



ИГЭС

Институт
гидротехнического
и энергетического
строительства

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник докладов научно-технической конференции
по итогам научно-исследовательских работ студентов института
гидротехнического и энергетического строительства НИУ МГСУ

(г. Москва, 27 февраля – 3 марта 2023 г.)

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2023

ISBN 978-5-7264-3242-7

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2023

УДК 62+378

ББК 38

Д54

- Д54 **Дни студенческой науки** [Электронный ресурс] : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института гидротехнического и энергетического строительства НИУ МГСУ (г. Москва, 27 февраля – 3 марта 2023 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт гидротехнического и энергетического строительства. — Электрон. дан. и прогр. (18,5 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2023. — URL: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> — Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-3242-7

В сборнике содержатся доклады участников научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института гидротехнического и энергетического строительства МГСУ за 2022–2023 учебный год, которая проходила с 27 февраля по 3 марта 2023 г.

Для обучающихся по всем направлениям подготовки, а также для всех читателей, интересующихся современными тенденциями в студенческой науке строительного вуза.

Научное электронное издание

*Доклады публикуются в авторской редакции.
Авторы опубликованных докладов несут ответственность
за достоверность приведенных в них сведений.*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2023

Ответственные за выпуск:

С.А. Сергеев, В.М. Черкина, А.С. Субботин, С.С. Родионов, С.М. Сельвян

Макет подготовлен оргкомитетом конференции.
Институт гидротехнического и энергетического строительства
(ИГЭС НИУ МГСУ).
Тел. +7 (499) 183 43 83
E-mail: iges@mgsu.ru

Сайт www.mgsu.ru
<http://iges.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/IGES/>

Для создания электронного издания использовано:
Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 30.05.2023. Объем данных 18,5 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет».
129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26

Издательство МИСИ-МГСУ,
Тел + 7 (495) 287-49-14, вн. 14-23, (499) 183-91-90, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

| | |
|---|----|
| <i>Барсуков К.Р., Лукишин Г.А.</i> Анализ гидрогеологических условий - важнейшая составляющая прогноза развития опасных инженерно-геологических процессов | 10 |
| <i>Брехунец К.А.</i> Подготовка материалов для публичных слушаний проектов гидроэлектростанций | 17 |
| <i>Коробка А.В.</i> Предпосылки к комплексной оценке рисков в геотехнических системах, подвергающихся деформационным процессам | 23 |
| <i>Ермилов Н.А.</i> Видеоэкологические решения оформления шумозащитных сооружений | 26 |
| <i>Карташова Ю.А.</i> Реализация проектов по межбассейновому перераспределению речного стока | 35 |
| <i>Полякова Е.Н., Груздев В.В.</i> Защита зданий и сооружений от землетрясений | 43 |
| <i>Перунова М.А., Сметанин И.А.</i> Перспективные направления геоэкологической реабилитации городских природных территорий | 48 |
| <i>Сидоренко А.В., Негодина Е.Д.</i> Компенсационное озеленение как адаптационный климатический проект | 57 |
| <i>Смирнов И.Н., Собакина А.А.</i> Видеоэкологическая оптимизация природно-технических систем прибрежных территорий малых городских рек | 65 |
| <i>Томашова А.Р.</i> Оценка санитарно-химического и биологического состояния почв и грунтов исследуемого объекта | 73 |
| <i>Парфенов С.А.</i> Усталостные повреждения навесных фасадных систем при циклических воздействиях | 78 |

СЕКЦИЯ ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

| | |
|---|----|
| <i>Анахаев К.О.</i> Пожарная опасность подземных емкостей на территории автомобильной заправочной станции | 86 |
| <i>Горбунов Н. А.</i> Моделирование работы аварийной вентиляции производственного помещения | 89 |
| <i>Ивонтьев А.А.</i> Проектные решения по обеспечению пожарной безопасности здания учебного корпуса на 350 мест | 92 |

| | |
|--|-----|
| <i>Карчевский Я.С.</i> Моделирование пожара-пролива нефтепродуктов на железнодорожной эстакаде | 96 |
| <i>Клёнов Е.С.</i> Исследование возможности взрыва пропано-воздушной смеси ниже концентрационного предела при смешении с продуктами горения стехиометрического состава | 99 |
| <i>Кораблёва У.С.</i> Анализ опасностей при хранении авиатоплива | 102 |
| <i>Корольченко А.Д.</i> Стойкость строительных конструкций с огнезащитой при криогенном воздействии | 105 |
| <i>Кучина К.А.</i> Создание наномодифицированных фосфоросодержащих огнезащитных составов для древесины | 108 |
| <i>Ларикова А.А.</i> Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в кинотеатрах | 112 |
| <i>Лещёв Н.В.</i> Низкотемпературный взрыв водорода в присутствии водяных паров | 115 |
| <i>Оспенников Е.А.</i> Проектные решения по обеспечению пожарной безопасности здания ДООУ на основе разработки систем пожаротушения и пожарной автоматики | 118 |
| <i>Семенова Р.И.</i> Моделирование нагрева внешней стенки резервуара СУГ от горящего автомобиля | 122 |
| <i>Трошкин А.С.</i> Проблема моделирования процесса эвакуации людей в зданиях по организации питания и досуга | 125 |
| <i>Стрелков Д.П.</i> Проектные решения по обеспечению пожарной безопасности здания пожарного депо на 4 машиноместа | 128 |
| <i>Скворцова А.А.</i> Экспериментальное исследование действия ЛСК, заглубленное в проеме | 131 |
| <i>Улиткина А.В., Умурзакова Р.М.</i> Некоторые подходы к обеспечению противопожарной защиты гостиничных комплексов | 134 |
| <i>Шевякова А.И.</i> Зависимость огнестойкости остекления противопожарных преград от условий нагрева | 138 |

СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

| | |
|---|-----|
| <i>Григоров А.С.</i> Разработка методики подтверждения соответствия озеленённых кровель техническим и экологическим требованиям | 143 |
| <i>Гришак А.Р.</i> Разработка методики сертификации лакокрасочных материалов с учетом экологических требований | 146 |
| <i>Дмитриев А.А.</i> Разработка документации по валидации методов испытаний, применяемых в испытательной лаборатории | 150 |

| | |
|--|-----|
| <i>Кочишев Ю.П.</i> Разработка метрологического обеспечения процесса производства строительных материалов | 154 |
| <i>Локтина Д.Р.</i> Разработка методики сертификации строительной продукции на основе программного обеспечения «АДВАНС докс» в ОС «ПартнерТест» | 159 |
| <i>Менкаирова А.Ф.</i> Роль сертификации в использовании вторичных материалов в строительстве | 163 |
| <i>Перфилова М.А.</i> Разработка методики внедрения инструментов бережливого производства в ООО «Главстрой» | 168 |
| <i>Постаногова П.Ф.</i> Разработка методического подхода к верификации методов испытаний пожарной техники, применяемых в лабораторной деятельности | 173 |
| <i>Просветов Н.Д.</i> Усиление железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений на основе применения композитных материалов | 176 |
| <i>Саттарова Р. Д.</i> Анализ состояния производства при подтверждении соответствия продукции | 180 |
| <i>Юшкова А.Н.</i> Разработка СТО "Контроль качества бетонных смесей в ООО «Бетком» | 184 |
| <i>Бурмистрова Т.И., Частова В.Ю.</i> Определение качества узловых соединений деревянных конструкций | 189 |

СЕКЦИЯ ГИДРАВЛИКИ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

| | |
|---|-----|
| <i>Птицын Е. А.</i> Моделирование волновых воздействий на нефтяные платформы сооружений континентального шельфа | 193 |
| <i>Кудинова Я.А.</i> Статическая работа бетонной гравитационной плотины на блочном скальном основании | 201 |
| <i>Шабалина В. В., Яковлева А. А.</i> Гидравлический удар в пульпопроводе | 211 |
| <i>Малофеев И.И.</i> Уточнение метода расчёта призматических каналов | 219 |
| <i>Шикин Я.В., Биржевой М.М., Куликов А.Д.</i> Торф и его гидротранспортирование | 225 |
| <i>Мартьянова А. А., Зацепин Е. А., Кожемякин В.А.</i> Гидравлические характеристики и вязкостные свойства ильменита-содержащих каолиновых глин | 232 |
| <i>Капусто А.В.</i> Водно-энергетические аспекты строящейся Муллалакской ГЭС на р. Пскем | 242 |
| <i>Нагорнова Ж.И.</i> Система контроля ледообразования в причальной акватории | 248 |
| <i>Нейман П. В.</i> Влияние подходного канала на волновой режим порта Тамань | 256 |
| <i>Бубнов Д.В., Волнушкина К.А.</i> Гидравлические характеристики трубопроводов, восстановленных с помощью полимерных рукавов | 266 |

| | |
|---|-----|
| <i>Волошин М. Д.</i> Конструкция и оборудование насосных станций для крупных систем переброски стока | 276 |
| <i>Батманов Я.А.</i> Решение фильтрационной задачи для плотины с грунтовым экраном и понуром на водопроницаемом основании | 283 |
| <i>Частова В.Ю.</i> Исследование берендеевских болот в пойме реки трубеж на территории г. Переславль-Залесский | 287 |
| <i>Зузов А.А.</i> Временная плотина Фёдоровского гидроузла | 293 |
| <i>Хань Е.</i> Борьба с наводнениями на р. Хуанхэ | 299 |

СЕКЦИЯ ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ, ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Морозова Д.В.</i> Современные подходы к выбору территории под строительство объектов по утилизации ядерных отходов | 306 |
| <i>Быкова В. А.</i> Сравнение реакторов для размещения под землей | 313 |
| <i>Яруллина А.В.</i> Новые методы очистки воды на АЭС | 318 |
| <i>Склянкин Д.А.</i> Использование дронов при создании геодезической информационной модели объектов энергетики | 322 |
| <i>Уфаев А.Д.</i> Актуальность энергетического развития отдаленных территорий Российской Федерации | 328 |
| <i>Мушкарев М.А.</i> Влияние магнитной опалубки на скорость и организацию строительства в условиях крайнего севера | 333 |
| <i>Субботин А., Кончаков Д.</i> Различные способы пополнения заряда батареи для электротранспорта | 338 |
| <i>Егорова Д.В.</i> Цифровизация процессов разработки и согласования исполнительной документации | 343 |
| <i>Исхакова Ю.Р.</i> Развитие атомной энергетики в мире | 348 |
| <i>Николаев Г.А.</i> Конструктивные ограничения при проектировании галерей топливоподачи пылеугольных ТЭС | 353 |
| <i>Малахов Н.С.</i> Влияние климатических факторов района строительства на вспомогательную инфраструктуру в процессе сооружения атомных электростанций | 360 |
| <i>Шумакова А.А.</i> Перспективы развития модульного строительства в России | 365 |
| <i>Садыкова А.И.</i> Сравнительный опыт проектирования и строительства хранилищ свежего топлива АЭС | 372 |

СЕКЦИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ И ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

| | |
|--|-----|
| <i>Муравьева Е.А.</i> Напряженно-деформированное состояние подземного трубопровода в активном тектоническом массиве | 377 |
| <i>Воропаева М.И., Матюхова О.С.</i> Освоение подземного пространства при изменении концепции микрорайона «лесопарковая» | 383 |
| <i>Кожевникова И.В.</i> Моделирование напряженно-деформированного состояния станции «Копылова» красноярского метрополитена с выбором оптимального варианта | 393 |
| <i>Сафронова Е.В.</i> Моделирование ограждения котлована для станции «Лианозово» московского метрополитена | 402 |
| <i>Афанасьев Н.А.</i> Выбор инженерной защиты склона Нижегородского Кремля при строительстве Кремлевского фуникулера | 409 |
| <i>Кузьменко М. Д.</i> Применение BIM-технологий в подземном строительстве | 418 |
| <i>Соколова С.Е.</i> Моделирование возведения подводного тоннеля в городе Красноярск | 423 |
| <i>Виноградова В. А., Ганьшина А. А.</i> Моделирование взаимного влияния метрополитена и МКАД с подземным сооружением | 429 |

СЕКЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

АНАЛИЗ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ - ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Барсуков К.Р., Лукшин Г.А.

студенты 2 курса 18 группы ИПГС НИУ МГСУ

Научный консультант: Кашперюк П.И.

кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ

Аннотация

Строительство заглубленных сооружений в настоящее время, как правило, базируется на необходимости обустройства водопонижения приповерхностных подземных вод в период строительных работ. В работе на конкретных примерах из геологической практики рассмотрены неверные конструктивные решения, принятые инженерами проектировщиками, которые привели к формированию техногенных подземных вод под фундаментной плитой и затоплению подземной части зданий, несмотря на высокое качество выполнения геологических изысканий и достаточно простые гидрогеологические условия, а также предлагаются решения по ликвидации всплытия фундаментной плиты и отмечается, что при принятии проектных решений возникает необходимость учета не только экономических показателей, но и особенностей инженерно-геологических и гидрогеологических условий, свойств грунтов и прогноза их изменений.

Ключевые слова: техногенный горизонт подземных вод, грунты основания, фундаменты, гидрогеологические условия

ВВЕДЕНИЕ

Современная градостроительная практика предполагает строительство многофункциональных комплексов с формированием разноэтажных высотных строений с максимальным использованием подземного пространства. В крупнейших городах целесообразно многоуровневое строительство и использование подземного пространства, а также обеспечение гибкости его планировочной структуры [1,2,3]. В свою очередь, такое строительство невозможно без применения и использования новейших строительных технологий и современных инновационных строительных материалов, учитывая гидрогеологические особенности района строительства на этапе проектирования и возведения объекта.

Получение современных строительных материалов с высокими эстетическими, функциональными, механическими (прочностными) и другими свойствами напрямую связано с их стоимостью, а их внедрение приводит к значительному удорожанию строительства. В связи с этим в процессе реализации проектных решений, предусматривающих включение современных технологий и дорогостоящих строительных материалов чаще всего предполагается жесткая оптимизация и максимальная экономия таких материалов [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для подтверждения вышеприведенных тезисов проанализируем случаи затопления подземной части сооружения.

Первым примером применения дорогостоящих материалов в фундаментостроении является строительство подземных частей зданий на плитных фундаментах «белая ванна», выполняемых из гидробетона класса В40, водонепроницаемости W16, морозостойкости F200, без оклеечной гидроизоляции, с гидрошпонками в рабочих и деформационных швах.

Рассмотрим случай, когда стремление проектной организации сэкономить на гидробетоне при строительстве фундаментной плиты индивидуального жилого дома с подземным гаражом в 2-х уровнях в ЮЗАО г. Москвы [2], привело к частичному её разрушению, что, как мы покажем ниже, связано с ошибкой проектировщиков с прогнозом изменения инженерно-геологических условий в процессе строительства и эксплуатации здания.

Разноэтажность строящихся многофункциональных комплексов обуславливает разные нагрузки на фундаментную плиту в разных частях комплекса. На рассматриваемом объекте максимальные нагрузки до 350 кН/м^2 в подошве фундаментной плиты отмечаются под наиболее загруженной (высотной, 22-25 этажей) частью здания, а минимальные – не более 150 кН/м^2 под окружающей корпуса здания стилобатной частью в пределах подземного гаража. В связи с этим проектом предусматривалось строительство фундаментной плиты разной толщины. Под наиболее нагруженной частью толщина плиты должна составлять 1,2 м, а под выступающей за контуры высотных корпусов подземной части гаража – 0,9 м. За деформационным швом между указанными частями фундаментных плит образовалась полоса незагруженной части фундаментной плиты шириной 2,5 м и длиной 75 м. Поэтому, в целях экономии дорогостоящего бетона, проектом было предусмотрено строительство здесь «ненесущей» полосы фундаментной плиты толщиной 0,25 м с двуслойной арматурой диаметром 15 мм с шагом 150 мм, ограниченной со всех сторон деформационным швом с заложением гидрошпонки [5]. Схематический разрез фундаментной плиты приведён на *рисунке 1*.

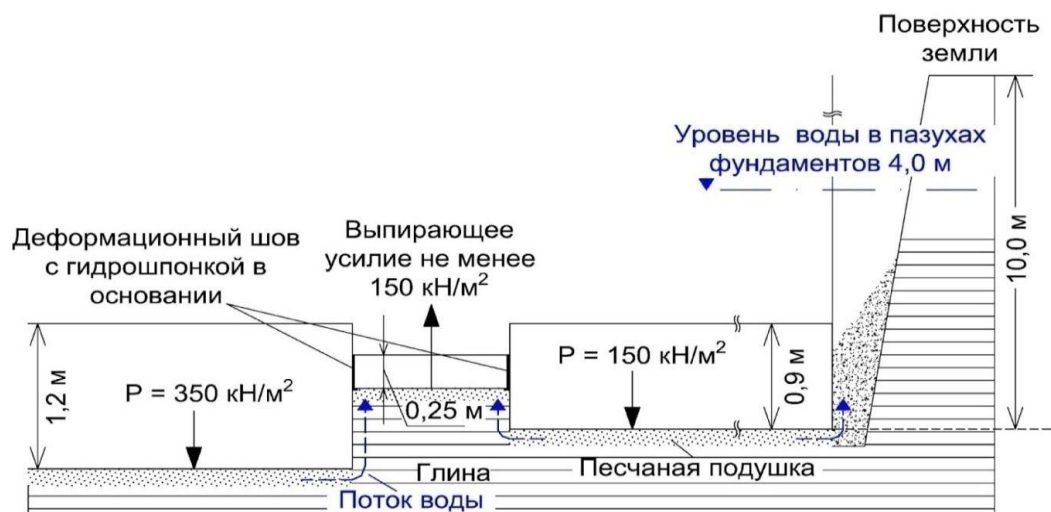


Рисунок 1.

Спустя три месяца после строительства фундаментной плиты, в ноябре 2017 года, когда начался монтаж 3-4 этажа высотных корпусов, визуальные наблюдения показали резкую, вертикальную неравномерную деформацию незагруженной полосы фундаментной плиты, её частичное вспучивание на 5-8 см выше проектных отметок, без видимого трещинообразования, преимущественно в её средней по длине части. Деформации полосы фундаментной плиты прекратились после нарушения герметичности гидрошпонки и начала постоянного интенсивного поступления подземной воды из деформационного шва в месте максимального вспучивания.

Как показано на инженерно-геологическом разрезе, гидрогеологические условия участка характеризуются наличием двух водоносных горизонтов. Межпластовые внутриморенные напорно-безнапорные воды распространены эпизодически и вскрыты единичными скважинами. Подземные воды залегают на разных глубинах и приурочены к отдельным линзам и прослоям песков мелких и средней крупности в ледниковых суглинках и глинах.

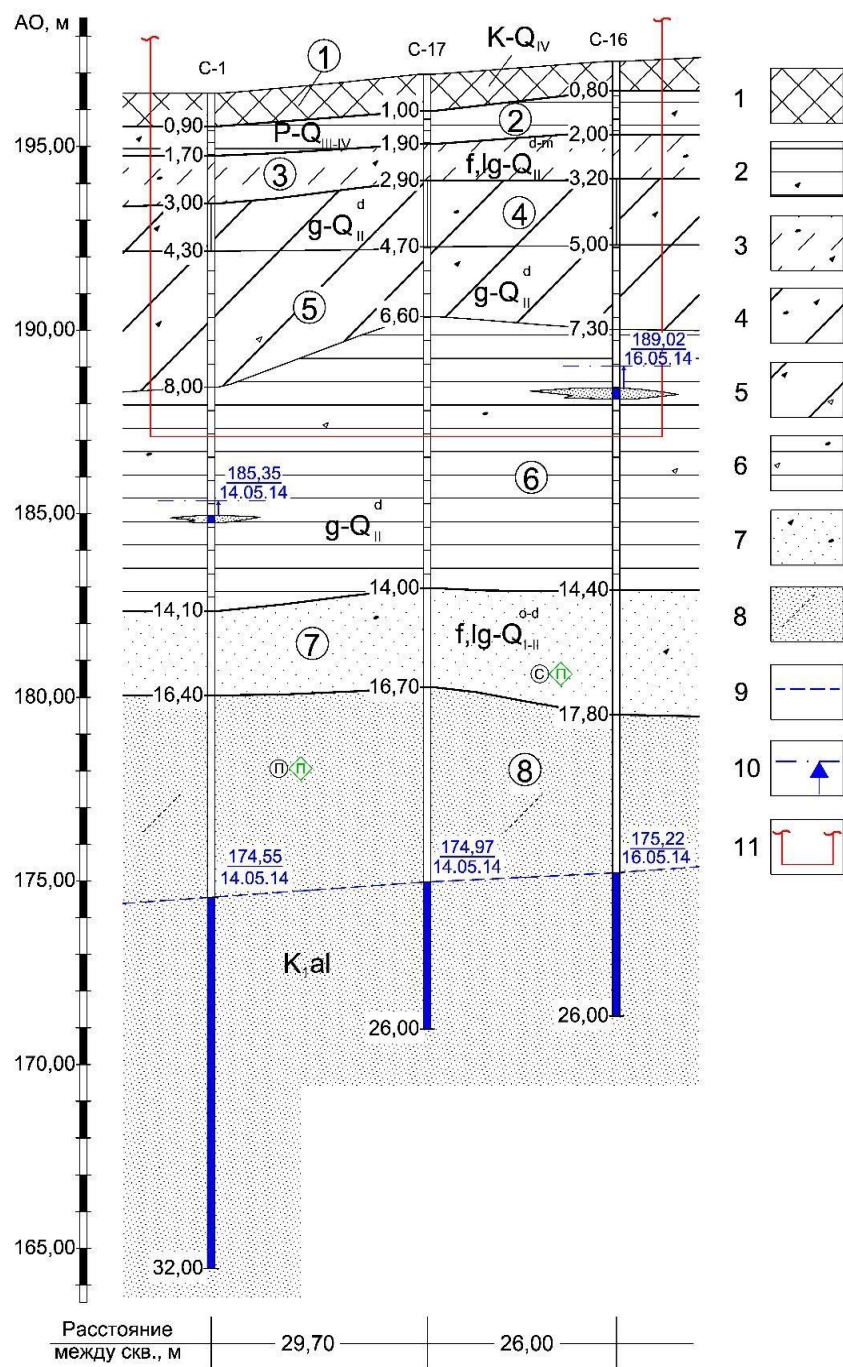


Рисунок 2.

Основной водоносный горизонт межпластовых безнапорных вод распространён повсеместно. Водовмещающими породами являются нижнемеловые пылеватые пески с прослоями супесей. Вскрытая мощность водоносного горизонта превышает 11,6 м.

Ещё одним примером негативного влияния гидрогеологических условий является здание, расположенное на Проспекте Вернадского, близ станции метро "Юго-Западная", которое представляет собой три 32-х этажных корпуса, связанных единым стилобатом с подземной автостоянкой в четырех уровнях. Следует отметить, что строительство

рассматриваемого здания было заморожено в 2008 г. при возведении надземной части до 15 этажа. На начало 2021 года подземная часть здания была затоплена до поверхности пола верхнего подземного этажа. Выполненные конструктивные особенности подземной части недостроенного здания («стена в грунте», единая система вертикального и пластового дренажей, свайно-плитный и плитный фундаменты и др.) основаны на выявленном изыскателями геологическом строении грунтовой толщи участка и гидрогеологических параметров первого от поверхности водоносного горизонта грунтовых вод [6].

На представленном разрезе грунтов основания выделяются 2 слоя четвертичных водно-ледниковых отложений. Верхний из них представлен среднечетвертичными мелкими песками, средней плотности, водонасыщенными, и залегает на глубинах 3,7-7,3 м. Что касается второго (нижнего) слоя водовмещающих нижнечетвертичных водно-ледниковых и озерно-ледниковых песков различной крупности (мелких, средней крупности, местами крупных и гравелистых), перекрытых мощной толщей (10,0-17,2 м) моренных суглинков [7]

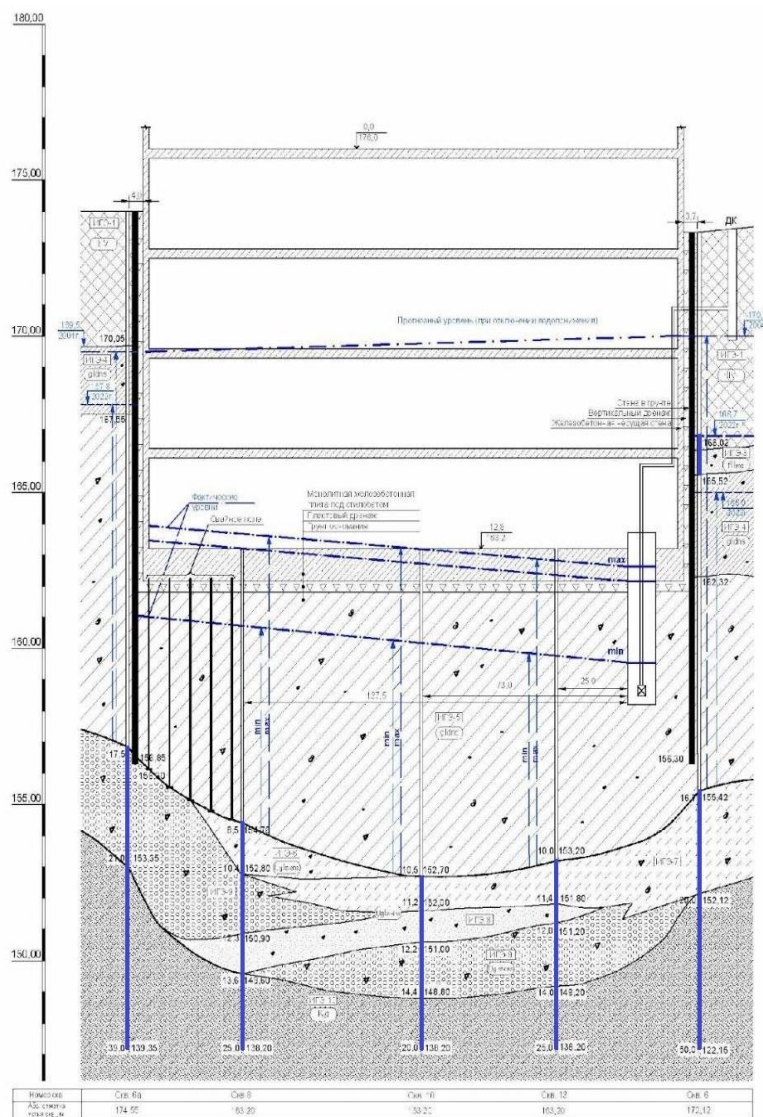


Рисунок 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ геологического строения, свойств грунтов основания, гидрогеологических условий участка и конструкций фундаментной плиты здания (*рис. 1 и 2*) позволяет заключить, что причиной отмеченных деформаций незагруженной полосы фундаментной плиты является её частичное всплытие под действием гидростатического давления сформировавшегося техногенного горизонта подземных вод в пределах контура котлована. Установлено, что в отдельные дождливые периоды уровень воды в пазухах котлована, частично засыпанных песками различной крупности, поднимался до глубины 3,0 м от поверхности земли при глубине котлована 10,0 м. Наличие на дне котлована 10 см слоя выравнивающей песчаной подушки обеспечивает площадную гидравлическую связь в пределах всего котлована.

При условии бытовой загрузки рабочих частей фундаментных плит ($P_1=150 \text{ кН/м}^2$, $P_2=350 \text{ кН/м}^2$), полоса незагруженной фундаментной плиты будет воспринимать выпирающие воздействия не менее 150 кН/м^2 за счет образования «ловушки» гидростатического давления под незагруженной частью фундаментной плиты (*рис. 1*).

Принятые проектные решения для подземной части здания, не предусматривающие наличия пристенного дренажа или глинистого замка в нижних частях пазух, препятствующих поступлению атмосферных осадков и высачивающихся подземных вод из бортов котлована в насыпные пески пазух и 10 сантиметрового песчаного выравнивающего слоя под бетонной подготовкой фундаментной плиты, способствовали формированию в пределах всей площади котлована нового техногенного локального напорного водоносного горизонта подземных вод с гидростатическим давлением не менее 150 кН/м^2 и до 350 кН/м^2 под основной фундаментной плитой.

Во втором случае анализ воды из оборудованного зумпфа в пределах подземной части строящегося здания свидетельствует о том, что осуществляющаяся откачка воды из пластового дренажа понижает уровень воды не первого от поверхности водоносного горизонта грунтовых вод, попадающих в пластовый дренаж через «стену в грунте» и вертикальный дренаж, для чего собственным проектом и были предусмотрены дренажная систем и стена в грунте, а второго основного надюрского межпластового напорного водоносного горизонта.

Очевидно, что при существующем геологическом строении грунтовой толщи поступление напорных межпластовых вод в пластовый дренаж возможно только в результате нарушения сплошности толщи моренных суглинков, являющихся непосредственными грунтами основания и верхним водоупором межпластовых вод, в процессе производства строительных работ нулевого цикла (сооружения «стены в грунте», свайного фундамента или при производстве земляных работ в пробуренных ранее разведочных скважинах).

ВЫВОДЫ

1. Принятие проектных и конкретных конструктивных решений в фундаментостроении зависит не только от технологий и качества материалов, применяемых в строительстве. Решающими здесь должны являться свойства грунтов основания и прогноз изменения этих свойств, обусловленный изменением инженерно-геологических и гидрогеологических условий в процессе строительства и эксплуатации проектируемого сооружения.

2. Проектирование подземной части зданий по технологии «белая ванна» не должно освобождать конструкторов от принятия решений по недопущению поступления поверхностных и подземных вод верховодки в фильтрующие грунты пазух подземной части зданий и сооружений.

3. При наличии в основаниях сооружений напорных водоносных горизонтов важно обращать внимание на целостность водоупорных слоев и недопускания вскрытия фундаментными конструкциями (включая “стену в грунте”) вод напорного горизонта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 30 декабря 2009г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

2. Уварова С.С. Экономическая устойчивость строительных предприятий и проектов: монография / С.С. Уварова, С.В. Беляева, В.С. Канхва – М.:МГСУ, 2011.155с.

3. Олейник П.П. Основы организации и управления в строительстве: Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2014. 200с.

4. Каменецкий М.И. Жилищное строительство: проблемы посткризисного развития / М.И. Каменецкий, В.Я. Осташко // Экономика строительства. 2010. с.40-50.

5. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях под строительство жилого дома с подземным гаражом в 2-х уровнях по адресу: г. Москва, ЮЗАО, ООО НПФ «СИВС», 2014. 301с. Геофонд г. Москвы. Арх. №РИ/630-14.

6. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях под строительство жилого дома с подземной парковкой по адресу: г.Москва, ЮЗАО, ООО НПФ «СИВС», 2021.

7. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация, МНТКС, 2011. 63с.

ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПУБЛИЧНЫХ СЛУШАНИЙ ПРОЕКТОВ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Брехунец К.А.

студент 2 курса магистратуры 18 группы ИГЭС МГСУ

Научный консультант: Суздалева А.Л.

доктор биологических наук, профессор кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ

Аннотация

Применение на практике методов активного имиджмейкинга, обеспечивающих превентивное решение социально-экологических проблем, является новым подходом в организации публичных слушаний проектов гидроэлектростанций (ГЭС). Использование этих методов направлено на консолидацию общества, выявление эколого-социальных проблем и их решение. Целью работы является повышение эффективности публичных слушаний предпроектных и проектных материалов объектов гидроэнергетики. В работе использованы социологические методы предупреждения конфликтных ситуаций и экологические методы оценки воздействия строительства и эксплуатации ГЭС на окружающую среду. В основе данного подхода лежит превентивное распространение позитивной информации о проектируемом объекте, обеспечивающей заблаговременное формирование устойчивого позитивного образа у основных групп стейкхолдеров. А также использование общих правил убеждения и социологических феноменов, таких как имплицитная память, которые способствуют созданию психологической установки, препятствующей восприятию негативной информации.

Ключевые слова: публичные слушания, экологический имидж, стейкхолдеры.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство новых гидроэлектростанций обеспечивает устойчивое функционирование и развитие промышленности Российской Федерации. Гидроэлектростанции являются объектами возобновляемой энергетики и оказывают наименьшее негативное воздействие на окружающую среду по сравнению с другими энергетическими объектами [1, 2, 3]. Основными причинами, препятствующими успешному прохождению проектов ГЭС публичных слушаний, выступают недостатки в формировании позитивного экологического имиджа этих объектов. В связи с этим разработка индивидуального подхода к различным группам стейкхолдеров (причастных и заинтересованных сторон) в регионе строительства ГЭС является актуальной

задачей, обеспечивающей эффективность публичных слушаний. Применение на практике методов активного имиджмейкинга, обеспечивающих превентивное решение социально-экологических проблем, является новым подходом в организации публичных слушаний [4].

Целью работы – это повышение эффективности публичных слушаний результатов инженерно-экологических изысканий и материалов оценки воздействия на окружающую среду строительства и эксплуатации ГЭС. Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить нормативные документы по вопросам экологического сопровождения проектов гидроэлектростанций на предпроектном и проектном этапах их жизненного цикла.
2. Выявить основные синтоны и конфликтогены у основных групп стейкхолдеров(причастных и заинтересованных сторон).
3. Составить алгоритм организации публичных слушаний объекта гидроэнергетики с применением методов активного имиджмейкинга.

Планируемый результат. Использование методов активного имиджмейкинга обеспечит консолидацию общества, выявление эколого-социальных проблем и их эффективное решение уже на стадии проектирования, а также разработку унифицированного алгоритма проведения публичных слушаний проектов ГЭС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проделанная работа базировалась на материалах технических отчетов по инженерно-экологическим изысканиям, материалах оценки воздействия на окружающую среду проектируемых ГЭС и заключениях публичных слушаний по этим проектам. Представленные материалы проверялись на соответствие нормативно-законодательным требованиям Российской Федерации [5, 6, 7]. В работе использованы социологические методы оценки возникновения и предупреждения эколого-социальных конфликтов, а также экологические методы оценки негативного воздействия строительства и эксплуатации ГЭС на окружающую среду [4, 8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выполнение инженерно-экологических изысканий и проведение публичных слушаний на предпроектном и проектном этапах жизненного цикла ГЭС регламентируют следующие нормативные документы:

- Федеральный закон от 10 января 2016 г. N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
- Свод правил СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства.

Основные положения;

- Свод правил СП 502.1325800.2021. Инженерно-экологические изыскания для строительства;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
- Приказ № 999 «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду»;
- Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 N 190-ФЗ. Статья 5.1;
- ГОСТ Р 56063-2014 Производственный экологический мониторинг;
- ГОСТ Р 56061-2014 Производственный экологический контроль.

Нормативные документы по формированию экологического имиджа производственных объектов, как и объектов гидроэнергетики, еще не разработаны. Экологический имидж ГЭС – это впечатление, отражающее в сознании людей экологическую безопасность при строительстве и эксплуатации объекта гидроэлектростанции. Неправильно сформированный в сознании людей экологический имидж проекта ГЭС и недостаточное внимание к организации экологического имиджмейкинга могут стать причиной для возникновения социально-экологических конфликтов, которые в дальнейшем будут препятствовать успешному прохождению данного проекта этапа публичных слушаний.

Существует пассивный и активный виды имиджмейкинга [4]. Пассивный экологический имиджмейкинг – это совокупность мер, предпринимаемых для поддержания на определенном уровне экологического имиджа какого-либо объекта, и опровержение негативной информации о нем. В этом случае полученная негативная информация об объекте даже после ее опровержения сохраняется в сознании людей. Напротив, активный экологический имиджмейкинг заключается в превентивном формировании позитивного имиджа объекта. В основе этого метода лежит распространение такой информации об объекте, которая позволяет заблаговременно сформировать его положительный образ с помощью психологических установок, препятствующих восприятию негативной информации. Одним из важнейших результатов при активном имиджмейкинге является формирование имплицитной памяти, благодаря которой полученная информация об объекте трактуется в человеческом сознании с выгодной точки зрения. Таким образом, для повышения имиджа объекта и успешного прохождения проектов ГЭС этапа публичных слушаний следует использовать метод активного имиджмейкинга.

В публичных слушаниях проектов ГЭС принимают участие большое количество людей, среди которых местное население, заинтересованное в сохранении окружающей природной среды; органы исполнительной власти и местного самоуправления, заинтересованные в экономическом развитии региона; инвесторы, собственники промышленных производств и

фермеры, заинтересованные в получении новых источников прибыли. Не смотря на различающиеся потребности и мотивацию присутствующих, данные группы людей принято обозначать термином стейкхолдеры.

Стейкхолдеры – это причастные или заинтересованные стороны, оказывающие влияние на формирование имиджа объекта, а также подвергающиеся воздействию имиджмейкинга. При проведении публичных слушаний проектов ГЭС можно выделить их следующие основные группы: социальные, территориальные и экономические.

➤ Социальные стейкхолдеры – это группы людей, для которых особо значимым критерием является экологический имидж объекта, высокое качество окружающей среды и условий жизни. В качестве примера можно привести группы людей, употребляющих в пищу исключительно экологически чистые продукты питания и использующих в быту только безопасные природные материалы, подлежащие переработке, а также группы людей, проживающих вблизи промышленных предприятий, для которых качество окружающей среды играет одну из важнейших ролей в формировании их здорового образа жизни.

➤ Территориальные стейкхолдеры – субъекты хозяйственной и иной деятельности, находящиеся вблизи от объекта имиджмейкинга, экологический имидж которого может повлиять на их собственный имидж. Например, экологический имидж сельскохозяйственного производства ухудшается при его нахождении в экологически неблагоприятном районе.

➤ Экономические стейкхолдеры – группы людей, для которых экологический имидж объекта – это возможный источник финансового риска. Примером являются акционеры, инвесторы, банки, осуществляющие кредитование проектов, доходы которых могут снизиться при наложении природоохранных санкций.

При проведении публичных слушаний в связи с различающимися интересами между группами стейкхолдеров могут возникнуть конфликтные ситуации. Конкретный фактор, дающий начало конфликту, обозначается термином «конфликтоген». А действия, направленные на снижение его воздействия, обозначаются как «синтоны». В сфере межличностных конфликтов синтон в большинстве случаев выполняет роль антипода конфликтогена, является нередко его зеркальным отражением.

Конфликтогенами группы социальных стейкхолдеров при строительстве ГЭС могут быть следующие факторы: нарушение существующих экосистем при образовании водохранилища, изменение микроклимата, береговой линии, исчезновение и деградация некоторых представителей флоры и фауны. Также конфликтогеном может послужить длительный этап строительства ГЭС, при котором происходит загрязнение атмосферы, гидросферы и близлежащих территорий. Синтоном для разрешения конфликтной ситуации

может стать создание большого количества рабочих мест, хорошо развитой инфраструктуры, а также возведение рекреационного и бальнеологического комплексов на водохранилище ГЭС.

Конфликтогеном для территориальных стейкхолдеров, например для фермерского хозяйства, может служить подтопление территорий, влияющее на урожайность посевных угодий, продуктивность скота или качество готовой продукции. Синтоном в этой ситуации может стать предоставление данному юридическому лицу новых территорий безвозмездно вне зоны подтопления.

Для экономических стейкхолдеров, например для соинвесторов гидротехнического строительства, конфликтогеном выступает возможный ущерб ихтиофауне при строительстве ГЭС и эксплуатации водохранилища. В качестве синтона должен стать проект по восстановлению окружающей природной среды и созданию рыбоводного хозяйства, обеспечивающий потребности местного населения и исключающий наложение штрафных природоохранных санкций.

Алгоритм организации публичных слушаний проектов ГЭС с применением методов активного имиджмейкинга включает этапы, представленные на рисунке.



Рисунок 1. Применение методов активного имиджмейкинга

ВЫВОДЫ

1. Необходимо рассматривать объекты гидроэнергетики как управляемые природно-технические системы, находящиеся в определенных границах и имеющие четко выраженную структуру.
2. В ходе работы следует выявлять основные группы стейкхолдеров для учета их экологических страхов, объектов имплицитной памяти, упущенной выгоды и интересов.

3. При организации публичных слушаний рекомендуется использовать методы активного имиджмейкинга, обеспечивая превентивное выявление и решение возможных эколого-социальных конфликтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларин В. Состояние и перспективы применения возобновляемых источников энергии в России // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». 2008. № 4.

2. Малая гидроэнергетика в России // Информационно-аналитическое агентство Cleandex. 2009.

3. Каргиев В.М. Малая гидроэнергетика России – современное состояние // Ежеквартальный информационный бюллетень «Возобновляемая Энергия». Апрель, 2003. С. 4-8

4. Суздалева А.Л. Формирование экологического имиджа производственной организации и ее продукции. М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. 416 с.

5. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

6. Свод правил СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

7. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ 8.

8. Троицкий А.В. Природоохранные проблемы в гидроэнергетике // Энергия. 2003. № 5. С. 29-34.

ПРЕДПОСЫЛКИ К КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ РИСКОВ В ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ДЕФОРМАЦИОННЫМ ПРОЦЕССАМ

Коробка А.В.

студент 1 курса магистратуры 18 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Симонян В.В.

доктор технических наук, профессор кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ

Аннотация

Как известно, в соответствии с СП 22.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*), геотехнический мониторинг - комплекс работ, основанный на натуральных наблюдениях за поведением конструкций вновь возводимого или реконструируемого сооружения, его основания, в том числе грунтового массива, окружающего (вмещающего) сооружение, и конструкций сооружений окружающей застройки. Геотехнический мониторинг осуществляется в период строительства и на начальном этапе эксплуатации вновь возводимых или реконструируемых объектов. Цель геотехнического мониторинга - обеспечение безопасности строительства и эксплуатационной надежности вновь возводимых (реконструируемых) объектов и сооружений окружающей застройки и сохранности экологической обстановки.

При проведении геотехнического мониторинга решаются следующие задачи:

- систематическая фиксация изменений контролируемых параметров конструкций сооружений и геологической среды;
- своевременное выявление отклонений контролируемых параметров (в т.ч. их изменений, нарушающих ожидаемые тенденции) конструкций строящегося (реконструируемого) объекта и его основания от заданных проектных значений, параметров грунтового массива и окружающей застройки от значений, полученных в результате геотехнического прогноза;
- анализ степени опасности выявленных отклонений контролируемых параметров и установление причин их возникновения;
- разработка мероприятий, предупреждающих и устраняющих выявленные негативные процессы или причины, которыми они обусловлены.

При выполнении геотехнического мониторинга одним из основных методов мониторинга являются геодезические (фиксация перемещений марок и др.) с применением современных высокоточных нивелиров, теодолитов, тахеометров, сканеров и навигационных спутниковых систем.

Для объектов нового строительства и реконструкции необходимо проводить деформационный мониторинг:

а) оснований, фундаментов и конструкций сооружений:

- уникальных вновь возводимых или реконструируемых;
- вновь возводимых I уровня ответственности при высоте более 75 м;
- вновь возводимых I и II уровней ответственности при высоте менее 75 м при их размещении на площадках с III категорией сложности инженерно-геологических условий;
- реконструируемых I и II уровней ответственности;

б) ограждающих конструкций котлованов при:

- глубине котлована более 5 м и размещении сооружений на застроенных территориях при II или III категории сложности инженерно-геологических условий;
- глубине котлована более 10 м.

в) массива грунта, окружающего подземную часть сооружения, расположенного незастроенной территории, при:

- глубине котлована более 5 м при размещении сооружения на площадках с II или III категорией сложности инженерно-геологических условий;
- глубине котлована более 10 м.

Параллельно при геотехническом мониторинге необходимо проводить деформационный мониторинг сооружений окружающей застройки I и II уровней ответственности, в том числе подземных инженерных коммуникаций, при их расположении в зоне влияния нового строительства или реконструкции (в том числе прокладки подземных инженерных коммуникаций), размеры которой определяются по результатам геотехнического прогноза.

Так как при геодезическом мониторинге рассматривается каждый вид работ по отдельности, то, по нашему мнению, такой подход должен остаться в прошлом. Решение вопросов геодезического обеспечения мониторинга деформационных процессов и решения задач по безопасности вновь возводимых или реконструируемых зданий от опасных деформационных процессов необходимо с позиций системного подхода, который определим на уровне геотехнической системы. Тогда геодезическое обеспечение мониторинга деформационных процессов вновь возводимых или реконструируемых зданий геотехнических систем должно быть реализовано в математических моделях оценки геотехнического риска и уровня геотехнической безопасности.

Уровень геотехнической безопасности S_T (изменяется в пределах от 0 до 1). Из формулы следует, что оценка уровня геотехнической безопасности сводится к задаче определения степени геотехнического риска. Такая задача должна решаться исключительно на основании

комплексного анализа всех возможных негативных воздействий на данную систему от деформационных процессов.

1. Уровень геотехнической безопасности

$$S_{\Gamma} = 1 - R_{\Gamma}, \quad (1)$$

где R_{Γ} степень геотехнического риска ($R_{\Gamma} \in [0;1]$).

2. Степень геотехнического риска будем определять на основании следующего соотношения:

$$R_{\Gamma} = k_{\text{норм}} \sum_{i=1}^n \delta_i W_i, \quad (2)$$

Где δ_i – коэффициент значимости геотехнического риска при реализации i -й геотехнической опасности.

W_i – значение весового коэффициента i – ой опасности (варьируется от 0 до 1).

Формулы взяты из докторской диссертации моего научного руководителя (2).

Таким образом, оценка степени геотехнического риска сводится к задаче определения коэффициентов значимости геотехнических опасностей и их весовых коэффициентов.

Это означает, что необходимо проведение дальнейших исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 22.13330.2011. Свод правил. Свайные фундаменты : Утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря 2010 г. N 786 и введен в действие с 20 мая 2011 г. : дата введения 2011.05.20.

2. Симонян В.В. Методология геодезического обеспечения мониторинга деформационных процессов застроенных склоновых систем : специальность 25.00.32 «Геодезия» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / В.В. Симонян. – М. : 2021. – 340 с.

ВИДЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОФОРМЛЕНИЯ ШУМОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ермилов Н.А.

студент 5 курса 72 группы ИАГ НИУ МГСУ

Научный консультант: Мамина Д.Х.

кандидат технических наук, доцент кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ

Аннотация

Вопросы об экологической обстановке остро встают перед человечеством. Визуальная среда является таким же важным экологическим фактором, как состояние почвы, воды и воздуха. Все, что нас окружает, влияет на наше психоэмоциональное состояние через визуальное восприятие.

Развитие урбанизации в городах привело к проблеме увеличения шумового воздействия на человека. Одним из решений данной проблемы является установка шумозащитных экранов. Они являются основным препятствием для распространения звуковых волн, исходящих от транспорта на автомагистралях, железных путях, шумных производствах и т.д. В статье рассматриваются видеоэкологические решения оформления шумозащитных сооружений, которые являются решением проблемы. Однако не всегда такие шумозащитные сооружения удовлетворяют требованиям современного и развивающегося города. Со временем многие экраны приходят в непригодное состояние и нуждаются в модернизации. Мы предлагаем решение данной проблемы с учетом требований видеоэкологии.

В ходе исследования был выбран участок по адресу Осташковская улица, дом 30. Мы учли пожелания жителей дома и предлагаем вариант при котором шумозащитные экраны в летний период будут покрываться вьющимися растениями, а зимой на этих экранах будут появляться граффити и добавлять красок окружающей среде. Также планируется создание небольшого кафетерия, который станет новым общественным пространством возле дома.

Ключевые слова: шумозащитные сооружения, видеоэкология, городская среда, граффити, творческое пространство.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире экологическая ситуация является одной из актуальных обсуждаемых тем. Глобальное потепление, озоновые дыры, загрязнение окружающей среды и другие вопросы остро встают перед человечеством.

Городское пространство, которое окружает нас каждый день непосредственно влияет на наше психоэмоциональное состояние через визуальное восприятие. Именно поэтому визуальная среда является таким же важным экологическим фактором как и состояние почвы, воды и воздуха. При помощи зрения человек получает большую часть информации, следовательно, некомфортная окружающая среда может стать катализатором для негативных мыслей, состояний и эмоций у человека. С ростом технического прогресса привычная для человека естественная природная среда сменилась на каменные джунгли, что уже само по себе стало стрессогенным фактором. Грамотное проектирование архитектурных сооружений с учетом требований видеоэкологии поможет создать комфортное городское пространство и избежать возникновение депрессивных территорий [1,2].

Развитие урбанизации в городах привело к проблеме увеличения шумового воздействия на человека. Одним из решений данной проблемы является установка шумозащитных экранов. Они являются основным препятствием для распространения звуковых волн, исходящих от транспорта на автомагистралях, железных путях, шумных производствах и т.д.

Но всегда ли они удовлетворяют эстетическим, психологическим и видеоэкологическим требованиям города?

Во-первых, большинство шумозащитных экранов сейчас находится в упадническом состоянии и не модернизируются.

Во-вторых, нередко шумозащитные сооружения представляют собой панели, расписанные некультурными граффити, что в случае их расположения напротив окон жилых домов влияют на психоэмоциональное состояние жителей и визуальное восприятие окружающей среды этих домов.

Таким образом, шумозащитные экраны необходимо модернизировать и проектировать так, чтобы они выполняли не только шумозащитную функцию, но и эстетическую, культурно-общественную, психологическую и видеоэкологическую.

Москва является современным и развивающимся городом, и каждые новые объекты и сооружения должны задавать новую точку отсчета в архитектуре. Необходимо так проектировать шумозащитные сооружения, чтобы они были адресными к окружающей застройке. Ведь они могут располагаться как в спальных районах, так и в историческом центре города. Если шумозащитные экраны располагаются в центре города, то они не должны контрастировать с окружающей застройкой и быть лаконично встроены в ландшафт города. В спальных районах шумозащитные экраны могут визуально скрасить городскую среду, и серый вид урбанистического ландшафта уже не будет таким удручающим.

Шумозащитные экраны могут быть как отдельно стоящими конструкциями, так и совмещенными с малыми архитектурными формами и выполнять разные социально-

общественные функции. Например, в таких объектах может располагаться кафе, остановка общественного транспорта, небольшой магазин и т.п.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Авто- и железные дороги занимают значительную территорию в городском пространстве, и повседневно городской житель проводит большую часть своего времени в дороге. Городская среда должна быть комфортной для жителей города и не вызывать негативных эмоций. Однако шумозащитные экраны, расположенные вдоль авто- и железных дорог не всегда удовлетворяют визуальным требованиям, так как с течением времени потеряли свой первоначальный вид и нуждаются в ремонте. Такие устаревшие экраны пользуются популярностью у уличных художников для граффити и вызывают противоречивые эмоции у жителей. Одни поддерживают тенденцию развития уличного искусства, другие же негативно относятся к такому виду творчества как граффити. С одной стороны, граффити могут быть неуместными и визуально отталкивать (рис.1), но с другой стороны, они могут быть хорошим способом для реорганизации городского пространства(рис.2).



Рисунок 1. Граффити на шумозащитных экранах железной дороги



Рисунок 2. Реорганизация пешеходного маршрута возле Курского вокзала

При помощи граффити на шумозащитных экранах можно снять визуальное и психоэмоциональное напряжение и креативно обыграть пространство без каких-либо конструктивных изменений. Такие экраны будут хорошо выполнять социально-культурную роль и способствовать творческому развитию населения, а также добавлять оригинальности окружающему пространству.

Комфортная среда в городе должна предотвращать вспышки вандализма и агрессии, а шумозащитные экраны, совмещенные с малыми архитектурными формами, смогут стать решением данной проблемы, а также решить вопрос о негативном восприятии окружающего пространства. В таких сооружениях целесообразно предусмотреть отдельные участки для уличной росписи или вытачивания узора из камня. Такой арт-объект из мрамора расположен возле Артплея в Москве (рис.3), и прохожие могут взять в руки молоток и долото и выбить какой-то узор на камне, тем самым дать волю самовыражению. Такие сооружения уже сами по себе будут создавать творческую среду вокруг себя. Креативные пространства дают людям возможность для самовыражения и реализации коммуникационных, творческих и культурных потребностей.



Рисунок 3. Мраморный арт-объект возле Артплея

В ходе проведенного исследования был выбран участок шумозащитных сооружений напротив дома по адресу: Осташковская улица, дом 30 (рис. 4,5.). Данный дом с фасадной стороны окружен шоссе, а с боковой части МКАДом. Шоссе проходит в ближайшей точке от дома на расстоянии 32,9 м, а в самой дальней - 53,5м от дома; МКАД расположен на расстоянии 209 м от бокового торца дома. Шумозащитные экраны расположены напротив окон нижних этажей и ничем не привлекательны для человека, который утром решил выглянуть в окно и

насладиться новым днем. В ходе работы был проведен опрос жителей данного дома с целью реорганизации пространства и модернизации шумозащитных экранов с учетом требований видеоэкологии.



Рисунок 4. Вид на шумозащитные экраны со стороны Осташковской улицы



Рисунок 5. Вид на шумозащитные экраны со стороны двора дома

Выборку составили 15 человек (33,3% мужчины, 66,7% женщины) разных возрастных групп. Выявлен фактор, осознаваемый как негативный - отсутствие красивого и позитивного вида из окна. Шумозащитные экраны серого цвета ничем не примечательны для человеческого глаза, особенно в зимний период, когда нехватка ярких цветов ощущается острее, нежели в теплое время года.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Мы предлагаем создать такие шумозащитные экраны, которые будут совмещены с малыми архитектурными формами и создавать вокруг себя творческую экологическую среду и выполнять культурно-общественную, психологическую, социальную функции.

Такие шумозащитные экраны можно собирать как конструктор из разных частей, например: экран с живой зеленой стеной, экран с участком для граффити, экран совмещенный с малыми архитектурными формами, в котором находится небольшой кафетерий и др. Данное решение поможет комбинировать экраны в зависимости о окружающей застройки. Также шумозащитные экраны могут расписывать и сами жители района.

Одной из проблем, с которой мы можем столкнуться при проектировании «зеленых» шумозащитных экранов, является климат. В контексте Москвы это можно компенсировать путем чередования фасадного решения в зависимости от времени года. В летний период шумозащитные экраны будут озеленяться, а на зиму конструкции будут расписываться уличными граффити и смогут разнообразить окружающее пространство. На проезжей части можно высадить растения, поглощающие загрязнения и выхлопные газы.

В ходе исследования был выбран участок по адресу: Осташковская улица, дом 30. Мы учли пожелания жителей дома и предлагаем вариант, при котором шумозащитные экраны в летний период будут покрываться вьющимися растениями (рис. 6), а зимой на этих экранах будут появляться граффити и добавлять красок окружающей среде. Также планируется создание небольшого кафетерия(рис.7), который станет новым общественным пространством возле дома. Жители смогут выпить кофе, встретиться с друзьями или прийти поработать на ноутбуке. В теплое время можно разместиться на верхнем ярусе кафе или на открытых лавочках.



Рисунок 6. Вариант шумозащитных экранов с растениями



Рисунок 7. Шумозащитные экраны совмещенные с кафе-терием

Помимо этого будет установлен шумозащитный экран с мраморной вставкой (рис.8). Это будет интересный объект, который как и граффити даст возможность для самовыражения.



Рисунок 8. Шумозащитный экран с мраморной вставкой

Проектируя новое пространство (рис. 9) получилось преобразовать территорию спального района. На рисунке9 представлена территория по адресу: улица Осташковская, дом 30, до модернизации с исходными серыми шумозащитными экранами и макет этой же территории после проведения эколого-архитектурных работ, учитывающих пожелания и потребности местных жителей. На рисунке 10представлен вид сверху этого же участка.



Рисунок 9. Участок до и после модернизации



Рисунок 10. Вид сверху на участок после модернизации

ВЫВОДЫ

Подводя итог, можно сделать вывод, что видеоэкологические решения в проектировании шумозащитных сооружений играют важную роль. Выполняя все необходимые нормы при проектировании шумозащитных сооружений получится создать творческую, комфортную и экологическую для человека среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Суздалева А.Л. Экологические фрустрации и депривации как основа восприятия условий окружающей среды населением урбанизированных территорий // Экология урбанизированных территорий. 2015. № 3. С. 12-17.
2. Филин В.А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо. М.: Видеоэкология, 2006. 512 с.

3. Семенов М.Ю. Проблема исторического исследования феномена городской культуры (теоретические аспекты) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. История. Политология. Экономика. Информатика. 2009. № 1(56) Выпуск 9. С. 59–66.
4. Глазычев В.Л. Урбанистика. М.: Европа, 2008. 220 с.
5. Ефимов А.В., Минервин Г.Б. и др. Дизайн архитектурной среды. М.: Архитектура-С, 2006. 504 с URL: <https://tehne.com/library/dizayn-arhitekturnoy-sredy-uchebnik-dlya-vuzov-moskva-2006>
6. Ткалич С.К. Роль цвета в формировании визуальной культуры современного мегаполиса // Консалтинг в образовании и управлении: коллективная монография. М.: ИИТ МГУС, 2007. С. 140-144.
7. Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование городской среды: учебное пособие. М.: Архитектура-С, 2006. 384 с.
8. Шишигин А.В., Лысенко О.В. Формирование новых городских центров в современном российском городе как средство реализации человеческого потенциала // Теория и практика общественного развития. 2012. № 12. С. 93–98.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ ПО МЕЖБАССЕЙНОВОМУ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЮ РЕЧНОГО СТОКА

Карташова Ю.А.

студентка 3 курса 9 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Суздалева А.Л.

доктор биологических наук, профессор кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ

Аннотация

Наличие пресной воды является важнейшим условием нашей жизни. Но так как есть территории, на которых воды для комфортной жизни людей недостаточно, то необходимо искать решения данной проблемы. Таким решением, в частности, становится создание проектов по межбассейновому перераспределению речного стока. Как именно реализация этих проектов может влиять на экологическое состояние территорий и жизнь людей является основными вопросами для осуществления последующих проектов, которые будут решать аналогичные проблемы. Поэтому для решения этих задач рассмотрены три проекта по межбассейновому перераспределению речного стока, разработанные в разное время в СССР, Канаде и США. Советский проект «Территориальное перераспределение свободного стока рек Оби и Иртыша» должен был ликвидировать дефицит воды в Средней Азии, прежде всего в бассейне Аральского моря. Канадский проект решал вопросы обеспечения водой территории Северного Квебека и увеличения мощности гидрокомплекса Ла-Гранде. А всеамериканский канал – доставку вод из реки Колорадо в Империял-Вэлли и девять городов.

Анализ рассмотренных проектов – не реализованного, реализованного хорошо и реализованного плохо – свидетельствует о том, что перераспределение речного стока является сложным процессом, требующим значительных временных и материальных затрат. Однако результат, получаемый после качественного завершения проекта, служит ориентиром для совершенствования и развития этой деятельности, а также показывают важность осуществления проектов по межбассейновому перераспределению речного стока.

Ключевые слова: вода, каналы, перераспределение речного стока, проекты, исследования.

ВВЕДЕНИЕ

Вода необходима для существования всего живого на планете. Все живые существа состоят из воды. Человек использует воду на протяжении всей своей жизни: для утоления

жажды, приготовления пищи, мытья и т.д. Одним жителем планеты за год потребляется примерно от 30 до 60 тонн воды только в процессе питания[1].

Однако не все люди получают достаточное количество воды, есть территории, на которых дефицит пресной воды не позволяет удовлетворить необходимые потребности населения для обеспечения его нормальной жизнедеятельности.

Одним из способов решения этой проблемы является такая организация водного пространства, с помощью которой осуществляется переброска водных ресурсов из одного водного объекта в другой. Основное предназначение такой организации водного пространства – это перераспределение ресурсов пресной воды и доставка в район, где ощущается их острый дефицит[2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Главная задача данного исследования – изучение возможных способов перераспределения речного стока и их воздействия. Для этого рассмотрено несколько проектов и различные технические решения в области влияния гидротехнического строительства на окружающую среду и население. Так, на основе анализа литературных и фондовых материалов, а также рассмотрения дополнительной технической информации были выделены основные черты проектов. В последствии по результатам проделанной работы сделаны общие выводы для проектов по межбассейновому перераспределению речного стока.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

СССР. В соответствии с Программой «поворота сибирских рек» в 1976 году в СССР были начаты работы по проекту «Территориальное перераспределение свободного стока рек Оби и Иртыша». Проект должен был включать:

- транспортировку воды в Курганскую, Челябинскую и Омскую области России с целью орошения и обеспечения водой малых городов;
- транспортировку воды в Казахстан, Узбекистан и Туркмению с целью орошения;
- открытие судоходства по каналу «Азия» (Карское море—Каспийское море—Персидский залив).

Над проектом работали более 160 советских организаций, в том числе 48 проектно-изыскательских и 112 научно-исследовательских институтов (в их числе 32 института Академии Наук СССР). Было подготовлено 50 томов текстовых материалов, расчётов и прикладных научных исследований, а также 10 альбомов карт и чертежей. Программа «поворота сибирских рек» подразумевала строительство канала «Сибирь — Средняя Азия» общей протяженностью 2550 километров и шириной до 300 метров [3].

Как только информация о разработке проекта «просочилась» в общественное пространство, возникла волна недовольства среди населения. В кампанию за отмену строительства включились экологи, утверждавшие, что отбор части стока у реки Обь окажет непоправимое воздействие на сложившиеся экосистемы региона; писатели, которых беспокоило потенциальное изменение уклада жизни затронутого объектом населения, а также активные представители населения, чьи дома попадали в зону потенциального затопления. Наконец, решающее слово сказали экономисты, которые обосновывали отказ от строительства колоссальной стоимостью проекта.

В 1986 году в Политбюро ЦК КПСС было принято специальное решение, в соответствии с которым было решено окончательно остановить работы по проекту. Основным доводом был даже не экономический. После чернобыльской катастрофы экологические вопросы стали занимать умы многих людей. Экология превратилась в рычаг социального и политического давления. Поэтому под влиянием авторитетных западных специалистов Горбачев и его соратники считали, что при реализации такого проекта экологии многих регионов может быть нанесен непоправимый ущерб. Таким образом, отказ от осуществления данного проекта привел к существенным изменениям в бассейне Аральского моря (рис. 1).

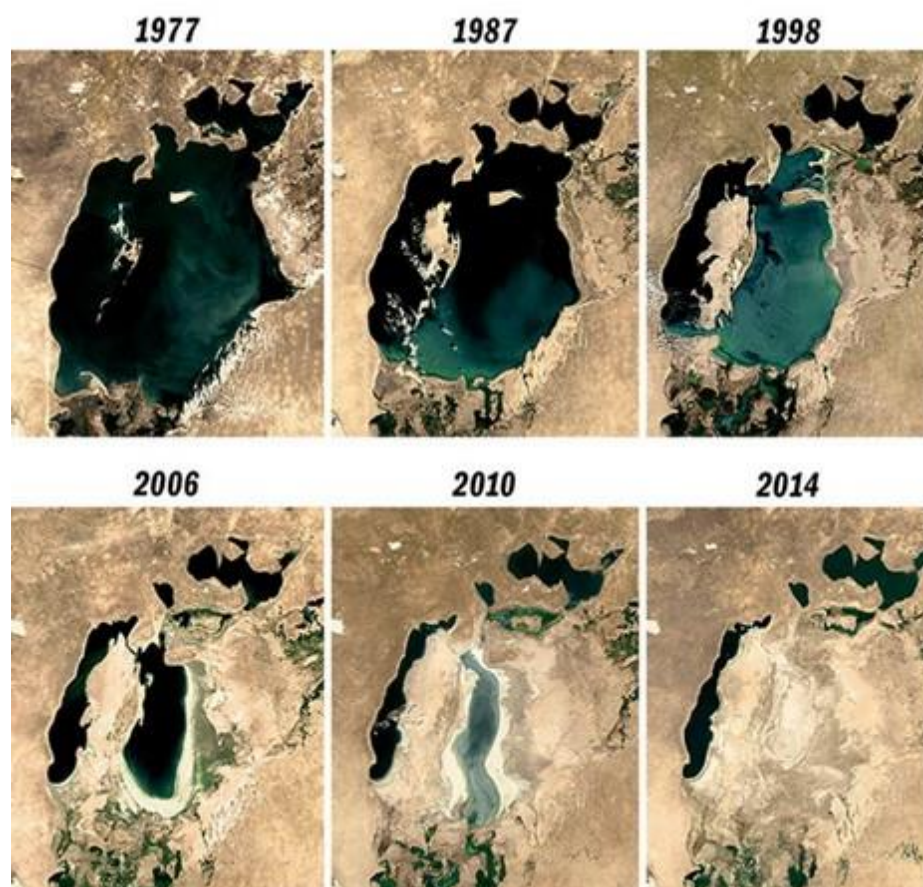


Рисунок 1. Изменение Арала ([по www.bluemorphotours.ru](http://www.bluemorphotours.ru))

Активный разбор воды на ирригацию, обеспечивающий рост урожаев, вызвал обмеление Аральского моря и его катастрофическую деградацию. В итоге это закончилось масштабным выносом песка и соли с осушенных участков, загрязнением пресных вод пестицидами и другими вредными веществами, накапливавшимися в донных отложениях десятилетиями. Произошло засоление земель, и еще не так давно плодородные территории стали давать все более низкие урожаи. Страдало и здоровье местного населения [4].

Ликвидация дефицита воды в Средней Азии, прежде всего в бассейне Аральского моря, было главной целью переброски части стока сибирских рек на юг. Это могло принести максимальную пользу и способствовало бы развитию многих территорий и народного хозяйства.

Канада. Для сравнения деятельности стран по перераспределению водных ресурсов рассмотрим проект, реализованный в Канаде. В рамках проекта Eastmain-1-A-Sarcelle-Rupert, который был введен в эксплуатацию на территории Северного Квебека в 2009 году компанией Hydro-Québec, часть стока воды из реки Руперт была отведена в водохранилище Eastmain-1 через ряд отводных каналов и туннелей с целью увеличения мощности гидрокомплекса Ла-Гранде. Таким образом, годовой сток реки Руперт сокращался в два раза. Потенциальные последствия этого гидрологического изменения были предметом специальных исследований, выполненных в рамках оценки воздействия на окружающую среду проекта Eastmain-1-A-Sarcelle-Rupert. В рамках этого исследования было проведено 2D-гидравлическое моделирование. Гидродинамическая модель Mike 21 HD™ от Датского Гидравлического Института (DHI) использовалась для описания гидродинамического режима залива Руперт [5].

Реализация этой идеи потребовала продолжительных переговоров с местным коренным населением – индейцами Кри, интересы которых затрагивались проектом. В 2002 году соглашение было достигнуто, и в 2006 году начались работы на объектах [6].

24 ноября 2006 г. компания Hydro-Québec получила сертификат разрешения на строительство электростанции Eastmain 1 (рис. 2) и отвод реки Руперт. Согласно условиям разрешения на реализацию проекта, государственные органы должны были осуществлять мониторинг гидравлических условий.



Рисунок 2. Строительство Eastmain-1-A (по www.flickr.com)

В общей сложности на реке Руперт было построено восемь плотин для поддержания уровня воды выше по течению, а также для предотвращения эрозии берегов и сохранения прибрежных мест обитания (рис. 3). Таким же образом регулируется изменение стока реки от сезона к сезону. Эти меры сохраняют нерестилища и места обитания рыбы и позволяют индейцам Кри продолжать использовать реку как для рыбной ловли, так и для охоты.



Рисунок 3. Плотина на р. Руперт (по www.flickr.com)

После реализации проекта компания Hydro-Québec восстановила участки, увеличила площадь, затронутую проектом, сохранила рыболовный промысел и улучшила доступ к району. Компания также засеяла 400 гектаров для поддержки охоты на гусей и построила два бассейна и дощатые настилы в Смоки-Хилл-Рэпидс для традиционной ловли кри-сиско.

Водные биологические ресурсы не пострадали благодаря развитию нерестилищ и рыбоходов через плотины, которые позволяют рыбе размножаться и проходить через плотины в

обоих направлениях (вверх и вниз по течению). В результате этих мер на различных участках реки были сохранены устойчивые экосистемы [6].

Мониторинг, проведенный в 2010 и 2013 годах и основанный исключительно на эмпирических данных, собранных как в условиях открытой воды залива Руперт (Rupert Bay), так и в условиях ледяного покрова, подтверждает прогнозируемые тенденции и порядок изменения наблюдаемых показателей. Это подчеркивает хорошую эффективность оценки воздействия отвода вод на состояние залива Руперт, проводившейся на протяжении многих лет, начиная с периода, когда воздействие было впервые предсказано с приемлемым уровнем точности, и заканчивая двухлетним периодом, когда оно было уточнено после отвода стока.

США. Всеамериканский канал, реализованный в США – это акведук длиной 132 км, расположенный в юго-восточной Калифорнии. Он доставляет воду из реки Колорадо в Империял-Вэлли и в девять городов. Имперская плотина, расположенная примерно в 48 км к северо-востоку от Юмы, штат Аризона, на реке Колорадо, отводит воду во Всеамериканский канал. Пять небольших каналов, ответвляющихся от Всеамериканского канала, доставляют воду в Имперскую долину (рис. 4). Эти системы каналов орошают до 250 000 га посевных площадей и позволяют значительно увеличить урожайность сельскохозяйственных культур в этой области, изначально одной из самых засушливых на земле. Это самый большой ирригационный канал в мире, с максимальной пропускной способностью до 740,6 м³/с. Стоки с сельскохозяйственных территорий поступают по Всеамериканскому каналу в мелководное соленое озеро Солтон-Си [7].



Рисунок 4. Перераспределение вод на Имперской плотине, обеспечивающее доставку воды из реки Колорадо на фермы Империял-Вэлли (по www.britannica.com)

Восемь гидроэлектростанций были построены на участках Всеамериканского канала. Все электростанции небольшие и имеют общую мощность 58 МВт. Выработка электроэнергии

обусловлена потребностями в водоснабжении. На плотине Сенатор-Уош также имеется гидроаккумулирующая станция мощностью 7,2 МВт.

В результате строительства Всеамериканского канала возникли процессы инфильтрации, при которых уровень грунтовых вод в этом районе повысился, что привело к поступлению вод в водоносные горизонты долины Мехикали (Мексика). Первоначально это вызвало широкомасштабное наводнение, но были построены дренажные и насосные системы для предотвращения этих явлений. Сельское хозяйство долины Мехикали стало зависеть от этого просачивания для орошения. Поскольку потребление воды увеличилось как в сельских, так и в городских районах, эта инфильтрация стала проблемой, вызывающей беспокойство.

Проект прокладки канала вызвал споры и негативное его восприятие из-за очевидного воздействия на водные ресурсы и экосистемы региона. Это связано с тем, что не смотря на большое количество информации об уровнях и объемах грунтовых вод за последние 80 лет, в исследуемом регионе мониторинг был прерывистым, в то время как нагрузки постоянно возрастали. В результате было предпринято недостаточно усилий для составления достоверных прогнозов воздействия с использованием количественных показателей и превентивного решения возникших проблем [8].

ВЫВОДЫ

Из трех приведенных примеров: не реализованного, реализованного хорошо и реализованного плохо, можно сделать вывод о том, что перераспределение речного стока – это сложный процесс, который требует много временных и материальных затрат. Однако результат, получаемый после качественного завершения проекта, позволяет говорить, что стоит создавать такие проекты.

Из данных примеров было выделено несколько обязательных этапов, которые позволяют реализовать проект лучше:

1. Обсуждение идеи проекта.
2. Инженерные изыскания.
3. Анализ данных прошлых лет и их актуализация.
4. Создание проекта.
5. Публичные слушания / общественные обсуждения проекта. Выявление мнений /страхов/надежд жителей территорий, на которых будет реализован проект.
6. Оценка позитивных и негативных воздействий проекта на жителей, природу и экономику.
7. Разработка моделей для прогнозирования воздействий.
7. Составление плана компенсационных мероприятий.

8. Создание позитивного экологического имиджа (образа) проекта.
9. Реализация проекта с соблюдением законодательно-нормативных требований.

Изучение рассмотренных проектов показывает, что вода является неоспоримо важной частью нашей жизни, и создание новых проектов, связанных с водой – это возможность обеспечивать комфортные условия для многих жителей планеты. Поэтому важно обсуждать, договариваться и предпринимать изменения в проектах, которые позволят реализовать их без негативных последствий для природы Земли и ее жителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Значение воды в жизни человека: сайт Аквалайф.[Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://aqualife.ru/blog/znachenie-vodi/>
2. Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Мировой кризис водопотребления: проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды: монография. М.: МГПУ, 2018. 172 с.
3. Поворот сибирских рек: сайт Wikipedia. [Электронный ресурс]. 2023. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Поворот_сибирских_рек
4. Последний советский суперпроект: сайт onliner. [Электронный ресурс]. 2021. URL: <https://realt.onliner.by/2021/12/07/poslednij-sovetskij-superproekt>
5. Case study: partnerships with local communities: website International Hydropower Association. [Электронный ресурс]. 2014. URL: <https://www.hydropower.org/blog/node-146-blog>
6. Métivier V., Massicotte B., Tremblay A., Dupuis P. Monitoring saltwater intrusion in Rupert Bay, Québec, Canada, after the partial diversion of a major tributary // Environ Monit Assess. 2018. No. 190. P. 38. URL: <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6388-2>
7. All-American Canal: website Wikipedia.[Электронный ресурс]. 2023. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/All-American_Canal
8. Lesser L.E., Mahlknecht J., López-Pérez M. Long-term hydrodynamic effects of the All-American Canal lining in an arid transboundary multilayer aquifer: Mexicali Valley in north-western Mexico. // Environ Earth Sci. 2019. No. 78. P. 504. URL: <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8487-6>

ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Полякова Е.Н.¹, Груздев В.В.²

¹ студентка 1 курса, 2 группы МФ НИУ МГСУ

² студент 1 курса 3 группы МФ НИУ МГСУ

Научный консультант: Криночкина О.К.

кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ

Аннотация

Статья посвящена проблеме защиты зданий и сооружений от землетрясений в условиях сейсмической активности территории. Целью настоящей работы является показать основные принципы, которые должны быть заложены уже на стадии проектирования сейсмостойких объектов строительства. В условиях современной активизации сейсмической активности Земли это особенно актуально. Методами исследования были синтез и анализ разнородной информации и ее комплексирование. В статье обосновывается необходимость применения современных технологий защиты зданий и сооружений от землетрясений, таких как демпфирования для стабилизации колебаний небоскребов, использование концепции «левитирующего» фундамента, использование современных полимеров при модернизации поврежденных землетрясением конструкций, для усиления и удешевления строительных конструкций и другие. Приведены многочисленные примеры применения на практике вышеупомянутых технологий во многих странах Мира, расположенных в сейсмически опасных регионах.

Ключевые слова: *сейсмическая активность, защита зданий, демпфирование, землетрясения.*

ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящей работы является показать основные принципы защиты сооружений, которые должны быть заложены уже на стадии их проектирования. В условиях активизации сейсмической активности Земли это особенно актуально.

Землетрясение – это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний. Точку, из которой расходятся сейсмические волны, называют гипоцентром землетрясения. Место на земной поверхности над гипоцентром землетрясения по кратчайшему расстоянию называют эпицентром (ГОСТ 53196—2008.

Воздействие природных внешних условий на технические изделия. Общая характеристика. Землетрясения— М.: Изд-во стандартов, 2008).

Сейчас обострились случаи сейсмической активности в Турции. Дома буквально складываются как карточные домики, это связано с тем, что там далеко не все дома оснащены специальными конструкциями, которые могли бы защитить их от такого сильного разрушения.

В Турции (как, впрочем, и в других странах) давно существуют проблемы со строительством сейсмически устойчивых объектов. Например, в 1999 году сильное землетрясение в окрестностях Измита (восточное побережье Мраморного моря; магнитуда 7,6) разрушило около 20 тысяч построек и унесло жизни более чем 17 тысяч человек.

Перед собой мы поставили задачу: разобраться как можно предостеречь здания от разрушения во время сейсмической активности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами исследования послужили многочисленные данные об участившихся случаях сейсмической активности в настоящее время как в интернет источниках, так и в научных статьях. Обобщение и анализ этого материала побудил авторов к поиску концепции защиты зданий и сооружений от землетрясений в условиях сейсмической опасности территорий строительства. Таким образом, методами исследования были синтез и анализ разнородной информации и ее комплексирование.

Геологи классифицируют сейсмические волны на две большие категории - это волны Р и S.

Р-волны сжимают и расширяют материал по мере прохождения. S-волны напоминают волны на воде, что означает, что они перемещают материал вверх и вниз. Р-волны проходят как через твердые, так и через жидкие среды, в то время как S-волны проходят только через твердые тела.

После землетрясения сначала по планете проходят волны Р, за которыми следуют волны S. Затем идут более медленные поверхностные волны - то, что геологи называют волнами Лява и Рэлея. Волны Рэлея подобны волнам на поверхности воды: частицы вещества движутся в вертикальной плоскости, описывая эллипсы[1]. Волны Лява являются поперечными волнами без вертикальных смещений. Она заставляют частицы породы колебаться в горизонтальной плоскости под прямым углом к направлению своего распространения. Оба вида волн перемещают грунт по горизонтали, но только волны Рэлея перемещают грунт и по вертикали. Поверхностные волны образуют длинные волны, которые преодолевают большие расстояния и вызывают большую часть тряски - и большой ущерб - связанный с землетрясением[2].

Если бы землетрясения перемещали землю только вертикально, здания могли бы понести небольшой ущерб, потому что все конструкции спроектированы так, чтобы в некоторой степени противостоять вертикальным силам, связанным с гравитацией. Волны Лява вызывают боковые ускорения, которые ученые называют перегрузочные силы [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ наиболее современных технологий способных сводить к минимуму воздействия землетрясений на здания и сооружения позволил выявить наиболее прогрессивные из них.

1. Левитирующий фундамент

Как следует из названия, эта концепция основана на отделении фундамента здания от его надстройки. Одна из таких систем предполагает поднятие здания над его фундаментом на свинцово-резиновых подшипниках, которые содержат твердый свинцовый сердечник, обернутый чередующимися слоями резины и стали [4].

Японские инженеры сумели доработать эту идею. Их система фактически поднимает здание на воздушной подушке. Вот как это работает: обнаруживая сейсмическую активность, датчики на здании взаимодействуют с воздушным компрессором, который нагнетает воздух между зданием и его фундаментом. Воздушная подушка приподнимает конструкцию на 3 сантиметра над землей. Когда землетрясение стихает, здание оседает обратно на свой фундамент.

2. Демпфер настроенной массы

Демпфер настроенной массы, также известный как гармонический поглотитель. Данную систему используют для защиты небоскребов от землетрясений [5]. Стальные тросы поддерживают Утяжелитель в верхней части конструкции, в то время как амортизаторы находятся между утяжелителем и зданием. Когда сейсмическая активность заставляет здание раскачиваться, маятник движется в противоположном направлении, рассеивая энергию.

В небоскребе Тайбэй 101, высотой (508 метров), использует настраиваемый демпфер массы, чтобы минимизировать вибрационные эффекты, связанные с землетрясениями и сильными ветрами. В основе системы – шар золотистого цвета весом примерно 700 тонн подвешенный на восьми стальных тросах. Это самый большой и тяжелый гармонический поглотитель [6]. Так же этот шар помогает зданию выдерживать частые тайфуны, он начинает раскачиваться, нейтрализуя движение здания под действием сильнейшего ветра.

3. Использование современных полимеров

Не менее важно защитить старые здания от сейсмических нагрузок. Для этого используют полимерные армированные пленки. Инженеры обнаружили, что модернизация фундамента готовых конструкций является экономически выгодным решением [7]. При

модернизации инженеры просто обрачивают материал вокруг бетонных опорных колонн мостов или зданий, а затем закачивают эпоксидную смолу под давлением в зазор между колонной и материалом. Таким образом, даже поврежденные землетрясением колонны можно отремонтировать с помощью обертывания специальным углеродным волокном [8].

4. Применение биоматериалов

Способность мидий прикрепляться к морским камням можно успешно использовать в строительстве для защиты от землетрясений. Чтобы оставаться прикрепленными к поверхности, мидии выделяют липкие волокна, известные как биссовые нити. Когда волна обрушивается на мидию, она остается на месте, потому что ее гибкие нити поглощают удар и рассеивают энергию. Разработка строительных материалов, имитирующих сверхъестественную способность мидий оставаться на месте ведется и по сей день.

Исследователи все чаще полагают, что проект долговечных зданий может быть результатом сочетания природы и науки.

ВЫВОДЫ

Рассмотрев и оценив *принципы* наиболее современных технологий, способных сводить к минимуму воздействия землетрясений на здания и сооружения, мы пришли к выводу, что наиболее прогрессивные среди них следующие.

- Использование принципа демпфирования для стабилизации колебаний небоскребов при землетрясениях.
- Использование концепцию левитирующего фундамента.
- Использование современных полимеров при модернизации поврежденных землетрясением конструкций.
- При создании новых сейсмостойких стройматериалов, способных быть гибкими, но прочными, надо учиться у природы. Сверхпрочные встречающиеся в природе вещества, такие как паутина или волокна мидий, могут стать источником вдохновения для нынешнего поколения строителей сейсмостойких зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аптикаев Ф.Ф. Инструментальная шкала сейсмической интенсивности М.: Наука и образование, 2012.
2. Тарасов Л.В., Природа землетрясений и вулканизма: г. Долгопрудный: Интеллект, 2010.
3. А. М. Курзанова и Ю. Д. Черепинского. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений.
4. Technologies that help buildings resist earthquakes -

[/https://science.howstuffworks.com/innovation/science-questions/10-technologies-that-help-buildings-resist-earthquakes.htm](https://science.howstuffworks.com/innovation/science-questions/10-technologies-that-help-buildings-resist-earthquakes.htm), дата обращения 12.02.23

5. Мкртичев О.В., Мясникова Е.С. Исследование реакции высотного здания на сейсмические воздействия // Строительная механика и расчет сооружений. — 2009.

6. Park, Y.J., Wen, Y.K. and Ang, A.H. Random vibration of hysteretic systems under bi-directional ground motions. Earthquake Engineering and Structural Dynamics. – 2009, дата обращения 12.02.23

7. Ведяков И.И., Соловьев Д.В., Армейский М.Ю. Новые типы бескаркасных зданий и перспективы их развития. Сборник трудов Международной конференции «Актуальные проблемы исследований по теории сооружений». Часть 2 / ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко. - М.: ОАО «ЦПП», 2009.

8. Апродов В.А., Зоны землетрясений. - Москва: Мысль, 2010. - 461.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ГОРОДСКИХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Перунова М.А.¹, Сметанин И.А.²

¹ студент 2 курса 71 группы ИАГ НИУ МГСУ

² аспирант 3 курса 2 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Сметанин И.А.

аспирант 3 курса 2 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Аннотация

В современно мире проблема нарушенных территорий связана не только с уничтожением существующих экосистем, но и оказывает влияние на безопасность людей. Для предотвращения такого рода опасностей служат различные инженерные решения по геоэкологической реабилитации. Выбор наиболее подходящего метода позволяет восстанавливать нарушенные территории для обеспечения максимальной экологической, экономической, культурной и социальной отдачи. В статье были рассмотрены цель и задачи реабилитационных мероприятий, их основные типы и биоинженерные мероприятия, которые в настоящее время довольно часто используются в связи с возможностью активизировать и стабилизировать природные защитные процессы самоочищения и самовосстановления.

Ключевые слова: геоэкологическая реабилитация, городские природные территории, перспективные методы и технологические решения.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема нарушенных территорий сформировалась достаточно давно, однако комплексный подход к их реабилитации с применением возможностей современных технологий наметился только в последние десятилетия [1].

Нарушенными считаются территории, вследствие техногенного воздействия утратившие свою первоначальную природно-хозяйственную ценность и, как правило, являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду [2]. Нарушенные земли различного типа составляют значительную часть современных ландшафтов городских территорий. Техногенные воздействия на окружающую среду можно разделить на 3 больших группы: эмиссионные, фоновые-физические и ландшафтно-деструктивные воздействия. В рамках такой классификации внимание акцентируется на негативных последствиях, являющихся неизбежным следствием техногенных воздействий.

Кроме учета техногенных воздействий на выбор направлений и мероприятий реабилитации влияет их эколого-экономическая целесообразность, которая позволяет оценить возможность дальнейшего целевого использования территории или объекта.

Выявление малозатратных и эффективных технологий для восстановления нарушенных природных территорий становится наиболее актуальным современным направлением развития устойчивых природных комплексов в пределах городов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основная цель реабилитации городских природных территорий – это обеспечение максимального равновесия природного комплекса города, сохранение уникальности территорий как природного явления, управление сохранившимися процессами саморегуляции и частичное восстановление утраченных, а также повышение рекреационной емкости территории без вреда для их экосистем.

Использование термина «реабилитация», а не «восстановление» дает возможность широкого маневра при проведении мероприятий, возвращающих природные территории в сферу хозяйственной деятельности или улучшающих их состояние, поскольку термин «восстановить» означает «привести в прежнее состояние», что зачастую невозможно произвести для значительной части объектов освоенной территории России [3]. Также стоит отметить тот факт, что понятие реабилитация применительно к водным объектам, природным территориям и природной среде в целом, не имеет четких формулировок в нормативно-технической документации Российской Федерации, что дополнительно создает организационные трудности и проблемы в финансировании предлагаемых проектов.

Все мероприятия по геоэкологической реабилитации городских природных территорий можно разделить на следующие типы:

- Улучшение естественных и оптимизация искусственных биоценозов;
- Улучшение состояния и качества почв и грунтов;
- Восстановление водных объектов и их экологического равновесия;
- Улучшение природопользования и внедрение инновационных технологий;
- Экологическое управление и обучение.

Как несложно заметить, все типы мероприятий нацелены на отдельные природные сферы или их частичные взаимодействия, что далеко не всегда может привести к положительному результату в виду возможных трудностей учета синергетических связей при техногенных воздействиях. Это в свою очередь демонстрирует, что усилия ученых направлены на разработку отдельных методов реабилитации природных территорий.

Например, на объектах природного комплекса г. Москвы мероприятия по геоэкологической реабилитации сводятся только к очистке и благоустройству прибрежных территорий водоемов и водотоков, являющихся в большей степени местом притяжения населения. Зачастую даже эти проводимые мероприятия заканчиваются несогласованностью между объектами благоустройства и живой природой.

Кроме того, современная практика реабилитационных мероприятий характеризуется малыми масштабами проведения работ, редкий учет первоначального состояния территории или фоновых характеристик региона расположения природных территорий, преобладанием инженерных технологий над методами, которые способствуют восстановлению экологического равновесия, без достаточного обоснования для их применения, а также множества других менее важных положений.

Исходя из вышеописанных положений, проведение реабилитационных мероприятий в пределах городских природных территорий должно базироваться на двух основных принципах:

- Использование экосистемного или ландшафтно-экологического подходов, при которых реабилитируемые площади не всегда совпадают в административных или установленных ранее географических границах, что должно обеспечить учет всех внешних источников, оказывающих негативное воздействие, даже если они находятся за пределами обустраиваемой территории [4];
- Реабилитационные мероприятия должны быть направлены на исключение причин деградации, а не на попытки контролирования уровней загрязнения или воздействий.

Именно тот факт, что в пределах городских природных территорий происходят только количественные изменения природных компонентов, не приводящие к разрушению ландшафтной и экосистемной структуры (за редким исключением), еще возможно их восстановление за счет внедрения сооружений и мероприятий, являющихся технологической интерпретацией существующих в природе аналогов, обеспечивающих эффективное функционирование различных очищающих или защитных процессов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе изучения существующей проблемы было рассмотрено множество методов, применяемых при реабилитации природных территорий. Последние годы в данной области не было отмечено каких-либо инновационных прорывных технологий. Ниже приводятся примеры использования методов подобного рода для решения задач геоэкологической реабилитации городских природных территорий.

Биоинженерная защита береговых откосов является одним из методов геоэкологической реабилитации, способным стабилизировать природные защитные процессы

самоочищения и самовосстановления. Суть данного метода заключается в укреплении берегов водных объектов, входящих в состав природных территорий, за счет высадки зеленой растительности на разных уровнях откоса: уровень уреза, меженный уровень и уровень высокой поймы и выше него для формирования водоохранной зоны.

Данный метод более подробно рассмотрен в ряде статей С.В.Кривицкого о методах биоинженерной геоэкологии для целей реабилитации природных объектов [5,6]. На рисунке 1 изображен вариант применения данного метода с учетом естественных особенностей водотока.



Рисунок 1. Возможный вариант использования метода на реальной местности

Устройство проточных мелководий – биоплато. Гидрботанический способ находит все более широкое применение как в геоэкологической реабилитации, так и в очистке дренажных и сточных вод города. Биоплато не могут быть универсальными проектами, для каждой отдельной территории требуются дополнительные исследования, потому что воды имеют сложный химический состав, в различных случаях повышенную кислотность или щелочность. Поэтому выбор видов водной растительности является не самой простой задачей. Также стоит обращать внимание на тот факт, что видовая специфичность растений имеет различную максимальную степень аккумуляции химических элементов.

Технология биоплато довольно успешно применяется в различных городах России. Принцип работы довольно прост. Биоплато представляют собой гидрботанические площадки или емкости, засаженные высшими растениями, в которых происходят биодеструкция

химических соединений. Наиболее эффективно система будет показывать себя на участках впадения притоков в главный водоем или водоток (рисунок 2).



Рисунок 2. Схематическое изображение биоплата в пределах мелководья на русле реки

Укрепление сухих откосов и склонов с применением дернования. Положительное влияние растительности на повышение устойчивости склонов от разрушения объясняется тем, что корневая система, создавая густую сеть, скрепляет почвогрунты, армируя их, увеличивает устойчивость на размыв и механическую прочность поверхностного слоя откоса. Наземные органы растений, увеличивая коэффициент шероховатости, уменьшают скорость стекания воды с откосов и препятствуют ее соединения в отдельные струи. Кроме того, растительность защищает поверхность откосов от разрушения горизонтальным течением водотока.

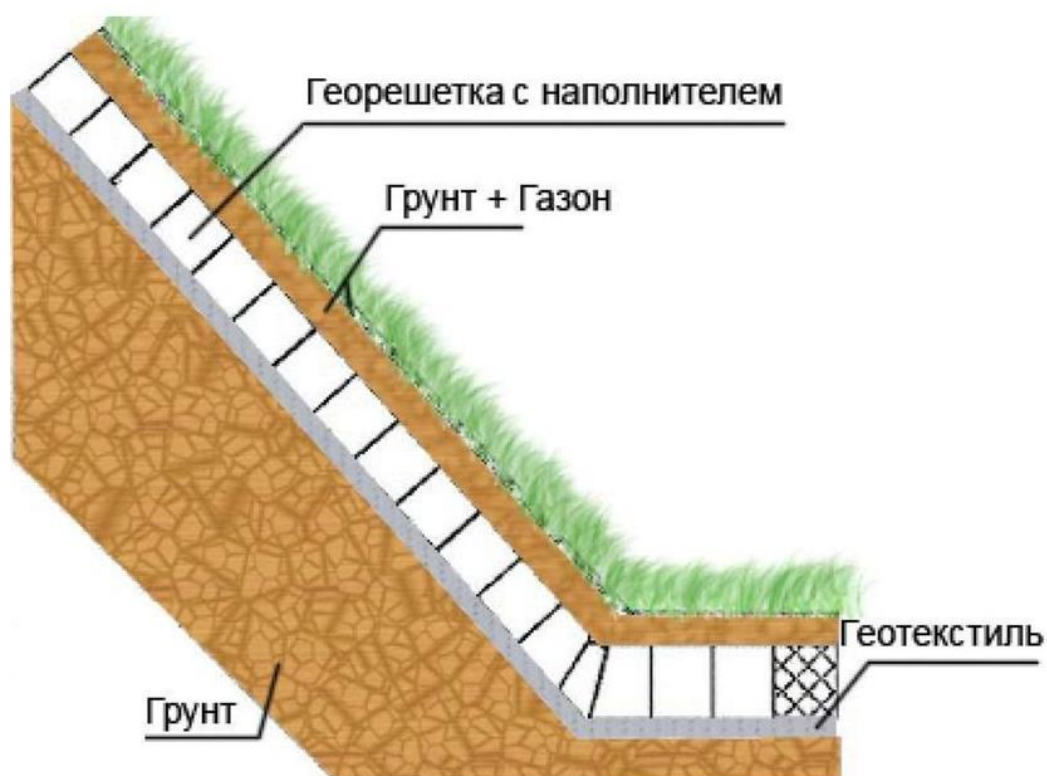


Рисунок 3. Технологическая схема укрепления откосов

Создание искусственных водно-болотных угодий на месте заболоченных территорий. Искусственно созданные гидрботанические площадки в местах развития естественных заболоченных территорий или техногенного скопления вод позволяют производить контроль за состоянием природных территорий [7]. В большинстве случаев деструкция загрязняющих соединений происходит за счет процесса биоремедиации. Если говорить простым языком, то это процесс очистки вод и почвогрунтов с использованием метаболического потенциала биологических объектов – растений, грибов, микроорганизмов (рис.4), который может быть использован для ускорения биотрансформации загрязняющих веществ, в том числе после нефтяного загрязнения.

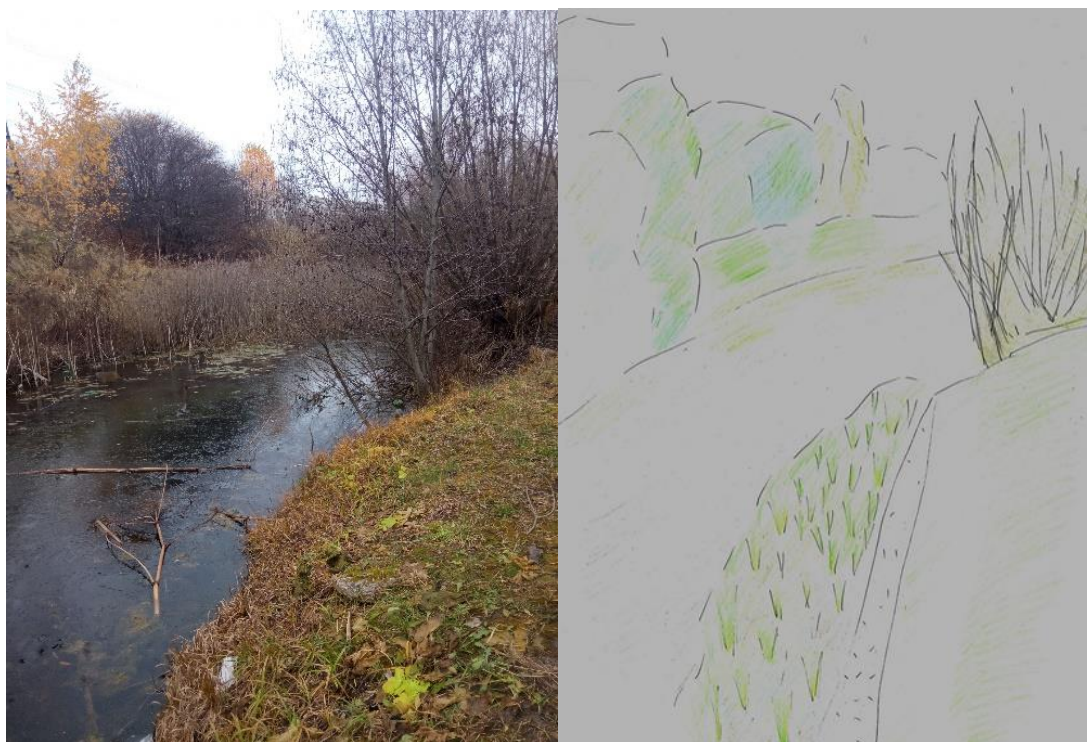


Рисунок 4. Фрагмент искусственного водно-болотного угодья

Дренаживание оползневых склонов. Дренаживание подземных вод предусматривают для предохранения грунтов откоса от насыщения водой. Это мероприятие проводят как для действующих, так и недействующих оползней. Подземные воды перехватывают, ограждая зону оползня от их поступления или непосредственно осушая оползневой склон.

На оползневом склоне проектируют специфические дренажные сооружения, откосные прорезы, наклонный дренаж, каптажные колодцы и наклонные скважины. В качестве простейших систем могут служить лотки и канавы глубиной до 3 м (рис. 5).



Рисунок 5. Профилактические меры борьбы с оползневыми процессами

Рассмотренные в статье примеры подтверждают, что современные технологические достижения предоставляют широкие возможности для восстановления качества нарушенной среды городских природных территорий, позволяют вернуть в близкое к естественному состоянию и адаптировать ранее непригодные ее участки к состоянию экологического равновесия и пригодной для рекреационной деятельности.

Для восстановления обширных и сложных природных объектов необходимо использование комплекса мероприятий, состав которых зависит от характера и состояния объекта. В целом они могут использовать перечисленные выше методы и мероприятия, но все-таки иметь более или менее самостоятельное содержание, базирующееся на тщательном исследовании состояния компонентов природной среды объекта до проведения реабилитационных мероприятий.

ВЫВОДЫ

Геоэкологическая реабилитация городских природных территорий является важной основой для сохранения максимально возможного равновесия природного комплекса города, организации новых рекреационных пространств и формирования здоровой городской среды.

Рассмотренные примеры свидетельствуют о большом разнообразии методов геоэкологической реабилитации, которые могут применяться в различных отраслях охраны природы и природопользования, а также иметь различное экономическое, экологическое и социальное предназначение. Отсутствие общей теории и единых критериев затрудняет интерпретацию имеющихся разнородных и разномасштабных фактов и указывает на необходимость формирования единой теоретической основы и продолжение анализа существующей практики методов [8].

Таким образом, на данный момент основной перспективой в развитии геоэкологической реабилитации является успешное комбинирование существующих методов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев Н.В. Реабилитация антропогенных территорий как способ сохранения индустриального наследия // Баландинские чтения. 2020. N 1.
2. Лазарева И.В. Восстановление и использование нарушенных территорий для градостроительной деятельности: автореф. дис. д-ра техн. наук. М., 1989. 55 с.
3. Попов А.Н., Оболдина Г.А., Прохорова Н.Б. Концептуальные основы реабилитации поверхностных водных объектов // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2017. N 4. С. 4-17.

4. Хорошев А.В. Мировой опыт применения ландшафтно-экологического, ландшафтносоциального и ландшафтно-эстетического подходов к планированию устойчивого лесопользования // Устойчивое лесопользование. 2021. N 1(65). С. 21-29.

5. Кривицкий, С.В. Использование биоинженерных технологий для экологической реабилитации природных ландшафтов // Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции, Пермь, 08 февраля 2017 года. 2017. Том 1. Часть 1. С. 44-47.

6. Станис Е.В., Бирчак Т.Н., Кривицкий С.В. Экологическая реабилитация водоемов с использованием биоинженерных методов // Вестник Российского университета дружбы народов. 2015. С. 77-82.

7. Суздалева, А.Л. Горюнова С.В., Безносков В.Н. Техногенные скопления вод: экологические проблемы и пути их решения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. N 4. С. 107-113.

8. Дежкин, В.В., Снакин В.В., Попова Л.В. Восстановительное природопользование - основа устойчивого развития // Век глобализации. 2008. N 2. С. 95-113.

КОМПЕНСАЦИОННОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ КАК АДАПТАЦИОННЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

Сидоренко А.В.¹, Негодина Е.Д.²

¹ аспирант 1 курса 2 группы ИГЭС НИУ МГСУ

² студент 2 курс 71 группы ИАГ НИУ МГСУ

Научный консультант: Сидоренко А.В.

аспирант 1 курса 2 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Аннотация

В условиях нарастания изменений климата мир столкнулся с острой необходимостью принятия мер по сокращению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Решение этой проблемы может осуществляться как коррекционными климатическими проектами, направленными на сокращение выбросов парниковых газов, так и адаптационными климатическими проектами, обеспечивающими повышение жизнестойкости и адаптивной способности населения и экосистем к неблагоприятным воздействиям. Получение результатов при реализации коррекционных климатических проектов ожидается через длительный период времени. Адаптационные климатические проекты, целью которых является минимизация негативных последствий изменений климата не в планетарном масштабе, а на ограниченной территории, напротив, разрабатываются с целью решить возникающие проблемы в конкретные сроки. В работе рассматривается компенсационное озеленение как пример адаптационного климатического проекта, обеспечивающего решения проблем, связанных с деградацией зеленых насаждений на урбанизированных территориях.

Ключевые слова: адаптационный климатический проект, компенсационное озеленение, устойчивое развитие, урбанизированные территории.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема устойчивого развития зеленых насаждений (в частности, древесных пород) в условиях урбоэкосистем в последнее десятилетие приобрела приоритетную актуальность и практическую направленность.

Наблюдающиеся глобальные изменения климата сопровождаются значительным увеличением количества и масштабов катастрофических событий, в том числе связанных с деградацией зеленых насаждений на урбанизированных территориях [1]. Попытки решения данной проблемы обозначаются термином климатические проекты [2].

Климатические проекты являются инициативой по принятию мер или достижению целей, связанных с изменением климата, основанной на следующих двух приоритетах: 1 – снижение рисков изменения климата; 2 – адаптация к этим изменениям в рамках политики в области климата. Целью первого из них является минимизация скорости климатических изменений на основе коррекции факторов, определяющих их параметры. Подобные действия можно обозначить как коррекционные климатические проекты. Приоритетное значение в данном направлении отдается ужесточению мер по ограничению выбросов промышленными и сельскохозяйственными объектами парниковых газов, главным образом CO₂ и CH₄ [3]. Второе направление климатических проектов включает действия по адаптации социумов и элементов окружающей среды к неблагоприятным изменениям климата. В соответствии с этим, данная деятельность может рассматриваться как адаптационные климатические проекты. Их целью является не предотвращение изменения климата, а осуществление действий, способных обеспечить безопасность жизнедеятельности населения, комфортные условия существования и сохранить биоразнообразие в изменившихся условиях [3].

С целью решения проблем, связанных со снижением биоразнообразия и деградацией зеленых насаждений на урбанизированных территориях, предлагается метод компенсационного озеленения как вид адаптационного климатического проекта (устойчивого зеленого развития).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

К настоящему времени накоплен значительный материал по адаптации зеленых насаждений на урбанизированных территориях.

Для решения задач по устойчивому, в том числе по зеленому развитию государственными органами Российской Федерации разработаны следующие нормативно-правовые документы:

- Распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 № 1912-р «Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития РФ»;
- Постановление Правительства РФ от 21.09.2021 № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации»;
- ГОСТ Р 58875-2020 «Зеленые» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования;
- ГОСТ Р 59370-2021 «Зеленые» стандарты. Посадочный материал декоративных растений.

Создание и регулирование объектов зеленой инфраструктуры, а также максимальное использование для этих целей любых незапечатанных пространств в черте города на разных территориальных уровнях следует положить в основу городской экологической политики и решить проблему сокращения биоразнообразия зеленых насаждений на урбанизированных территориях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнительный анализ климатических проектов. В таблице 1 проведен сравнительный анализ коррекционных и адаптационных климатических проектов.

Таблица 1. Сравнительный анализ проектов

| Атрибут | Коррекционные проекты | Адаптационные проекты |
|----------------------------------|--|--|
| Основная цель | Предотвращение изменения климата | Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения |
| Масштаб ожидаемых результатов | Глобальный | Региональный или локальный |
| Обоснование целесообразности | Теоретическое | Конкретизированное |
| Главное направление деятельности | Усиление контроля промышленных выбросов парниковых газов | Создание благоприятных условий для жизни людей в период глобальных климатических изменений |
| Срок реализации | Не ограничен | Детерминирован |
| Оценка результативности | Данные климатического мониторинга | Степень реального решения проблемы |
| Основной параметр отчетности | Сумма затраченных средств | Реальные результаты |

Целенаправленное изменение климатогенных факторов на основе коррекционных климатических проектов предполагает получение ощутимых результатов, дающих практический эффект через достаточно длительный период времени. Эта деятельность может осуществляться в течение многих десятилетий, демонстрируя свои достижения в форме тенденциозно интерпретируемых данных мониторинга.

В качестве основного практического результата можно рассматривать ограничения промышленных выбросов парниковых газов, которые в настоящий момент введены в

Российской Федерации согласно Федеральному закону от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».

Адаптационные климатические проекты разрабатываются с целью решить возникающие проблемы в конкретные сроки. Их общей целью является минимизация негативных последствий изменений климата не в планетарном масштабе, а на ограниченной территории.

Под негативными последствиями подразумеваются любые явления, спровоцированные изменением климатических условий и представляющие опасность для населения, которые наносят значительный экономический и экологический ущерб.

Компенсационное озеленение как вид адаптационного климатического проекта.

Целями устойчивого зеленого развития являются восстановление, охрана и улучшение состояния окружающей среды, сокращение выбросов парниковых газов, энергосбережение и повышение эффективности использования ресурсов[4].

Основные направления устойчивого зеленого развития Российской Федерации охватывают такие различные отрасли как энергетика, обращение с отходами, строительство и городская инфраструктура [5].

Основой зеленой инфраструктуры является озеленение, формирующее экологически безопасную, эстетически привлекательную и комфортную среду. В городе из-за недостатка свободных территорий на передний план выходит возможность озеленения городских крыш. Только в Центральном административном округе г. Москвы за счет озеленения крыш может быть создано дополнительно 470 га зеленых насаждений [6].

Озеленения городских крыш может решить ряд экологических проблем. Например, предотвращение затопления территорий во время дождя. Крупные города периодически затапливаются во время ливневых дождей. Это ведет к затруднениям движения транспорта и работы городской инфраструктуры. Зеленые крыши могут задерживать лишнюю дождевую воду, не допуская ее попадания на тротуары, что не загружает ливневые стоки канализации. Другим примером является поглощение углекислого газа и снижение температуры в жару. Так, зеленые крыши могут снизить температуру в жару во всем городе на 1÷3 градуса [7].

Вид, степень и способ воздействия озелененной крыши на окружающую среду различен в каждом конкретном проекте. Создание ландшафтно-архитектурного, озеленяемого объекта на крыше направлено на благоприятное экологическое воздействие вне зависимости от типологии и классификации озелененных крыш [8, 9]:

– озеленение крыш придает территории новые функции зеленой зоны и часто одновременно служит местом отдыха и рекреации;

- озелененные крыши смягчают урбанистический характер городской среды и выполняют функции компенсационного озеленения на территориях с плотной застройкой;
- за счет структурирования частных и общественных территорий города озеленение крыш улучшает экологическую среду обитания человека в жилой, офисной и промышленной зонах;
- озелененные крыши способствуют улучшению микроклимата, снижают интенсивность отражения солнечных лучей, смягчают экстремальную температуру воздуха, повышают уровень влажности в атмосфере.

Адаптационный климатический проект по озеленению городских крыш является долгосрочным проектом, рассчитанным на создание благоприятных условий для жизни людей и позволяющим сохранить существующий уровень биоразнообразия.

Зеленые крыши как вид адаптационного проекта на примере НИУ МГСУ. Главной проблемой озеленения территории в городских средах является множество застроенных территорий, уже имеющих какие-либо производственные функции. Не освоенные территории проще адаптировать под концепцию устойчивого зеленого развития, чем внедрять компенсационное озеленение в уже сложившиеся, застроенные территории.

В качестве примера реализации компенсационного озеленения как адаптационного климатического проекта можно рассмотреть НИУ «Московский государственный строительный университет». Здания МГСУ имеют участки пригодные для компенсационного озеленения крыш. На рисунках 1, 2 и 3 представлены примеры такого озеленения здания Университета.

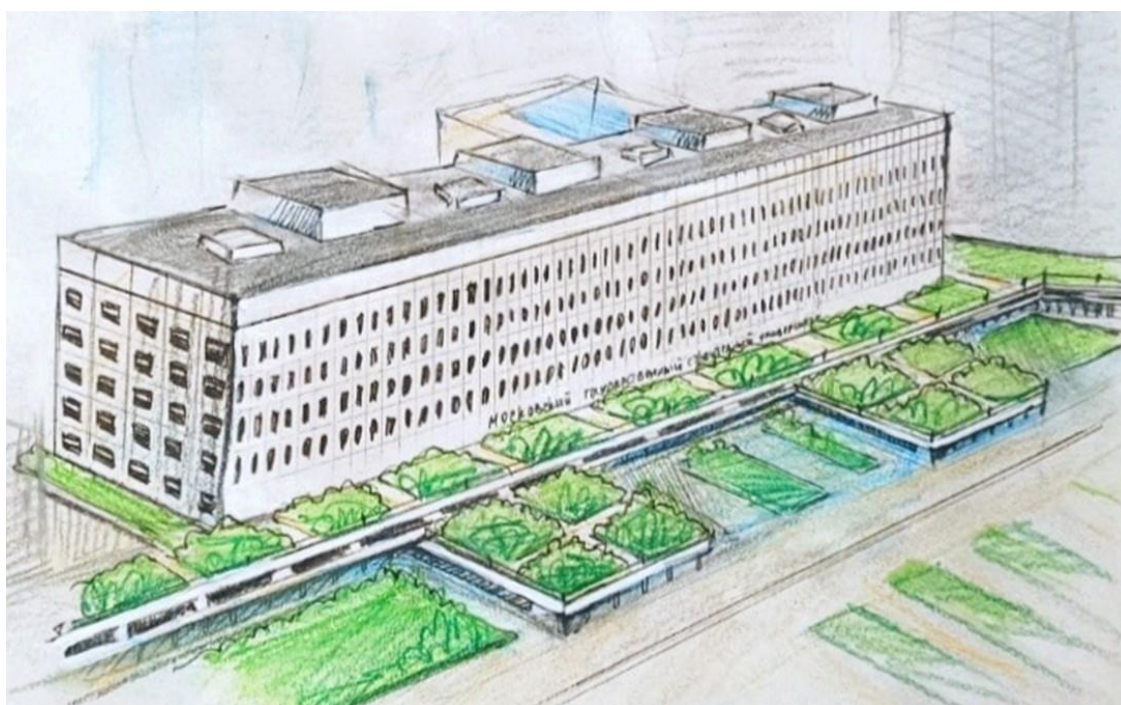


Рисунок 1. Компенсационное озеленение здания университета



Рисунок 2. Озелененная обзорная площадка на крыше университета



Рисунок 3. Компенсационное озеленение здания перед входом в главный корпус университета

Мероприятия и инженерные решения, необходимые для внедрения адаптационных климатических проектов для различных зданий и сооружений в части компенсационного озеленения, регламентированы государственными стандартами и направлены на обеспечение технических и экологических требований [8, 9]. Их практическое применение на примере

комплекса зданий МГСУ позволит озеленить 1000 м² свободной площади, улучшить экологическую среду обитания человека, смягчить урбанистический характер городской среды, а также придаст территории новые функции зеленой зоны, сделав местом отдыха и рекреации.

ВЫВОДЫ

Адаптационные климатические проекты должны рассматриваться как приоритетное направление работы по предотвращению негативных последствий глобальных климатических изменений, поскольку результаты реализации таких проектов позволяют повысить безопасность жизнедеятельности населения и сохранение природных объектов.

При внедрении адаптационного климатического проекта в части компенсационного озеленения урбанизированных территорий необходимо учитывать климатические, экологические и погодные условия, совместимость материалов и растений, технические требования при проектировании озеленяемых и эксплуатируемых крыш, а также повышение визуальной привлекательности и комфортности условий среды обитания.

Для достижения цели по устойчивому зеленому развитию нормативно-правовые акты, регулирующие вопросы по внедрению «Зеленых» технологий, должны иметь обязательный характер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abbass K. et al. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures // *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. V. 29 P. 42539-42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>.
2. ГОСТ Р ИСО 14080-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Управление парниковыми газами и связанные виды деятельности. Система подходов и методическое обеспечение реализации климатических проектов.
3. Суздалева А.Л. Экологическая глобалистика и устойчивое развитие на этапе техногенной трансформации биосферы // *Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2020b. № 1. С. 6-11.
4. Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития РФ: распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 № 1912-р
5. Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации»: постановление Правительства РФ от 21.09.2021 № 1587.

6. Горанова О.А., Атрощенко Л.А., Быкова М.В. Комплексное благоустройство городских территорий Москвы. Внешне благоустройство: учебное пособие. Москва: МГУУ Правительства Москвы, 2016.
7. Машинский В.Л. Градостроительное проектирование земель зеленого фонда городских поселений. Москва: Компания Спутник, 2005.
8. ГОСТ Р 58875-2020 «Зеленые» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования.
9. ГОСТ Р 59370-2021 «Зеленые» стандарты. Посадочный материал декоративных растений.

ВИДЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МАЛЫХ ГОРОДСКИХ РЕК

Смирнов И.Н.¹, Собакина А.А.²

¹*аспирант 2 курса ИГЭС НИУ МГСУ*

²*студентка 2 курс 71 группы ИАГ МГСУ*

Научный консультант: Смирнов И.Н.

аспирант 2 курса ИГЭС НИУ МГСУ

Аннотация

Акватории в городах и зонах отдыха имеют большое значение, как в социально-экономическом, так и в эстетическом смысле. Они являются важнейшим фактором, определяющим облик города, его архитектурно-планировочную структуру. Как правило, ландшафт таких территорий претерпевает не только естественные изменения, но и значительное влияние на них оказывает деятельность человека. В зависимости от положения реки в городской структуре действуют различные неблагоприятные факторы. Яркими примерами малых рек, принявших на себя значительную нагрузку городской среды на территории г. Москвы и нуждающихся в проведении работ по благоустройству, являются реки Сетунь, Яуза и Сходня.

Благоустройством территории называют совокупность работ и мероприятий, направленных на создание здоровых, удобных и культурных условий пребывания людей на территории конкретного населенного пункта или его части. Задачи, решаемые при благоустройстве, могут быть довольно широкими, охватывающими обширные территории (город, крупный поселок и т.д.), и могут носить локальный характер, связанный, например, с обустройством берега реки или водоема, жилого квартала, парка, отдельного здания и т.д.

Ключевые слова: природно-техническая система, прибрежная территория, береговая эрозия, заболоченная территория, благоустройство прибрежной зоны.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире, на фоне стремительно происходящих процессов урбанизации особую значимость начинают приобретать мероприятия, направленные на возвращение водным пространствам их значимости в жизни города. Целью данных мероприятий является проведение благоустройства береговых территорий и по возможности восполнение утраченной ландшафтной составляющей. Данные мероприятия способствует улучшению экологической

ситуации, созданию новых рекреационных пространств, а также реализации культурного потенциала исторического наследия[12].

Согласно исследованиям, улучшение пешеходной доступности, в том числе и прибрежных территорий способно оказывать благоприятное влияние на экономические, социальные и другие показатели города. Сегодня в большинстве стран мира существует тенденция к использованию устойчивых способов передвижения по городу, такие как ходьба, езда на велосипеде. Данный комплекс мер необходим для снижения негативных воздействий, оказываемых на природную составляющую городов.

В связи с этим были сформулированы следующие задачи:

1. Выявить объекты, на которых необходимо проведение благоустройства.
2. Определить наиболее актуальные проблемы на выбранных территориях.
3. Предложить способы благоустройства выбранных объектов, с учетом выявленных проблем.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Река Сетунь. Р. Сетунь самый крупный правый приток р. Москвы, протекающий в черте города. Река протекает на территории самого большого природного заказника г. Москва «Долина реки Сетунь». Заказник — охраняемая природная территория, на которой (в отличие от заповедника) под охраной находится не природный комплекс, а некоторые его части: только растения, только животные, либо их отдельные виды, либо отдельные историко-мемориальные или геологические объекты. Заказник «Долина реки Сетунь» основан в 1998 г. Площадь заказника составляет 693,2 гектара. Природоохранная зона расположена вдоль р. Сетунь. По территории города река протекает в Западном административном округе [1].

Наиболее крупные овраги на рассматриваемой территории имеют протяженность около километра и шириной около ста метров каждый. На территории долины р. Сетунь овраги присутствуют в центральной части западного административного округа (в районе улицы Кутузова и улицы Гвардейской), а также на участке между зоной МКАД и Беловежской улицей.

В речных долинах отмечаются участки с интенсивной боковой эрозией, ей подвержены склоны и поймы(рисунки 1, 2). По степени опасности развития эрозии территория природного комплекса относится к опасной и относительно опасной [7].



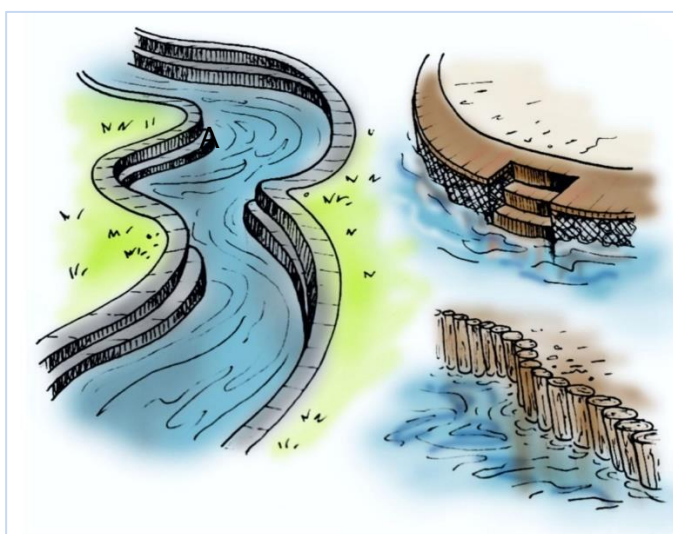
Рисунки 1, 2. Береговая эрозия р. Сетунь

Во время весенних паводков происходит затопление близлежащих участков прибрежной территории.

Для благоустройства данной территории могут быть рекомендованы следующие методы:

Возведение ступенчатых террас, которые сооружаются в целях использования склонов с задержанием поверхностного стока и защиты почв от эрозии. Они представляют собой непрерывные вытянутые по горизонтали (или с допустимым уклоном вдоль полотна) площадки разной ширины [5].

Обвалование рек проводится для защиты от затопления весенними и летними паводками (рисунок 3). В зависимости от целей обвалования, дамбы строятся по одному или по обоим берегам русла. Устройство валов сопровождается углублением русла, причём, ему придаётся трапецевидная форма. Размеры русла и высота защитных валов рассчитывается на пропуск максимальных секундных расходов в период паводков. Насыпному валу придаётся форма простой или усложненной трапеции. Ширина гребня принимается в 4-5 м, а превышение гребня над уровнем самых высоких вод — 0,5-1,5 м [6].



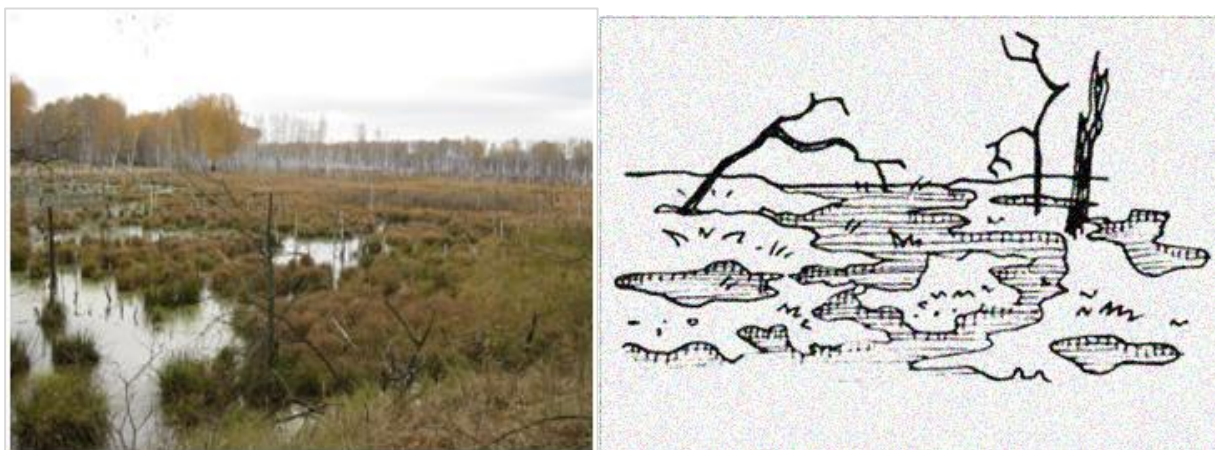
Б

В

Рисунок 3. Укрепление берега реки (А – создание ступенчатых террас, Б – укрепление габионами, В – укрепление бревнами)

Река Яуза. Яуза—малая река в Московской области и г. Москва, левый, самый крупный в пределах столицы приток р. Москвы. Длина р. Яуза — 48 км. Протяжённость реки в черте столицы составляет 27,6км. Площадь водосборного бассейна— 452 км². Среднегодовой расход воды в устье — 6 м³/с. Устье Яузы находится в центре Москвы, у Большого Устьинского моста. В 1908 году правый берег Яузы на участке от впадения реки Копытовки до пересечения с Камер-Коллежским валом становится официальной границей города Москвы. Высота истока— 145м над уровнем моря. Высота устья— 115м над уровнем моря [10].

Водно-болотный комплекс реки Яуза расположен в районе истоков реки в самом центре Лосино острова (рисунки 4, 5). Когда-то на данной территории производилась добыча торфа, и для этого была построена своя небольшая железная дорога. Теперь о тех временах напоминают лишь бывшие насыпи посреди болотных зон, а также местами можно найти ржавые остатки бывших технических устройств. Также в этих местах можно обнаружить несколько старинных кирпичных мостов, перекинутых через реку, часть из которых находится в аварийном состоянии [2].



Рисунки 4,5. Заболачивание территории р. Яуза

Для благоустройства и восстановления данной территории можно использовать следующие способы.

Использование вторичных отходов (рисунок 6). Данный способ включает вывоз отсортированных отходов за пределы жилого массива и их укладку. При этом первоначально на поверхности болотных земель формируют слой отсортированных бытовых отходов. Затем на поверхности слоя отходов формируют прослойку древесной золы высотой 0,2-1,0 см и далее третий слой из плодородной почвы мощностью 5-15 см, в который высевают травы с высокой генеративной продуктивностью, например бобовые – донник желтый, эспарцет песчаный, которые способствуют насыщению почвы азотом и снижению кислотности болотных земель.

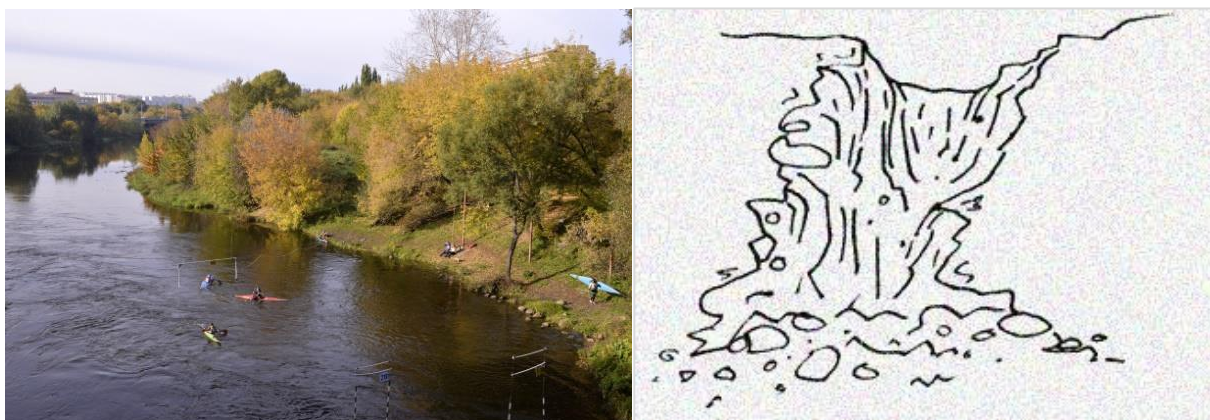
Способ позволяет облагораживать болотные земли с одновременным использованием бытовых отходов [11].



Рисунок 6. Обустройство заболоченной территории

Река Сходня. Река Сходня в Московской области и г. Москве, левый приток Москвы-реки Берёт начало в городском округе Солнечногорск у платформы Алабушево Октябрьской железной дороги (северо-западнее Зеленограда), впадает в р. Москву в черте г. Москвы в районе Тушино [9].

Склоны речных долин сложены моренными и флювиогляциальными отложениями, подвержены эрозионным процессам, в меньшей степени плоскостному смыву. Глубина вреза достигает 30-40 и более метров, склоны долины р. Сходня являются оползнеопасными (рисунки 7, 8) и подвержены площадной и линейной эрозии. В долине р. Сходня выявлены оползневые деформации с различной глубиной захвата склона – глубокие, мелкие и поверхностные.



Рисунки 7, 8. Оползневые процессы р. Сходни

На участке, примыкающем к руслу Сходни, есть фрагментарная береговая эрозия, в том числе возникшая в результате недопустимого укрепления берега реки габионами. По территории проходят инженерные коммуникации, большая часть которых, по всей вероятности,

была проложена, когда в Куркино была расположена военная часть и радиополе. Есть электрические сети, сети связи, водопровод, водосток, канализация, газ [8].

Одним из основных способов укрепления влияющим на структуру потока у берега, является установка берегозащитных шпор (короткие высокие полузапруды). Система таких шпор обычно располагается у вогнутого берега, способствуя уменьшению скоростей течения вдоль защищаемого берегового откоса, что приводит к уменьшению и даже к прекращению размыва берега, а в ряде случаев и к образованию нового берегового откоса после заполнения наносами промежутков между шпорами. Иногда шпору возводят при строительстве полузапруд для обеспечения устойчивости противоположного легкоразмываемого прямолинейного или слабоизогнутого берега, чтобы обеспечить необходимый размыв дна в пределах судового хода. Одним из преимуществ данного способа является то, что он позволяет обеспечить защиту на оползневых склонах [3].

Другим возможным способом укрепления береговой линии является высадка насаждений в прибрежной зоне (рисунок 9). Они предотвращают эрозию, укрепляют почву, создают водопрочную структуру, в период половодий и паводков задерживают наносы, переводят поверхностный склоновый сток во внутрипочвенный. Кроме того, эти насаждения улучшают санитарно-гигиеническое состояние водоемов и прилегающих к ним территорий, повышают эстетичную привлекательность ландшафтов и уменьшают испарение с поверхности воды [4].

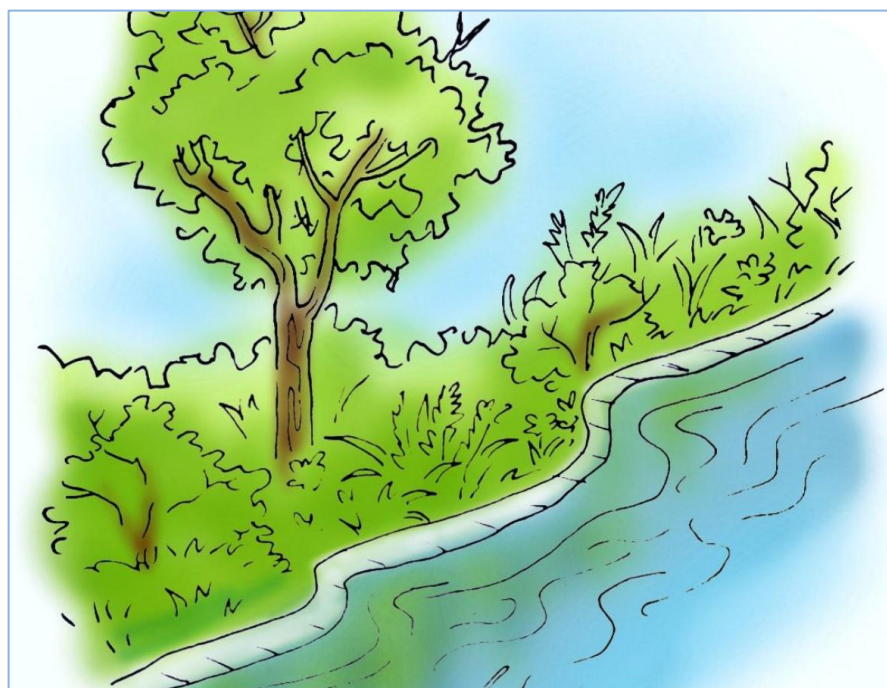


Рисунок 9

Высадка насаждений в прибрежной зоне

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении исследования территорий малых городских рек были сформулированы следующие способы обустройства данных территорий.

В зоне долины р. Сетунь предлагается проведение работ по укреплению береговой линии вследствие активной деятельности береговой эрозии; осуществление мероприятий по защите от весенних паводков и работ по благоустройству рекреационных зон, расположенных вдоль береговой линии.

На территории р. Яуза предлагается проведение восстановительных работ в зоне заболоченных пойм. Осуществление очистки долины реки от строительного мусора и удаление насыпей, оставшихся от бывшей железной дороги. Проведение работ по реставрации старинных мостов, перекинутых через реку в зоне болотных пойм.

В зоне береговой линии р. Сходня рекомендуется проведение следующих типов обустройства. Ремонт существующей дорожно-тропиночной сети и лестниц из деревянных настилов и набивных дорожек. Проведение локальных противоэрозионных мероприятия в береговой зоне р. Сходня (вне территории объекта культурного наследия регионального значения).

ВЫВОДЫ

В контексте актуальных проблем устойчивого развития современного города вопросы настоящего и будущего прибрежных территорий занимают ключевое место. В больших городах существует дефицит природной составляющей среды прибрежных зон, в то время как приоритет отдается транспортной инфраструктуре, что приводит к ухудшению экологической обстановки и лишает возможности рекреационного использования береговой полосы. В качестве объектов, на которых необходимо проведения работ по благоустройству, были выбраны малые реки гор. Москвы такие как Сетунь, Яуза, Сходня.

На территории данных объектов был выявлен ряд проблем, решением которых стало бы благоустройство прибрежной территории, а имен: береговая эрозия, оползневые склоны, загрязненные болота, а также разрушенные объекты инфраструктуры.

Предложенные методы и способы по благоустройству и восстановлению прибрежных территорий малых рек позволят сформировать новые пространства, отвечающие современным тенденциям устойчивого развития. Также они станут отвечать новым социальным запросам, удовлетворяющим принципу экологичности, архитектурного и ландшафтного своеобразия и станут способствовать улучшению качества городской среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башкин В.Н., и др. Геоэкологическая оценка состояния долины реки Сетунь на территории города Москвы // География и природные ресурсы. 2004. № 1. С. 44-51.
2. Во глубине Верхнеязских болот [Электронный ресурс]: <https://e-aleks.livejournal.com/129149.html>(дата обращения 21.02.2023).
3. Гришанин К.В., Дегтярев В.В., Селезнев В.М. Водные пути. М.: Транспорт, 1986. 400 с.
4. Инженерно-биологические работы вокруг рек и водохранилищ [Электронный ресурс]:<https://studfile.net/preview/5611413/page:2/> (дата обращения 21.02.2023).
5. Кауричев И.С., Гречин И.П. Почвоведение. М.: Колос, 1969. 543 с.
6. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1996. 335 с.
7. Никонов А.А. Подземные опасности в Москве // Природа. 2003. № 6. С. 63-69.
8. Разработка проекта генерального плана городского округа Химки раздел «Охрана окружающей среды» Пояснительная записка [Электронный ресурс]:<https://pandia.ru/text/80/371/61914-3.php> (дата обращения 21.02.2023).
9. Река Сходня [Электронный ресурс]: <http://temnyjles.narod.ru/Reki3-23.html> (дата обращения 21.02.2023).
10. Река Яуза [Электронный ресурс]: <http://verum.wiki/index.php?item=gvr:333566>(дата обращения 21.02.2023).
11. Способ рекультивации болотных земель [Электронный ресурс]:<http://allpatents.ru/patent/2437263.html/> (дата обращения 21.02.2023).
12. Суздалева А.Л., Горюнова С.В., Безносков В.Н. Техногенные скопления вод: экологические проблемы и пути их решения – Вестник Российского университета дружбы народов. Серия экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. №4. С. 107-113.

ОЦЕНКА САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И ГРУНТОВ ИССЛЕДУЕМОГО ОБЪЕКТА

Томашова А.Р.

студентка 2 курса 18 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Бузякова И.В.

кандидат геологических наук, доцент кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В статье представлен анализ оценка санитарно-химического и биологического состояния почв и грунтов на территории бывшего воспитательного дома, расположенного по адресу: г. Москва, Китайгородский проезд, вл. 9/5. В результате исследования представлены выводы и рекомендации, направленные на улучшение экологической обстановки для данной территории.

Ключевые слова: экологическая обстановка, санитарно-химическое состояние грунтов, биологическое состояние грунтов

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире проблема загрязнения окружающей среды становится все более актуальной и требует серьезных усилий для ее решения. Актуальность темы определения наличия загрязнений в почвах и грунтах в городских условиях связана с тем, что городские территории находятся под особым воздействием техногенных факторов. Они оказывают существенное влияние на качество почв и грунтов, что приводит к возрастанию уровня загрязнения. Это имеет негативные последствия для здоровья людей, животных и растительного мира, а также может привести к экологической катастрофе.

Поэтому целью данного исследования является анализ содержания загрязнений в почвах и грунтах на территории, расположенной по адресу: г. Москва, Китайгородский проезд, вл. 9/5 и разработке рекомендаций по улучшению экологической ситуации. Это позволит обеспечить безопасность жизнедеятельности горожан и улучшить состояние компонентов окружающей среды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данном исследовании методика анализа базируется на теоретических и эмпирических методах: взятие проб грунтов и почв и их анализ в лабораториях, изучении, синтезе и анализе,

сопоставлении и обобщении литературных источников, научного опыта авторов по исследованиям и оценке санитарно-химического и биологического состояния грунтов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки степени опасности загрязнения почвы и грунта использовалась оценочная шкала в соответствии с МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест»[1] и СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы»[2]. Исследования и оценка санитарно-химического состояния почв и грунтов на содержание бенз(а)пирена проведены на основании ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»[3].

Поскольку в настоящее время значение ПДК нефтепродуктов в почве и грунте не нормировано, для ориентировочной оценки степени загрязнения почвы и грунта можно воспользоваться документом «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (письмо Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 27 декабря 1993 г. № 04-25/61-5678[4]).

Пробы для исследования отбирались по стандартной схеме на пробной площадке из одного или нескольких слоев или горизонтов методом конверта, по диагонали, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы, согласно требованиям нормативов [2, 5-6].

В обследуемых грунтах в слое 0,0-3,0 м установлено превышение санитарных норм ПДК по содержанию тяжелых металлов и мышьяка, в остальных пробах в слое 3,0-15,0 м без превышений.

Почвы и грунты на территориях, прилегающих к автомагистралям, испытывают регулярное химическое загрязнение тяжелыми металлами, нефтепродуктами и полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), которые содержатся, главным образом, в газопылевых выбросах автотранспорта. Поэтому уровень химического загрязнения этих участков довольно высок.

Содержание бенз(а)пирена в исследуемых пробах почвы (грунта) превышает ПДК (0,02 мг/кг) в слое 0,0-0,2 м в пробах № 3, 9-1, 10-1 и в слое 0,2-1,0 м в пробах № 9-2, по рассматриваемому показателю почва соответствует категории загрязнения «чрезвычайно опасная»; в слое 0,0-0,2 м в пробах № 6, 7, в слое 0,2-1,0 м в пробе 10-2 и в слое 1,0-2,0 м в пробах 9-3, 10-3, по рассматриваемому показателю почва соответствует категории загрязнения «опасная»; в слое 0,0-0,2 м в пробах 1,2,8, в слое 2,0-3,0 м в пробе 10-4, в слое 2,0-3,0 м в пробах 9-4, 10-4, по рассматриваемому показателю почва соответствует категории загрязнения

«допустимая»; в остальных пробах по рассматриваемому показателю почва соответствует категории загрязнения «чистая».

Яйца и личинки гельминтов не выявлены. Специальной дезинфекции не требуется. По бактериологическим и паразитологическим показателям почва относится к категории загрязнения «чистая».

ВЫВОДЫ

Анализ санитарно-химического и биологического состояния почв и грунтов на исследуемой территории показал, что в верхних слоях почв, обнаружены значительные превышения предельно допустимых концентраций бенз(а)пирена. Категория загрязнения, соответствующая этим данным, определена как «чрезвычайно опасная» согласно нормативным данным.

Таким образом, можно утверждать, что данный вид загрязнения представляет угрозу для экосистемы (отравление почвы, загрязнение грунтовых вод, биологическая аккумуляция) и человеческого здоровья (риск развития рака) на данной территории. Дополнительные меры по санитарной очистке и мониторингу состояния почв и грунтов являются необходимыми для минимизации рисков и обеспечения безопасности среды обитания.

Удаление бензапирена из почвы и грунта может быть сложным процессом, который требует специализированного оборудования и экспертизы.

Некоторые методы, которые могут использоваться для очистки почвы и грунта от бензапирена, включают:

1. Термическая десорбция (также известная как термическая вакуумная десорбция) — это метод, при котором почва подвергается нагреванию до высокой температуры, чтобы испарить бензапирен, который затем удаляется из почвы путем всасывания вакуумом.

2. Биоремедиация — это метод, при котором живые микроорганизмы (например, бактерии грибов) используются для расщепления бензапирена на менее вредные соединения. Например, бактерии могут использоваться для превращения бензапирена в диоксид углерода и воду.

3. Химическая окислительная десорбция — это метод, при котором на почву наносится окислительное вещество, которое окисляет бензапирен и превращает его в менее вредные соединения, которые затем можно удалить из почвы.

4. Фиторемедиация — это метод, при котором растения используются для удаления бензапирена из почвы путем его абсорбции и метаболизма. Растения, такие как подсолнечники или конопля, могут быть использованы для этой цели[7].

Важно отметить, что каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода должен основываться на характеристиках конкретной ситуации и наличии специалистов, которые могут оценить эффективность каждого метода

Результаты данного исследования подчеркивают важность контроля за загрязнением почв и грунтов канцерогенными веществами, включая бензапирен, и необходимости принятия мер по их очистке и минимизации будущего загрязнения. Это критически важно для защиты здоровья человека и окружающей среды. Следует отметить, что ремедиация загрязненных почв является сложным и долгосрочным процессом, который может потребовать значительных усилий и времени. Тем не менее, необходимо предпринимать меры для предотвращения дальнейшего загрязнения и защиты окружающей среды в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические указания МУ 2.1.7.730-99 "Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест" утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 7 февраля 1999 г. Дата введения: 5 апреля 1999 г. Дата актуализации: 01.01.2021 – URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294849/4294849837.htm> (дата обращения 22.02.2023). – Текст: электронный.

2. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы», утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации Г.Г. Онищенко 16 апреля 2003 г. Дата введения: 15.06.2003. Дата актуализации: 01.01.2021 - URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294844/4294844917.htm> (дата обращения 22.02.2023). – Текст: электронный.

3. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 19 января 2006 г. Дата введения: 01.04.2006. Дата актуализации: 01.01.2021 - URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293850/4293850511.htm> (дата обращения 22.02.2023). – Текст: электронный.

4. Письмо Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, от 27 декабря 1993 г. № 04-25/61-5678- URL:https://rulaws.ru/acts/Pismo-Minprirody-Rossii-ot-27.12.1993-N-04-25_61-5678/(дата обращения 22.02.2023). – Текст: электронный.

5. ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». Термины и определения: введен приказом Федерального агентства по техническому

регулированию и метрологии от 1 июня 2018 г. № 302-ст: дата введения 01-01-2019 - URL:<https://meganorm.ru/Data/692/69274.pdf>(дата обращения 22.02.2023). – Текст: электронный.

6.ГОСТ17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Термины и определения: введен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 апреля 2018 г. № 202-ст: дата введения 01-01-2019 - URL:<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293737/4293737734.pdf>(дата обращения 22.02.2023). – Текст: электронный.

7.EnvironmentalProtectionAgencyUnitedStates: официальный сайт правительства США. - Washington, D.C. - URL: <https://www.epa.gov/>(дата обращения 22.02.2023). – Текст: электронный.

УСТАЛОСТНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Парфенов С. А.

студент 1 курса 9 группы ИПГС НИУ МГСУ

Научный консультант: Алисултанов Р. С.

старший преподаватель кафедры ИИиГЭ НИУ МГСУ

Аннотация

Навесные фасадные системы находят все более широкое распространение при строительстве жилых зданий. Они применяются для снижения теплопотерь по внешнему контуру здания. НФС представляет собой теплоизоляционный материал, закрепляемый на внешней поверхности ограждающих конструкций. Для защиты от механических повреждений поверх теплоизоляции устраивается металлический каркас с закрепленными на нем керамическими плитками. Крепление каркаса к стеновым конструкциям осуществляется с помощью пластиковых дюбелей с отверстием по оси дюбеля в которое вворачивается шуруп раздвигающий пластик в радиальном направлении и тем самым обеспечивающий крепление анкера в отверстии, пробуренном в стеновом материале.

Таким образом анкер является несущим элементом, на который передается нагрузка от собственного веса НФС, а также нагрузка, связанная с климатическими воздействиями. Основным климатическим воздействием, рассматриваемом в данной работе, является ветровое воздействие.

Ветровое воздействие вызывает изменение нагрузки на дюбель. Циклическое многократное изменение нагрузки приводит к накоплению усталостных повреждений в материале конструкции приводящем, в конечном счете, к мгновенному разрушению конструкций.

Изучение процессов, приводящих к усталостному разрушению посвящено настоящее исследование.

Ключевые слова: Циклические воздействия, усталость анкера.

ВВЕДЕНИЕ

Современное строительство характеризуется с одной стороны-усложнением конструктивных элементов, с другой стороны снижением затрат как на возведение конструкций, так и на эксплуатацию. Одним из существенных факторов эксплуатационных

затрат являются затраты на отопление здания. Освоение северных широт подразумевает в том числе и возведение сооружений различного назначения: промышленных и гражданских. Очевидно, что затраты на их теплоснабжение оказываются выше, чем затраты в аналогичных сооружениях, расположенных в более теплых широтах. Однако затраты на отопление оказываются существенными и в этих широтах.

Снижение затрат на отопление может идти по нескольким направлениям. Это, во-первых, снижение поверхности ограждающих конструкций за счет более рациональной компоновки, во-вторых, улучшение теплоизоляционных свойств конструкций ограждающих стен.

Одним из способов улучшения теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций является применение навесных фасадных систем (НФС). Как правило конструкции НФС представляют собой теплоизоляционный и пароизоляционные слои, защищенные от внешнего воздействия жесткими элементами, закрепленными на несущем каркасе. Сам каркас крепится к несущим конструкциям посредством анкерных дюбелей. Дюбель устанавливается в заранее пробуренное отверстие. Его работа на вырыв обеспечивается за счет распора дюбеля в отверстии специальным шурупом. Вырыв дюбеля из отверстия, может привести к разрушению НФС и связанным с этим экономическим потерям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Следует заметить, что проводимые исследования посвящены статической прочности анкера и не учитывают его усталостные повреждения, возникающие в следствии периодических ветровых воздействий. Заметим, что при ветровом воздействии в зависимости от его направления в анкере возникают знакопеременные осевые усилия.

К сожалению, знакопеременные воздействия, хорошо изученные в машиностроении [1-3] и получившие название усталостные воздействия мало изучены применительно к анкерным дюбелям и, в частности, к дюбелям применяемым для крепления НФС. Напротив, усталость материалов, зависящая от числа циклов нагружения [3-5], хорошо известна в машиностроении

При возрастании количества циклов нагружения, действующих на материал конструкции, в нем происходят изменения различного рода. При малом количестве циклов нагружения и при значительных напряжениях в испытуемом образце возникают пластические деформации, проявляемые в развитии микротрещин. При снижении действующих в образце механических напряжений и при увеличении количества циклов нагружения более чем до 100000 в испытуемом образце пластические деформации отсутствуют. Однако происходит накопление повреждений на кристаллическом уровне.

Так, немецкий ученый Август Веллер впервые получил зависимость между механическими напряжениями σ , действующими в испытуемом образце, и количеством циклов нагружения N которое выдерживает образец до разрушения $\sigma_{-1}^m N = const$, где m показатель степени.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве графической иллюстрации на Рис. 1 приведены некоторые типы усталостных кривых: *а*-материал обладающего пределом выносливости σ_{-1} ; *б*-с условным пределом выносливости; *в*-при отсутствии предела выносливости.

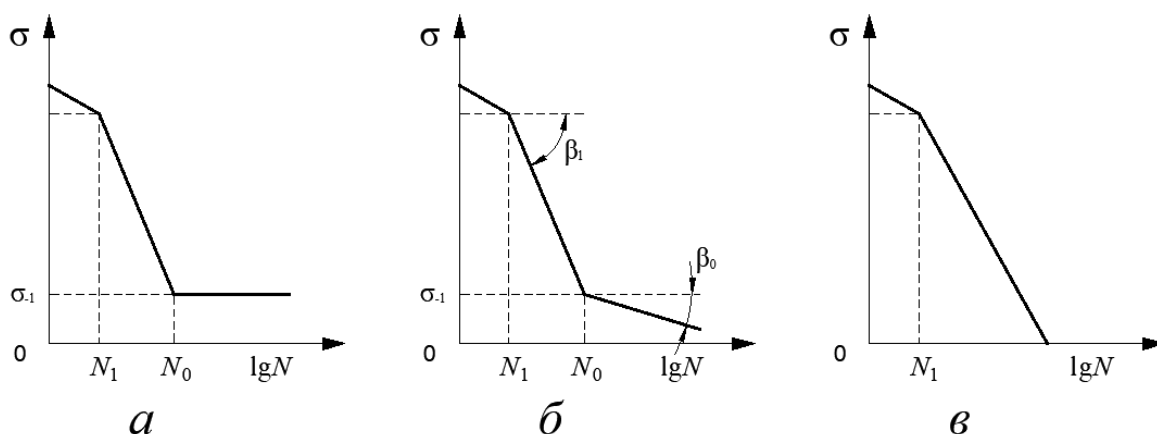


Рисунок 1. Усталостные кривые:

а – материал обладающего пределом выносливости σ_{-1} ; *б* – с условным пределом выносливости; *в* – при отсутствии предела выносливости.

С точки зрения усталостной прочности наиболее изучены металлы. Однако, в последнее время, в связи с использованием пластмасс в качестве конструкционных материалов проведены исследования усталостной прочности пластмасс.

Работа [6] позволяет выдвинуть гипотезу об отсутствии предела выносливости для пластиков, что характеризуется отсутствием горизонтального участка на кривых Велера.

К такому же выводу приходят авторы [6--7] при испытании композиционных материалов. В таблице 1 отражены сведения о усталостной прочности бетона.

На рисунке 2 дана графическая интерпретация данных таблицы 1. Так на рисунке 2а проведена усталостная кривая–кривая Велера, построенная по всей совокупности данных. Степень достоверности результата $R_A^2 = 0,9617$. На рисунке 2б представлена интерпретация той же совокупности данных, но разбитых на два участка. Участок малоциклового усталости из точек 1,2,6 и участок многоциклового усталости из точек 2,3,4,5,7. Степень достоверности для линии малоциклового усталости составляет $R_{B_1}^2 = 0,9902$, что значительно выше достоверности линии полученной по всем точкам. Достоверность линии многоциклового усталости

$R_{B_2}^2 = 0,9459$. Анализируя приведенные на рисунке 2б графики можно сделать предварительный вывод о наличии как малоциклового, так многоциклового усталости.

Таблица 1. Результаты усталостных испытаний бетона

| N ТОЧКИ | Σ_{MAX} | Σ_{MIN} | $\Delta\Sigma$ | LGN | $\text{LG}\Delta\Sigma$ |
|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------|--------------|-------------------------|
| 1 | 235,87 | 78,62 | 157 | 2,68 | 2,20 |
| 2 | 204,00 | 68,00 | 136 | 4,64 | 2,13 |
| 3 | 180,00 | 60,00 | 120 | 4,97 | 2,08 |
| 4 | 144,90 | 48,30 | 97 | 6,35 | 1,99 |
| 5 | 176,68 | 58,89 | 118 | 5,30 | 2,07 |
| 6 | 233,50 | 77,84 | 156 | 3,15 | 2,19 |
| 7 | 166,20 | 55,40 | 111 | 5,78 | 2,05 |

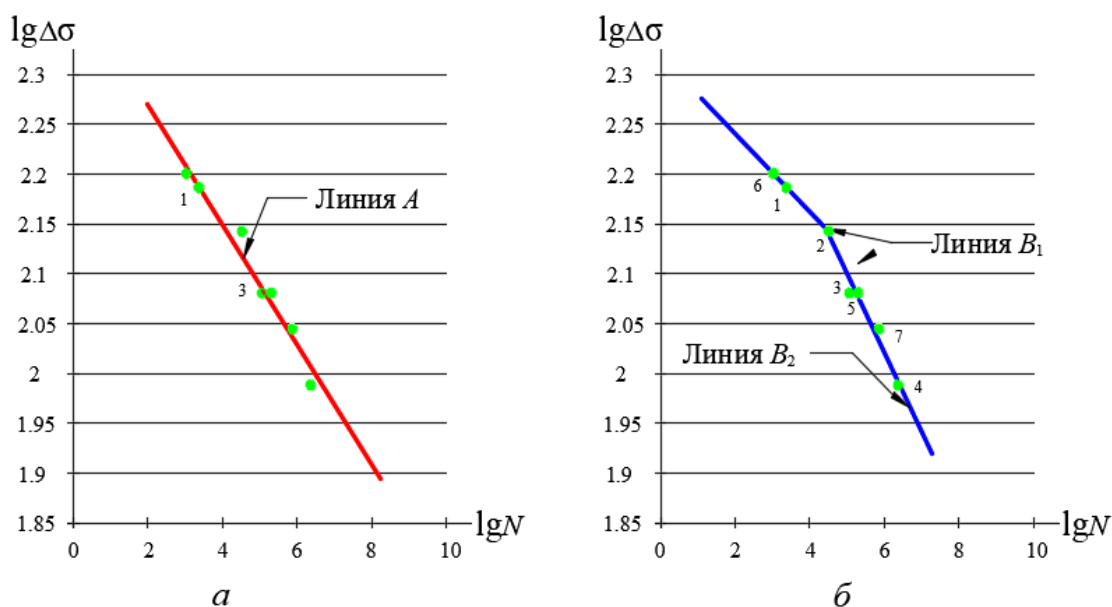


Рисунок 2. Интерпретация кривых усталости по результатам испытания бетона

a – усталостная кривая по всей совокупности данных – Линия А

$б$ – усталостные кривые в виде малоциклового B_1 и многоциклового B_2 усталости

Представленные на рисунке 2б графики усталостной прочности бетона полностью совпадают с традиционным представлением о усталости нашедшим свое отражение на графиках, представленных на рисунке 1. Принципиально то, что перелом в кривых усталости наступает при количестве циклов нагружения $N_1=10^3 \div 10^5$, что соответствует переходу от малоциклового усталости сопряженной с пластическими деформациями, к многоциклового

усталости в зоне упругих деформаций. Перелом в кривых усталости в нашем случае наступает при количестве циклов нагружения $N=10^5$. Это соответствует крайнему значению N_1 . Из этого может быть сделан вывод о том, что переход от малоциклового к многоциклового усталости для бетонов лежит в зоне 10^4-10^6 циклов.

Основываясь на приведенных выше результатах экспериментальных исследований, были проведены дополнительные исследования циклической прочности собственно анкерного дюбеля. Важно заметить, что анкер представляет собой пластиковую втулку, разжимаемую в стеновом материале в бетоне, в кирпиче, в пенобетоне или в другом стеновом материале. Для получения исходных данных для расчета анкерных креплений на стадии проведения настоящих исследований был использован, в качестве стенового материала, пенобетон. Для проведения статических испытаний на вырыв анкера было изготовлено 10 пенобетонных элементов, в которые закреплялись анкеры. После их закрепления пенобетонный блок с анкером устанавливался на специализированный пресс. При вырыве анкера автоматика прессы фиксировала усилие вырыва. Результаты статических испытаний даны в таблице 2.

Таблица 2. Результаты статических испытаний анкера на вырыв из пенобетона

| Вырыв пенобетон, статика | |
|---------------------------------|------|
| № | кН |
| 1 | 3,78 |
| 2 | 3,26 |
| 3 | 3,51 |
| 4 | 3,32 |
| 5 | 3,47 |
| 6 | 3,83 |
| 7 | 3,32 |
| 8 | 3,39 |
| 9 | 3,54 |
| 10 | 3,83 |
| Среднее значение | 3,52 |
| Среднее квадратичное отклонение | 0,22 |
| Коэффициент Стьюдента 0,95 | 2,26 |
| Вариация % | 6,14 |
| Доверительный интервал | 0,49 |
| Обеспеченность | 3,03 |

После проведения статических испытаний были проведены циклические испытания анкера на усталостную прочность. Результаты этих испытаний представлены в таблице 3, а их графическая интерпретация отражена на рисунке 3.

Таблица 3. Результаты циклических испытаний на вырыв анкера из пенобетона.

| № | Нагрузка [кг] | Относительная нагрузка P_i/P_{max} | Количество циклов нагружения до разрушения N | $\lg\left(\frac{P_i}{P_{max}} \cdot 100\right)$ | $\lg N$ |
|---|---------------|--------------------------------------|--|---|---------|
| 1 | 352 | 1 | 1 | 2,00 | 0 |
| 2 | 303 | 0,861 | 630 | 1,93 | 2,80 |
| 3 | 272,7 | 0,775 | 37378 | 1,89 | 4,57 |
| 4 | 242,4 | 0,689 | 160260 | 1,84 | 5,20 |
| 5 | 212,1 | 0,603 | 1115018 | 1,78 | 6,05 |

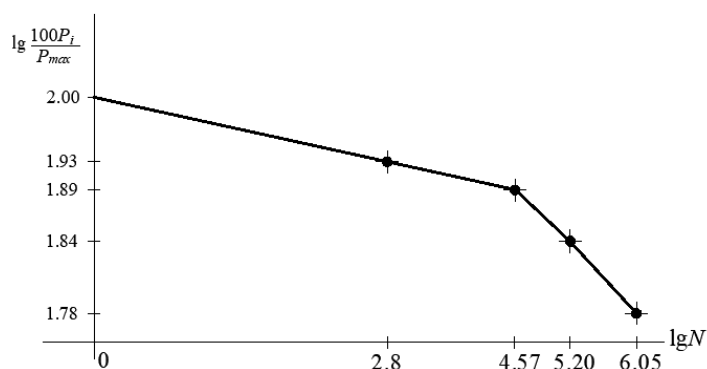


Рисунок 3. Графическая интерпретация результатов циклических испытаний анкера.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты коррелируются с результатами испытаний бетонов, представленными на рисунке 2б и описанными выше.

Совпадение точки перелома полученных кривых усталости Велера с кривыми усталости бетона по количеству циклов нагружения, а именно $N=10^5$ позволяет сделать предварительный вывод о том, что разрушение происходит не по пластику дюбеля, а по бетону стенового материала.

Окончательный вывод может быть сделан после проведения дополнительных исследований циклической прочности анкерного дюбеля. При этом целесообразно провести эксперимент по вырыву анкера при циклическом нагружении из различных материалов. Кроме того, целесообразно проведение исследования анкера после вырыва на предмет изменения его

геометрии, а также исследование изменения диаметра отверстия вследствие циклических воздействий приведших к вырыву анкера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алисултанов Р.С., Олейников А.В., Срывкова М.В., Прошин М.Ю. Исследование нагрузочной способности фасадного анкерного дюбеля, извлекаемого из стальной втулки//Вестник МГСУ. 2015. №10. С.7–19.

2. Rubtsov I., Alisultanov R., Zinatullin A., Midrigan N. Detection of fatigue damage in long-span reinforced concrete structures // В сборнике: MATEC Web of Conferences 2018. С. 03010.

3. Rubtsov O., Alisultanov R., Rogova N. Selection of tachymetry spacing in the process of monitoring of construction projects //В сборнике: E3S Web of Conferences 2019. с. 03027.

4. Цыкановский Е.Ю., Алисултанов Р.С., Олейников А.В., Каган М.Л., Пеков И.А. Выявление анизотропии прочностных показателей пенобетонных блоков, используемых для возведения стены под навесные фасадные системы // Вестник МГСУ. 2015. № 8. С. 92–100.

5. Белостоцкий А.М., Акимов П.А., Павлов А.С., Кайтуков Т.Б., Афанасьева И.Н. О разработке, исследовании и верификации корректных численных методов решения нелинейных задач деформирования, устойчивости и закритического поведения тонкостенных оболочечно–стержневых конструкций // Строительная механика и расчет сооружений. 2014. № 5 (256). С. 7–13.

6. Алисултанов Р.С., Олейников А.В., Пятницкая Т.А., Лушников А.А. Предпосылки к выявлению закономерностей усталостной прочности анкерного крепления навесных фасадных систем//Вестник МГСУ. 2016. № 4. С. 7–16.

7. Varavka V.N., Kudryakov O.V., Ryzhenkov A.V. Multilayered nanocomposite coatings for anti-erosive protection/В книге: Piezoelectrics and Nanomaterials: Fundamentals, Developments and Applications 2015. С. 105–132.

СЕКЦИЯ ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ЕМКостей НА ТЕРРИТОРИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ

Анахаев К.О.

студент 4 курса 37 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Батманов С.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Аннотация

Автозаправочной станцией (далее АЗС), называют комплекс зданий (сооружений), основным функциональным предназначением которого служит заправка транспортных средств моторным топливом. Современные автозаправочные станции, в соответствии с нормативными документами (НПБ 111-98 и СП 156.13130.2014) разделяют на следующие типы: традиционные, многотопливные, блочные, модульные. В работе рассматривается пожарная опасность подземного резервуара с топливом, в составе традиционной АЗС.

Технологические системы традиционных АЗС рассчитаны на заправку ТС только жидким топливом. Для хранения нефтепродуктов используются одно- или многосекционные резервуары, располагаемые под землей. К потребителям нефтепродукт поступает через ТРК.

Автозаправочная станция включает в себя пять основных элементов:

- Резервуар для АЗС. Это металлическая емкость, в которой хранится топливо и горюче-смазочные материалы (ГСМ), в свою очередь они могут быть надземными и подземными.
- Насосное оборудование. Устройства, предназначенные для наполнения резервуаров и переливания топлива из емкости в бак/цистерну автомобилей.
- Трубопроводная магистраль. Предназначена для соединения пунктов раздачи с тарой, в которой хранятся ГСМ.
- Колонки. Представляют собой емкости разного размера, оснащенные машинными заправочными устройствами.
- Контрольно-измерительный комплекс приборов. Служит устройством постоянного отслеживания рабочего состояния подсоединенного оборудования для выявления и предотвращения аварийных ситуаций.

Подземные горизонтальные резервуары выпускаются в одностенном и двустенном исполнении. Преимущественно используются подземные емкости с двойной стенкой. Пространство между внутренней и наружной стенками заполняется жидкостью – более плотной, чем хранимое в резервуаре топливо (тосолом, этиленгликолем), или азотом. Так что,

если внутренняя стенка емкости и получит повреждение, то топливо наружу не вытечет. Стандартные объемы горизонтальных цилиндрических подземных резервуаров для АЗС – от 3 до 100 м³. Для хранения различных видов топлива используют многокамерные резервуары – с несколькими отсеками внутри. Такие резервуары устанавливаются ниже уровня, до которого промерзает грунт, на глубину до 7 м. Это предохраняет содержимое резервуаров от замерзания при их эксплуатации в низкотемпературных режимах, а главное – защищает резервуары от повреждения, обеспечивает взрыво- и пожаробезопасность. В таблице 1 представлены показатели пожаровзрывоопасности моторных топлив.

Таблица 1. Показатели пожаровзрывоопасности моторных топлив

| Показатель | Бензин | Дизельное топливо | Сжиженные углеводородные газы |
|--------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|
| Плотность, кг/м ³ | 710-760 | 830-870 | 413-415 |
| Температура кипения, °С | 32-215 | 180-360 | -162 |
| Теплота сгорания (низшая), МДж | 44,0 | 42,5 | 48,9-50,1 |
| Октановое число | 66-85 | - | 100-105 |
| Цетановое число | 8-14 | 45-55 | 10-12 |
| Давление насыщенных паров, кПа | 66,7-93,3 | 25-55 | 500-1600 |

Подземные резервуары оснащаются специальным оборудованием, к ним относятся: дыхательные клапаны, сливные и заливные патрубки, замерный люк, датчики и сигнализаторы уровня и т. д. Одной из главных проблем эксплуатации резервуаров является выброс паров наружу при наполнении и опорожнении, а также при колебаниях температуры окружающей среды, что в свою очередь может привести к опасным последствиям.

Существует несколько способов уменьшения выброса паров, одним из них является установка дыхательного клапана.

Дыхательный клапан снижает потери бензина от испарения, открывается под действием избыточного давления 2 – 20 кПа, величина которого зависит от толщины стенок, прочности материала, объема резервуара. В комбинированных дыхательных клапанах кроме клапана, открывающегося под избыточным давлением, имеется второй клапан, который открывается под действием разрежения. Вакуумметрическое давление, при котором клапан открывается, составляет 0,2 – 1,05 кПа. Чем больше объем резервуара, тем меньше давление срабатывания клапана избыточного давления и разрежения. Снижение давления связано с прочностью резервуара.

Следующим способом решения данной проблемы является установка на АЗС оборудования для улавливания и возврата (рекуперации) паров. Построение автозаправочной станции с системой рекуперации паров позволяет преодолеть экологические барьеры при проектировании АЗС и позволяет снизить потери топлива на испарение. В настоящее время существует две системы газозаврата (рециркуляции):

- вакуумная - с использованием вакуумного электронасоса и имеющая широкое распространение ввиду наличия предложений от производителей оборудования;
- балансовая - уникальная по своей простоте, сущность которой состоит в вытеснении паров нефтепродуктов из бензобака давлением, создаваемым поступающим в него топливом.

Используемое оборудование позволяет избежать появления турбулентных потоков и стабилизировать процесс налива, превратив его из турбулентно-кипящего в спокойно-ламинарный. При этом скорость налива бензина не уменьшается. Для разделения воздуха и паров бензина используются специальные устройства, а после разделения бензин возвращается обратно в резервуар, а чистый воздух выходит в атмосферу. Принцип действия таких устройств основан на разнице давления в разных частях системы.

Система флегматизации – комплекс оборудования, обеспечивающий защиту от возможного воспламенения паровоздушной смеси внутри технологического оборудования. Флегматизация осуществляется путем наполнения инертным газом свободного пространства резервуара или оборудования технологической линии. Совмещенная система флегматизации снижает до минимума периодичность срабатывания дыхательной аппаратуры за счет увеличения объема газообменной системы, что позволяет снизить выброс паров в атмосферу.

Подводя итог, можно сказать, что подземные резервуары являются местами повышенной опасности, которые требуют внимания. Для того что бы свести к минимуму аварии, необходим комплексный подход и использование всех возможных способов защиты этого объекта, так же немаловажным является регулярное техническое обслуживание оборудования и соблюдение правил эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 156.13130.2014 «Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности»
2. НПБ 111-98* «Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности»
3. *Зоря Е.И.* Автоматические автозаправочные станции [Текст] : [справочное пособие] / Е. И. Зоря, А. С. Хабаров, А. Л. Яковлев. - Москва : Недра, 2014. - 131 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АВАРИЙНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Горбунов Н. А.

студент 4 курса 37 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Батманов С. В.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Аннотация

Системы аварийной вентиляции производственных помещений, рассматриваются как основной способ снижения взрывоопасности технологических процессов. При размещении таких помещений в составе общественного здания необходимо исключить их взрывоопасность. На примере помещения для зарядки тяговых аккумуляторных батарей электромашин будет смоделирован процесс работы вытяжной аварийной вентиляции. Для моделирования применяется программный комплекс FDS. Программный продукт FDS может рассматривать динамику продуктов сгорания, температуру, а также рассеивание газообразного водорода под действием конвективной диффузии.

В качестве расчётного сценария принимали помещения зарядки аккумуляторов ($V_{п} = 83,65 \text{ м}^3$) с постоянным выделением газообразного водорода. Расчет по методике СП 12.13130.2009 показал, что при единовременной зарядке 6-ти аккумуляторов DEKA 9C12, в течении часа, в помещение поступит $0,686 \text{ м}^3$ водорода, при этом избыточное давление взрыва составит $7,34 \text{ кПа}$. Граничным значением до взрывоопасной среднеобъемной концентрации водорода в помещении принимали 4%.

Планировка этажа с учетом помещения зарядки батарей представлена на рисунке 1 (помещение обозначено цветом).

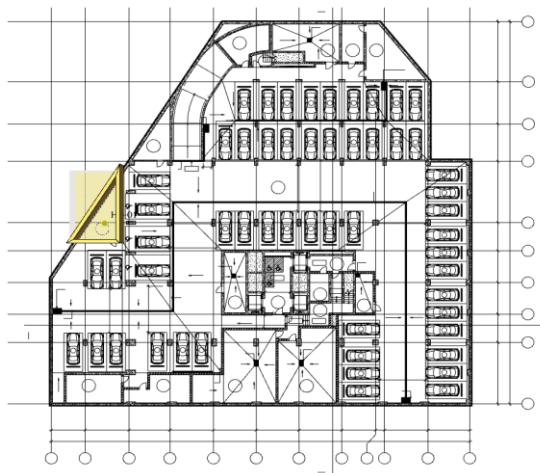


Рисунок 1. Планировка этажа и помещение зарядки батарей

Геометрия расчетной области и измерительные устройства представлены на рисунке 2.

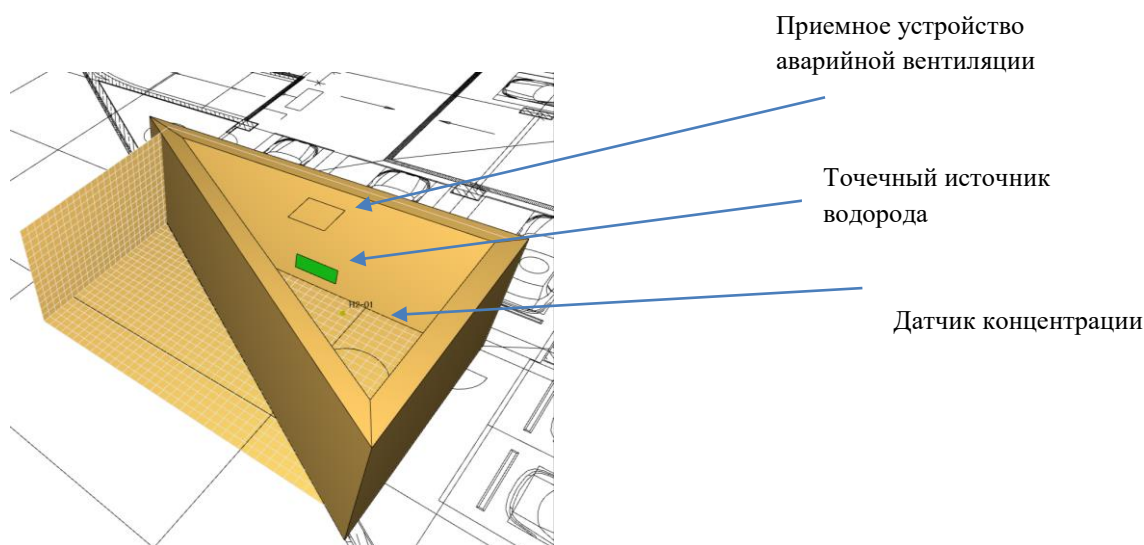


Рисунок 2. Расчетная область помещения зарядной

Результаты расчетов представлены на рисунках 3-5. При этом, на рисунке 3 представлено моделирование процесса выделения водорода на высоте 1,7 м без учета аварийной вентиляции

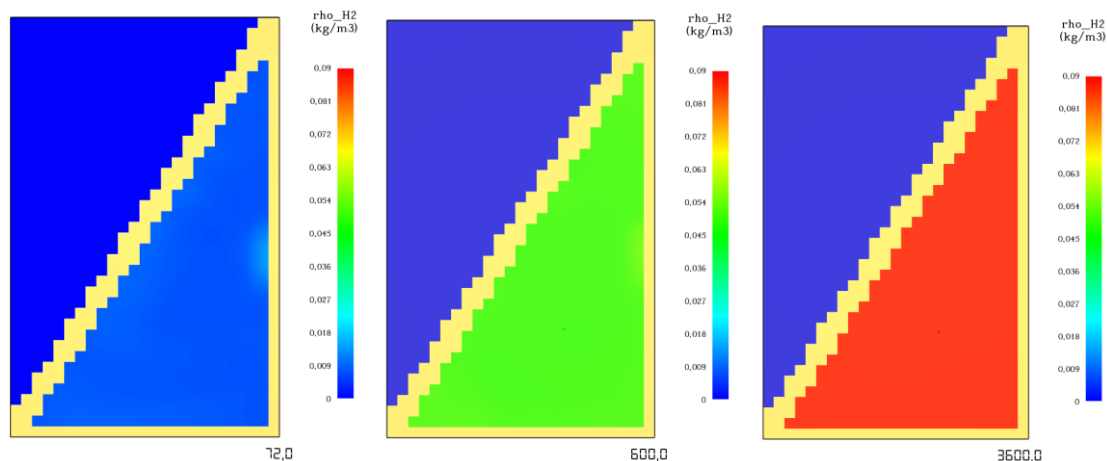


Рисунок 3. Распределение водорода при отсутствии вентиляции

Моделирование с учетом вентиляции показывает, что при кратности воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, равной 2 ч^{-1} количество водорода значительно уменьшается и не достигает взрывоопасной концентрации (на рисунке 4).

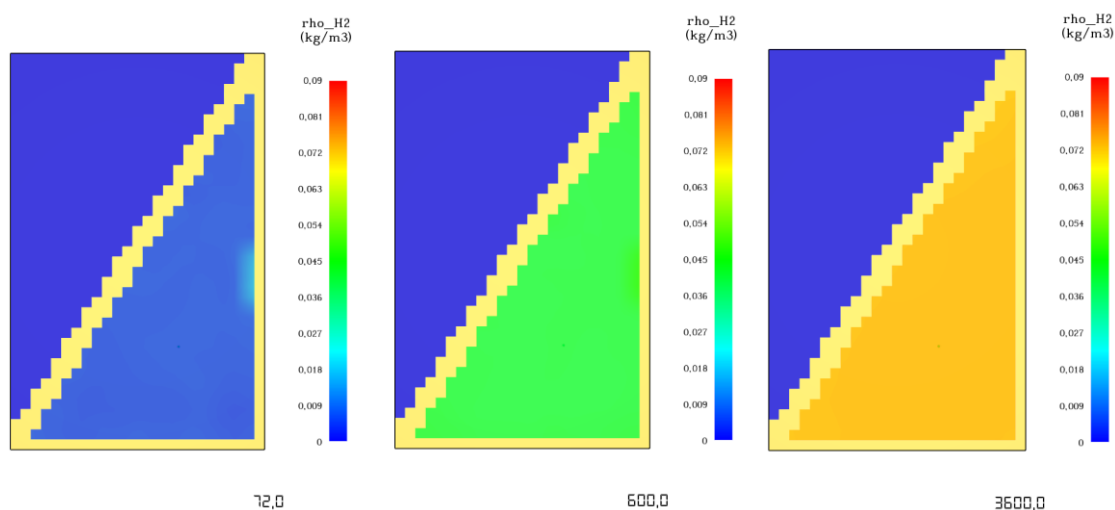


Рисунок 4. Распределение водорода при вентиляции 2 ч^{-1}

Моделирование с учетом вентиляции показывает, что при кратности воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, равной 3 ч^{-1} количество водорода значительно уменьшается и не достигает взрывоопасной концентрации (рисунок 5).

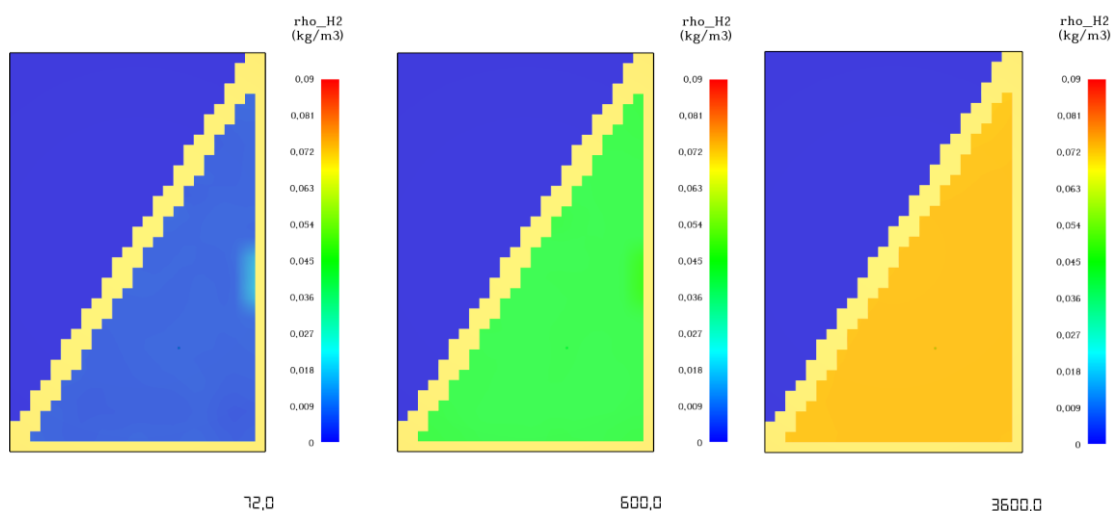


Рисунок 5. Распределение водорода при вентиляции 3 ч^{-1}

В результате расчетов установлено, что вентиляция помещений аккумуляторных должна обеспечивать 5-ти кратным воздухообменом, для обеспечения до взрывоопасной концентрации водорода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Научный журнал «Fire Safety Journal Simulating, Fire dynamics in multicomponent pool fires».
2. Руководство пользователя «FireRisk», И.Н. Карькин, г. Екатеринбург.
3. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении, Кошмаров Ю.А.
4. Пособие по применению СП12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЯ УЧЕБНОГО КОРПУСА НА 350 МЕСТ

Ивонтьев А.А.

студент 4 курса 37 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Смирнов В.В

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Актуальность работы обусловлена имеющимися статистическими данными о пожарах; условиями применения актуализированных нормативных документов в сфере средств пожарной автоматики и систем пожаротушения и большой численностью людей в здании, большинство из которых дети.

Основные статические данные о пожарах в зданиях учебных корпусов на территории РФ в 2019-2021г.г приведены в таблице 1.

Таблица 1. Статические данные о пожарах в зданиях учебных корпусов в 2019-2021г.г.

| Класс ФПО, год | Кол-во пожаров, ед. | Погибло людей, чел. | Травмировано людей, чел | Прямой ущерб, млн.руб. |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Ф 4.1 2021 г. | 224 | 0 | 9 | 27,93 |
| Ф 4.1 2020 г. | 190 | 1 | 9 | 24,58 |
| Ф 4.1 2019 г. | 232 | 1 | 1 | 34,67 |

Согласно приведенной статистике, в общеобразовательных зданиях наблюдается увеличение количества пожаров в России и прямого ущерба от них, а также увеличение числа людей, получивших травму. Отравление токсичными продуктами горения является основной причиной гибели и травмирования людей при пожаре. При достижении критических значений опасных факторов пожара на путях эвакуации отсутствует возможность безопасной эвакуации людей из здания.

Цель работы - Проектные решения по обеспечению пожарной безопасности здания учебного корпуса на 350 мест, расположенного по адресу: г. Москва, р-н Тропарёво-Никулино, ул. Академика Анохина, влд. 40, корп. 2, на основе разработки систем пожаротушения и пожарной автоматики, которые в зависимости от разработанного при их проектировании алгоритма должны обеспечивать своевременное автоматическое обнаружение пожара, подачу управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре и управления

эвакуацией людей, приборы управления установками пожаротушения, технические средства управления инженерным и технологическим оборудованием.

Данная цель реализуется с помощью решения следующих **задач**:

1. Анализа требований нормативных документов в области пожарной безопасности и здания общеобразовательного учреждения.

2. Оценка соответствия требованиям пожарной безопасности генерального плана объекта, объемно-планировочных и конструктивных решений, эвакуационных путей и выходов здания, наружного противопожарного водопровода[2].

3. Разработки проектных решений автоматической установки пожарной сигнализации с учётом требований нормативных документов [6].

4. Разработки проектных решений системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре [4].

5. Разработки проектных решений автоматической установки газового пожаротушения [8].

6. Разработки организационно-технических мероприятий на стадии эксплуатации объекта, в том числе и систем пожарной автоматики, оповещения и управления эвакуацией и пожаротушения.

Новизна планируемых результатов.

Единичная неисправность линий связи в одной части объекта не влияет на работоспособность системы в других частях объекта и на возможность отображения сигналов о работе системы пожарной автоматики на пожарном посту.

Практическая значимость.

Системы противопожарной защиты обеспечат защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничение его последствий.

Уровень востребованности.

Востребованность систем автоматического пожаротушения и пожарной автоматики определяется - действующими нормативными документами, которые предписывают применение таких систем на объекте.

Объемно-планировочные решения учебного корпуса продиктованы технологическим заданием на проектирование и соответствует градостроительным требованиям к участку для застройки.

Здание учебного корпуса предназначено для размещения в нем школы. В архитектурном плане объект представляет собой Г-образное, трехэтажное здание с подвалом, расположенным под зданием. Габариты здания в осях 60,15 м x 57,10 м.

Степень огнестойкости здания - II.

Класс пожарной опасности строительных конструкций – К0.

Класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Класс функциональной пожарной опасности - Ф 4.1.

Основной вход в здание для детей, посетителей и персонала расположен с северной стороны. При входе запроектирован вестибюль, к нему примыкают гардеробные для учеников и помещения охраны с пожарным постом, зона ожидания для посетителей, санузел для МГН и гардероб для персонала.

Эвакуация людей с надземных этажей здания предусмотрено в две лестничные клетки типа Л1 [2. п.4.4.15].

Все лестничные клетки имеют выход непосредственно наружу на прилегающую к зданию территорию [2. п.4.1.11].

Высота пути эвакуации по лестничной клетке не менее 2,2 м.

Ширина лестничных площадок предусмотрена не менее ширины марша. Двери, входящие на лестничную клетку, в максимально открытом положении не уменьшают требуемую ширину лестничных площадок и маршей [2. п.4.4.2].

Ширина пути эвакуации по лестницам в лестничных клетках предусматривается в надземной части - не менее 1,35 м [2. п.7.1.3].

Высота эвакуационных выходов в свету предусмотрена не менее 1,9 м [2. п.4.1.18].

Ширина эвакуационных выходов в свету предусмотрена не менее 0,8 м. Из технических помещений и кладовых площадью не более 20 м² без постоянных рабочих мест, туалетных и душевых кабин, санузлов, а также из помещений с одиночными рабочими местами, допускается предусматривать эвакуационные выходы шириной не менее 0,6 м [2. п.4.1.19].

Предусмотрены мероприятия по обеспечению жизнедеятельности маломобильных групп населения. Созданы условия беспрепятственного, безопасного и удобного передвижения с сопровождением работников объекта учеников и преподавателей МГН всех категорий по территории и внутри зданий школы.

Расчётное количество людей, относящихся к группе М1-80% (280 человек), к группе М2-М4-2% (7 человек), из них: М2-25% (2 человека), М3-60% (4 человека), М4-15% (1 человек).

Площади зоны безопасности в школе составляют 21 м² [2. п.9.2.5].

Ширина коридоров запроектирована габаритов, подходящих для возможности беспрепятственного передвижения и разворотов. Расстояние от наиболее удалённого помещения до лифта не превышает 60 м.

При лифте запроектирован лифтовой холл, являющийся также зоной безопасности для МГН группы М4 на 2-ом и 3-ем этажах.

Для здания объекта защиты предусмотрено устройство проездов для пожарной техники.

На кровлю предусмотрено два выхода из лестничных клеток непосредственно по закреплённым стальным лестницам через противопожарную дверь и люк.

Можно сделать вывод, что на основании нормативных документов и статистических данных здание учебного корпуса требуется оборудовать системами пожаротушения и пожарной автоматики с целью обеспечения своевременного автоматического обнаружения пожара, подачи управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, приборам управления установками пожаротушения, техническим средства управления инженерным и технологическим оборудованием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.08 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Свод правил 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».
3. Свод правил 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
4. Свод правил 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».
5. Свод правил 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
6. Свод правил 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизации систем противопожарной защиты»
7. Свод правил 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение».
8. Свод правил 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические».
9. Свод правил 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования.»
10. Свод правил 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации»
11. Федеральный закон № 69-ФЗ "О пожарной безопасности" от 21.12.1994.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРА-ПРОЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЭСТАКАДЕ

Карчевский Я.С.

студент 4 курса 37 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Батманов С.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Транспортировка нефтепродуктов в значительных объемах осуществляется железнодорожным транспортом, при этом нефтебазы - часть этого процесса. В состав нефтебаз входят сливные железнодорожные эстакады.

При прогнозировании пожароопасных ситуаций на эстакадах необходимо рассматривать пожар аварийного пролива нефтепродуктов. Основным опасным воздействием пожара пролива на открытой технологической площадке является излучение теплового потока. На сегодняшний день существует несколько нормативных методик для оценки плотности теплового потока: приказ МЧС 404 и СП 12.13130.2009. Стоит отметить, что указанные методики имеют некоторые ограничения, а именно статичный процесс излучения максимального размера пламени, охватывающего всю поверхность пролива. Данный подход обоснован и корректен в случае оценки максимальных значений теплового потока без учета шага по времени. В случае необходимости рассмотрения динамики процесса охвата пламенем аварийного пролива и увеличения поверхности излучения и плотности теплового потока возможно применить полевую модель пожара, реализованную в программном комплексе FDS (Fire Dynamics Simulator). В ней рассматривается и анализируются зависимость высоты пламени при наличии железнодорожных цистерн, ограничивающих свободное горение, полученные программным комплексом FDS и методикой Приказа 404.

В качестве расчетного принимался сценарий аварийного пролива дизельного топлива марки летнее. Аварийный пролив принимался на площади 300 м^2 . Размеры пролива принимались с учетом геометрии тупиковой ветки эстакады и представлены на рисунке 1. Климатические сведения принимались согласно СП 131.13330.2020 «Свод правил. Строительная климатология» для Московского региона, летний период. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты расчетов максимальной высоты пламени

| Интенсивность теплового излучения, кВт/м ² | Высота пламени, м | Расчетная методика |
|---|-------------------|--------------------|
| 4 | 35 м | Приказ 404 |
| 3,89 | 29,87м | FDS |

Характер пожаров пролива может изменяться во времени. На рисунке 1 представлена область моделирования.

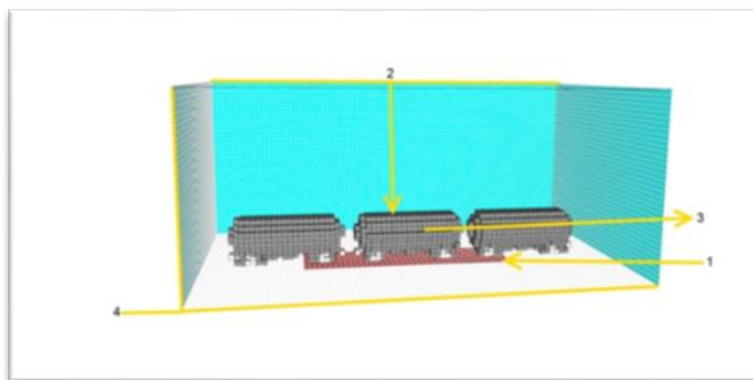


Рисунок 1. Область моделирования

1-очаг пожара,2-точки, в которых производилось измерение плотности лучистого потока и высоты пламени,3-железнодорожная цистерна,4-граница расчетной области

Общий вид модели представлен на рисунке 2.

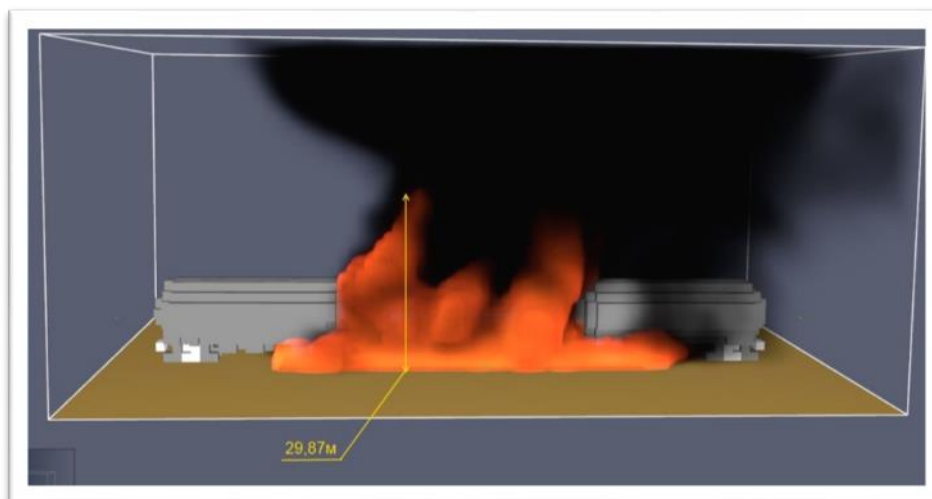


Рисунок 2. Высота пламени дизельного топлива

Анализ полученных результатов показал, необходимость учета ветровой нагрузки. В целом, для объективной оценки реальной опасности от воздействия теплового излучения

пожаров пролива, необходимы дополнительные экспериментальные исследования, с учетом влияния ветра при различных площадях пролива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. N 404 "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах"
2. СП 12.13130.2009 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной опасности"
3. СП 131.13330.2020 «Свод правил. Строительная климатология»
4. Руководство пользователя «FireRisk», И.Н. Карькин, г. Екатеринбург, 2019г.
5. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». А.А. Абашкин, А.В. Карпов, Д.В. Ушаков, М.В. Фомин, А.Н. Гилетич, П.М. Комков. М.: ВНИИПО, 2014.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЗРЫВА ПРОПАНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ НИЖЕ КОНЦЕНТРАЦИОННОГО ПРЕДЕЛА ПРИ СМЕШЕНИИ С ПРОДУКТАМИ ГОРЕНИЯ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Клёнов Е.С.

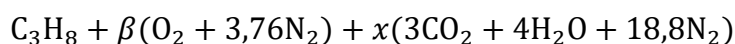
студент 4 курса 38 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Горев В.А.

доктор физико-математических наук, профессор кафедры КБС НИУ МГСУ

При использовании пропана в промышленности может возникнуть ситуация, при которой продукты его термического окисления начнут поступать в зону смежного помещения, где находится воздух и свежий, ещё не прореагировавший пропан. В таком случае при их взаимодействии можно предположить, что произойдёт тепловой взрыв, даже при условии отсутствия источника зажигания или искры. Это опасно тем, что ЛСК становятся бесполезными, т.к. при возможной задержке воспламенения, энергия химических реакций поступит в систему практически мгновенно, в следствии резко возрастёт температура и давление системы и произойдёт тепловой взрыв.

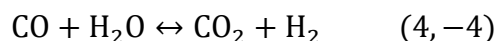
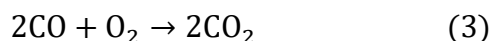
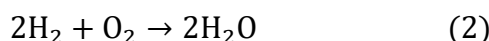
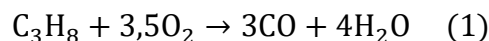
Исходная смесь рассматривается негорючая, и когда к ней подойдут горячие продукты, произойдёт перемешивание, однако воспламенения не произойдёт. В таком случае начальные параметры системы:



Где β – коэффициент соответствующий концентрации 1,5%об. пропана, x – коэффициент соответствующий необходимому количеству продуктов сгорания стехиометрического состава пропано-воздушной смеси, для нагрева всей системы до нужной температуры при смешении.

Исходя из начальных условий продукты термического окисления пропана нагретые до 800°K, смешаются с бедной пропано-воздушной смесью, имеющую концентрацию 1,5%об., что меньше НКПВ (2,37%об.) при нормальных условиях. Путём нахождения теплового эффекта реакции для пропано-воздушной смеси стехиометрического состава можно определить количество тепла, которое выделится в систему после его сгорания. Условия для возникновения взрыва задаются по разработанному методу, после смешения вся рассматриваемая система достигнет определённой температуры и тепловые энтальпии компонентов системы сохранятся, в таком случае рассчитывается необходимое количество продуктов сгорания пропана для нагрева всей системы до нужной температуры.

Кинетика окисления углеводородов меняется в зависимости от области высоких ($T > 1000^\circ\text{K}$) или низких ($T < 1000^\circ\text{K}$) температур. Также существует температура переключения, отделяющая область низкотемпературного горения, от области высокотемпературного. И для моделирования кинетики горения пропана В.Я. Басевич и С.М. Фролов в статье [1] предложили глобальные кинетические механизмы, по которым в дальнейшем будет производиться расчёт.



При этом нужно учесть, что концентрации наиболее активных частиц могут быть квазистационарными. Это значит, что при образовании данной частицы она будет мгновенно задействована в другой реакции, и её концентрация не изменится. В рассматриваемом механизме такими частицами могут быть H_2 и CO .

Квазистационарную концентрацию CO можно найти следующим образом:

$$C_{\text{CO}} = \sqrt{\frac{w_1}{2 * k_3 * C_{\text{O}_2}}}$$

Где, C_{CO} – квазистационарная концентрация CO , w_1 – скорость 1-ой реакции (1), k_3 – константа скорости 3-ей реакции (3), C_{O_2} – концентрация кислорода.

Изменение температуры в системе записывается следующим соотношением (5).

$$\frac{dT}{dt} = \frac{q_z * a(t)}{V * t_1 * C_p(t) * (M_0 + a(t) * m_z * t/t_1)/V} + \frac{\sum w_i * h_i * T(t) * \frac{R}{P} * (N_0 + N_z * a(t) * t/t_1)}{C_p(t) * (M_0 + a(t) * m_z * t/t_1)} \quad (5)$$

Где, T – температура системы, t – время от начала смешения, q_z – теплота поступающая в систему с продуктами горения стехиометрического состава, N_z – количество поступающий продуктов горения, $a(t)$ – временной параметр необходимый для ограничения поступления продуктов, N_0 – количество исходной смеси, t_1 – время поступления продуктов стехиометрического состава, $C_p(t)$ – средняя удельная теплоёмкость, M_0 – масса исходной смеси, m_z – масса поступающих продуктов горения, V – объём системы, w_i – скорость i -ой реакции, h_i – теплота i -ой реакции, R – газовая постоянная, P – давление в системе.

Из-за внесения в систему нагретых продуктов сгорания стехиометрического состава пропана температура системы возрастёт, затем до того как пойдут химические реакции температура перестает меняться со временем - это явление задержки воспламенения, после

которого смесь должна воспламениться, и при резком и значительном увеличении температуры можно будет заключить, что произошёл тепловой взрыв. Так как смесь обеднена горючим, то время задержки может быть весьма длительным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Басевич В. Я., Фролов С. М. Глобальные кинетические механизмы, используемые при моделировании многостадийного самовоспламенения углеводородов в реагирующих течениях. *Химическая физика*, 2006, том 25, №6, с. 54-62.
2. An Introduction to Combustion: Concepts and Applications (2nd Edition) by Stephen R. Turns Paperback, 704 Pages, Published 2000.
3. Freeman, Graham and Arthur Henry Lefebvre. "Spontaneous ignition characteristics of gaseous hydrocarbon-air mixtures." *Combustion and Flame* 58 (1984): 153-162.
4. Alexander Burcat, Assa Lifshitz, Karl Scheller, Gordon B. Skinner, Shock-tube investigation of ignition in propane-oxygen-argon mixtures, *Symposium (International) on Combustion*, Volume 13, Issue 1, 1971, Pages 745-755

АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ ПРИ ХРАНЕНИИ АВИАТОПЛИВА

Кораблёва У.С.

студентка 4 курса 37 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Челекова Е.Ю.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Авиатопливо представляет собой продукт прямой перегонки нефти, выпускаемый высшего и первого сорта. Это особо опасное вещество, которое имеет 4 класс опасности. Эта углеводородная смесь применяется в летательных аппаратах с турбореактивными двигателями. Для обеспечения полётов летательных аппаратов необходима своевременная заправка авиатопливом. В связи с этим, заправочные станции авиационного топлива располагаются недалеко от аэродромов. В данное время пожарная безопасность занимает одну из главных проблем в понятии безопасности на объекте. Пожарная опасность топливных складов горюче-смазочных материалов, которые используются для заправки летательных аппаратов, может привести к возгоранию и тяжелым последствиям от пожаров.

Целью работы является выявление опасностей при хранении авиатоплива для реактивных двигателей ТС-1. Задачи состоят в следующем: изучить характеристики авиационного топлива; проанализировать основные требования современного законодательства к процедуре хранения пожаровзрывоопасного продукта на объекте; провести идентификацию опасных событий при эксплуатации.

Принято к рассмотрению кондиционное авиационное топливо для реактивных двигателей ТС-1, хранящиеся в 4 (четырёх) вертикальных стальных резервуарах РВС-3000, входящих в состав склада ГСМ (ТЗК) «Крымск», объемом 3820 м³. Особенности резервуаров для авиатоплива обусловлены задачами по сохранности качества и чистоты продукта. В процессе хранения автоматизированная система контроля отслеживает любое изменение в давлении и температуре. Выдача авиатоплива на заправку летательных аппаратов осуществляется посредством аэродромных топливозаправщиков или через систему ЦЗТ, через «Модуль насосно-фильтрационный выдачи авиатоплива в трубопровод системы ЦЗТ и на пункт налива ТЗА».

Характер протекания аварий с участием кондиционного авиационного топлива определяется его физико-химическими свойствами при условиях его хранения.

Ниже приводятся основные характеристики рассматриваемого вещества (табл.1).

Авиатопливо является легковоспламеняющийся жидкостью, пары которой, образуют взрывоопасные смеси с воздухом. Основным компонентом вещества является керосин, с массовой долей до 100%.

Таблица 1 Физико-химические свойства топлива для реактивных двигателей ТС-1

| | |
|--|-----|
| Плотность при 20 °С, кг/м ³ | 780 |
| Температура кипения, [°С] | 150 |
| Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, [°С] | 28 |
| Температура самовоспламенения, [°С] | 220 |
| Молярная масса, [г/моль] | 156 |

Требования современного законодательства к процедуре хранения пожаровзрывоопасного продукта на объекте:

1. Топливо хранят в подземных хранилищах, в стационарных и передвижных металлических или резиноканевых резервуарах [2].
2. Все виды емкостей для хранения должны удовлетворять требованиям электрической безопасности и быть заземлены [2].
3. Емкости должны быть оборудованы сливной и приемной арматурой, люком, фильтрующей металлической сеткой на приеме [2].
4. Гарантийный срок хранения топлива – 5 лет со дня изготовления [2].
5. Наличие противопожарного оборудования, для своевременной ликвидации возгорания.
6. Несовместимые при хранении вещества и материалы: окислители, кислоты, щелочи, взрывчатые, ядовитые и легковоспламеняющиеся вещества и материалы, баллоны с кислородом [2].

При хранении авиатоплива главными опасностями для человека и окружающей среды являются пожар, неисправность электрооборудования и утечка/разлив.

Аварийный разлив авиатоплива, в связи с нарушениями на топливных базах, возможен в результате *разгерметизации резервуаров* или технологических трубопроводов в результате:

- Старения материала, из которого изготовлен резервуар или трубопровод;
- Коррозии металла, сварочных швов, пропуска фланцевых соединений, вибрации;
- Повышения давления в емкостях при нарушении температуры хранения и их переполнении;

- Ошибки технологического и ремонтного персонала при выполнении технологических операций;

- В результате стихийных бедствий или террористических действий.

При разгерметизации резервуара, происходит истечение авиатоплива в окружающую среду. Разлив авиатоплива – это неконтролируемый процесс утечки, и первое, что нужно сделать, это определить тип разлива, затем устранить источник аварии (если это возможно) и изолировать зону разлива. При разгерметизации в окружающую среду поступают облака газопаровоздушных смесей (ГПВС), которые при поджоге малым источником энергии первоначально вызывают горение, которое после разгона пламени на преддетонационном участке может переходить в детонацию. К основным поражающим факторам относится ударная волна, тепловая радиация и осколочное поле разрушенного резервуара.

Можно сделать вывод, что в результате неправильного хранения или эксплуатации происходят пожары, которые характеризуются большой скоростью распространения пламени, высоким тепловым излучением, и, как правило, сопровождаются взрывом ГПВС. Это может привести к значительному экономическому и экологическому ущербу, а также к угрозе жизни и здоровью людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 10227-86. Топлива для реактивных двигателей. Технические условия.
2. ГОСТ 1510. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение.
3. Шанин, В.А. Проблемы противопожарной защиты объектов хранения авиационного топлива / В.А. Шанин // Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда. -2020. -Вып.12 (165). – С.40.

СТОЙКОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ОГНЕЗАЩИТОЙ ПРИ КРИОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Корольченко А.Д.

студент 2 курса 63 группы ИПГС НИУ МГСУ

Научный консультант: Портнов Ф.А.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

В настоящее время активно развивается строительство в области нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности. Возведение временных и постоянных строительных объектов связано с предъявлением повышенных требований к защите конструкций от воздействия факторов чрезвычайных ситуаций.

Одной из таких ситуаций может быть прорыв трубопровода со сжиженным газом. При этом криогенная жидкость, например, сниженный природный газ (СПГ), попадающий на металлические конструкции, имеющие температуру окружающей среды, начинает кипеть и интенсивно охлаждает эти конструкции. Температура кипения СПГ, основную долю которого составляет метан, составляет $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$, а жидкого азота $-195.8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Глубокое охлаждение низкоуглеродистой или легированной стали, попавшей в зону струи криогенной жидкости, приводит к разрушению опорных металлических конструкций. Для защиты от воздействий криогенных жидкостей металлических конструкций часто используют огнезащитные составы, которые защищают конструкции как от криогенного воздействия, так и от воздействия возможного пожара. Испытания проводились по методике, разработанной на основании ISO 20088-3:2018 «Определение стойкости изоляционных материалов к проливам криогенных сред». Критерием эффективности огнезащитных составов является недопущение падения температуры защищаемого элемента рассматриваемой конструкции ниже определенного критического значения (-49°C) в течение заданного времени (60 минут) воздействия криогенной струи

Целью исследования было определение стойкости металлической конструкции с нанесённым огнезащитным составом при воздействии азотной струи, имитирующей аварийный прорыв.

Для обеспечения условий испытания (температура образца $(23 \pm 3)^{\circ}$, температура окружающей среды $10\text{-}20\text{ }^{\circ}\text{C}$, отсутствие воздействия природных факторов) использовалась специальная климатическая камера. Схема климатической камеры и испытательного оборудования приведены на рисунке 1.

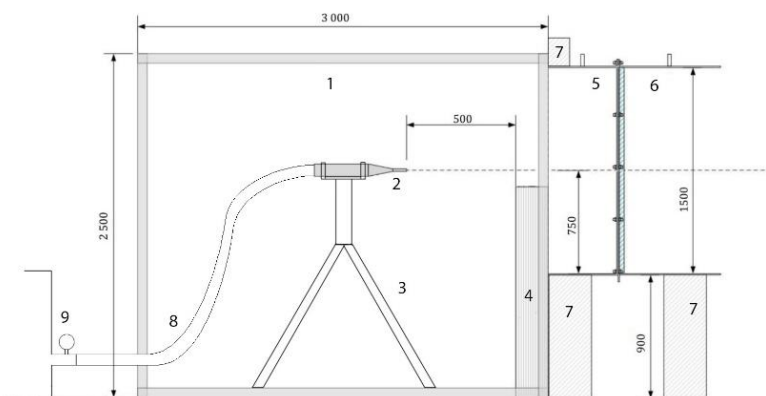


Рисунок 1. Схема испытательной установки: 1 - климатическая камера; 2 - сопло ($8 \pm 0,8$) бар по манометру (среднее давление \pm стандартное отклонение); 3 – кронштейн для установки сопла; 4 - опора образца; 5 - камера рециркуляции (изолированная по задней поверхности); 6 - защитная камера; 7 – опоры для камеры рециркуляции и защитной камеры; 8 – рукав для подачи жидкого азота; 9 – насос для подачи жидкого азота и манометр

Результаты испытаний



Рисунок 2. Общий вид Образца после криогенного воздействия: 1 - зона наибольшего повреждения образца

В результате испытаний наблюдался следующая картина: по всей длине образца зафиксированы продольные трещины, которые свидетельствуют о том, что при воздействии критически низких температур происходит значительные сжатия огнезащитного покрытия. В результате этого температурного сжатия в структуре этого покрытия образуются внутреннее стягивающее напряжение и появляются трещины. Устойчивость к образованию трещин может быть достигнута с помощью более гибких и мягких огнезащитных материалов с использованием защитной сетки.

Выводы: несмотря на продольные трещины в огнезащите, данный образец прошел испытания. Минимальная температура, зафиксированная после воздействия жидким азотом в

течение 60 минут – плюс 3 °С. Предельная температура не превысила предельного значения в течении 60 мин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ISO 20088-3:2018 Определение стойкости изоляционных материалов к проливам криогенных сред.
2. Gravit, M. Fire Simulation of Bearing Structures for Natural Gas Module Plant. In Proceedings of the Advances in Intelligent Systems and Computing, Novosibirsk, Russia, 25–29 May, 2020; Volume 1116 AISC.
3. Гравит. М. В. Огнестойкость стальных конструкций с эпоксидной огнезащитой при криогенном воздействии

СОЗДАНИЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

Кучина К.А.

студент 4 курса 37 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Покровская Е.Н.

доктор технических наук, профессор кафедры КБС НИУ МГСУ

Наиболее распространённым материалом в строительстве является древесина. Наряду с этим, этот материал является наиболее подверженным действию огня. Древесина чувствительна к нагреву. Уже при температуре материала порядка 110 °С начинается его терморазложение. При возникновении пожара появляется возможность его быстрого распространения и увеличивается вероятность гибели людей от комплексного воздействия таких опасных факторов, как: высокая температура окружающей среды, дым, токсичность продуктов сгорания.

Одним из решений данной проблемы является нанесение на поверхность древесины тонкого слоя модификатора. Этот метод позволяет создать огнестойкие материалы для строительства, что помогает выиграть время для спасения людей и имущества при пожаре. Обработка поверхности древесины производится 5-30% раствором с небольшим расходом. Научная школа Е.Н. Покровской исследует «мягкое» модифицирование древесины фосфорсодержащими соединениями, что приводит к увеличению огнезащищённости.

На основании этих данных, была проведена разработка наномодифицированных фосфорсодержащих огнезащитных составов, а также проведён ряд испытаний для доказательства эффективности составов.

В качестве образцов была использована древесина заболони сосны, так как это наиболее популярный материал в строительстве. Образцы распиливались на размеры в соответствии с ГОСТ для испытаний. Модифицирование проходило при комнатной температуре с расходом 50-250 г/м³. В работе использовались такие модификаторы, как оксиэтилидендифосфоновая кислота (ОЭДФ) в концентрации 10,30 и 50%. Данные фосфорсодержащие соединения применялись отдельно совместно с углеродными нанотрубками (УНТ), а также алюмосиликатные полые микросферы (АСПМ) в разных концентрациях.

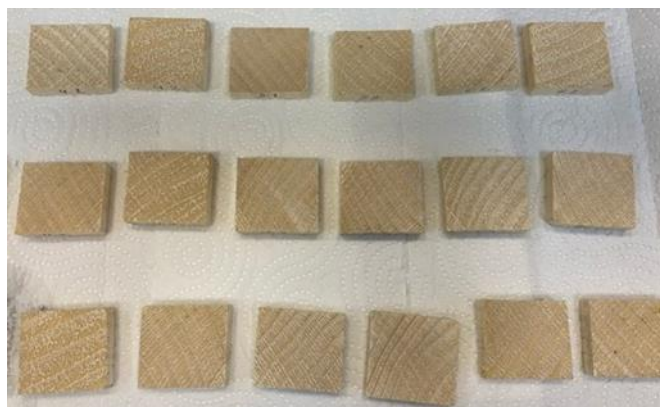


Рисунок 1. Образцы для испытания

Оксиэтилендифосфоновая кислота ОЭДФ - $C_2H_8O_7P_2$ белое порошкообразное кристаллическое вещество с легким оттенком серого или бежевого. Хорошо растворяется в воде, кислотах и щелочах.

Углеродные нанотрубки (УНТ)- прочные углеродные цилиндрические структуры. Представляют собой частицы чёрного цвета.

Алюмосиликатные полые микросферы (АСПМ) - стеклокристаллические алюмосиликатные шарики, которые образуются при высокотемпературном факельном сжигании угля.

Было изготовлено 9 составов с разным содержанием кислоты и УНТ. Модификаторы наносились поочередно в 1,2 и 3 слоя. На каждый состав приходится по 6 образцов размером 4x4x1 см. После того, как образцы высохли было проведено испытание изделий на пожарную опасность. ГОСТ 27484-87 позволяет смоделировать влияние открытого пламени на образец. В ходе испытания проводятся измерения продолжительности тления ($t_{тл}$) и потеря массы при горении в процентах (Δm). Обработанный образец древесины фиксируют, пламя горелки находится вплотную к образцу. Из ГОСТ было выбрано максимальное время огневого воздействия на образец 120 с. В конце испытания образец осматривают и взвешивают.

Горелка для испытания

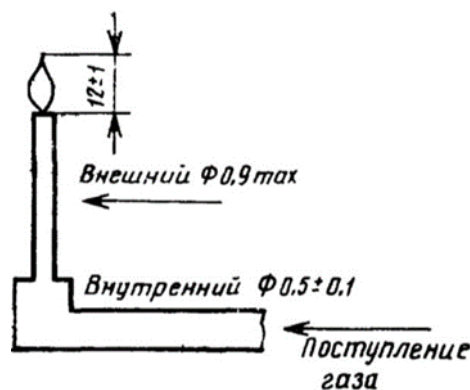


Рисунок 2. Схема испытания на игольчатое пламя

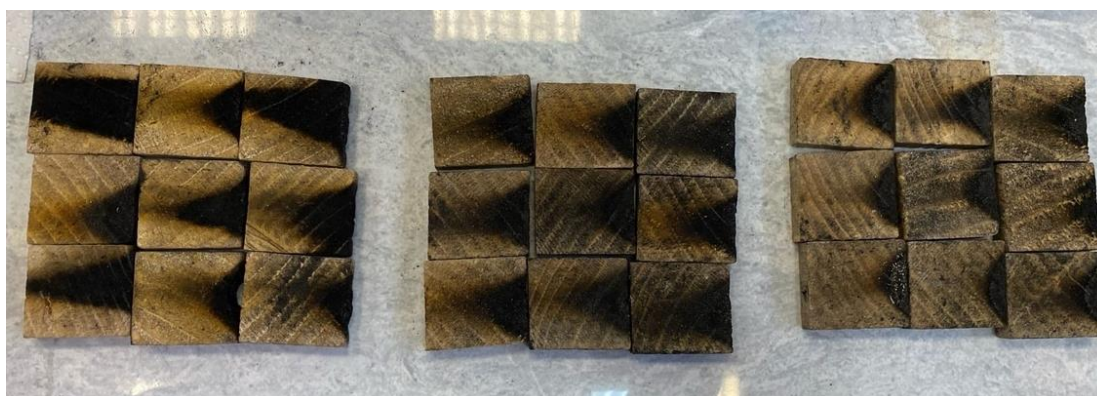


Рисунок 3. Образцы после проведения испытания

После проведения испытания и обработки данных, была выбрана оптимальная концентрации ОЭДФ в растворе – 30% и количество слоёв покрытия – 2. При таком количестве кислоты в растворе происходит наименьшая потеря массы при горении от 2,85 до 4,79 %, что является хорошим показателем. А также это обеспечивает приемлемые затраты на производство огнезащитных составов.

На основании этого были подготовлены образцы, модифицированные 30%-ым раствором кислоты, а также раствором ОЭДФ + алюмосиликатные полые микросферы. Подготовленные образцы прошли испытание игольчатым пламенем. Результаты доказали эффективность нанодобавок, так как потеря массы при горении образцов, модифицированных только 30%-ым раствором ОЭДФ была от 4 до 9%.

В целях чистоты эксперимента испытание прошёл необработанный образец, потеря его массы после огневого воздействия составила 83,98 %, что доказывает эффективность наномодифицированных фосфорсодержащих соединений.

Таблица 1. Результаты испытания. Игольчатое пламя

| Игольчатое пламя. Образцы ОЭДФ (10,30,50) | | | | | |
|---|--------------------|-------|-------|-------|-------------------------|
| № обр. | состав | mn, г | mk, г | dm, % | Примечания |
| 1,10 | 30г ОЭДФ 1 слой | 7,55 | 6,86 | 9,14% | t гор= 32 с, t тл= 24 с |
| 1,11 | 30г ОЭДФ 2 слоя | 6,75 | 6,32 | 6,37% | t тл= 22 с |
| 1,12 | 30г ОЭДФ 3 слоя | 7,15 | 6,87 | 3,92% | t тл= 16 с |



Рисунок 4. Необработанный образец после проведения испытания

Интересным открытием стало, что добавление алюмосиликатных полых микросфер к растворам на основе кислоты фосфора, дало низкие потери массы образцов при испытании от 3,52 до 4,29%.

Таблица 2. Результаты испытания Игольчатое пламя на образцы ОЭДФ + АСПМ

| № обр. | Состав | mn, г | mk, г | dm, % | Примечания |
|--------|----------------------------------|-------|-------|-------|------------|
| 10,1 | 30 г ОЭДФ, 1 г сферы, 2 слоя | 6,99 | 6,69 | 4,29% | t тл= 21 с |
| 10,2 | 30 г ОЭДФ, 1 г сферы, 2 слоя | 7,13 | 6,89 | 4,01% | t тл= 16 с |
| 10,3 | 30 г ОЭДФ, 5 г сферы, 2 слоя | 7,07 | 6,8 | 3,82% | t тл= 21с |
| 10,4 | 30 г ОЭДФ, 5 г сферы, 2 слоя | 7,14 | 6,92 | 3,91% | t тл= 17с |
| 10,5 | 30 г ОЭДФ, 10 г сферы, 2 слоя | 6,53 | 6,3 | 3,52% | t тл= 18с |
| 10,6 | 30 г ОЭДФ, 10 г сферы, 2 слоя | 5,8 | 5,59 | 3,62% | t тл= 19 с |

На основании проведённых испытаний можно сделать вывод о высокой эффективности нанодобавок. В будущем планируется произвести оставшиеся испытания на пожарную опасность для выявления наилучшего огнезащитного состава.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 27484-87 Испытания на пожароопасность. Методы испытаний. Испытания горелкой с игольчатым пламенем
2. Покровская Е.Н. «Огнезащита деревянных конструкций модификацией в тонком поверхностном слое».
3. Покровская Е.Н., Кобелев А.А. «Получение огнезащищённой древесины путём её поверхностной модификации элементоорганическими соединениями».

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КИНОТЕАТРАХ

Ларикова А.А.

студентка 4 курса 37 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Медяник М.В.

старший преподаватель кафедры КБС НИУ МГСУ

Пожар как причина одновременной гибели большого числа людей, по количеству уносимых жизней уступает лишь таким опасным природным явлениям, как землетрясения, извержения вулканов, цунами, наводнения и тайфуны. Среди техногенных же причин пожар прочно занимает второе место после взрыва.

Ежегодно в нашей стране происходит большое количество пожаров, которые приносят вред имуществу, окружающей среде, здоровью и жизни людей. Поэтому вопрос обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений является одним из главных. Особенно опасны пожары в местах массового пребывания, большого скопления людей: цирках, кинотеатрах, метро, театрах, клубах, больницах, гостиницах, общежитиях, учебных заведениях, на стадионах, вокзалах и т.п.

В качестве примера реализации требований пожарной безопасности рассмотрим объект: Многофункциональный общественный центр шаговой доступности «Солнцево» по адресу: г. Москва, ул. Богданова, вл. 19. Реконструкция кинотеатра «Солнцево».

Согласно статистике, за 2021 год в МЧС зарегистрировано 874 пожара (0,23% от общего числа пожаров), приходящихся на строящиеся (реконструируемые) здания (по сравнению с аналогичным периодом прошлого года (АППГ)–0,2%), на которых погибло 17 человек (АППГ – 0,24%). Материальный ущерб в 2021 году составил 1 449 965 тыс. руб.

Реконструкция Многофункционального Общественного Центра шаговой доступности «Солнцево»: предполагает эффективное использование существующего кинотеатра в качестве многофункционального социально-культурного и объекта торговли. К объектам культурного развития относится: многозальный кинотеатр с многофункциональным развлекательным центром.

Пожарная безопасность объекта обеспечивается объемно-планировочными и конструктивными решениями, системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Объемно - планировочные решения многофункционального общественного центра общего класса функциональной пожарной опасности Ф 2.1 предусматривают размещение в

объеме корпусов помещений основного назначения, а также помещений различных классов функциональной пожарной опасности, связанных с обеспечением выполнения технических функций и размещением инженерных систем, а именно:

Для обеспечения деятельности пожарных подразделений на объекте предусмотрено устройство: проездов для пожарной техники, противопожарного водопровода.

Подъезд пожарных автомобилей к объекту предусмотрен с трех сторон, шириной 6 м.

На территории предусмотрен наружный противопожарный водопровод вдоль проезжей части с пожарными гидрантами. Наружное пожаротушение предусмотрено не менее чем от двух пожарных гидрантов.

Для маломобильных групп населения предусмотрен вход в многофункциональный центр через распашные двери. Далее МГН поднимаются на все этажи для посетителей специальными лифтами.

Степень огнестойкости (II), класс конструктивной пожарной опасности (C0) и класс функциональной пожарной опасности здания (Ф2.1) определяют требования к объемно-планировочным решениям, строительным конструкциям и противопожарным преградам, путям эвакуации, системам активной противопожарной защиты.

Обеспечение безопасной эвакуации людей в случае пожара, осуществляется за счет ограничения воздействия опасных факторов пожара, разделения помещений противопожарными преградами, снижения опасности строительных и отделочных материалов, применяемых на путях эвакуации, наличия достаточного количества эвакуационных путей и выходов, использования систем противопожарной защиты.

С учетом пожарной опасности, особенностей объемно-планировочных решений, требований нормативных документов и СТУ, здание оборудовано следующими системами противопожарной защиты:

- автоматическими установками пожарной сигнализации адресно-аналогового типа;
- противодымной защитой;
- аварийным и эвакуационным освещением;
- системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- наружным противопожарным водопроводом;
- пожаробезопасными зонами в лифтовых холлах лифтов для перевозки пожарных подразделений.

Комплекс мероприятий противопожарной безопасности обеспечивает:

- возможность эвакуации людей наружу, эвакуации маломобильных групп населения в пожаробезопасную зону, до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;

-надежную противопожарную защиту имущества граждан и организаций, и здания в целом,

-эффективность действий пожарных подразделений по тушению и проведению пожарно-спасательных работ.

Согласно проектным решениям, противопожарная защита объекта отвечает всем требованиям норм по пожарной безопасности, а, следовательно, может обеспечить безопасное пребывание людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.08 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Свод правил 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

3. Свод правил 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

4. Свод правил 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».

5. Свод правил 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».

6. Свод правил 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизации систем противопожарной защиты»

7. Свод правил 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение».

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ВЗРЫВ ВОДОРОДА В ПРИСУТСТВИИ ВОДЯНЫХ ПАРОВ

Лещёв Н.В.

студент 4 курса 38 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Горев В.А.

доктор физико-математических наук, профессор кафедры КБС НИУ МГСУ

В мире наблюдается тенденция перехода на водородную энергетику, вследствие этого появляется все больше публикаций, изучающих процессы горения и взрыва водорода, в том числе их химическую кинетику. Реакции окисления водорода достаточно изучены, но все равно имеется необходимость изучать более конкретные условия, потому что общая детальная кинетика очень трудоемкая и не поддается счету совместно с уравнениями гидрогазодинамики.

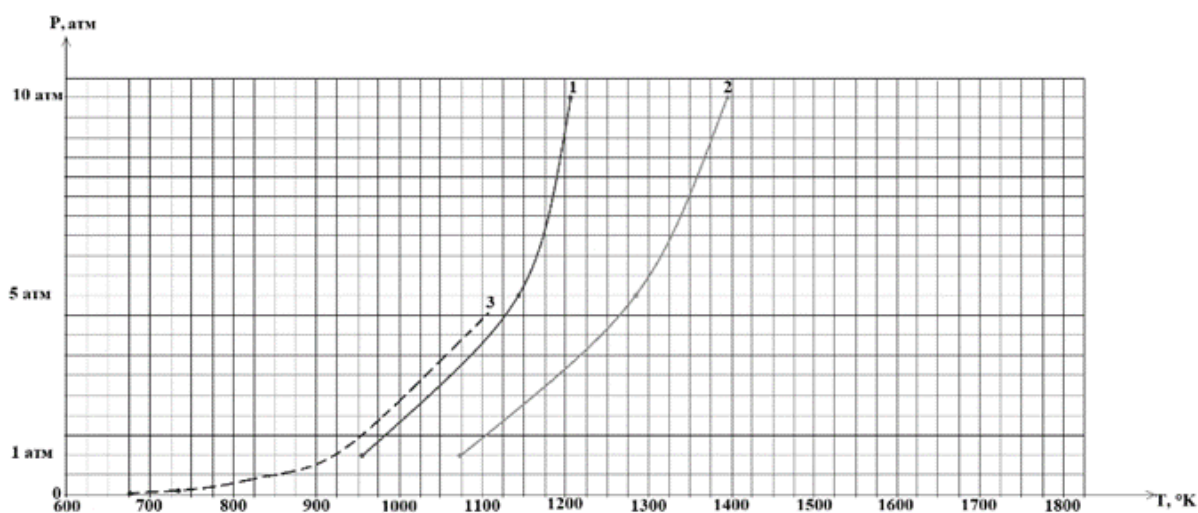


Рисунок 1. Вторые пределы воспламенения для реакций.

На рис. 1 представлены пределы воспламенения для:

- 1) Для системы $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 1,88\text{N}_2$.
- 2) Для системы $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 1,88\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (реакция в присутствии водяных паров).
- 3) Второй предел воспламенения из [1].

Эти линии проведены по равенству, которое можно записать в виде:

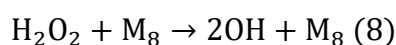
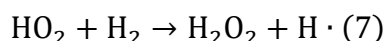
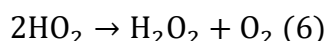
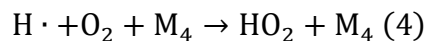
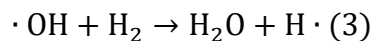
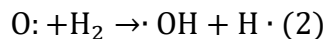
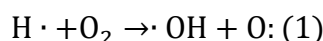
$$2K_1 = K_4 * M_4$$

В котором $K_1 = 3,52 * 10^{13} * T^{-0.7} * e^{-\frac{8590,33}{T}}$,

$$K_4 = 5,75 * 10^{13} * T^{-1.4}, M_4 = \frac{P}{R * T} * (1 + 1,5 * x_{5(0)} + 15 * x_{7(0)})$$

Где $P = 101325$ Па, $R = 8314,14 \frac{\text{Дж}}{\text{К*кмоль}}$, $x_{5(0)}$ – мольная доля водорода, $x_{7(0)}$ – мольная доля воды, T – искомая температура смеси.

Механизм окисления водорода происходит следующим образом:



$$\text{Где } \text{M}_8 = \frac{P}{R*T} * (1 + 1 * x_{5(0)} + 5 * x_{7(0)})$$

Символом $\text{M}_{4,8}$ обозначена третья молекула, роль которой состоит в том, чтобы стабилизировать радикалы путем съема или отдачи энергии.

Так как область температуры низкая $T = \sim 600—900^\circ\text{K}$, то реакция (4), имеет преимущество над реакцией (1), вследствие того, что энергия активации реакции (1) значительно выше, чем энергия активации реакции (4). Это означает что для успешной инициации реакции требуется больше энергии. Соответственно дальнейший процесс будет продолжаться по цепи, начинающейся с реакции (5) через реакцию (4) \rightarrow (6) \rightarrow (7) \rightarrow (8).

Таким образом, можно описать данную последовательность реакций системой:

$$\frac{dC_4}{dt} = W_4 + W_5 - 2W_6 - W_7$$

$$\frac{dC_8}{dt} = W_6 + W_7 - W_8$$

Где W_n – скорость n – ой реакции.

Концентрация радикала Н определяется из условий квазистационарности О и ОН:

$$\frac{d[\text{O}]}{dt} = W_1 - W_2 = 0$$

$$\frac{d[\text{OH}]}{dt} = W_1 + W_2 - W_3 + 2W_8 = 0$$

$$C_H = \frac{2W_8 + W_5 + W_7}{K_4 * M_4 * [O_2] * (1 - \varepsilon)}$$

Где $\varepsilon = \frac{2K_1}{K_4 * M_4}$, $[O_2]$ – начальная концентрация кислорода.

Таким образом, можно вычислять квазистационарную концентрацию атомов водорода при низких температурах, хотя при высоких температурах его концентрация не бывает квазистационарной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Льюис Б., Эльбе Г., Горение, пламя и взрывы в газах: Пер. с англ. Изд. 2, 1968. 592 с.
2. Alessandro Schönborn, Parisa Sayad, Alexander A. Konnov, Jens Klingmann, OH*-chemiluminescence during autoignition of hydrogen with air in a pressurised turbulent flow reactor, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 39, Issue 23, 2014, Pages 12166-12181.
3. Treviño, C. 1991 Ignition phenomena in H₂-O₂ mixtures. In *Dynamics of Deflagrations and Reactive Systems: Flames*, (ed. A. L. Kuhl, J. C. Leyer, A. A. Borisov & W. A. Sirignano). *Progress in Astronautics and Aeronautics*, vol. 131, pp. 19–43. AIAA.
4. Pierre Boivin, Antonio L. Sánchez, Forman A. Williams, Explicit analytic prediction for hydrogen–oxygen ignition times at temperatures below crossover, *Combustion and Flame*, Volume 159, Issue 2, 2012, Pages 748-752.
5. C. Treviño & F. Méndez (1991) Asymptotic Analysis of the Ignition of Hydrogen by a Hot Plate in a Boundary Layer Flow, *Combustion Science and Technology*, 78:4-6, 197-216.

ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЯ ДОУ НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ

Оспенников Е.А.

Студент 4 курса 38 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Смирнов В.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Актуальность работы обусловлена имеющимися статистическими данными о пожарах; условиями применения актуализированных нормативных документов в сфере средств пожарной автоматики и систем пожаротушения и большой численностью людей в здании, большинство из которых дети.

Основные статические данные о пожарах в зданиях учебно-воспитательного назначения на территории РФ в 2019-2021г.г приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные статические данные о пожарах в зданиях учебных корпусов в 2019-2021г.г.

| Класс ФПО, год | Кол-во пожаров, ед. | Погибло людей, чел. | Травмировано людей, чел | Прямой ущерб, млн.руб. |
|-------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Ф 4.1 2021 г. | 224 | 0 | 9 | 27,93 |
| Ф 4.1 2020 г. | 190 | 1 | 9 | 24,58 |
| Ф 4.1 2019 г. | 232 | 1 | 1 | 34,67 |

Согласно приведенной статистике, наблюдается увеличение количества пожаров в России. Отравление токсичными продуктами горения является основной причиной гибели людей при пожаре. При достижении критических значений опасных факторов пожара на путях эвакуации отсутствует возможность безопасной эвакуации людей из здания.

Цель работы - Проектные решения по обеспечению пожарной безопасности здания дошкольного образовательного учреждения (ДОУ) на 125 мест, расположенного по адресу: г. Москва, ВАО, р-н Соколиная гора, ул. Мироновская, д. 46.1, на основе разработки систем пожаротушения и пожарной автоматики, которые в зависимости от разработанного при их проектировании алгоритма должны обеспечивать своевременное автоматическое обнаружение пожара, подачу управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, приборы управления установками пожаротушения, технические средства управления инженерным и технологическим оборудованием.

Данная цель реализуется с помощью решения следующих задач:

1. Анализа требований нормативных документов в области пожарной безопасности и здания пожарного депо.

2. Соответствия требованиям пожарной безопасности генерального плана объекта, объемно-планировочных и конструктивных решений, эвакуационных путей и выходов здания, наружного противопожарного водопровода. [2.3.4]

3. Разработки проектных решений автоматической установки пожарной сигнализации [6].

4. Разработки проектных решений системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре [4].

5. Разработки проектных решений автоматической установки газового пожаротушения [8].

6. Разработки организационно-технических мероприятий на стадии эксплуатации объекта, в том числе и систем пожарной автоматики, оповещения и управления эвакуацией и пожаротушения.

Новизна планируемых результатов.

Единичная неисправность линий связи в одной части объекта не влияет на работоспособность системы в других частях объекта и на возможность отображения сигналов о работе системы пожарной автоматики на пожарном посту.

Практическая значимость.

Системы противопожарной защиты обеспечат защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничение его последствий.

Уровень востребованности.

Востребованность систем автоматического пожаротушения и пожарной автоматики определяется - действующими нормативными документами, которые предписывают применение таких систем на объекте.

Объемно-планировочные решения дошкольного общеобразовательного учреждения продиктованы технологическим заданием на проектирование и соответствует градостроительным требованиям к участку для застройки.

Здание ДООУ предназначено для размещения в нем детского сада общего профиля. В архитектурном плане объект представляет собой трехэтажное здание и в плане имеет простую линейную конфигурацию, с подвалом и техподпольем, с плоской кровлей. Габариты здания в осях 32,0 м x 23,7 м.

Степень огнестойкости здания - II.

Класс пожарной опасности строительных конструкций – К0.

Класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Класс функциональной пожарной опасности - Ф 1.1.

Центральный вход в здание для детей, посетителей и персонала расположен с восточной стороны, осуществляется через тамбур.

Для обеспечения эвакуации с надземных и подземного этажей предусматриваются две эвакуационные лестничные клетки.

Эвакуация из подвального этажа предусматривается по обычным лестничным клеткам, с обособленным от надземных лестничных клеток выходами наружу.

Ширина пути эвакуации по лестницам в лестничных клетках предусматривается в надземной части - не менее 1,35 м, в подземной части – не менее 0,9 м.

Высота эвакуационных выходов в свету предусматривается не менее 1,9м, ширина выходов в свету – не менее 0,8м; при этом из технических помещений и кладовых площадью не более 20 кв.м без постоянных рабочих мест, туалетных и душевых кабин, санузлов, а также из помещений с одиночными рабочими местами предусмотрены выходы шириной не менее 0,6м.

Предусмотрены мероприятия по обеспечению жизнедеятельности маломобильных групп населения. Для детей МГН обеспечен доступ на все этажи здания ДООУ. При этом для посетителей МГН доступ предусмотрен только на 1-й этаж.

Расчетное количество МГН разных групп на объекте при общем количестве 125 чел.:

- МГН группы М1 – 80% чел. от расчетного числа людей (100 чел.);
- МГН групп М2–М4 – 2 % от расчетного числа людей (4 чел.), при этом из них: группы М2 – 25% (1 чел.), группы М3 - 60 % (2 чел.), группы М4 – 15 % (1 чел.).

Безопасность МГН группы М4 на 2-м и 3-м этажах здания обеспечивается обустройством зон безопасности, расположенных в лифтовом холле для пожарных. На 1-м этаже эвакуация МГН группы М-4 предусмотрена непосредственно наружу.

Площадь пожаробезопасных зон на 2-м и 3-м этаже предусмотрена исходя из максимального количества людей, относящихся к МГН группы М-4 (1 чел), для которых предусмотрена указанная зона, при условии возможности маневрирования – не менее 2,65 кв.м

Для здания объекта защиты предусмотрено устройство проездов для пожарной техники.

На кровлю (неэксплуатируемую), площадью 700 м² предусмотрено два выхода:

- с лестничной клетки;
- по пожарной лестнице П-1.

Можно сделать вывод, что на основании нормативных документов и статистических данных здание ДООУ требуется оборудовать системами пожаротушения и пожарной автоматики с целью обеспечения своевременного автоматического обнаружения пожара, подачи управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре и управления

эвакуацией людей, приборам управления установками пожаротушения, техническим средства управления инженерным и технологическим оборудованием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.08 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Свод правил 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».
3. Свод правил 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
4. Свод правил 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».
5. Свод правил 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
6. Свод правил 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизации систем противопожарной защиты»
7. Свод правил 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение».
8. Свод правил 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические».
9. Свод правил 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования.»
10. Свод правил 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации»

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА ВНЕШНЕЙ СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА СУГ ОТ ГОРЯЩЕГО АВТОМОБИЛЯ

Семенова Р.И.

студентка 4 курса 38 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Парфененко А.П

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Развитие автомобильной промышленности в мире привело к росту спроса на топливо разного вида и развитию на рынке автозаправочных станций. Это является причиной изменений в нормативно-правовой базе в части проектирования и эксплуатации автомобильных заправочных станций. [1] Однако автомобильный транспорт остается наиболее из загрязненных источников для выбросов веществ в атмосферу, в том числе и постоянный рост цен на традиционные виды топлива (бензин и дизельное топливо) вынуждают потребителей и государство всех стран Мира переходить на альтернативные виды топлива таких как, компримированный природный газ (КПГ), сжиженный углеводородный газ (СУГ).

С экономической точки зрения в населенных пунктах устройство самостоятельных АГЗС влечет за собой большие денежные затраты, поэтому на существующих автомобильных заправочных станциях (АЗС) с жидким моторным топливом (ЖМТ) устраивают самостоятельные участки СУГ и переводят АЗС с ЖМТ в МАЗС.

Отличительной чертой многотопливных АЗС модульного типа является наличие наземных резервуаров для хранения СУГ. Значимым минусом модульных АЗС по сравнению с традиционными АЗС является их повышенная взрывопожароопасность в связи с таким расположением резервуаров. [1]



Рисунок 1. Внешний вид АЗС модульного типа

Целью работы является повышение безопасности людей на территории многотопливных АЗС на основании моделирования теплового потока от горящего автомобиля.

Нормативно-правовая база по нормированию противопожарных расстояний предусматривает требования к подземным резервуарам хранения СУГ на многотопливной АЗС, при этом к подземным резервуарам допускается приравнивать резервуары, полностью или частично расположенные над поверхностью земли, обсыпаемые слоем грунта толщиной не менее 0,5 м или защищенные иным негорючим материалом, обеспечивающим такую же теплоизоляцию от воздействия пожара. [1] Однако требования пожарной безопасности к устройству МНЗС с одностенным модулем СУГ и ГЗК на единой металлической раме заводского изготовления отсутствуют и поэтому в соответствии с частью 2 статьи 78 [2] должны быть разработаны специальные технические условия (СТУ), отражающие специфику обеспечения их пожарной безопасности и содержащие комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. [3]

Важность данной заключается в отсутствии норм проектирования противопожарных расстояний между АЗС модульного типа с СУГ до объектов к ней не относящиеся и на территории АЗС между зданиями, сооружениями и технологическим оборудованием, влияющих на безопасность находящихся людей.

Для решения этой проблемы необходимо:

1. Провести натурные наблюдения по расположению автомобилей на заправке вблизи резервуара СУГ.
2. Проанализировать отечественную и зарубежную нормативно-техническую документацию в области проектирования системы обеспечения пожарной безопасности АЗС.
3. По натурным наблюдениям провести численное моделирование горение автомобиля и воздействие теплового потока на стенки резервуара. [4]
4. Провести численный эксперимент горения автомобиля при различных климатических условиях и на разном расстоянии от резервуара.



Рисунок 2. Расположение автомобилей рядом АЗС

Результаты исследования, которые мы получили, могут быть использованы при разработке нормативной документации по пожарной безопасности в области нормирования противопожарных расстояний между АЗС модульного типа с СУГ до объектов к ней не относящиеся и на территории АЗС между зданиями, сооружениями и технологическим оборудованием при проектировании и эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 156.13130.2014 «Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности».
2. Федеральный Закон от 22.07.2009 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
3. Швырков С. А., Воробьев В. В., Петров А. П., Шайхулов С. Ф. Снижение пожарной опасности зданий, проектируемых вблизи автомобильных газозаправочных станций // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2018. — № 1, — С. 13-19. DOI: 10.25257/FE.2018.1.13-19.
4. Филиппов В. Н., Шебеко Ю. Н, Пономарев В. М., Навценя В. Ю., Беспалько С. В., Плицына О. В. Моделирование поведения железнодорожной цистерны с СУГ в очаге пламени // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2017. — Т. 26, № 11. — С. 41-51. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.11.41-51.

ПРОБЛЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ В ЗДАНИЯХ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ И ДОСУГА

Трошкин А.С.

студент 4 курса 38 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Парфененко А.П.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

При возникновении пожара в зданиях людям необходимо эвакуироваться непосредственно наружу или в безопасную зону до наступления критических значений опасных факторов пожара [1], одним из которых наиболее опасным является дым. Безопасность эвакуации определяется двумя критериями: своевременность и беспрепятственность, которые в свою очередь позволяют оценить вероятность эвакуации при определении величины индивидуального пожарного риска. Критерии безопасности людей оцениваются с помощью различных моделей движения людских потоков [2] и распространения опасных факторов пожара [2]. Модель движения людских потоков выбирается с учетом сложности объемно-планировочных решений объекта, а также характеристик контингента (его неоднородности) людей, пребывающих на нем.

Целью данной работы является повышение безопасности людей в зданиях по организации питания и досуга, в частности ночные клубы (рис.1), на основании установления достоверных параметров движения людских потоков по различным видам пути, определяющих размеры эвакуационных путей и выходов. Проблема состоит в том, что настоящие нормативные требования [3] не в полной мере учитывают реальную картину процесса эвакуации людей в подобных зданиях. Так, только за последние 20 лет при пожарах в клубах погибло более 2000 человек и было выявлено более 3000 пострадавших. При этом, в 80% случаев высокая смертность в первую очередь, связана с недостаточной пропускной способностью эвакуационных выходов, которая зависит от интенсивности движения людского потока.

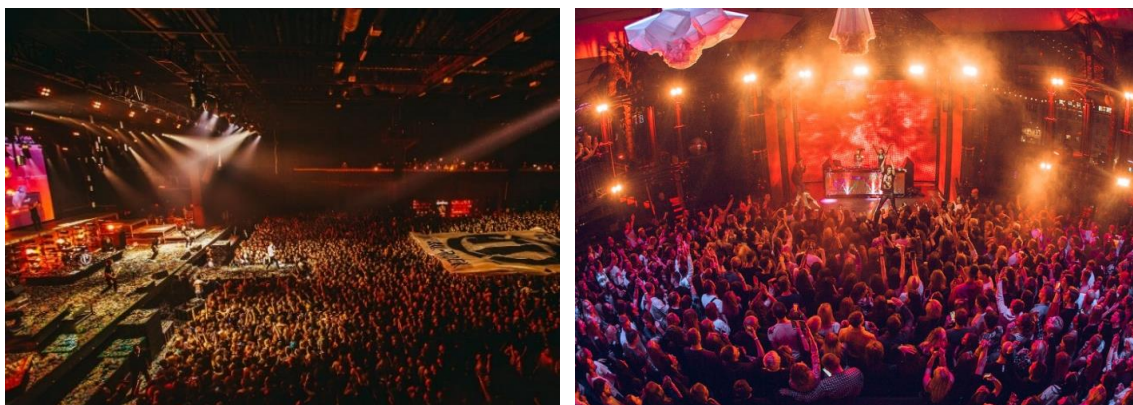


Рисунок 1. Ночные клубы

Ранее были проведены натурные наблюдения (рис.2) и экспериментальные исследования [4] в области движения людских потоков по лестнице вниз и вверх, в результате которых, были получены зависимости параметров движения по наклонным видам пути (лестницам). При этом как показал численный эксперимент время эвакуации при расчетной фактической ситуации значительно превысило время при расчетной нормативной ситуации.



Рисунок 2. Иллюстрации натурных наблюдений в ночном клубе

Для решения данной проблемы необходимо выполнить ряд задач:

- Анализ литературы в области движения людей в подобных зданиях
- Проведение натурных наблюдений и экспериментальных исследований в области движения людских потоков через дверные проемы.
- Статистическая обработка данных и установление зависимости между параметрами движения людских потоков через дверные проёмы.
- Моделирование движения людских потоков и разработка рекомендаций в методику определения расчетных величин пожарного риска для нормирования оптимальных размеров эвакуационных выходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» с учетом изменений, утвержденных приказом № 632 МЧС РФ от 02.12.2015.

3. СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

4. ВКР «Разработка противопожарных мероприятий для ночных клубов на основе моделирования эвакуации людей» / Михалёва Д. Г.; рук. ВКР А. П. Парфёненко / НИУ МГСУ, 2022.

ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЯ ПОЖАРНОГО ДЕПО НА 4 МАШИНОМЕСТА

Стрелков Д.П.

студент 4 курса 38 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Смирнов В.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Актуальность работы обусловлена статистическими данными о пожарах, при этом пожарное депо является очень важным звеном в обеспечении безопасности объектов и защищенности человека от пожаров;

Применение средств пожарной автоматики и систем пожаротушения позволит не только обеспечить пожарную безопасность пожарного депо, но и значительно снизит потери от пожаров в регионе.

Задачи

1. Анализ требований нормативных документов в области пожарной безопасности и здания пожарного депо.

2. Соответствие требованиям пожарной безопасности генерального плана объекта, объемно-планировочных и конструктивных решений, эвакуационных путей и выходов здания, наружного противопожарного водопровода.

3. Разработка проектных решений автоматической установки пожарной сигнализации .

4. Разработка проектных решений системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.

5. Разработка проектных решений автоматической установки пожаротушения.

6. Разработка проектных решений противопожарного водопровода .

7. Разработка организационно-технических мероприятий на стадии эксплуатации объекта, в том числе и систем пожарной автоматики, оповещения и управления эвакуацией и пожаротушения.

Здание пожарного депо на 4 машиноместа является объектом переменной этажности. Здание, с максимальными осевыми размерами 48,4 х 39,0 м. состоит из двух частей –2-3-х этажной, в которой размещаются административные и служебные помещения пожарного депо, и одноэтажной, двухсветной, где располагаются помещения для хранения и обслуживания пожарной техники. Высота здания – 14,90 м .

Согласно статье 32 Федерального закона [1] здание объекта защиты по функциональной пожарной опасности относится к классу Ф 4.4.

Объемно-планировочные решения предусматривают размещение в одном здании помещений различных классов функциональной пожарной опасности:

- Ф 2.1 – зал заседаний;
- Ф 3.6 – тренажерный зал; бытовые помещения: гардеробные, душевые и туалеты, разогрева и приема пищи, помещения для отдыха;
- Ф 4.2 – учебные помещения; помещение для инструктажа;
- Ф4.3 – административные и служебные кабинеты; дежурно-диспетчерская служба, центр управления силами и средствами;
- Ф5.1 – производственные и технические помещения, включая генераторную; помещения техобслуживания, мойки автомобилей, ремонтные мастерские;
- Ф5.2 – складские помещения, гараж-стоянка пожарных автомобилей.

Согласно статье 80 Технического регламента [1] при проектировании объекта защиты конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения должны обеспечивать в случае пожара:

- эвакуацию людей в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара [2.3];
- возможность проведения мероприятий по спасению людей;
- возможность доступа личного состава подразделений пожарной охраны и доставки средств пожаротушения в любое помещение здания;
- возможность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара [8.10];
- нераспространение пожара на соседние здания, сооружения и строения.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и предусматривает:

- применение конструкций здания с нормируемыми пределами огнестойкости [3];
- устройство противопожарных преград с целью ограничения развития пожара в любом месте внутри здания;
- применение современных автоматических средств сигнализации и тушения для своевременного обнаружения и успешного тушения пожара [6. 8];
- устройство необходимого количества и ширины эвакуационных выходов для обеспечения безопасной эвакуации людей [2];
- устройство систем противодымной защиты;
- обеспечение действий пожарных подразделений по проведению спасательных работ и тушению пожара.

Практическая значимость работы состоит в том, что будет получена возможность использования полученных проектных решений на всех аналогичных объектах при проектировании, монтаже и пуско-наладке;

системы противопожарной защиты обеспечат защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничение его последствий.

Востребованность проектных решений систем автоматического пожаротушения и пожарной автоматики определяется действующими нормативными документами, которые предписывают применение таких систем на объекте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.08 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Свод правил 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».
3. Свод правил 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
4. Свод правил 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».
5. Свод правил 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
6. Свод правил 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизации систем противопожарной защиты»
7. Свод правил 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение».
8. Свод правил 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические».
9. Свод правил 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования.»
10. Свод правил 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ЛСК, ЗАГЛУБЛЕННОЕ В ПРОЕМЕ

Скворцова А.А.

студентка 4 курса 38 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Горев В.А.

доктор физико-математических наук, профессор кафедры КБС НИУ МГСУ

Взрывы в жилых и производственных помещениях одна из важнейших проблем, которая требует решений с точки зрения использования инженерных и технических знаний в области обеспечения безопасности. С целью сохранения от воздействия взрыва каркаса зданий и сооружений, связанных с хранением или эксплуатацией горючих веществ, были разработаны легкобрасываемые конструкции (далее по тексту – ЛСК). Легкобрасываемые конструкции представляют собой наружные ограждающие конструкции, которые применяются для зданий и сооружений, которые под действием давления разрушаются или создают проем для утечки горючих газов. Принцип действия ЛСК делится на два типа: инерционные, которые смещаются или создают прогиб в конструкции, создавая проем, и безынерционные, которые при воздействии взрыва разрушаются. Нормативные документы требуют обеспечения необходимой площади ЛСК для обеспечения взрывобезопасности в зданиях категорий А и Б по взрывопожароопасности $0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 и $0,03 \text{ м}^2$ соответственно. Давление взрыва в помещениях определяется площадью открытых ЛСК от его воздействия (чему соответствует $t_{\max 2}$ на рисунке 1), а также как быстро произошло открытие ($t_{\max 1}$ на рисунке 1). На это влияют такие факторы как способ закрепления, конструкция ЛСК (масса, размеры и т.п.).

Целью данного экспериментального исследования является определение зависимостей глубины заделки ЛСК, её инерционности (скорости) и физических параметров взрыва. Чтобы достичь поставленных целей, необходимо определить характер изменения давления при движении ЛСК из проёма.

При проведении экспериментов используется взрывная камера объёмом $0,125 \text{ м}^3$, которую заполняют пропаном в концентрации 3%, перемешанным с воздухом. В качестве сбросного элемента для моделирования взрыва используется деревянная дощечка размерами $15 \times 15 \text{ см}$. Заглублениями служат металлические рамки, изготовленные из уголков. Таким образом в данном исследовании используются заглубления 40 мм, 20 мм и 10 мм.

Был проведен ряд исследований при заглублении равном 20 мм и 40 мм, рассмотрим результаты экспериментов более детально (Таблица 1).

Таблица 1 Результаты экспериментов при заглублении 20 мм и 40 мм

| № эксперимента | Давление вскрытия $P_{\text{Вск}}$, Па | Время вскрытия $t_{\text{Вск}}$, с | Давление открытия $P_{\text{Отк}}$, Па | Время открытия $t_{\text{Отк}}$, с |
|----------------|--|--|--|--|
| 20 мм | | | | |
| 1 | 716 | 0,028 | 1629 | 0,049 |
| 2 | 600 | 0,021 | 1358 | 0,040 |
| 3 | 740 | 0,025 | 1471 | 0,047 |
| 4 | 742 | 0,028 | 1094 | 0,047 |
| 5 | 374 | 0,025 | 1171 | 0,042 |
| 40 мм | | | | |
| 1 | 620 | 0,048 | 3010 | 0,070 |
| 2 | 750 | 0,048 | 2918 | 0,064 |
| 3 | 783 | 0,050 | 2437 | 0,064 |
| 4 | 1202 | 0,057 | 3640 | 0,084 |
| 5 | 970 | 0,034 | 2655 | 0,056 |

Результаты исследования показали, что в среднем чем больше давление вскрытия, тем больше давление открытия, на рисунке 1 представлен график изменения давления при взрыве пропано-воздушной смеси во времени.

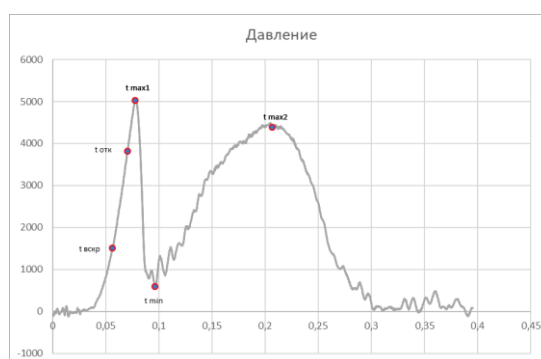


Рисунок 1. График изменения давления при заглублении 40 мм, где $t_{\text{вск}}$ - время вскрытия, $t_{\text{откр}}$ - время открытия, t_{min} - время минимума давления, t_{max1} и t_{max2} - время 1-го и 2-го пика давления соответственно

Также при анализе данных была замечена зависимость: при увеличении массы образца и его заглубления давление открытия возрастает. Стоит отметить, что при движении ЛСК из заглубления, давление не может быть сброшено, так как сбросной проем плотно огражден. Таким образом в промежуток от 0 до $t_{\text{отк}}$ объём, содержащийся в взрывной камере, остается

герметичным и истечение горючих газов невозможно. Подводя итоги проведенных экспериментов, хочется отметить, что вопрос по обеспечению взрывобезопасности еще не изучен полностью и основной задачей является изучение этого процесса, учитывая ряд всевозможных факторов. Так при проектировании систем, содержащих легкобрасываемые конструкции, необходимо учитывать и их заглубление в проеме, ведь его размер непосредственно влияет на давление, которое будет сбрасываться для обеспечения безопасности зданий и предотвращать их разрушение от действия взрыва. Поэтому необходимо изучать данный процесс с различных сторон и учитывать все характеристики, которые могут оказывать влияние на процесс сброса давления при взрыве.

В дальнейшем планируется варьировать не только параметры ЛСК, но и изменять скорость горения. Ведется также работа по критериальной обработке материала, полученного в ходе проведения экспериментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Льюис Б., Эльбе Г. Горение, пламя и взрывы в газах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1968. – 592 с.
2. Зельдович Я. Б., Баренблатт Г. И., Либрович В. Б., Махвиладзе Г. М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. -478 с.
3. Горев В.А. Теория горения и взрыва: Учебн. пос. – М.: МГСУ, 2010. – 200 с.
4. Пилюгин Л.П. Прогнозирование последствий внутренних аварийных взрывов. М.:Пожнаука, 2010.380с.
5. Горев В. А. О зависимости параметров внутреннего взрыва от устройства предохранительных конструкций в проемах ограждающих стен промышленных и жилых зданий / В. А. Горев, В. В. Мольков // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т. 27, № 10. – С. 6-25. – DOI 10.18322/PVB.2018.27.10.6-25. – EDN VMLYGA.
6. Горев В. А. Влияние легкобрасываемых конструкций на избыточное давление при взрыве в помещении / В. А. Горев, А. Д. Корольченко // Пожаровзрывобезопасность. – 2022. – Т. 31, № 3. – С. 12-23. – DOI 10.22227/0869-7493.2022.31.03.12-23. – EDN AKVGCL.
7. Комаров, А. А. Особенности моделирования аварийных взрывов внутри зданий и в атмосфере / А. А. Комаров // ПожСофт-2022 : Сборник докладов II научно-практической конференции по программному обеспечению для решения задач пожарной безопасности, Москва, 24–25 ноября 2022 года. – Москва: Автономная некоммерческая организация Научно-методический координационный центр разработки и применения программного обеспечения в области пожарной безопасности "ПожСофт", Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022. – С. 25-31. – EDN RWWLGX.

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ГОСТИНИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Улиткина А.В., Умурзакова Р.М.

студентки 2 курса 37 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Еремина Т.Ю.

доктор технических наук, профессор кафедры КБС НИУ МГСУ

Актуальность исследования обусловлена гибелью людей при пожарах в гостиничных комплексах; несовершенством работы автоматических систем противопожарной защиты (АППЗ) и дезориентацией людей в малознакомом пространстве во время пожара.

Цель работы - выявление новых подходов к обеспечению противопожарной защиты гостиничных комплексов, основываясь на международном опыте.

Задачи для реализации цели состоят в следующем:

1. Анализ крупных пожаров в гостиницах;
2. Изучение международного опыта в области пожарной безопасности;
3. Анализ необходимой документации (УК РФ, СП, СНИП и т. д.);
4. Составление предложения для проработки идеи сертификации гостиничных комплексов.

Очень часто пожары происходят ночью, а так как здание является малознакомым для постояльцев гостиницах, человек теряется и не знает, куда ему идти. Также во время пожара отсутствует электричество, и приходится выбираться из опасной зоны в темноте. К сожалению, из-за отсутствия электричества могут не сработать система сигнализации и система оповещения.

Анализ крупных пожаров в гостиницах показал, что значительная их часть происходит из-за количества горючей нагрузки, превышающего допустимое, и инертности срабатывания систем противопожарной защиты.

- Гостиница «Россия» (Москва, 1979), высокая токсичность, дымообразующая способность отделки путей эвакуации, 42 погибших;
- Отель «Хилтон» (Лас-Вегас, 1980), наличие легковоспламеняющихся ковров, 87 погибших, 350 пострадавших;
- Гостиница «Ленинград» (Санкт-Петербург, 1993), высокая токсичность продуктов сгорания на путях эвакуации, 22 погибших, в том числе 9 пожарных.

Гостиницы относятся к общественным зданиям с круглосуточным массовым пребыванием людей. В соответствии со сведениями о пожарах (табл. 1), приведенными в

Распоряжении МЧС России от 07.12.2022 №1345, количество пожаров в гостиницах представляет определенную проблему.

Таблица 1

Сведения о пожарах и об их последствиях по классам функциональной пожарной опасности поднадзорных объектов пожаров

| Класс функциональной пожарной опасности зданий | Кол-во пожаров, ед. | Погибло людей, чел. | Травмировано людей, чел. |
|---|---------------------|---------------------|--------------------------|
| Ф1.1 - здания дошкольных образовательных организаций, специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), спальные корпуса образовательных организаций с наличием интерната и детских организаций, здания медицинских организаций, предназначенные для оказания медицинской помощи в стационарных условиях (круглосуточно) | 180 | 4 | 14 |
| Ф1.2 - гостиницы, общежития (за исключением общежитий квартирного типа), спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов | 213 | 6 | 22 |

Изучая международный опыт, хотелось бы отметить, что уголовная ответственность за нарушения требований пожарной безопасности в соответствии с законодательством некоторых стран, предусматривает условный срок до двух лет.

В окружном суде Калмара 26 февраля 2009 года был вынесен приговор владельцу и генеральному директору отеля Боргхольм, осужденному за непредумышленное убийство после пожара в отеле в апреле 2004 года, когда погибли двое постояльцев.

В соответствии со ст. 219 УК РФ, нарушение требований пожарной безопасности, совершенное лицом, на котором лежала обязанность по их соблюдению, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека, — наказывается в том числе лишением свободы на срок до трех лет. 29 окт. 2022 г.

Необходимо совершенствование подходов к обеспечению противопожарной защиты гостиничных комплексов: улучшение качества активной и пассивной противопожарной защиты, например, изучая международный опыт, устанавливаем, что при выполнении требований к гостиничным комплексам выдается сертификат, утвержденный уполномоченными органами (рис. 1) Данный документ гарантирует безопасное пребывание в гостинице.



Рисунок 1

Решение заданной проблемы в России возможно следующим путем:

1. Определение класса функциональной пожарной опасности здания, так как в настоящее время многие гостиничные комплексы представляют собой многофункциональные общественные здания;
2. Совершенствование противопожарной защиты гостиничных комплексов, обеспечение работы всех систем АППЗ;
3. Улучшение качества организационных мероприятий (приказы и т.д.);
4. Создание на регулярной основе учебной эвакуации.

Основные требования современного законодательства к гостиничным комплексам описаны Федеральными законами, сводами правил (СП), Строительными нормами и правилами (СНиП) [1-11]. Соблюдение мер пожарной безопасности очень важно, так как нарушение хоть одного из них может привести к тяжелым последствиям. Но количество пострадавших от пожаров не уменьшается, хотя с каждым годом правила и нормы для гостиничных комплексов становятся все более и более жесткими.

В качестве основных требований к сертификации предлагается:

- тщательное изучение нормативных документов в области комплексной безопасности гостиничных комплексов (опыт международных ассоциаций, связанных с качеством гостиничных комплексов);
- анализ статистики пожаров по субъектам Российской Федерации (можно увидеть, что в официальном источнике учитываются только зарегистрированные предприятия, и потому в статистике числа намного меньше реальных, что должно способствовать ужесточению мер, направленных на контроль туристического дела для сбора информации и снижения риска возникновения пожара не только в легальных предприятиях, но и нелегальных);
- оценка удовлетворительности противопожарной защиты должна включать в себя взвешивание всех мер противопожарной защиты здания и предприятия с учетом существующих

рисков. Владельцы и собственники должны принимать меры, необходимые для устранения или снижения риска. Каждое предприятие должно документировать свою работу по противопожарной защите тщательно. Необходимость в документации обусловлена такими факторами, как тип здания, предприятия, организации и другими.

Делая вывод, можно подчеркнуть, что многое в системе противопожарной защиты и работы правоохранительных органов требует доработки и корректировки. Для уменьшения смертей из-за несовершенной работы автоматических систем противопожарной защиты и дезориентацией людей в малознакомом пространстве во время пожара нами был предложен новый подход в области пожарной безопасности, а именно введение сертификации гостиничных комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Свод правил 1.13130.2020 «Эвакуационные пути и выходы».
4. Свод правил 2.13130.2020 «Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
5. Свод правил 3.13130.2009 «Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».
6. Свод правил 4.13130.2013 «Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
7. Свод правил 118.13330-2012 «Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009».
8. Свод правил 160.1325800.2014 «Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования».
9. Свод правил 257.1325800.2020 «Здания гостиниц. Правила проектирования».
10. Свод правил 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты».
11. Свод правил 486.1311500.2020 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации».
12. Распоряжение МЧС России №1345 «Об утверждении программы профилактики рисков причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям в области пожарной безопасности при осуществлении федерального государственного пожарного надзора органами государственного надзора за 2023 год».

ЗАВИСИМОСТЬ ОГНЕСТОЙКОСТИ ОСТЕКЛЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПРЕГРАД ОТ УСЛОВИЙ НАГРЕВА

Шевякова А.И.

студентка 4 курса 38 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Портнов Ф.А.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

С точки зрения обеспечения пожарной безопасности, стёкла являются составляющим заполнением противопожарных проёмов- противопожарных дверей.

В чрезвычайных ситуациях возникновения очага открытого огня, распространения пламени, нарастании теплового воздействия в пределах пожарного отсека, секции, огнестойкие стекла, используемые в заполнении строительных проемов, эффективно сдерживают эти опасные факторы для людей, находящихся в смежных помещениях; выдерживая все нагрузки с пределом стойкости, присущим противопожарным преградам из камня, кирпича, железобетонных конструкций.

Виды противопожарного остекления:

1. Закаленное монолитное стекло.

Стекло изготавливается из натрий-кальциевого силикатного стекла, прошедшего особый отбор, обработку кромки и закаленное в специальной печи закалки.[1]

2. Армированное противопожарное стекло с металлической сеткой внутри листового материала, прочно удерживающей всю конструкцию внутри рамы длительное время.

Сетка способствует более равномерному распределению температуры по объёму стекла, что снижает температурные напряжения. Поэтому во время огневого воздействия армированное стекло хоть и трескается, но не выпадает сразу из переплёта.

3. Многослойный пакет из закаленного стекла с заполнением между листами огнезащитными лаками, аналогичными по свойствам материалам, используемым при пассивной огнезащите строительных конструкций, вспучивающимся, обугливающимся под тепловым воздействием высокой температуры пожара.[4]

4. Многослойное закаленное стекло с пространством между листами, заполненным прозрачным полимерным многокомпонентным гелем на водной основе, вспенивающимся, поглощая тепло от воздействия открытого огня, а затем кристаллизующимся в огнестойкую теплоизоляционную массу.[4]

Не следует забывать, что противопожарное огнестойкое стекло, кроме конструктивных особенностей/различий, подразделяется на виды по способности не разрушаться (Е), не

нагреваться до предельных значений на необогреваемой поверхности (I), не передавать тепловое воздействие в смежное помещение (W):

Огнестойкое стекло EIW 60 по всем трем параметрам способно в течение одного часа выдерживать воздействие открытого пламени, интенсивного теплового потока от очага пожара, находящегося в защищаемом помещении.

Противопожарные стекла EI 60 обеспечат только первые две характеристики, кроме того, что воздух за ними в смежных помещениях сможет прогреться до критических значений – более 3, 5 кВт/м².

Стекло противопожарное EI 30 – то же в течение получаса.

Противопожарный гель для стеклопакетов:

Специальный гель начинает темнеть и вспениваться под воздействием высоких температур, в результате чего происходит образование непрозрачного защитного слоя.

Наиболее успешным техническим решением является гель, состоящий:

1. полиакриловая кислота или ее соли щелочных металлов в количестве от 30 до 70;
2. многоатомный спирт, преимущественно поливиниловый спирт в количестве 0,5-10;
3. вода - 7,9-57,9;
4. фотоинициатор полимеризации пероксидного типа в количестве 0,06-0,4;
5. замедлитель горения из группы соединений фосфора в количестве 0,5-7;

Таким образом достигается технический результат увеличения огнестойкости многослойного трехслойного стекла в 2 раза.

Физико-химические и механические свойства стекла:

Наиболее важными свойствами стекла при огневом воздействии являются:

1. Прочность:

Прочность понимается как свойство материалов без разрушений воспринимать различные нагрузки и воздействия. [3]

При поперечном изгибе в стекле со стороны действия силы возникают напряжения сжатия, а с противоположной - напряжения растяжения. Поэтому предел прочности стекла при изгибе измеряют пределом прочности при растяжении. Стекло работает на растяжение значительно хуже, чем на сжатие.

Прочность закаленного стекла при прочих равных условиях в 3-4 раза больше прочности отожженного.

2. Теплопроводность:

Теплопроводность характеризует способность вещества проводить тепло в градиентном температурном поле.

Вследствие малой теплопроводности стекла на небольших участках стеклянных изделий создается большой перепад температуры, а следовательно, в стекле возникают внутренние напряжения и хрупкость его значительно увеличивается.

3. Тепловое расширение:

Стекло является изотропным материалом-при нагревании оно изменяется в объеме во всех направлениях одинаково.

Коэффициент линейного температурного расширения стекла относительно невелик, но из-за высокого модуля упругости и низкой теплопроводности напряжения, развивающиеся в стекле при термических деформациях, могут достигать опасных величин, приводящих к растрескиванию.

4. Хрупкость:

По мере роста внешних усилий прочности внутренние напряжения также растут и достигают предела прочности, после чего материал разрушается. [3]

Хрупкость характеризует неспособность материала к релаксации напряжений, возникающих в нем при деформации изделий. По мере роста внешних усилий прочности внутренние напряжения также растут и достигают предела прочности, после чего материал разрушается. Хрупкое разрушение является наиболее опасным по сравнению с другими видами разрушений, поскольку оно характеризуется высокой скоростью развития и происходит при относительно небольшой деформации, которая предшествует разрушению.

В общем случае проявление материалом хрупкости зависит от соотношения между длительностью действия мгновенно приложенной внешней силы (удара) и скоростью релаксации возникших в теле напряжений. Стекло приобретает хрупкость при значениях вязкости выше $10^{12,3}$ Па·с и температурах ниже T_g .

По сравнению с металлами ударная вязкость стекол исключительно мала. Состав стекла заметно влияет на ударную вязкость. Введение MgO, B₂O₃ (до 15 %), Al₂O₃, ZrO₂, SiO₂ в состав натриево-кальциево-силикатных стекол способствует увеличению ударной вязкости на 5-20 %.

Методика на проведение испытания по оценке огнестойкости фрагмента светопрозрачного заполнения при воздействии стандартного пожара и при воздействии теплового удара.

Сущность метода испытаний, заключается в оценке времени потери теплоизолирующей способности или целостности с момента начала одностороннего теплового воздействия на фрагмент конструкции. [2]

Испытания проводятся в двух режимах теплового воздействия:

- 1) Стандартный огневой режим по ГОСТ 30247.0-94

тут его описание

2) Тепловой удар. Он характеризуется резким воздействием температуры 900 градусов на испытуемый образец.

В процессе проведения испытаний регистрируются следующие показатели:

- характер повреждения и разрушения образца в ходе испытаний, изменение цвета образца
- время наступления предельных состояний и их вид:
 - Потеря целостности;
 - Потеря теплоизолирующей способности.

Подводя итог, можно сделать вывод, что стекло, обладая низкой устойчивостью к воздействию высоких температур пожара, разрушаясь даёт возможность распространению пожара за пределы помещения. Именно поэтому проблема повышения огнестойкости стёкол, используемых в противопожарных дверях, является актуальной в обеспечении пожарной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 32562.1-2013 Стекло с покрытием. Классификация.
2. ГОСТ Р 53308-2009 Конструкции строительные. Светопрозрачные ограждающие конструкции и заполнения проемов. Метод испытаний на огнестойкость.
3. ГОСТ 30826-2014 Стекло многослойное. Технические условия (с Поправкой, с Изменением N 1).
4. О. В. Казьмина, Химическая технология стекла и ситаллов: учебное пособие / О.В.Казьмина, Э.Н. Беломестнова, А.А. Дитц; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011 – 170 с.

СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ОЗЕЛЕНЁННЫХ КРОВЕЛЬ ТЕХНИЧЕСКИМ И ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Григоров А.С.

студент 4 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Лисиенкова Л.Н.

доктор технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

В настоящее время вопросы экологичности и зеленого строительства приобретают большую значимость и интерес на рынке строительных объектов различного назначения. Это связано в том числе с увеличением углеродных выбросов в атмосферу от промышленности и автотранспорта. Особенно остро этот вопрос стоит в городах, где сосредоточена большая часть автотранспорта и промышленности и, вместе с этим, имеется слишком малое количество деревьев, которые могли бы смягчать негативное влияние автотранспорта и промышленности на качество городского воздуха. В таких условиях возникает не только необходимость в «островках зелени», но и обустройстве зон отдыха в плотной городской застройке [1-2].

Поэтому вопросы оценки и управления качеством объектами зеленого строительства актуальны в научном и практическом аспектах.

Одним из способов решения этой проблемы являются озеленённые и эксплуатируемые кровли [3-4].

Эксплуатируемая кровля - специально оборудованная крыша здания или сооружения, предназначенная для использования, например, в качестве зоны для отдыха, размещения спортивных площадок, озеленения, автостоянок, автомобильной дороги, транспорта над подземными паркингами, на стилобатах и т. п. и предусмотренная для пребывания людей, не связанных с периодическим обслуживанием инженерных систем здания.

Частным случаем эксплуатируемой кровли является озеленённая (зелёная) кровля – это кровля, верхняя поверхность которой частично или полностью представлена живым растительным слоем, субстратом, а также специальными слоями, такими как дренажный слой, дренажно-водоаккумулятивный слой, водоизоляционный слой и др. Такие кровли позволяют поддерживать благоприятную среду города, а также создают рекреационные зоны в стеснённых городских условиях, которыми могут пользоваться жильцы дома или сотрудники здания. В связи с этим они набирают популярность и имеют широкое применение во всём мире.

Зелёные кровли бывают следующих видов:

- Интенсивные – посадочными материалами являются травы, кустарники и деревья, различные типы почвопокровных растений, с обеспечением постоянного ухода за

растительностью (удобрение, полив, прополка, кошение и т. д.) и с возможностью доступа посетителей помимо обслуживающего персонала.

- Полуинтенсивные - посадочными материалами являются травы, многолетние, почвопокровные растения, кустарники, с ограниченным, но с постоянным уходом.
- Экстенсивные – посадочный материал обладает признаками природных растительных сообществ, т. е. способностью к самоподдержанию, самовозобновлению и долговременному устойчивому развитию, как правило, без возможности доступа посетителей, помимо обслуживающего персонала.

При проектировании и строительстве озеленяемых и эксплуатируемых крыш необходимо предусмотреть следующие общие требования:

- мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;
- защиту от падения с высоты;
- защиту от проникновения корней в конструктивные элементы здания или сооружения;
- защиту от механических повреждений;
- защиту от эрозии и смещения;
- дорожно-тропиночную сеть для передвижения людей;
- системы крепления деревьев;
- точки подключения шлангов для полива;
- организацию водоотводящих систем;
- устройство ограждений и парапетов;
- оснащение малыми архитектурными формами (МАФ) и их крепеж;
- правила и регламенты эксплуатации (кроме крыши с озеленением экстенсивного типа);
- точки сброса снега при очистке зимой эксплуатируемых крыш (при необходимости);
- места хранения садового инвентаря (при необходимости).

В России озеленённые кровли распространены крайне редко. В основном это связано с климатическими условиями нашей страны. Чтобы предотвратить промерзания грунта и воды необходимо использовать обогреваемую дренажную систему, что приводит к высокой стоимости эксплуатации таких кровель. Однако в южных регионах России применение зелёных кровель вполне возможно [5].

И всё же, такая непопулярность зелёных кровель привела к тому, что в России слабо развита система контроля качества этих кровель. Как и к обычной кровле, зелёные кровли представляют собой сложную многослойную систему, которая также должна подвергаться оценке соответствия. Они гораздо сложнее в устройстве, в связи с чем к ним предъявляется множество требований, в том числе требования, выполнение которых осуществляется ещё на

этапе проектирования, монтажа и приёмки. Кроме того, имеются экологические требования, связанные с растительностью и условиями их существования.

В связи с этим необходимо разработать методику подтверждения соответствия на озеленённые и эксплуатируемые кровли. Для этого нужно:

- систематизировать и выбрать критерии оценки качества зеленых объектов [6];
- разработать номенклатуру установить показателей качества зеленых покрытий зданий и сооружений,
- определить нормативно-техническую документацию для проведения подтверждение соответствия [7];
- разработать порядок оценки соответствия в форме сертификации (декларирования).

Практическим результатом исследования будет типовая схема, позволяющая органам по сертификации на практике проводить сертификации. или декларирование соответствия отдельных элементов зелёных и эксплуатируемых кровель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Необходимость внедрения зеленой кровли в южных городах России. Тышкевич А. В./Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова, г. Новочеркасск.
2. Озелененные кровли. Конструктивные проблемы и способы их решения. А.А. Ендовицкая, А.Т. Тимофеева.
3. СП 17.13330.2017 Кровли.
4. ГОСТР58875 – 2020 Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования.
5. Руководство по проектированию и устройству эксплуатируемых и «зелёных» кровель из битумно-полимерных материалов компании «ТехноНИКОЛЬ».
6. Olga Mukhamedzhanova, Dmitrii Dolgorukov A method for calculating the uncertainty of the tensile strength during bending of concrete prisms used in the construction of transport infrastructure. Transportation Research Procedia Volume 63, 2022, Pages 2608-2613 DOI:10.1016/j.trpro.2022.06.300
7. Мухамеджанова О.Г., Владельщикова Д.А. Организация контроля качества в испытательной лаборатории на основе риск-ориентированного подхода // Ж. Естественные и технические науки, 2022. № 6., стр. 232-234.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СЕРТИФИКАЦИИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Гришак А.Р.

студентка 4 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Лисиенкова Л. Н.

доктор технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Актуальность работы заключается в том, что в современном мире без лакокрасочных материалов уже не построить красивое сооружение, ведь назначением такого покрытия является не только декоративная функция, но и защитная. Лакокрасочное покрытие имеет важную роль в защите поверхности от атмосферных воздействий и коррозии.

Лакокрасочные материалы находят широкое применение при строительстве жилых домов, административных и производственных зданий, мостов, сооружений, а также при проведении работ по их ремонту. Строительная индустрия постоянно развивается, внедряя новейшие технологии в процесс производства и совершенствуя сырье для изготовления строительных материалов. Необходимо поддерживать и контролировать качество ЛКП для долгой эксплуатационной службы и сохранения декоративности покрытия. Для этого разрабатываются системы и методики контроля качества продукции на предприятии, чтобы соответствовать требованиям потребителям и современным технологиям.

Цель работы – разработка методики сертификации лакокрасочных материалов.

Практическая значимость работы заключается в разработке комплексной и унифицированной методики сертификации, что позволит улучшить качество оценки исследуемых объектов и мотивирует производителей к применению безопасных технологических процессов [1, 2].

На качество ЛКП влияет очень много факторов, которые должны быть учтены при производстве ЛКМ, для того чтобы ЛКП отвечало требованиям нормативно-технической документации. Качество лакокрасочного покрытия и срок его службы определяются прежде всего состоянием поверхности окрашиваемых деталей, составом покрытия (свойства пленкообразующей основы, пигментов, пластификаторов и растворителей), воздействием окружающей среды, количеством слоев и способом выполнения лакокрасочных работ [3]. ЛКМ наносятся на разные поверхности, при этом для материалов используются различные виды красок [4, 5]. В таблице 1 представлены поверхности и используемый ЛКМ.

Таблица 1 – Виды лакокрасочных материалов

| Поверхности | Характеристики | Виды ЛКМ |
|--|--|--|
| Дерево (ГОСТ 20022.2-80 [6]) | pH 3,8-5,3 низкие значения кислотности – увеличение скорости отверждения ЛКМ высокие — замедление скорости отверждения | <ul style="list-style-type: none"> • лаки, • краски, • эмали, • масла, • воски, • шпатлевки, • грунтовки. |
| Металл (ГОСТ 9.402-2004 [7]) | Защита от коррозии и старения. <ul style="list-style-type: none"> • атмосферостойкость; • коррозионные потери 400-650г/м²×год • перед покраской необходимо отшлифовать. | <ul style="list-style-type: none"> • грунтовки (алкидные, акриловые, эпоксидные, полиуретановые, фосфатирующие); • шпатлевки; • краски (алкидные, акриловые, эпоксидные, полиуретановые, кремнийорганические, резиновые, нитрокраски, молотковые); • лаки; • эмали; |
| Железо–бетонные конструкции (ГОСТ 28574-2014 [8]) | Защита от коррозии и воздействия кислотных агрессивных газов. <ul style="list-style-type: none"> • Адгезия не более 2 баллов • шлифовка перед нанесением; • укрывистость 150 г/м². | <ul style="list-style-type: none"> • грунтовка; • шпатлевка; • краски (акриловые, эпоксидные, виниловые, полиуретановые, водоэмульсионные, резиновые); • лаки; • эмали. |

С учетом требований к показателям защитного действия ЛКП, применяемые для окрашивания разных поверхностей, должны обладать высокой эффективностью защитного действия, иметь хорошую адгезию и обладать высокими прочностными свойствами. Для противокоррозионной защиты применяют эпоксидные, полиуретановые, фторсодержащие, органосиликатные и гибридные полимерные ЛКМ на основе силиконов.

В процессе сертификации ЛКМ предложен контроль качества готового ЛКП. Для контроля необходимо правильно и рационально выбрать методы контроля, чтобы при минимальных затратах достичь высокой стабильности показателей качества. В результате контрольных операций руководство предприятия получает информацию для учета и анализа брака и связанных с ним потерь.

Для оценки качества ЛКП по ГОСТ 33290-2015 «Материалы лакокрасочные, применяемые в строительстве. Общие технические условия» [3] выбраны критерии, указанные в таблице 1.

Таблица.2– Критерии оценки качества ЛКП

| № | Критерий | Ед. измерения |
|-----|-----------------------------|--|
| 1. | визуальный осмотр покрытия | – |
| 2. | прочность | МПа |
| 3. | время и степень высыхания | сек |
| 4. | адгезия | МПа |
| 5. | твердость | отн.ед |
| 6. | бензо- и маслостойкость | – |
| 7. | токсичность и огнеопасность | – |
| 8. | паропроницаемость | – |
| 9. | истирание | кг/мкм |
| 10. | водопоглощение | кг/(м ² ·ч ^{0,5}) |

Таким образом, разрабатываемая методика сертификации лакокрасочных материалов будет комплексной и унифицированной, так как объединяет в себе методы оценки качества всех видов ЛКМ и покрытий. Для удобства систематизации и обработки большого количества данных планируется использовать статистические методы с целью выявления закономерностей, которым подчиняются показатели качества в процессе оценки соответствия исследуемых объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хорошавин А.В. Анализ практики внедрения процедур определения существенных экологических аспектов предприятиями России // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей Первый молодежный экологический конгресс "Северная пальмира" — г. Санкт-Петербург, — 2010.
2. Владельщикова Д.А., Мухамеджанова О.Г. Разработка процедуры внешнего контроля испытательной лаборатории//Сборник материалов семинара молодых ученых Международной научной конференции «Строительство- формирование среды жизнедеятельности», (г.Москва, 22-24 апреля 2021), с.71-75.
3. ГОСТ 33290-2015 Материалы лакокрасочные, применяемые в строительстве. Общие технические условия.
4. ГОСТ 9.403-80 (СТ СЭВ 5260-85) Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Методы испытаний на стойкость к статическому воздействию жидкостей
5. ГОСТ 33289-2015 Безопасность лакокрасочных материалов. Термины и определения
6. ГОСТ 20022.2-80 Защита древесины. Классификация

7. ГОСТ 9.402-2004 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию

8. ГОСТ 28574-2014 Защита от коррозии в строительстве. Конструкции бетонные и железобетонные. Методы испытаний адгезии защитных покрытий

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ВАЛИДАЦИИ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Дмитриев А.А.

студент 4 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Мухамеджанова. О.Г.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

В соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 и критериями аккредитации испытательные лаборатории должны предоставлять объективные свидетельства того, что методы, применяемые в лабораторной деятельности соответствуют установленным требованиям для обеспечения точности и достоверности результатов проводимых испытаний (измерений). Валидация – подтверждение на основе объективных данных, что установленные требования в условиях намеченного использования или применения выполнены. [1]

Цель работы: разработка документации по валидации методов испытаний, применяемых в испытательной лаборатории.

В соответствие с заданной целью были поставлены следующие задачи:

- проанализировать техническую, нормативно-техническую литературу по теме исследования;
- изучить этапы оценки валидации методов исследований (испытаний) строительных материалов, изделий и конструкций различными способами;
- разработать алгоритм проведения валидации методов исследований (испытаний) строительных материалов, изделий и конструкций;
- произвести и исследовать этапы оценки соответствия валидированных методов исследований (испытаний) на соответствие их точностным характеристикам;
- сформулировать методику валидации методов исследований (испытаний) для конкретных методик, применяемых в испытательной лаборатории.

Данная работа проводится для испытательной лаборатории ИЛ ИКБС НИУ МГСУ.

В соответствии с п. 7.2.2. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 лаборатория должна проводить валидацию нестандартных методов, методов, разработанных лабораторией, и стандартных методов, используемых за пределами их области применения или каким-либо иным образом модифицированных.

К примеру, в ГОСТ 1929 «Нефтепродукты. Методы определения динамической вязкости на ротационном вискозиметре» описан метод определения динамической вязкости для нефтепродуктов (масла, мазута). Однако по данному нормативному документу определяется

динамическая вязкость для пенообразователя, который испытывается при температуре 20°C, согласно п.4.2.1. ГОСТ Р 50588-2012. По ГОСТ 1929 одним из условий проведения испытаний для масел является охлаждение измерительного устройства до температуры, указанной в технической документации со скоростью 1-2°C, для пенообразователей проводить испытания необходимо при постоянной температуре 20°C. Поэтому необходимо провести процедуру валидации метода определения динамической вязкости для пенообразователей [2].

Этапы проведения процедуры валидации, входы и выходы представлены в таблице 1.

Таблица 1- Этапы валидации метода испытаний в испытательной лаборатории

| Этап | Вход | Выход |
|--|---|---|
| 1. Планирование | Модифицированный метод, служебная записка | План валидации |
| 2. Составление программы валидации | Требования к ИЛ для использования валидируемого метода | Программа валидации |
| 3. Документарная оценка | Документация на оборудование, средства измерения, технику безопасности, персонал. | Отчет по валидации методики исследования (испытания) |
| 4. Проведение валидационного специального эксперимента | Валидируемый метод | Отчет по валидации, рабочий лист, протокол испытаний для целей верификации (валидации) метода испытаний |
| 5. Проверка руководителем ИЛ отчета по валидации | Отчет по валидации | Решение о возможности использования метода |

После успешного завершения валидационного специального эксперимента работы по валидации считаются завершенными.

Руководитель испытательной лаборатории проверяет технические записи и оформленный Отчет по валидации на предмет:

- правильности проведения оценки соответствия ресурсов испытательной лаборатории требованиям методики;
- соответствия условий проведения работ требованиям методики;
- наличия в технических записях всех данных, требуемых методикой;
- наличия свидетельств получения результата, при необходимости (выгрузок из оборудования, графиков и т.д.);
- наличия результатов и расчетов по всем необходимым показателям;
- отсутствия технических ошибок;
- обоснованности выводов.

В случае выявления несоответствий и отклонений, информация вносится в журнал корректирующих мероприятий, проводятся корректирующие действия. По результатам реализации корректирующих действий проводится повторная валидация либо принимается решение об отказе от применения методики.

Способы валидации методов следующие:

- калибровка или оценивание смещения и прецизионности с использованием эталонов или стандартных образцов;

Способ заключается в сравнении результатов испытаний, проведенных с помощью валидированного метода с испытаниями по стандартизированному методу на эталоне или стандартном образце. Если прецизионность в допустимых пределах - валидируемый метод можно использовать для получения достоверных данных.

- проверка устойчивости метода посредством изменения управляемых параметров, таких как температура в термостате, дозируемый объем;

Сущность способа в изменении условий проведения, либо каких-либо других характеристик испытания и дальнейшее сравнение результатов, полученных по измененному методу и по стандартному. Если прецизионность в допустимых пределах, метод можно использовать в данной испытательной лаборатории[3].

- сравнение с результатами, полученными с помощью других валидированных методов;

Результаты по валидируемому методу сравниваются с результатами, полученными с помощью метода, уже прошедшего валидацию.

- межлабораторные сличения - перекрестная (сравнительная) валидация [4];

Перекрестная (т. е. корреляционная или сравнительная) валидация обычно применяется к методам для определения одной измеряемой величины и направлена на демонстрацию эквивалентной производительности между двумя (или более) методиками, используемыми для получения данных в рамках одного исследования или между различными исследованиями путем сравнения эксплуатационных характеристик двух методик. Примером сравнительной валидации может служить ситуация, когда исходная валидированная методика служит референтной методикой, а пересмотренная методика является сравниваемой [5].

Перекрестная валидация также учитывает при использовании данных, полученных с помощью различных методик или при модификации метода (применение более усовершенствованного оборудования, внедрение ПО и т.д).

В данной работе будет рассмотрена процедура валидации методов в испытательной лаборатории с расчетами точностных показателей по каждому из представленных способов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мухамеджанова О.Г., Владелищикова Д.А. Организация контроля качества в испытательной лаборатории на основе риск-ориентированного подхода // Ж. Естественные и технические науки, 2022. № 6., стр. 232-234
2. Лисиенкова Л. Н., Носова Л. С., Рекус И. Г. Оценка рисков при проектировании бетонных смесей // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. №4 (42).
3. Коваленко О.Ю., Канинина Е.Н., Ратникова И.А. Фундаментальные и прикладные научные исследования - Совершенствование общих требований к компетентности испытательных лабораторий, 2020, стр. 106-107
4. О. Г. Мухамеджанова, Л. Р. Сатлыкова Статистический анализ при проведении межлабораторных сличительных испытаний, ж. Инженерно-строительный вестник Прикаспия, № 2(40) 2022, стр.110-114 DOI 10.52684/2312-3702-2022-40-2-110-115
5. Lisienkova L., Volkova E.,Nosova L.,Baranova E. A method of the study of deformation of non-woven heat-insulating building materials / Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 982, pp 709-722 (2020) https://doi.org/10.1007/978-3-030-19756-8_67

РАЗРАБОТКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кочишев Ю.П.

студент 4 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Лисиенкова Л.Н.

доктор технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Аннотация

В современном мире вопросы метрологического обеспечения и средств измерения приобретают с каждым днем все более важное значение, так как их решение во многом определяет качество процесса производства различных строительных материалов. Работы по метрологическому обеспечению, его контролю являются основой для технологической устойчивости производства, выпуска наиболее качественной продукции, уменьшения брака и производственных отходов, что является особо актуальным на сегодняшний день [1].

Покрытие крыши подвержено суточным и сезонным колебаниям температуры, солнечной радиации, воздействию атмосферных осадков в сочетании с температурными изменениями, ветрами, и вредными осадками, выбрасываемыми промышленными предприятиями. Поэтому для нормальной эксплуатации зданий и сохранения их долговечности большое значение имеет качество кровельных материалов, их правильное производство, а также метрологическое обеспечение процесса производства.

Цель данного исследования - разработать метрологическое обеспечение процесса производства кровельных материалов.

Исходя из цели были поставлены следующие задачи:

- 1) исследовать характеристику кровельных материалов;
- 2) определить средства измерения и контроля и изучить их метрологические параметры;
- 3) исследовать метрологическое обеспечение контроля производственного процесса кровельных материалов;
- 4) обосновать выбор метрологического обеспечения;
- 5) составить порядок проведения измерений и контроля.

Объектом исследования является технологическая последовательность измерения и контроля производства кровельных материалов.

Технологическая последовательность контроля показателей качества при производстве металлочерепицы проводится в соответствии с ГОСТ 30246-94 «Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных

конструкций» [2] и ГОСТ Р 58153-2018 «Листы металлические профилированные кровельные (металлочерепица). Общие технические условия» [3].

Контролируемая система процесса производства металлочерепицы на автоматической производственной линии с указанием контрольных точек, представлена на рис. 1.



Рисунок 1. Контролируемая система процесса производства металлочерепицы

Метрологическое обеспечение процесса производства металлочерепицы с учетом системы реализации производственного процесса на автоматической линии представлено в виде схемы на рис. 2.

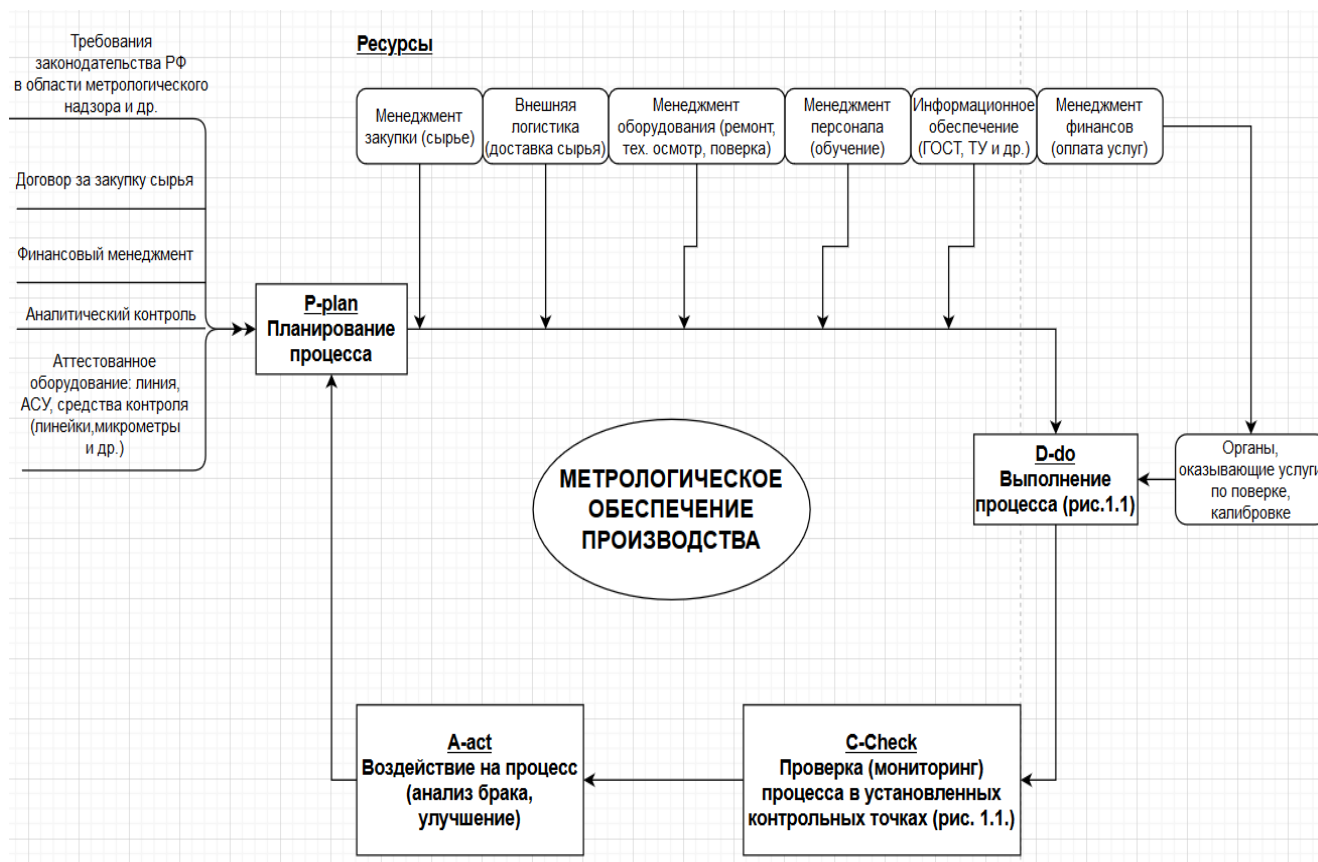


Рисунок 2. Метрологическое обеспечение процесса производства металлочерепицы

На современном этапе развития технического производственного оборудования процесс эксплуатации является автоматизированным.

При входном контроле основным показателем качества выступает исходный материал изготовления, лучшим из которых является холоднокатанная рулонная сталь толщиной от 0,4 до 0,8 мм с защитным и декоративным покрытием. Методы и средства контроля устанавливает ГОСТ 58153 [3].

Марка, результаты химического анализа, механические свойства, склонность к коррозии, толщина исходного рулона удостоверяются документом о качестве завода металлургии—т.е. изготовителем заготовки.

Ширину и толщину листов измеряют на расстоянии от 40 до 500 мм рулеткой по ГОСТ 7502 и микрометром по ГОСТ 4381 соответственно. Ширину и высоту ступеньки листов измеряют на расстоянии от 40 до 500 мм от торца листа металлочерепицы, длину -по двум сторонам.

Качество поверхности металлического и лакокрасочного покрытия металлочерепицы при размотке рулона на размоточном станке определяется визуально.

Толщина покрытия определяется в трех точках равномерно по ширине образца микрометром МК 25 по ГОСТ 4381.

Глубину профиля измеряют при помощи металлической линейки с обеих сторон.

Для изготовления металлочерепицы используют автоматическую линию, а которой предусмотрена автоматическая система управления. Класс точности – 0,5 мм. В линию входят: разматыватель, прокатный станок, гидравлический пресс, гильотина, приёмный стол.

Так как линия автоматическая, потребность в контроле каждого этапа производства отсутствует. При запуске оператор устанавливает необходимые параметры в автоматической системе управления (АСУ) для получения листов черепицы нужных размеров. Качество конечного продукта проверяется на выходе после обрезки визуально и проверяются геометрические размеры при помощи средств измерения, указанных выше.

Таким образом средства измерения при производстве металлочерепицы включают в себя: металлическую рулетку, штангенрейсмас, микрометр, линейку, весы и автоматическую систему управления (АСУ), которая контролирует заданные параметры в течении всего технологического процесса.

Заключение

1. Основными показателями качества при производстве металлочерепицы являются: толщина стали, толщина цинкового и декоративного покрытия, поверхность листа, стабильность заданных геометрических параметров, геометрическая точность листов, а также наличие дефектов и масса упакованной продукции. Большинство параметров согласовывается с заказчиком и нормативно не устанавливается. После изучения нормативной документации и паспортов на средства измерения были установлены их метрологические характеристики такие как: класс точности, диапазон измерений, погрешности и др. и их тип.

2. Выявлено, что метрологическое обеспечение необходимо для улучшения качества продукции, уменьшению количества брака и промышленных отходов, рационального использования материальных, энергетических и трудовых ресурсов и др. Каждое средство измерения подвергается периодической поверке (калибровке), техническому обслуживанию и ремонту. Посредством обработки нормативной документации и требований обоснование выбора метрологического обеспечения в организации сведено в таблицу, в которой прописаны необходимые средства измерения, процедура их поверки и калибровки, техническое обслуживание, а также методы измерения необходимых физических величин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мухамеджанова О.Г., Демидов Д.Г., Рекус И.Г., Комарова Л.Ю. Методика расчета неопределенности прочности на растяжение при изгибе бетонных призм// Ж. Известия тульского государственного университета, 2021. № 2.С.542-547 doi: 10.24412/2071-6168-2021-2-542-547
2. ГОСТ 30246-94 «Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных конструкций»
3. ГОСТ Р 58153-2018 «Листы металлические профилированные кровельные (металлочерепица). Общие технические условия».
4. ГОСТ 14918-80 Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СЕРТИФИКАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «АДВАНС ДОКС» В ОС "ПАРТНЕРТЕСТ"

Локтина Д.Р.

студентка 4 курса 37 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Лисиенкова Л.Н.

доктор технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

АДВАНС ДОКС— это программное обеспечение, позволяющее максимально автоматизировать работу органа по сертификации в разделах технических регламентов Евразийского экономического союза (Таможенного союза).

Актуальность темы: Одной из главных тенденций, которые сейчас происходят в мировой экономике, является цифровая трансформация. Она затрагивает практически все сферы деятельности человека, в том числе деятельность по подтверждению качества продукции, которая связана с работой в органах по сертификации и испытательных лабораториях. Для снижения количества внеплановых проверок и повышения качества контрольно-надзорной деятельности Росаккредитация создает цифровые двойники аккредитованных лиц [1-3]. В результате вся информация об их деятельности, сведения об их сотрудниках, используемом оборудовании хранится во ФГИС Росаккредитации в электронном виде.

Поэтому внедрение в деятельность органов по сертификации цифровых инструментов, внедрение дистанционных форматов оказания услуг; электронный документооборот; облачные технологии при оформлении и формировании дела сертификата являются актуальными в настоящее время [4...7] .

Объект работы: совершенствование деятельности органов по сертификации на основе внедрения цифровых инструментов.

Предмет работы: процесс сертификации строительных материалов на основе программного обеспечения «АДВАНС докс».

Цель работы: разработка методики сертификации строительной продукции на основе внедрения программного обеспечения для органов по сертификации «АДВАНС докс»

Задачи ВКР:

1. Анализ структуры и интерфейса электронного сервиса Росаккредитации - Конфигуратора областей аккредитации.
2. Анализ и обоснование выбора программных приложений для работы органов по сертификации: «АДВАНС докс», «Синтез ОСП», «ДОКСЕРТ-ПРОДУКЦИЯ».

3. Разработка процесса сертификации строительного материала в органе по сертификации.

4. Разработка порядка использования электронного документооборота в работе органов по сертификации на основе ПО «АДВАНСДокс».

5. Разработка структуры электронного документооборота в органе по сертификации с применением ПО «АДВАНСДокс».

6. Моделирование процесса сертификации строительного материала в органе по сертификации на основе ПО «АДВАНСДокс».

7. Разработка методики сертификации строительных материалов с применением ПО «АДВАНСДокс» для органов по сертификации.

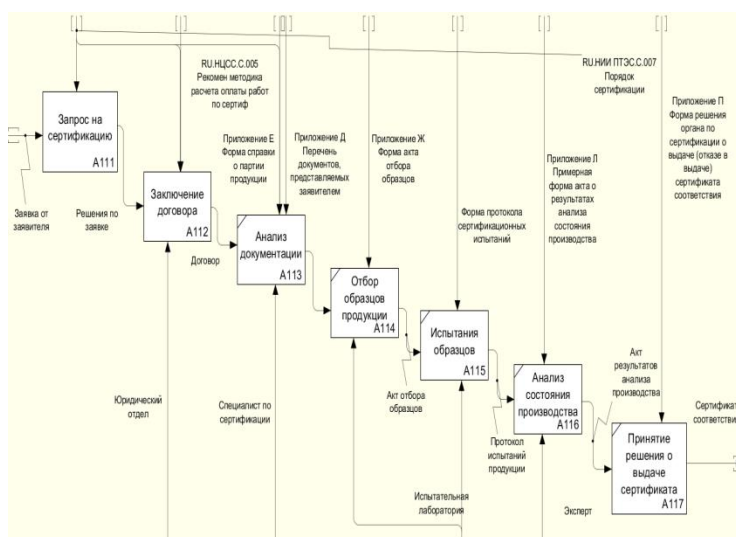


Рисунок 1. Моделирование процесса сертификации строительных материалов в органе по сертификации

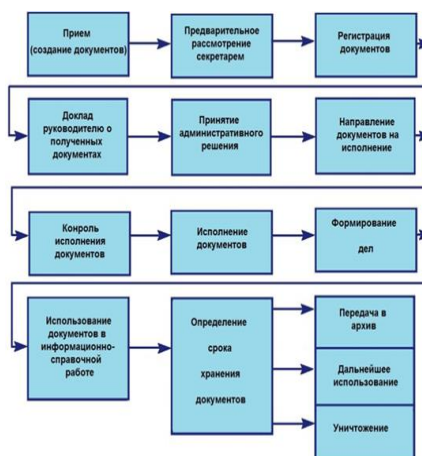


Рисунок 2. Модель управления электронным документооборотом на основе ПО «АДВАНС ДОКС»

Теоретическая основа исследования: В ходе научно-информационного поиска проанализированы отраслевая и нормативно-техническая документация, в том числе: постановление Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2021 года № 2050, которое с 1 марта 2022 г. установило новый порядок аккредитации, предполагающий использование электронных инструментов, таких как подача заявлений об аккредитации и подтверждении компетентности, расширении и сокращении области аккредитации, прекращении осуществления процедуры аккредитации и расширения области аккредитации, внесении изменений в сведения реестра аккредитованных лиц, прекращение действия аккредитации, включения сведений в национальную часть единого реестра органов по оценке соответствия Евразийского экономического союза осуществляется посредством федеральной государственной информационной системы “Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)” в виде электронного документа и подписывается усиленной квалифицированной электронной подписью руководителя юридического лица или индивидуального предпринимателя [8...10]. Заявляемая область аккредитации должна формироваться с использованием Конфигуратора областей в виде электронного документа и подписывается электронной подписью заявителя.

Поскольку органы по сертификации и испытательные лаборатории плотно взаимодействуют в своей работе с Федеральной службой по аккредитации [11-12], то актуальны цифровые инструменты Росаккредитации, которые используют в своей работе аккредитованные лица:

- электронный конфигуратор областей аккредитации аккредитованных лиц для исключения влияния человеческого фактора, сокращения сроков оказания услуг, обеспечения единообразия сведений, содержащихся в информационной системе ведомства;

- для снижения количества внеплановых проверок и повышения качества контрольно-надзорной деятельности Росаккредитация создает цифровые двойники аккредитованных лиц [7].

В результате вся информация об их деятельности, сведения об их сотрудниках, используемом оборудовании хранится во ФГИС Росаккредитации в электронном виде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ФЗ от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «О техническом регулировании»
2. Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2009 года N 982 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня

продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии (с изменениями на 7 марта 2019 года)»

3. Постановление Госстандарта России от 21 сентября 1994 года N 16 «Требования к органу по сертификации продукции и порядок его аккредитации»

4. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества.

5. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (с Поправкой)».

6. ГОСТ Р 50.1.028–2001 Методология функционального моделирования IDEF0.

7. ГОСТ ISO/IEC 15424-2018 Информационные технологии (ИТ). Технологии автоматической идентификации и сбора данных.

8. ГОСТ Р ИСО 10667-2-2015 Предоставление услуг по оценке. Процедуры и методы оценки работы персонала и организационной среды.

9. ГОСТ Р ИСО 10018-2014 Менеджмент качества. Руководящие указания по вовлечению работников и их компетентности.

10. ГОСТ Р 58184-2018 Система менеджмента проектной деятельности.

11. О.Г. Мухамеджанова, Л.Р. Сатлыкова Статистический анализ при проведении межлабораторных сличительных испытаний / Инженерно-строительный вестник Прикаспия, N 2(40) 2022, стр.110-114, DOI 10.52684/2312-3702-2022-40-2-110-115

12. Мухамеджанова О.Г. методология оценки риска в испытательной лаборатории // Ж. Естественные и технические науки, 2023. № 3.с.

РОЛЬ СЕРТИФИКАЦИИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Менкаирова А.Ф.

студентка 2 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Виноградова Н.А.

кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры КБС НИУ МГСУ

Вторичные строительные материалы получают, как правило, при разборке или сносе зданий, различных построек. Такое сырье требует обязательной сортировки, зрительного анализа с целью определения дальнейшего места использования [1].

Использование вторичных материалов является актуальным вопросом. Это подтверждено созданием Отраслевой программы Министерства промышленности и торговли Российской Федерации «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в промышленном производстве» от 17 ноября 2022 года. Целью программы является формирование системного подхода к управлению вторичными ресурсами (материальными и энергетическими), полученными из отходов, и вторичным сырьем посредством повышения эффективности использования ресурсов на протяжении всего жизненного цикла за счет более устойчивого (рационального) производства, обработки и использования природных и техногенных ресурсов. Реализация предусмотренных в отраслевой программе мероприятий позволит обеспечить максимально возможное вовлечение вторичных ресурсов в экономический оборот и производство востребованной на рынке новой конкурентоспособной, качественной и экологически безопасной продукции из вторичного сырья, увеличение ее доли в общем товарообороте, экономию природного сырья из не возобновляемых и дефицитных природных ресурсов. Важным результатом реализации отраслевой программы станет создание и развитие комплексной инфраструктуры по вовлечению вторичных ресурсов и вторичного сырья в экономический оборот на основе принципов экономики замкнутого цикла [2,3].

Выделяют следующие типы вторичного сырья: макулатура (бумага, картон, газеты, текстиль, TetraPak); стекло (стеклотара, стеклобой); металлолом (черный, цветной, драгоценный); химикаты (кислоты, щелочи, органика); нефтепродукты (масла, битум, асфальт); электроника (изделия, платы, аккумуляторы, ртутные лампы, провода); пластмассы (ПЭТ, ПВХ, ПВД, АБС, ПС, ПНД); резина (шины, резина); биологические (пищевые отходы, жиры, ассенизация); древесина (сучья, стружка, листья); строительные элементы (кирпич, бетон, арматура); сточные воды [4].

Строительство объектов из вторичных материалов уникально и многообразно. Ниже приведены примеры таких построек в России и за рубежом (Рис.1,2).



Рисунок 1. «Дом надежды» в Тульской области

Главной экономической целью проекта стало доказательство того, что строительство «зеленого» и эффективного дома может укладываться в социальные расценки. Экономия достигалась за счет точных расчетов (энергомоделирование, термическое моделирование), снижения времени работ и количества материалов, оптимизации логистики, внедрения принципа безотходности. В проекте последовательно реализованы принципы жизнеустойчивого проектирования: экологичность, энергоэффективность, экономичность. Их отражают оригинальные архитектурные решения: применение фасадных элементов из фиброцемента в качестве облицовки в составе навесных вентилируемых конструкций и выбор стали в качестве кровельного материала.



Рисунок 2. Дом из биоотходов в Дании

Архитекторы бюро Een til een создали первый в мире дом из переработанных биологических материалов. Материалы, которые архитекторы использовали для конструкции, обычно считаются сельскохозяйственными отходами: трава, водоросли, солома, всё то, что раньше выбрасывали или перерабатывали для получения энергии, стало основой дома. Кроме того, авторы проекта утверждают, что преобразованные биоотходы могут легко заменить древесину и фанеру в конструкции(Рис.3).



Рисунок 3. Проект UN17 Village в Дании

Эко-квартал в Копенгагене площадью 35 тыс. квадратных метров с использованием переработанного бетона, дерева и стекла. Это будет первый в мире жилищный комплекс, который отвечает всем 17 целям устойчивого развития ООН.

Проект реализуют датские архитектурные фирмы Lendager Group и Arstiderne Arkitekter

Для лучшего понимания вопроса использования вторичных материалов в строительстве стоит обратиться к нормативным документам.

Существует ГОСТ Р 54098-2010 «Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения», в котором приводится четкое определение, что вторичные материальные ресурсы – это отходы производства и потребления, образующиеся в народном хозяйстве, для которых существует возможность повторного использования непосредственно или после дополнительной обработки.

Согласно ГОСТ 30775-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения» классификация отходов основана на последовательном рассмотрении и определении основных признаков отходов. Классификации подлежат местонахождение, состав, количество, агрегатное состояние отходов, а также их токсикологические, экологические и другие опасные характеристики. Согласно действующей номенклатуре отходов в сфере строительства, они подразделяются на: отходы лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности; отходы от производства, обработки, поставок и использования красок, лаков, пломбирующих материалов, клеев, типографических красителей и эмалей; неорганические отходы с металлами от обработки металлов; отходы коммерческого строительства и сноса зданий; загрязненная упаковочная тара, загрязненные адсорбенты и фильтры [5].

Рассмотрим некоторые примеры вторичных материалов. На «бой бетонный» распространяется ГОСТ 32495-2013, в котором приведены основные показатели качества, методы их испытаний.

На отходы из бумаги и картона действует ГОСТ 10700-97. В данном нормативном документе приведена классификация отходов бумаги, а также её маркировка. ГОСТ также содержит методы испытаний на отходы из бумаги и картона.

ГОСТ 18320-78 распространяется на опилки древесные технологические для гидролиза. В данном стандарте приводится классификация породного состава древесных опилок, методы испытаний и указана другая информация.

На данные строительные материалы, на которые существуют требования стандартов, можно оформить добровольный сертификат в Национальной системе сертификации. Производители также могут составить и зарегистрировать технические условия ТУ или стандарт организации СТО на данные виды строительных материалов.

Кроме того, в Российской Федерации действуют экологические стандарты, в которых приведены нормы и методы испытаний для вторичных материалов.

Приведенные требования экологических стандартов в первую очередь направлены на создание здоровых условий внутри здания и на прилегающей территории, снижение вредных воздействий на природу в результате строительной деятельности и эксплуатации.

Особенно важным становится применение экологических стандартов в строительстве, подкрепленных экологическими законодательными актами страны-разработчика документа.

На мировом строительном рынке действуют три базовые системы экологической сертификации, такие, как экологические стандарты BREEAM (Великобритания, 1990 г.), LEED (США, 1998 г.), DGNB (Германия, 2010 г.).

В Российской Федерации с 2008 г. Советом по экологическому строительству RuGBC внедрены стандарты BREEAM и LEED, в 2010 г. Советом по «зеленому» строительству CAP-СПЗС внедрен немецкий экостандарт DGNB.

Можно сделать вывод, что использование вторичных материалов в строительстве является очень важным и актуальным вопросом. Создается необходимость проанализировать российские экологические нормативы по обращению с отходами и требования экологических стандартов в строительстве.

Для выявления процентного количества нормативов в России по обращению с отходами предложено деление российской законодательной базы в области экологии и энергосбережения в соответствии с основными аспектами, рассматриваемыми в экологических стандартах, — это прилегающая территория, охрана природы, водоэффективность, энергосбережение, материалы, отходы, здоровье и социальное благополучие.

Возникает необходимость увеличить количество мероприятий в российских нормативных документах относительно рационального обращения с отходами и использования

материалов из вторичного сырья с присуждением соответствующего количества баллов по данным пунктам экооценки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Плеханова С.В., Виноградова Н.А. Экспертиза качества наноматериалов при разработке и применении оборотных ресурсов в строительстве// Строительные материалы и изделия – 2021 Том 4 № 6. С. 48-68. DOI: 10.34031/2618-7183-2021-4-6-48-68.

2. N A Vinogradova and S V Plekhanova. Quality assurance in the design of heating systems in green building// Journal of Physics: Conference Series, Volume 1926, Innovations and Technologies in Construction (BUILDINTECH BIT 2021) 9 th - 10th March 2021, Belgorod, Russia.

3. Vinogradova N.A., Plekhanova S.V. Analysis of the requirements of normative and technical documentation for piling equipment// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 911 (2020) 012021 doi: 10.1088/1757-899X/911/1/012021.

4. Сухинина Е.А. Строительство зданий из вторичного сырья с учетом требований экологических стандартов // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. Вып. 2. С. 186–201. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.2.186-201.

5. Плеханова С.В., Виноградова Н.А. Использование проверок качества строительных материалов. «Инновации и инвестиции» № 5 2022, с. 183-186. // ISSN 2307-180X.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВНЕДРЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ООО «ГЛАВСТРОЙ»

Перфилова М.А.

студентка 4 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Лисиенкова Л.Н.

доктор технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Компания «Главстрой» является одним из крупнейших девелоперов России по строительству жилых объектов. Данная компания была основана в 1995 году и имеет свыше 50 реализованных проектов комплексной застройки за всю историю существования. «Главстрой» специализируется на реализации проектов комплексного развития территорий, строительстве масштабных жилых кварталов с инфраструктурой [1].

В настоящий момент объем текущего строительства недвижимости компании «Главстрой» составляет 1014590 м². Такой высокий темп строительства, а также высокий уровень качества отделки класса «Бизнес», требует постоянных улучшений в производственной системе компании. Для успешной конкурентной борьбы на рынке необходимо постоянно снижать временной цикл каждого этапа строительства и большое количество переделок (дефектов) в работе. Основными конкурентами ООО «Главстрой» являются ГК «А101», ГК «РГ-Девелопмент», ГК «Самолет» [2].

Актуальность разработки и внедрения инструментов бережливого производства на этапах деятельности ООО «Главстрое» обусловлена рядом негативных результатов, имеющих место на различных участках производства, среди которых выделены наиболее значимые:

- 1) низкая производительность работ, срыв сроков Графика производства работ (далее – ГПР);
- 2) несвоевременная передача квартир дольщикам;
- 3) низкое качество строительно-монтажных работ;
- 4) увеличение стоимости реализации объектов недвижимости.

Принцип бережливого производства имеет широкое распространение в серийном и поточном производстве [3]. В настоящий момент промышленные предприятия инвестируют в модернизацию производства путем автоматизации процессов и эффективного сокращения потерь.

Перестройка производственного процесса всегда сопровождается изменением культуры производства и бизнес-процессов. В истории развития промышленных предприятий существует

множество примеров подобного рода перестройки (Тойота), однако в строительной области ситуация обстоит иначе и связана прежде всего со спецификой вида деятельности.

Цель работы: проанализировать жизненные циклы производственной системы в российской строительной компании «Главстрой» и разработать методику внедрения наиболее эффективных инструментов бережливого производства для перехода на новый этап развития предприятия..

В данной работе обозначенная цель требует решения следующих *задач*:

- проанализировать инструменты бережливого производства и адаптировать их для применения в процессах строительства;
- разработать стратегию развития ООО «Главстрой» на основе бережливого производства;
- определить степень зрелости производственной системы компании «Главстрой» для оптимального выбора инструментов бережливого производства;
- разработать план внедрения инструментов бережливого производства в ООО «Главстрой».

Процесс производства состоит из трех видов действий:

- Основные (производство основной продукции, для реализации на рынке);
- Вспомогательные (использование косвенных услуг для производства или изготовление отдельных видов продукции);
- Обслуживающие (транспортировка или складирование материалов, проведение ремонтных работ)

Все операции в рамках бережливого производства классифицируются по возникновению ценностей, которые подразделяются на:

- 1) действия, приносящие ценность производимому продукту;
- 2) действия, не приносящие ценность продукту;
- 3) действия, не имеющие ценности, но также неизбежные из-за определенных обстоятельств.

Потери – это и есть те самые действия, не приносящие ценность продукту. Это могут быть материалы, вещества и тому подобное, которые образуются или безвозвратно теряются в результате процесса производства продукта. Использование подхода бережливого производства помогло выявить, что 90% всех действий на производстве, с точки зрения конечного потребителя, являются потерями.

В концепции бережливого производства выделяется 7 видов потерь [4], такие как:

- 1) Излишние запасы. Данная потеря может возникнуть в результате превосходящих ожиданий со стороны руководства по отношению к росту спроса на их продукцию. С целью

удовлетворить спрос потребителя производитель начинает готовить лишние запасы товаров для повышения количества производимой продукции.

2) Перепроизводство. Повышенные ожидания потребительского спроса со стороны руководства провоцируют производство излишнего количества продукции. Возникает риск сбыта товаров не в полном объеме.

3) Ожидание. Одна из самых распространенных потерь на производстве. Она появляется в результате поломок оборудования, несвоевременной поставки материала или оборудования, недоступности к рабочему месту и тому подобное. Также ожидание может быть вызвано плохим планированием рабочего процесса со стороны руководства.

4) Лишние движения. Они вызваны нерациональным планированием рабочей зоны, неправильной расстановки оборудования. Чаще всего они скрыты в рабочем процессе и исключить их возможно только через детальный анализ действий. Например, до устранения потери кран сначала выгружал оконные рамы из грузовика на землю и лишь затем поднимал их на место установки. После внедрения улучшения кран начал производить разгрузку к месту монтажа с колес грузовика. Было исключено лишнее движение и снижен риск разбить окна при разгрузке на землю.

5) Транспортировка. Неправильно выстроенная логистика еще одна из потерь. Лишние передвижения влияют на время процесса и соответственно на финансовые затраты (на бензин, аренду погрузчика, заработную плату водителя).

6) Излишняя обработка. Появляется в результате дублирования одного и того же процесса. Это может быть, как повторное составление отчета, так и повторная обработка изделия без необходимости.

7) Дефекты (брак). В результате лишних движений появляется риск поломки материалов. Появление различных потерь может привести к браку продукции. При этом дефекты могут возникнуть по причине невнимательности рабочего персонала или плохого проектирования менеджмента. Например, в квартирах производилась кладка стен с дверными проемами в соответствии с проектом. После завершения кладки отдел планирования решил поменять дверные проемы и сделать их на противоположной стороне. В результате производятся дополнительные работы по переносу кладки.

К элементам производственной системы относятся: процесс производства; ресурсы; продукция. Все они тесно взаимосвязаны и зависят друг от друга словно живой организм (рис. 1).



Рисунок 1. Элементы производственной системы

Для визуализации проблемной ситуации в ООО «Главстрой» используется технология 4М (диаграмма Исикавы) [5].. Она помогает выявить смещение акцента проблем и позволяет с помощью визуализации процесса подготовить управленческие решения. 4М состоит из четырех позиций, на которые обращают внимание: Man – сотрудник; Machines – оборудование; Materials – материалы; Methods – методы (технологии производства и т.д.) (рис. 2).

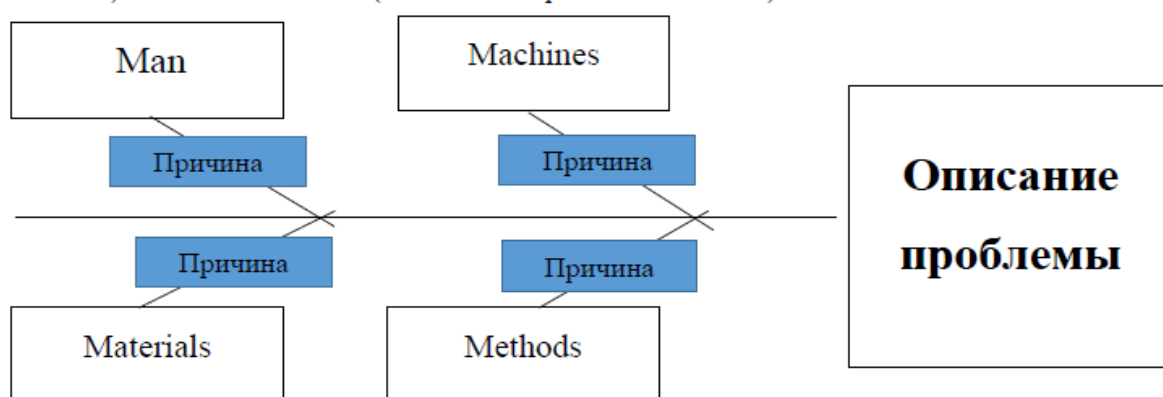


Рисунок 2. Рыбий скелет - 4М

Для решения актуальной проблемы в рассматриваемой строительной организации нужно детально и универсально подойти к внедрению бережливого производства.

Таблица 1 – Контрольные вопросы технологии 4М

| | |
|--------------|---|
| Сотрудник | Соблюдаются ли им стандарты? Несет ли он ответственность за действия? Восприимчив ли он к решению проблем? Обладает ли он квалификацией, есть ли опыт? Умеет ли ладить с коллегами, здоров ли он? |
| Оборудование | Соответствует ли оно стандартам и регламентам производства? Производится ли проверка должным образом? |

| | |
|-----------|--|
| | Исправно ли оборудование? Достаточно ли оборудования? |
| Материалы | Имеются ли лишние запасы? Качество соответствует нормам? Какие потери материала? Используется должным образом? Раскладка произведена по стандарту? |
| Методы | Правильно ли применяются рабочие стандарты? Эффективен ли метод производства? Правильная ли настройка? Температуры и влажность соответствуют нормам? |

Такой подход позволит отразить все материальные и информационные потоки создания ценности и выявить, где могут находиться потери [6].

Можно сделать вывод, что, сущность бережливого производства заключается в новом подходе к управлению предприятием, который нацелен на повышение качества за счет устранения потерь. Всего в производстве существует 7 (семь) видов потерь, которые не приносят ценности. Поэтому все процессы требуют непрерывного совершенствования, даже если может казаться, что потерь в этих процессах не существует. Для успешного функционирования системы необходимо развивать каждый ее элемент.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сигео С. 2006. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства. – М.: ИКСИ, 296 с.К. И. Щелкин, Я. К. Трошин. Газодинамика горения. - Изд-во Акад. наук СССР, 1963. - 255 с.
2. Джеффри К. 2005. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира.
3. Альпина Пабlishер, 414 с.
4. <https://www.glavstroy.ru/>
5. Вейдер М. 2005. Инструменты бережливого производства. Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства. – Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 125 с.
6. Мухамеджанова О.Г. методология оценки риска в испытательной лаборатории // Ж. Естественные и технические науки, 2023. № 3.с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ВЕРИФИКАЦИИ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЛАБОРАТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Постаногова П.Ф.

студентка 4 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Мухамеджанова О.Г.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Актуальность данной работы заключается в том, что испытательные лаборатории в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 и критериями аккредитации должны предоставлять объективные свидетельства о том, что методы, применяемые в лабораторной деятельности, соответствуют установленным к ним требованиям для обеспечения точности и достоверности результатов измерений. [1].

Цель работы: разработать документацию по верификации методов, применяемых в лабораторной деятельности ИКБС.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- создать алгоритм проведения верификации для количественных и качественных методов исследований (испытаний);
- разработать этапы оценки соответствия методов на соответствие их точностным характеристикам;
- выполнить работы по созданию пакета документов верификационных методов исследований для конкретных методик, применяемых в испытательной лаборатории.

Данная работа выполнялась в Испытательной лаборатории ИКБС.

Верификация – процесс подтверждения, посредством представления объективных свидетельств, того, что установленные требования были выполнены и методика соответствует установленным к ней требованиям, поэтому стандартизированные методики или разработанные впервые необходимо верифицировать перед применением.

На первом этапе разрабатывается программа верификации, в которой указываются требуемые (указанные в нормативных документах) условия, применяемые к оборудованию, материалам, персоналу, месту проведения испытаний, а также определяются критерии приемлемости. Все эти пункты приводятся для дальнейшего рассмотрения и сравнения с фактическими данными при проведении испытаний [2].

На примере модулей газового пожаротушения SNRX2 (ТУ 28.99.39-011-85800883-2022) рассмотрим основные этапы проведения процедуры верификации.

Модули состоят из баллонов, запорно-пускового устройства (ЗПУ) и сифонной трубы. ЗПУ обеспечивает герметичное запираание модуля при хранении и его выпуск в случае активации. ЗПУ оборудовано устройством мембранного предохранителя и визуального контроля давления – манометром (рис.1).

Принцип действия базируется на том, что негорючий газ поступает в зону реакции и своим действием снижает концентрацию кислорода и температуру в зоне реакции [3-4].



Рисунок 1. Внешний вид и устройство контроля давления модуля SNRX2

Расчет точностных характеристик проводится в рамках верификации методики испытаний согласно ГОСТ Р 53281-2009 «Модули и батареи. Общие технические требования. Методы испытаний» по следующим показателям:

- 1.1 Расчетное значение протечки сжиженного газа из модуля (V_p)
- 1.2 Время инерционности срабатывания модуля
- 1.3 Время выпуска ГОТВ из модуля
- 1.4 Масса остатка ГОТВ в модуле после срабатывания
- 1.5 Эквивалентная длина устройства.

К точностным характеристикам относятся расчет прецензионности в условиях сходимости и воспроизводимости, а также неопределенность результата измерений (испытаний) [5].

В отчете о верификации метода испытания и измерения приводится анализ (сопоставление) результатов полученных в результате испытаний модулей газового пожаротушения с нормированными значениями. Отчет является основным документом, доказывающим способность продукции воспроизводить параметры, которые необходимы для обоснования заявленных технических характеристик с погрешностью рассчитываемых параметров [6].

Таким образом, в процессе работы был проведен статистический анализ данных и расчет критериев приемлемости при верификации методики измерений модулей газового пожаротушения SNRX2. В дальнейшем планируется разработка документации по верификации методов испытаний для ИЛ ИКБС НИУ МГСУ путем создания единого пакета документов

(шаблонов) для проведения верификации методов испытаний модулей противопожарного тушения разных видов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мухамеджанова О.Г., Владельщикова Д.А. Организация контроля качества в испытательной лаборатории на основе риск-ориентированного подхода // Ж. Естественные и технические науки, 2022. № 6., стр. 232-234
2. Пригодность аналитических методов для конкретного применения. Руководство для лабораторий по валидации методов и смежным вопросам. Под редакцией Б.Магнуссона и У.Эрнемарка. (B. Magnusson and U. Örnemark (eds.) Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods –A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics, (2nd ed. 2014). ISBN 978-91-87461-59-0)
3. Бухтояров Д.В., Полтавец Д.В., Казаков А.В., Копылов С.Н., Григорьев А.В. Безопасность эксплуатации модулей газового (углекислотного) пожаротушения с наддувом азотом // Ж. Пожарная безопасность. 2018. № 3, с. 34-38.
4. Корольченко Д.А., Шароварников А.Ф. Тушение пожаров инертными газами в модели помещения с проемами // Ж. Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23. № 2, с. 65-70.
5. Olga Mukhamedzhanova, Dmitrii Dolgorukov A method for calculating the uncertainty of the tensile strength during bending of concrete prisms used in the construction of transport infrastructure. Transportation Research Procedia Volume 63, 2022, Pages 2608-2613 DOI:10.1016/j.trpro.2022.06.300
6. Крупская С.Л. Выбор, валидация и верификация методик// Ж. Контроль качества продукции. 2016. № 9, с. 33-36.

УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Просветов Н.Д.

студент 4 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Черкина В.М.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

В строительной отрасли на сегодняшний момент тема реконструкции и восстановления зданий является приоритетным направлением решения жилищной проблемы. Необходимо поддерживать техническое состояние зданий на основе предупредительных строительных операций, таких как усиление аварийных участков несущих конструкций за счет дополнительного армирования. Последняя передовая методика - усиление строительных конструкций, с помощью фиброармированных полимерных материалов на основе углеродных, арамидных, базальтовых и стеклянных волокон (фиброармированными системами, далее ФАС).

Фиброармированный пластик — высокопрочный, линейно упругий материал, используемый как основа для внешнего армирования железобетонных конструкций является альтернативным вариантом стальным элементам усиления. Для ремонта железобетонных конструкций обычно применяются элементы в виде лент и холстов.

Это вещество, позаимствованное из самолёто- и ракетостроения, выигрывает у традиционных строительно-ремонтных материалов по многим характеристикам. Например, по прочности на разрыв холсты и ламели из углеволокна превосходят сталь лучших марок в 7 раз. При этом плотность углеволокна меньше железа и алюминия на 75% и 30% соответственно, то есть армирование углеволокном минимально нагружает конструкции.

При производстве работ по усилению железобетонных конструкций композитными материалами следует соблюдать требования Руководства, разработанное Научно-исследовательским, проектно-конструкторский и технологический институтом бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева и ООО «ИПЦ ИнтерАква».

Для усиления колонн (рис. 1) и простенков применяют устройство внешнего армирования в виде обойм по периметру сечения элементов с волокнами, расположенными перпендикулярно продольной оси усиливаемого элемента.

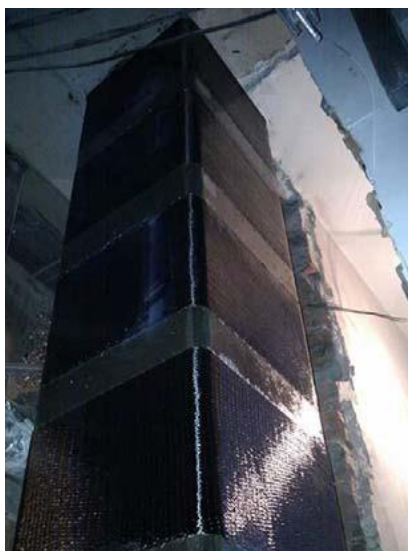


Рисунок 1. Внешне армированная углеродным волокном железобетонная колонна

Инновационная технология подходит для бетонных, железобетонных, металлических, каменных, кирпичных и деревянных конструкций. Универсальность обеспечивает специальный эпоксидный клей для углеволокна. С его помощью холсты и ламели надёжно монтируются на практически любую поверхность. Для качественного выполнения армирования всех участников ремонтных работ необходимо обеспечить нормативно-технической документацией.

Актуальность данной работы заключается в том, что необходимо сформировать единый нормативный источник, в котором указаны требования к выполнению арматурных работ с применением композиционных материалов. Таким нормативно-техническим документом является стандарт организации.

Практическая значимость работы заключается в возможном использовании строительными организациями предложенных мероприятий по технологии и организации армирования железобетонных конструкций композитными материалами.

Система усиления ФАС включает в себя: грунтовки бетонных поверхностей; шпаклевочные составы; одно или двунаправленные ткани или ламинаты.

В настоящее время имеет большое распространение система внешнего армирования углеродной тканью FibARM Tare (рис. 2, *a*) и углеродным нетканым полотном FibARM® Spread Tare (рис. 2, *б*), углепластиковым ламелью FibARM Lamel (рис. 2, *в*), углеродной сеткой FibARM Grid (рис. 2, *г*).

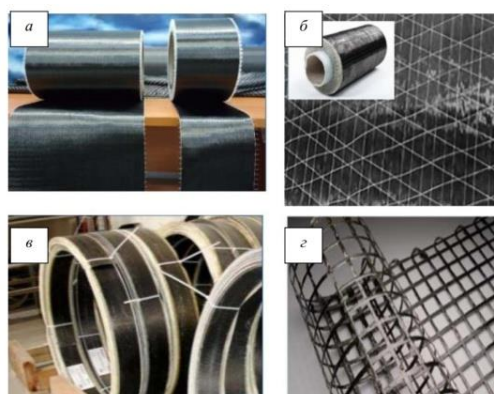


Рисунок 2. Система внешнего армирования углеродной тканью FibARM Tape (рис. 2, а) и углеродным нетканым полотном FibARM® Spread Tape (рис. 2, б), углепластиковым ламелью FibARM Lamel (рис. 2, в), углеродной сеткой FibARM Grid (рис. 2, з).

Работы по усилению железобетонных конструкций путем внешнего армирования композитными материалами включает в себя следующие этапы:

- восстановление целостности и геометрической формы усиливаемой конструкции (включая, при необходимости, антикоррозионные мероприятия);
- подготовка поверхности конструкции в местах устройства усиливающих элементов внешнего армирования;
- разметка размещения элементов внешнего армирования в соответствии с принятой проектом схемой наклейки;
- раскрой усиливающих элементов (ленты, ткани, ламината, сетки, анкерного жгута);
- приготовление связующего (адгезива);
- наклейка усиливающих элементов;
- нанесение защитного покрытия.

Использование системы ФАС не останавливает начавшиеся процессы коррозии арматурной стали в бетоне. Поэтому перед усилением конструкции необходимо обработать бетонную поверхность ингибитором коррозии арматурной стали, а при отделении защитного слоя – оголить арматуру и обработать её грунтом-преобразователем ржавчины и затем восстановить защитный слой специальными полимерцементными ремонтными составами, обеспечивающими высокую адгезию к «старому» бетону, предотвращение развития коррозии арматуры.

К преимуществам системы внешнего армирования можно вполне обоснованно отнести следующие:

- сокращение временных затрат;

- сокращение трудовых затрат (отсутствие необходимости привлекать тяжелую технику);
- возможность выполнения работ без остановки производства или движения транспорта;
- сокращение расходов на ремонт; увеличение межремонтного периода;
- возможность исправления ошибок при проектировании и строительстве;
- возможность избежать утяжеление исходной конструкции

Вывод. Стандарт организации обеспечит повышение качества выполнения работ при ремонте и усилении железобетонных конструкций и повысит долговечность и надежность зданий и сооружений в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ФЗ от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «О техническом регулировании»
2. Герфанова, О.А. Система внешнего армирования строительных конструкций полимерными композитами на основе углеродных волокон для гидротехнического строительства / О.А. Герфанова, П.В. Осипов, К.Е. Фролов // Известия ВНИИГ. - 2019. - т. 291. - С. 36-47.
2. Ключев, С.В. Усиление строительных конструкций композитами на основе углеволокна: монография / С.В. Ключев, А.В. Ключев, Р.В. Лесовик. - Lambert, 2011. - 123 с.
3. Абрашитов, В.С. Техническая эксплуатация, обследование и усиление строительных конструкций: Учебное пособие. - Изд-во «Феникс», 2007. - 218 с.
4. Пособие по усилению железобетонных конструкций с использованием композитных материалов [Электронный ресурс]. - М.: ФАУ «ФЦС», 2017. - Режим доступа: https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp63_2017.pdf
5. СТО НИИЭС 002-2016. Гидротехнические сооружения. Усиление железобетонных конструкций системой внешнего армирования из композитных материалов на основе углеродных волокон». - М.: «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (АО «НИИЭС»), 2016. - 158 с.
6. СТО 38276489.001-2017. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. проектирование и технология производства работ. - М.: НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», 2017. -125 с.
7. СТО 11670666-002-2012. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами. Технология производства работ. - М.: ООО «ИПЦ ИнтерАква», 2012. - 24 с.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОДТВЕРЖДЕНИИ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ

Саттарова Р. Д.

студентка 4 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Мухамеджанова О.Г.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Органы по сертификации используют оценку производства в качестве одного из способов подтверждения соответствия продукции установленным требованиям. Эта оценка может быть выполнена в форме сертификации системы качества, сертификации производства или анализа состояния предприятия. [1].

Целью данной работы являлось рассмотрение процедуры анализа состояния производства при сертификации продукции на примере органа по сертификации НИУ МГСУ (ОС ИКБС НИУ МГСУ).

В соответствие с целью были поставлены следующие задачи.

- изучить действующую нормативную документацию, связанную с подтверждением соответствия продукции;
- проанализировать ГОСТ Р 54293-2020 “Анализ состояния производства при подтверждении соответствия” и ознакомиться с порядком проведения анализа состояния производства;
- рассмотреть представленную в Настоящем стандарте типовую программу анализа состояния производства.

Данная работа проводилась для органа по сертификации ОС ИКБС НИУ МГСУ.

Анализа состояния производства проводится в целях установления наличия необходимых условий для выпуска продукции, соответствующей заданным требованиям.

Необходимо провести проверку существования инструкций, определяющих параметры и режимы производства продукции, которые должны быть контролируемыми, а также определить, как часто это должно происходить и какие меры следует принимать в случае несоответствия параметров установленным требованиям. После этого следует обеспечить соблюдение этих инструкций и убедиться, что корректирующие меры применяются при несоответствии параметров требованиям. Для анализа состояния производства могут быть задействованы эксперты органа по сертификации продукции, которые могут проводить анализ как при

сертификации, так и на этапе инспекционного контроля в зависимости от выбранной схемы сертификации.

Для проведения анализа состояния производства орган по сертификации разрабатывает типовые и рабочие программы, которые включают перечень проверок и методику анализа результатов.

При анализе производства подлежат следующие объекты:

- технологические процессы, от которых зависят показатели качества;
- проектная, технологическая и/или эксплуатационная документация, процессы управления документацией;
- компетенция и сотрудников, выполняющих работу, влияющую на качество продукции;
- инфраструктура производства;
- средства технологического оснащения и технологические режимы;
- техническое обслуживание и ремонт оборудования и машин, используемых в производственном процессе;
- методики испытаний и измерений;
- входной контроль, приемочный контроль и испытания;
- периодические испытания;
- маркировка продукции [2,3].

На рис. 1 представлена блок-схема, демонстрирующая порядок проведения анализа состояния производства при подтверждении соответствия продукции в ИКБС.

Из данного рисунка видно, что при проведении анализа производства необходимо:

- составить перечень операций, влияющих на качество готовой продукции по подтверждаемым при сертификации требованиям;
- проверить наличие и полноту технологической документации, включающей описание выполняемых технологических операций и используемые при этом средства технологического оснащения;
- установить соответствие применяемых средств технологического оснащения, а также инфраструктуры требованиям технологической документации;
- проверить, есть ли инструкции о том, какие параметры и режимы производства продукции нужно контролировать, с какой периодичностью и какие меры необходимо принимать, если параметры не соответствуют установленным требованиям. Затем отследить выполнение этих инструкций и убедиться, что корректирующие мероприятия применяются в случае несоответствия параметров требованиям;
- провести проверку выполнения документированных процедур по обеспечению производства сертифицируемой продукции метрологическими нормами и средствами,

техническому обслуживанию и ремонту необходимого оборудования, наличие отметок о проведении поверки (калибровки) средств измерений;

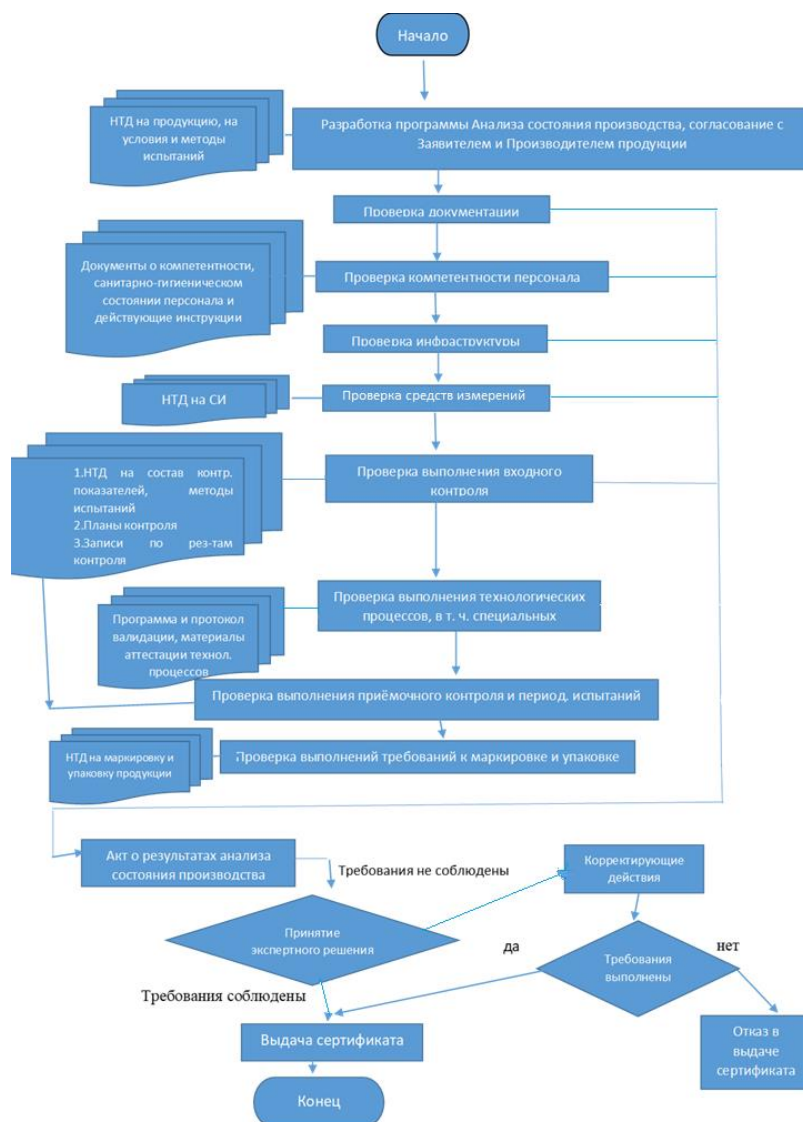


Рисунок 1. Порядок проведения анализа состояния производства при подтверждении соответствия продукции в ИКБС.

-убедиться в наличии методик контроля и измерений параметров продукции и технологических операций.

-установить наличие документов, нормирующих порядок контроля и допуска в производство входной продукции, наличие установленных мест хранения брака входной продукции, порядок идентификации продукции, не прошедшей входной контроль.

-проверить наличие документации, устанавливающей порядок проведения приемочного контроля и обеспечивающей получение доказательств соответствия продукции установленным требованиям.

-зафиксировать в акте наличие учета, регистрации и хранения протоколов испытаний [4].

Для оценки состояния производства необходимо учитывать различные критерии, включая требования нормативных документов на продукцию, методы испытаний и действующие отраслевые нормы. Эти критерии должны быть установлены в рабочей или типовой программе анализа производства.

Процесс производства в конечном итоге влияет на качество выпускаемых материалов и конструкций. Поэтому такой этап подтверждения соответствия, как анализ состояния производства, играет значительную роль в реализации продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О. Бондарева, Г. Ефимова Валидация и верификация в основе реализации принципов НАССР. Журнал «Стандарты и качество», N 2 /2022, стр. 35-39
2. Olga Mukhamedzhanova, Dmitrii Dolgorukov A method for calculating the uncertainty of the tensile strength during bending of concrete prisms used in the construction of transport infrastructure. Transportation Research Procedia Volume 63, 2022, Pages 2608-2613 DOI:10.1016/j.trpro.2022.06.300
3. ГОСТ Р 54293 - 2020 “Анализ состояния производства при подтверждении соответствия”
4. Р 50.3.004-99 “Система сертификации ГОСТ Р. Анализ состояния производства при сертификации продукции”

РАЗРАБОТКА СТО «КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В «ООО БЕТКОМ»

Юшкова А.Н.

студент 4 курса 34 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Лисиенкова Л.Н.

доктор технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Актуальность разработки стандарта заключается в том, его внедрение и дальнейшее его применение на практике способствует повышению качества бетона и бетонных смесей в организации «ООО Бетком».

Для получения бетонов высокого качества и экономичности необходимо проводить постоянный контроль за их производством и на его основе управлять технологическими процессами, внося в них необходимые изменения и коррективы.

Цель – разработка СТО «Контроль качества бетонных смесей в «ООО Бетком». Для реализации цели необходимо выполнить следующие задачи:

- анализ производства, причины брака;
- разработка процесса контроля качества бетонных смесей на предприятии;
- выбор рациональных методов и средств контроля качества;
- разработка регламента контроля качества бетонных смесей для предприятия с целью внедрения СТО [1, 2].

При помощи программной среды Ramus Educational в данной главе описывается порядок проведения испытаний готовых железобетонных конструкций с применением ультразвукового прибора «Пульсар-2.2» [3].

Входные данные и выходной параметр при проведении испытания ультразвуковым методом изображены на рисунке 1.



Рисунок 1. Входные данные и выходной параметр при проведении испытания

В качестве входных данных разрабатываемой модели контроля готовых железобетонных конструкций были выбраны:

- ультразвуковой прибор «Пульсар-2.2»;
- инженер-испытатель;
- ГОСТ 17624-2012 "Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности";
- готовая железобетонная конструкция;
- технический вазелин или эластичные прокладки толщиной 2-3 мм типа полиуретан для создания контактной среды между прибором и поверхностью конструкции.

Выходным параметром модели является прочность железобетонной конструкции.

Порядок проведения испытания ультразвуковым методом изображен на рисунках 2, 3 и нормируется ГОСТ 17624-2012 [4,5].

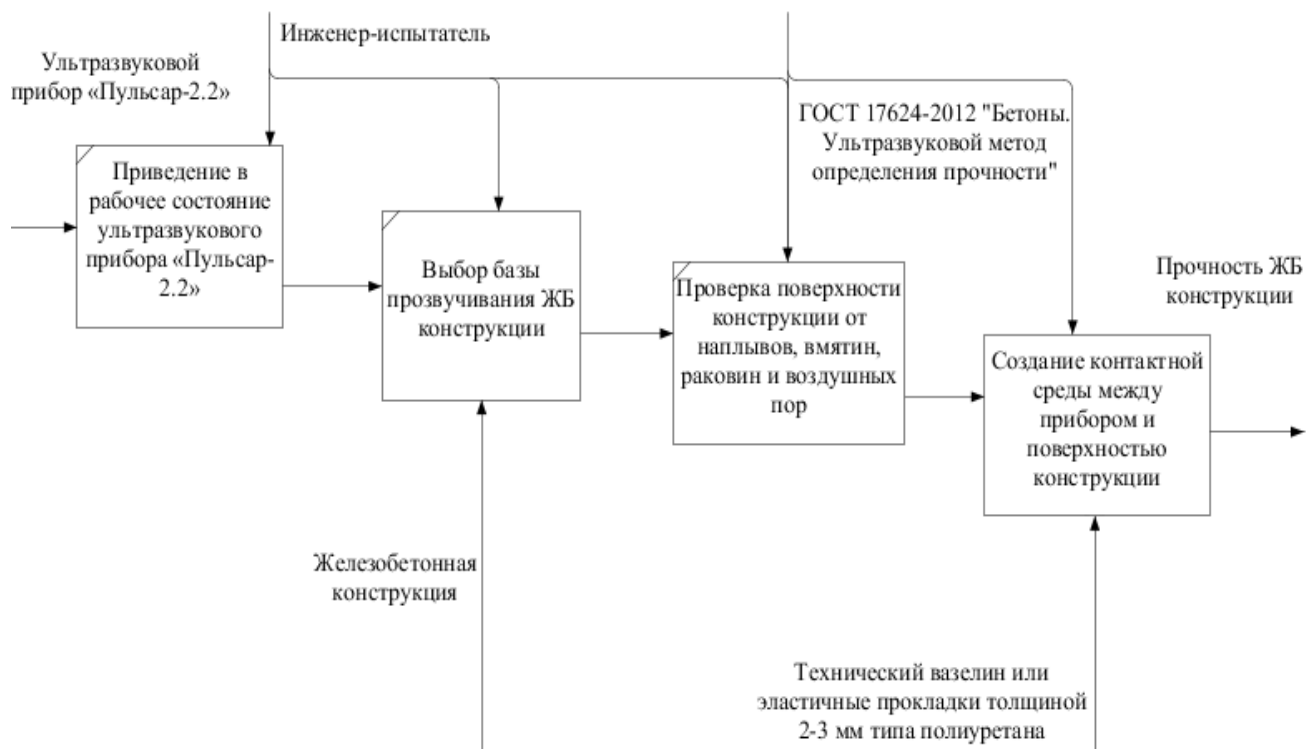


Рисунок 2. Порядок проведения испытания ультразвуковым методом

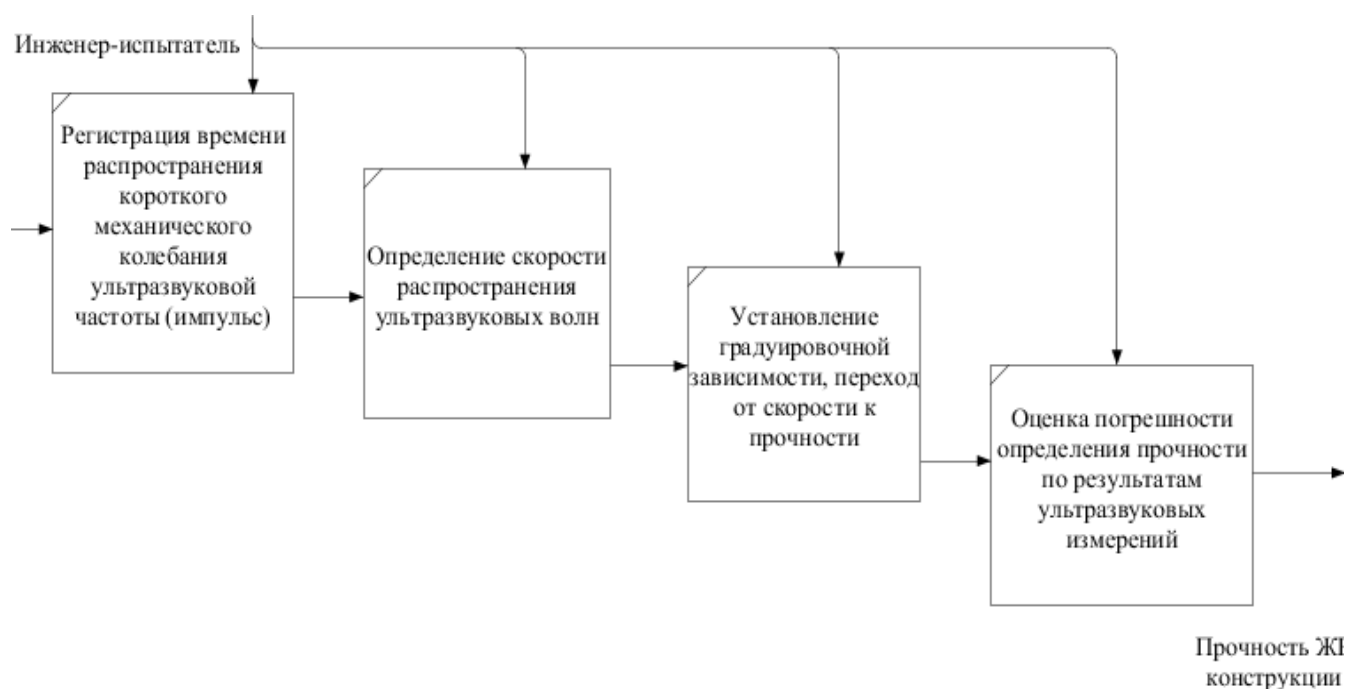


Рисунок 3. Порядок проведения испытания ультразвуковым методом

Выбор базы прозвучивания зависит от толщины готовой железобетонной конструкции (сквозное прозвучивание).

Проверка поверхности конструкции заключается в нахождении раковин, воздушных пор глубиной более 3 мм и диаметром более 6 мм, а также выступов более 0,5 мм.

Для создания акустического контакта между прибором и поверхностью конструкции могут применяться технический вазелин или эластичные прокладки толщиной 2-3 мм типа полиуретан.

Следующий этап испытания заключается в измерении времени распространения в конструкции короткого механического колебания ультразвуковой частоты, называемого импульсом, от одного ультразвукового преобразователя (излучателя), возбуждающего это колебание до другого (приемника), расположенного от излучателя на расстоянии равном базе прозвучивания.

Определение скорости распространения ультразвуковых волн осуществляется по формуле (1).

$$v = \frac{L}{t} \times 1000, (1)$$

где L – база прозвучивания, t – время распространения ультразвукового импульса в микросекундах (мкс).

По заранее установленной градуировочной зависимости (разрушение контрольных образцов, изготовленных из той же бетонной смеси, что и исследуемая конструкция) и скорости распространения ультразвуковых волн осуществляется переход от скорости к прочности ЖБ конструкции.

Заключительный этап заключается в оценке погрешности определения прочности по результатам ультразвуковых измерений.

В заключение следует отметить следующие выводы по работе.

1) На основании ГОСТ 17624-2012 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности» идентифицирован порядок проведения испытания железобетонной конструкции ультразвуковым методом.

2) При помощи методологии функционального моделирования IDEF0 сформирована модель контроля с указанием входных и выходных параметров, а именно:

- ультразвуковой прибор «Пульсар-2.2»;
- инженер-испытатель;
- ГОСТ 17624-2012 "Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности"
- готовая железобетонная конструкция;
- технический вазелин или эластичные прокладки толщиной 2-3 мм типа полиуретан для создания контактной среды между прибором и поверхностью конструкции;
- прочность ЖБ конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»
2. СТО СМК 07-2004 «Стандарт организации. Система менеджмента качества. Стандарты организации. Порядок разработки, построения и оформления»
3. ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».
4. ГОСТ 18105-2018 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».
5. ГОСТ 17624 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Бурмистрова Т.И.,¹ Часова В.Ю.²

¹ студентка магистратуры 1 курса 3 группы ИПГС НИУ МГСУ

² студентка 2 курса 4 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Мухамеджанова О.Г.

кандидат технических наук, доцент кафедры КБС НИУ МГСУ

Древесина является одним из часто используемых строительных материалов, применяемых как в жилищном, так и в гражданском строительстве.

Деревянные конструкции имеют ряд несомненных достоинств- высокую удельную прочность, большой и малый коэффициенты теплового сопротивления и термического расширения соответственно [4]. Из древесины можно изготовить практически любую строительную конструкцию, систему или изделие.

При проектировании деревянных конструкций появляется необходимость соединения элементов [3].

Качественное узловое соединение обеспечивает долговечность и надежность здания, основными элементами которого являются деревянные конструкции. Эксплуатационные показатели можно повысить за счет строгого выполнения всех требований к их монтажу и конструированию.

Трудности конструирования узлов соединения деревянных конструкций заключаются в анизотропии древесины, т.к. в разных плоскостях она имеет разные прочностные характеристики. Например, древесина плохо работает на скалывание вдоль волокон и растяжение поперек волокон. Чем больше угол смятия по отношению к продольным волокнам, тем больше деформативность древесины.

Качественных соединений деревянных конструкций можно добиться основными правилами:

- связи, ослабляющие сечение, не должны сильно влиять на прочность соединения;
- в каждом соединении следует использовать один вид связей;
- требуется соблюдение принципа дробности, т.е. в узле соединения необходимо использовать больше нагелей, но меньшего размера;
- что бы не появилось дополнительное усилие в узле соединения, связи рекомендуется расставлять симметрично с обеих сторон оси деревянного элемента конструкции.

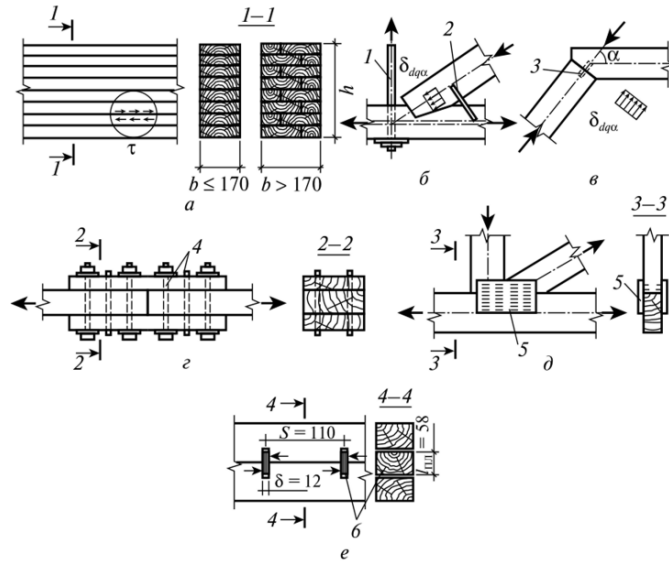


Рисунок 1. Основные виды узловых соединений деревянных конструкций:

а – на клею; б – лобовая врубка; в - лобовой упор; г - на цилиндрических нагелях; д - на металлических зубчатых пластинах; е - на пластинчатых нагелях

На сегодняшний день проблема обеспечения прочности, жесткости, несущей способности узлов соединения деревянных конструкций является актуальной при проектировании и изготовлении деревянных конструкций [1].

Качественное соединение элементов деревянных конструкций определяется надежностью по отношению ко всем возможным воздействиям.

Контроль качества узловых соединений деревянных конструкций, а также качества выполняемых работ при возведении зданий и сооружений, должен быть направлен на обеспечение надежности в соответствии с требованиями технических регламентов, стандартов и сводов правил.

В настоящее время понятие предельного состояния принято как теоретическая основа для расчетной и экспериментальной оценки надежности систем.

Однако до сих пор недостатком метода предельных состояний остается то, что коэффициенты условий работы материалов и коэффициенты надежности по нагрузке определяются для большинства расчетных факторов независимо от изменчивости других факторов. Это приводит к завышению надежности, т.е. к недостаточно экономичному расчету при большом количестве случайных факторов.

Внешние условия и воздействия имеют случайный характер, а значит фактические усилия и деформации в соединениях и конструкциях также являются случайными величинами.

Поэтому при проектировании здания из древесины можно обращаться к методам математической и статистической теории вероятностей.

Целью теории надежности при проектировании является создание конструктивных оптимальных решений с соблюдением определенных гарантий против появления в сооружении неблагоприятных состояний [2].

Концепции уже существующих расчетов на прочность и долговечность деревянных конструкций позволяют обсуждать внедрение новой методики, основанной на теории надежности. Логическое развитие метода предельных состояний позволит улучшить качество и надежность деревянного домостроения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вдовин В.М., Арискин М.В., Кравцов С.Ю. Клеиметаллические соединения в несущих деревянных конструкциях // Региональная архитектура и строительство. 2007. - № 1. - С. 122.
2. Дудина, И. В. Оценка экономической эффективности использования прикладных методов теории надежности в исследованиях строительных конструкций / И. В. Дудина, С. С. Коплик, А. В. Некрылов // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2017. – Т. 2. – С. 93.
3. Калугин А.В. Деревянные конструкции. – М.: Издательство АСВ, 2003. – С.45.
4. Ушаков, А. Ю. Повышение несущей способности и эксплуатационной надежности деревянных конструкций дополнительными элементами / А. Ю. Ушаков // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – № 1. – С. 32.

СЕКЦИЯ ГИДРАВЛИКИ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА НЕФТЯНЫЕ ПЛАТФОРМЫ СООРУЖЕНИЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

Птицын Е. А.

студент 2 курса 17 группы ИГЭС МГСУ

Научный консультант: Пиляев С.И.

кандидат технических наук, доцент кафедры ГиГС МГСУ

Аннотация

В настоящее время во всем мире ведется интенсивная разведка и добыча нефти и газа на морских месторождениях, при этом характерным является быстрый рост глубин моря, на которых производят эти работы. Основная часть разведанных месторождений находятся на шельфах арктических и дальневосточных морей. Перспективы освоения новых нефти и газоносных акваторий континентального шельфа связаны с необходимостью создания ледостойких конструкций. Существующие предложения в этом направлении предполагают использование массивных опор в виде железобетонных конструкций с большими размерами поперечного сечения. При проведении экспериментальных исследований на моделях при волновых воздействиях особое внимание следует уделять вопросам моделирования волновых процессов с целью получения достоверных и надежных результатов. В статье приведены основные критерии подобия. Подробно описано моделирование волнения при взаимодействии с сооружениями континентального шельфа.

Ключевые слова: волновые исследования, экспериментальные исследования, подобие явлений, критерии моделирования.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нефть и газ составляют больше 70% от всех видов источников энергии в мире. Около 70 стран производят интенсивную разведку месторождений углеводородов на континентальном шельфе мирового океана.

Россия обладает самыми обширными площадями континентального шельфа, которые составляют около 22% от общей площади на планете.

Основная часть разведанных месторождений находятся на шельфах арктических и дальневосточных морей, которые характеризуются своими суровыми климатическими условиями и, в первую очередь, тяжелейшими ледовыми режимами.

Перспективы освоения новых нефте- и газоносных акваторий континентального шельфа связаны с необходимостью создания ледостойких конструкций. Существующие предложения в этом направлении предполагают использование массивных опор в виде железобетонных конструкций (рис. 1.1 – 1.4) с большими размерами поперечного сечения, которые устанавливаются, как правило, в мелководной зоне моря ($d/\lambda > 0,30$, где d – глубина воды, λ – длина волны). Поперечные размеры таких сооружений настолько значительны (до 100-150м), что они вызывают дифракцию.

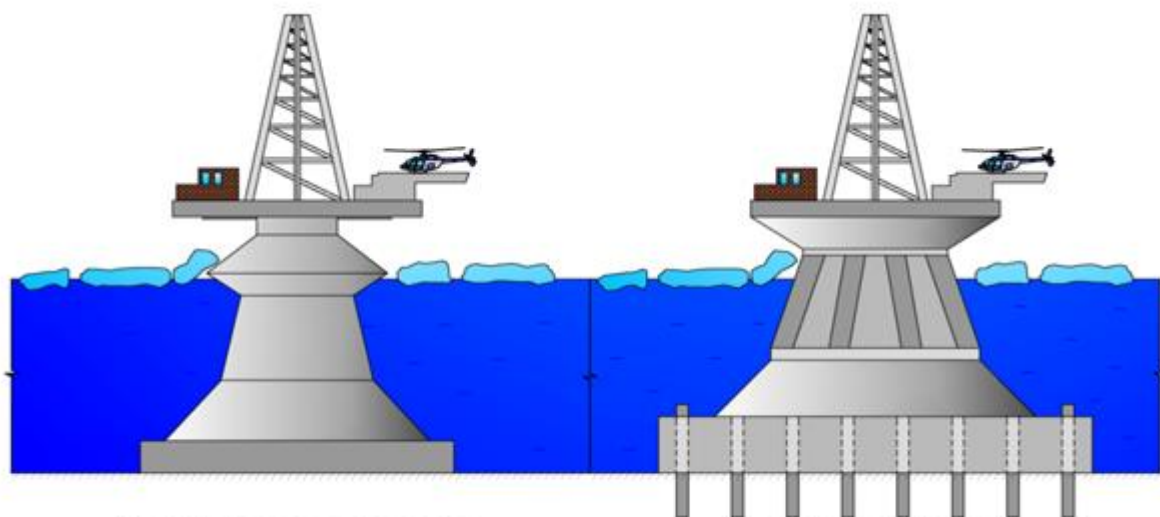


Рис. 1.1 Гравитационная стационарная платформа

Рис. 1.2 Гравитационно-сваяная стационарная платформа

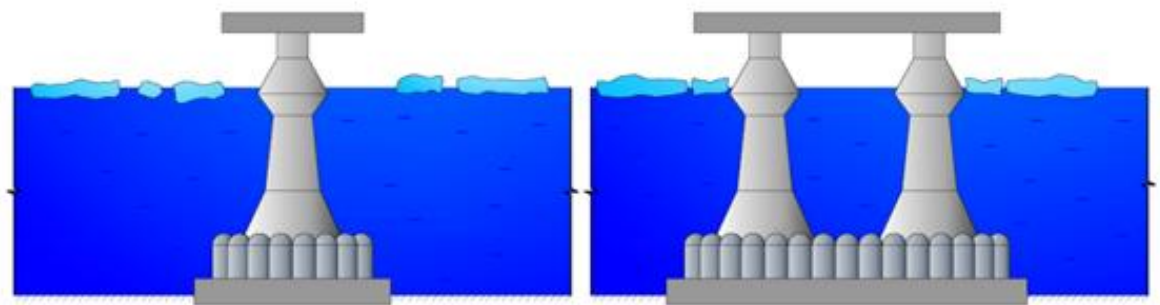


Рис. 1.3 Гравитационная платформа типа монопод

Рис. 1.4 Многоопорная гравитационная платформа

Анализ различных типов ледостойких оснований, предназначенных для освоения мелководных участков шельфа, показали, что в числе перспективных типов сооружений следует рассматривать цилиндрические, конические и сложно-составные опоры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки силового воздействия волн и льда на такие конструкции проводятся теоретические и экспериментальные исследования. Одними из основных вопросов при проведении экспериментальных исследований являются вопросы моделирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Явления называются подобными, когда характеристики одного из них могут быть получены из другого путем пересчета характеристик этого явления с помощью постоянных отношений, аналогично переходу от одной системы единиц измерения к другой.

При моделировании для обеспечения подобия явлений необходимо соблюдение прежде всего механического подобия.

Механическое подобие, включает:

- 1) Геометрическое
- 2) Кинематическое
- 3) Динамическое

Модель геометрически подобна, если расстояние между соответствующими точками модели и природы находятся в одинаковом соотношении:

$$L_n = L_m \cdot \lambda \quad 1)$$

где L - линейные размеры, λ - геометрический масштаб моделирования.

Модель кинематически подобна, если в соответствующих геометрических точках в одни и те же моменты времени скорости и ускорения находятся в соотношениях, определяемых критериями подобия:

$$V_n = V_m \cdot \lambda_v, \quad 2)$$

$$\omega_n = \omega_m \cdot \lambda_\omega; \quad 3)$$

где: V_n, V_m – скорость соответственно в натуре и на модели;

ω_n, ω_m – ускорение соответственно в натуре и на модели;

$\lambda_v, \lambda_\omega$ – масштабы скорости и ускорения;

Основным признаком динамического подобия является параллельность и пропорциональность сил, действующих в сходных точках.

Модель динамически подобна, если в соответствующих геометрических точках для соответствующих моментов времени силы на модели и в натуре также находятся в соотношениях, определяемых критериями подобия:

$$F_n = F_m \cdot \lambda_F \quad 4)$$

где: F_n, F_m – силы соответственно в натуре и на модели;

λ_F – масштаб сил;

Подобие гидродинамических явлений в общем случае требует одновременного соблюдения четырех критериев подобия, что в полной мере учитывается и при моделировании волновых процессов, как на плоских, так и на пространственных моделях.

I. Критерий гомохронности (H_o), Струхала (Sh):

$$H_o = Sh = \frac{v \cdot t}{l}, \quad 5)$$

Характеризует инерционные силы, возникающие при неустановившемся движении жидкости, в частности и при волновом движении. В условиях стационарных (установившихся) течений критерий $Sh=0$.

II. Критерий Фруда:

$$Fr = \frac{v^2}{g \cdot l}, \quad 6)$$

Характеризует действие сил тяжести (объемных или массовых) или, точнее, характеризует отношение сил инерции к силам тяжести.

III. Критерий Рейнольдса:

$$Re = \frac{v \cdot l}{\nu}, \quad 7)$$

Характеризует действие сил вязкости (внутреннего трения), или отношение силы инерции к силе вязкости.

IV. Критерий Эйлера:

$$E_u = \frac{P}{\rho \cdot v^2}, \quad 8)$$

Характеризует силы давления в жидкости, или отношение силы давления к силе инерции.

При действии потенциальных объемных сил критерий Эйлера:

$$E_u = \frac{\Delta V}{v^2} = \frac{g \cdot \Delta z}{v^2}, \quad 9)$$

где Δz – перепад уровней

Вышеуказанные критерии характеризуют явления, где действием сил капиллярного (поверхностного) натяжения можно пренебречь, т.е. критерий Вебера равен нулю:

$$We = \frac{\sigma}{\rho \cdot v} = 0, \quad 10)$$

В работах [2,4.5] показано, что критерий We следует учитывать при очень маленьких параметрах волн ($h < 10\text{мм}$, $< 170\text{мм}$).

Для исключения влияния сил поверхностного натяжения необходимо вертикальный масштаб модели принимать не менее 1:100...1:150.

В случае обтекания одиночной вертикальной опоры волновым потоком, пренебрегая явлениями, происходящими в тонком поверхностном слое жидкости, следует различать два процесса:

а) первый процесс - волновое движение, в котором основную роль играют силы тяжести, при обычно применяемых масштабах с достаточной точностью моделируются по критерию Фруда;

б) второй процесс - обтекание опоры периодическим, неустановившимся потоком вязкой жидкости - связан с действием двух основных сил: силы вязкости и силы инерции, обуславливающих возникновение соответственно скоростной $Q_{хск}$ и инерционной $Q_{хин}$ составляющих равнодействующей волнового давления, величина которой на единицу длины опоры определяется зависимостью.

$$Q_x = Q_{хск} + Q_{хин} \quad 11)$$

В общем случае моделирование равнодействующей волнового давления Q_x необходимо производить по закону моделирования как скоростной (R_e), так инерционной (F_r) составляющих, что при использовании на модели и в натуре одной и той же жидкости (воды), приводит к выводу о необходимости моделирования в масштабе 1:1, т.е. точное моделирование равнодействующей волнового давления на цилиндр невозможно.

Однако в двух частных случаях возможно независимое моделирование, когда та или иная составляющая равнодействующей волнового давления Q_x является существенно преобладающей. В этих случаях моделирование величины Q_x можно приближенно производить по закону моделирования этой преобладающей составляющей давления, что говорит о необходимости строгого соблюдения при моделировании величины волнового давления геометрического подобия натуры и модели, так как именно соотношение между поперечным размером опоры и параметрами волн определяет степень влияния той или иной составляющей волнового давления [2,3]

При обтекании преграды относительно большого диаметра, когда преобладает инерционная составляющая волнового давления, имеем

$$Q_x = Q_{xии} \quad 12)$$

Вместе с тем при увеличении диаметра опоры и существенном влиянии дифракции волн, силы, обусловленные дифракцией, являются по существу объёмными силами. В этом случае, когда как в природе, так и на модели действующие силы определяются почти полностью объёмными силами, можно воспользоваться формулой (6) для параметра Фруда. Критерии Рейнольдса и Коши в рассматриваемой задаче не будут иметь существенного значения.

Таким образом, при моделировании процесса взаимодействия волн с местными преградами, учитывая, что сам процесс волнения моделируется по критерию F_r , необходимо соблюдать критерий F_r и для моделирования препятствия. Критерий Струхалея или гомохронности (5) характеризующий инерционные силы, возникающие при неустановившемся движении жидкости, в частности и при волновом движении в этом случае будет выполняться автоматически.

В условиях стационарных (установившихся) течений критерий $Sh=0$.

При моделировании обтекания преград волновым потоком с соблюдением критериев F_r и S_h , основным вопросом является установление нижнего значения чисел $R_{едон}$ для преграды при котором влияние вязкости на процесс обтекания становится пренебрежительно малым. Масштаб моделирования в этом случае выбирается таким, чтобы значения критерия Рейнольдса, характеризующего действие сил вязкости (внутреннего трения), или отношение силы инерции к силе вязкости, находились в так называемой зоне автомодельности этого критерия.

На основании многочисленных исследований [2,3] установлено, что нижняя граница автомодельной зоны в этом случае определяется числом Re более 10000, при котором обеспечивается турбулентный режим волнения.

Вышеуказанные критерии характеризуют явления, где действием сил капиллярного (поверхностного) натяжения можно пренебречь, т.е. критерий Вебера равен нулю.

ВЫВОДЫ

Таким образом при приведении экспериментальных данных, полученных при моделировании, к натурным условиям можно без существенных погрешностей использовать следующие зависимости, определяемые моделированием по критерию F_r :

$$t_n = t_n \cdot \sqrt{\lambda_m}; \quad (13)$$

$$V_x^n = V_x^m \cdot \sqrt{\lambda_m}; \quad (14)$$

$$\omega_x^n = \omega_x^m \cdot \sqrt{\lambda_m}; \quad (15)$$

$$Q_x^n = Q_x^m \cdot \lambda_m^3; \quad (16)$$

где V_x – горизонтальная составляющая орбитальной скорости частиц в волне; t – временной параметр; ω_x – ускорение частиц; Q_x – равнодействующая сила волнового давления; λ_m – линейный масштаб моделирования;

$$\lambda_m = \frac{L_n}{L_m} \quad (17)$$

где L_n – линейный размер натуре; L_m – линейный размер модели.

Изