раствора, предназначенного для укладки керамической плитки на улице, был установлен на цементную плиту толщиной 10 мм. После высыхания раствора нагревательный элемент был включен на непрерывную работу в течение 5000 часов, после этого были проведены циклы на термические удары: охлаждение и быстрый нагрев; нагрев и быстрое охлаждение.

В первом цикле испытаний керамическая плитка охлаждалась до температуры -15 °С с последующим нагревом до 60 °С, после 10000 циклов керамический блок испытывался на стабильность потребляемой мощности и на сопротивление изоляции. К сожалению, технические возможности нам не позволяли охладить керамический блок ниже температуры -15.

Во втором цикле испытаний керамическая плитка нагревалась до температуры 100 °С с последующим охлаждением холодной водой со льдом, после 10000 циклов керамический блок, также, испытывался на стабильность потребляемой мощности и на сопротивление изоляции.

Дополнительно были проведены испытания на воздействие климатических факторов при механическом воздействии и без механического воздействия. Для этого керамический блок помещали в камеру влажности, после выдержки в течение 24 часов измерялась потребляемая мощность с грузом 200 кг и без груза.

Испытания керамического блока показали, что сопротивление нагревательного элемента после долговременной работы, после воздействия повышенных и пониженных температур, после циклов на термические удары не меняется. Воздействия окружающей среды, механические воздействия на керамический блок также не внесло изменений в работу карбонового нагревателя.

Испытания на сопротивление изоляции и воздействие высоким напряжением 2500В также показали, что конструкция обладает высокими электроизоляционными свойствами и стабильными характеристиками. Кроме этого, хотелось бы отметить, что карбоновые нагревательные элементы возможно изготавливать на безопасное напряжение, например на 36В или 12В, что также обеспечит дополнительную электробезопасность. В отличие от кабельных систем обогрева, даже если выйдет из строя один нагревательный элемент, нанесенный на конкретную керамическую плитку, это не повлияет на работу всей системы антиобледенения. При любой поломке, обрыве, отсутствии контакта, кабельная система обогрева вся перестает

работать, приходится полностью демонтировать всю систему. В случае с керамической плиткой, достаточно заменить один элемент, так как в отличие от кабельных систем нагрева, которые подключены последовательно, нагревательные элементы подключены последовательно.

На основе проведенных исследований предлагается применять более активно новые инновационные карбоновые нагреватели, которые имеют распределенный греющий слой, что позволяет снизить энергоёмкость систем антиобледенения, убрать локальные перегревы и тем самым увеличить энергоэффективность данных систем.

Данные нагревательные элементы имеют широкий спектр применения, обладают высокими электроизоляционными свойствами и надежны в эксплуатации. Создаваемые системы антиобледенения из карбоновых нагревателей имеют широкую область применения: пешеходные дорожки, внутренние дворы, автостоянки жилых и торговых комплексов, бизнес-центров, медицинских и детских учреждений, стоянки автотранспорта, спортивные площадки, аэропорты, воздушные суда, железнодорожный транспорт. В наших исследованиях мы в основном разрабатывали мероприятия по организации безопасного передвижения в местах, где используется дополнительное покрытие в виде керамической плитки: площадки перед входом, ступеньки, пандусы. Применение данного способа нагрева для систем антиобледенения было ограничено отсутствием нагревательных элементов большой площади с равномерным тепловым потоком. Применяемые карбоновые нагреватели, нанесенные на керамическую плитку, должны крепиться на поверхность в определенном положении и обладать определенными механическими свойствами.

На инновационном предприятии, победителе программы «Старт-1», ООО «Промышленные Технологические Инновации» ведутся работы по созданию карбоновых нагревательных элементов, которые обеспечивают большую площадь равномерного нагрева. Кроме этого, нагревательные элементы могут изготавливаться с разной удельной мощностью по площади нагрева, что позволит расширить их спектр применения. Наши дальнейшие исследования продолжатся в области натурных исследований применения карбоновых нагревателей в системах антиобледенения.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке
Фонда Содействия Инновациям и Фонда Сколково*

1. Шац М.М., Скачков Ю. Б., Черепанова А. П. Уличный травматизм г. Якутска как производная состояния дорожных систем. Якутский медицинский журнал. 2017. № 3 (59). С. 113–116.
2. Беляков Д. В., Беляков В. А. Способ предотвращения образования снега, сосулек и защиты от обледенения крыш зданий, ливнеотстоков, водосточков, тротуаров, ступенек, автомобильных дорог, аэродромов и мостов. Патент на изобретение RU 2300611 С1, 10.06.2007. Заявка № 2005132384/03 от 20.10.2005.
3. Сергеев С. И. Напольная плитка с противоскользящим покрытием. Патент на полезную модель RU 58143 U1, 10.11.2006. Заявка № 2005107655/03 от 18.03.2005.
4. Володченко В. С., Ланцова Д.С., Метельницкая Т.А., Бышок К.А., Романов Э.В., Кадуков К.А. Обогреваемые дороги и тротуары. Вопросы науки и образования. 2018. № 26 (38). С. 91–92.
5. Шелехов И.Ю., Кузнецов К. Л., Рощупкина Л.В., Чусикова К.Э. Оценка безопасности эксплуатации систем "теплый пол" Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 3 (38). С. 492–499.
6. Щегольков А.В., Щегольков А.В. Антиобледенительные системы на основе эластомеров, модифицированных углеродными наноструктурами, с эффектом саморегулирования температуры. Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2022. Т. 27. № 1. С. 141–151.
7. Шелехов И. Ю., Алгухов И. В., Очиров В. Д. Анализ использования саморегулируемых нагревательных элементов для систем «теплый пол» в сельской местности. Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 2 (196), 2021.- с.113-120
8. Шелехов И.Ю. Нагревательный элемент широкого спектра применения. Патент на изобретение RU 2713729 С1, 07.02.2020. Заявка № 2018116517 от 03.05.2018.

РАЗДЕЛ XXVIII. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Абрамова Н.И., Васильева Т.Г., Виткевич Н.Л.

Как информационное оружие влияет на человека: разбор понятия и видов

*Военная академия связи им. С.М. Буденного**(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-09-2023-207

Аннотация: Современный мир находится в периоде информационной революции, когда информация и коммуникации играют ключевую роль в развитии общества, экономики, политики и культуры. С развитием Интернета и социальных сетей количество информации, которой мы ежедневно пользуемся, резко возросло. Однако, среди этого огромного потока информации может оказаться множество ложных или манипулятивных сообщений, целью которых является влияние на мнения и поведение людей.

Ключевые слова: новости, информационное оружие, социальные медиа, манипуляции, кибератаки, дезинформация, инфо-атака

Abstract: The modern world is in the period of the information revolution, when information and communication play a key role in the development of society, economy, politics and culture. With the development of the Internet and social networks, the amount of information we use every day has increased dramatically. However, among this huge flow of information, there may be a lot of false or manipulative messages, the purpose of which is to influence people's opinions and behavior.

Keywords: news, information weapons, social media, manipulation, cyberattacks, disinformation, info-attack

*Вся военная пропаганда, все крики, ложь и ненависть,
исходят всегда от людей, которые на эту войну не пойдут*
Джордж Оруэлл

В настоящий момент основным ресурсом, на котором базируется политическая и экономическая стабильность, является ресурс контроля и управления информационными потоками. На сегодняшний день нет более влиятельного института, чем средства массовой информации. Каждый день мы получаем новую информацию из разных ее источников - телевизор, радио, печатные СМИ, интернет-издания, реклама и другие. Чаще всего мы даже не задумываемся о качестве получаемой информации, а воспринимаем ее такой, какая она есть. В последнее время нужно заметить несоответствие и противоречивость получаемой информации из разных источников. Потому как разные источники информации по-разному интерпретируют информацию намеренно, совсем не заботясь об объективности [1]. Есть люди, которые заинтересованы в этом и это не удивительно, ведь как говорил Ротшильд: «Кто владеет информацией - тот владеет миром».

Информационная война – это война без правил, война без видимых разрушений и порой даже без четко определенного противника. Разнообразие применяемых в ней методов бесконечно, а ключевая опасность состоит в том, что воздействие на отдельного человека может долгое время оставаться незамеченным [2], это особенно четко проявилось в настоящее время в период специальной военной операции.

Одно из основных направлений атаки – это закрытие и блокировка российских медийных ресурсов, с целью исключить невыгодное для Запада освещение событий, и упрочить манипуляцию сознанием своего населения. Предпринимаемые ответные зеркальные меры стабилизируют положение, однако для успешной контратаки необходим

поиск альтернативных каналов вещания и выход на максимальный охват зарубежной аудитории. Пропаганде коллективного Запада нужно постоянно противопоставлять эффективную контрпропаганду. Россия должна транслировать гражданам стран, ведущих против нас информационную войну, собственную, предельно ясную и аргументированную позицию, и в том числе – предоставлять понятные ответы на неудобные для Запада вопросы, которые в тамошних СМИ замалчиваются либо вовсе игнорируются [3].

Таким образом, понимание того, как информационное оружие (ИО) влияет на жизнь современного человека, является важной задачей для общества. Эта тема требует дальнейших исследований и обсуждений, чтобы мы могли лучше понимать, как защитить себя от воздействия манипуляторной информации и сохранить свою личную свободу и независимость.

Информационное оружие — это совокупность инструментов и методов, используемых для создания, распространения и манипулирования информацией с целью достижения политических, военных, экономических или социальных целей, оно может использоваться для дезинформации, манипуляции общественным мнением, распространения вирусов и других вредоносных программ, а также для кибератак на критическую инфраструктуру.

Информационное оружие (ИО) – это инструмент использования информационных технологий для дезинформации, манипулирования и воздействия на массовое сознание и стало существенным фактором в современном мире, где информационные технологии играют значительную роль в обмене информацией и коммуникации, а также применяться в различных сферах, от политики и экономики до социальных медиа. Целью такого оружия является изменение мнения людей, вызов эмоциональной реакции или распространение поддельных новостей для достижения своих целей.

Одним из наиболее ярких примеров использования информационного оружия является вмешательство во внутренние дела других стран. Психологические операции, осуществляемые через социальные медиа и информационные платформы, могут создать иллюзию поддержки определенного политического кандидата или партии, повлиять на результаты выборов или вызвать волнения и протесты на улицах.

Однако, влияние информационного оружия не ограничивается только политикой. Оно также может оказывать негативное воздействие на психическое и физическое здоровье людей. Подвергаясь перегрузке информацией и негативными сообщениями, мы становимся уязвимыми для различных психологических проблем, включая депрессию, тревожность и стресс. Более того, поддельные новости и информация могут привести к конфликтам и распространению ненависти и недоверия в обществе. Одним из наиболее важных вопросов влияния информационного оружия на человека является вопрос о подлинности информации и медиа-грамотности. Способность анализировать и оценивать получаемую информацию становится ключевой для защиты себя от манипуляций и дезинформации.

Информационное оружие может быть использовано как государственными, так и негосударственными структурами, включая киберпреступников, террористов, политические партии и группы активистов. Оно может включать в себя такие средства, как социальные сети, блоги, форумы, электронная почта, мобильные приложения и другие средства коммуникации.

Виды информационного оружия

Информационное оружие может применяться в различных сферах и иметь различные виды. Рассмотрим некоторые из них:

1. *Дезинформация*: одна из наиболее распространенных и эффективных методов информационного оружия. Важнейшую роль в процессе воздействия на общественное мнение в ходе локальных конфликтов и невоенных межгосударственных кризисов играет именно дезинформация. Дезинформация может быть использована для создания паники, формирования негативного образа объекта или привлечения внимания к

определенной проблеме. Определить дезинформацию можно, только если сам обладаешь информацией. Однако ее можно определить со временем [4]. Важно для себя определить источники дезинформации, чтобы потом оградить себя от них. Как правило, дезинформация касается проблем, которые имеют глобальный характер. Поэтому особое внимание нужно обращать именно на эти щепетильные вопросы. Лучше всего не торопится с выводами по этим вопросам. Лучший способ обезопасить себя – это одинаково осторожно относиться ко всем источникам информации и не воспринимать за правду любую информацию. Лучше всего к минимуму свести объем получаемой подозрительной информации.

2. *Кибератаки:* это воздействие на информационную систему с целью повредить её, получить или ограничить к ней доступ, собрать конфиденциальные данные. Чтобы совершить кибератаку, злоумышленники ищут **уязвимости в информационной системе**. Например, если веб-приложение позволяет клиентам загружать файлы напрямую, хакер непременно запустит туда вирус. Если сервер способен обрабатывать только 100 запросов в секунду, злоумышленник будет отправлять их десятками тысяч, чтобы запросы остальных пользователей не обрабатывались. Для проведения кибератак используют не только программные или аппаратные уязвимости, но и **социальную инженерию**. Человека могут обманом вынудить перейти по опасной ссылке или скачать файл с компьютерным вирусом.
3. Социальные медиа: это вид **массовой коммуникации** посредством **Интернета**. Социальные платформы стали мощным инструментом информационного оружия. Социальные медиа являются одним из главных источников информации для большинства людей. Однако, в отличие от традиционных СМИ, в социальных медиа нет строгого контроля качества информации, что может приводить к распространению фейковых новостей и ложной информации. Они используются для создания фейковых аккаунтов, поддержки коллективного мнения или распространения идеологии. Такие действия могут привести к дестабилизации общества, манипуляции в поведении и принятии решений людьми. Кроме того, социальные медиа могут приводить к формированию более узкой и ограниченной позиции по вопросам, так как люди часто выбирают и подписываются на источники информации, которые подтверждают их существующие взгляды и убеждения.
4. *Шумовые фильтры:* это метод, который используется для искажения или затухания определенной информации. Шумовые фильтры могут быть применены в различных сферах, от политики и бизнеса до массовых коммуникаций. Они могут смешивать правдивую информацию с ложной, чтобы вызывать сомнения и путать людей в их понимании происходящего.

Эффективное владение информационным оружием и средствами защиты от него становится одним из главных условий обеспечения национальной безопасности государства. Борьба с информационным оружием требует комплексных подходов, включая усиление кибербезопасности и развитие медиа-грамотности. Важно понимать, что информационные технологии могут использоваться как средство злоупотребления и манипуляции, но они также являются инструментом для создания и распространения полезной информации и знаний [5].

Из выше сказанного можно сделать вывод, что влияние информационного оружия на человека не может быть недооценено. Оно оказывает мощное воздействие на наше сознание, влияет на принимаемые решения и формирует наши взгляды и убеждения. Важно быть внимательными к получаемой информации, развивать критическое мышление и доверять

только проверенным источникам. Только так мы сможем защитить себя от манипуляций и дезинформации, и сохранить свою независимость и свободу мысли.

1. <https://militaryarms.ru/novye-tehnologii/informazionnie-voiny/>
 2. <https://scienceforum.ru/2015/article/2015009102>
 3. Информационная безопасность Вооруженных сил РФ [Электронный ресурс]. <https://searchinform.ru/resheniya/otraslevye-resheniya/informatsionnaya-bezopasnost-vooruzhennykh-sil-rf/> (дата последнего обращения: 06.08.23)
 4. А. Серов. О роли дезинформации в современных конфликтах и войнах. // Зарубежное военное обозрение. - 2011. - №7, с.15-21.
 5. Капитанчук В.В., Акимов А.О., Лубнина А.А. Влияние информационного оружия на человека // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2023.–Т.8 № 5 (31) ч.1 с. 19–22.
-



LJournal

Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№101, Сентябрь 2023**

Часть 4

Подписано в печать 25.09.2023. Тираж 400 экз.
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.11,74
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович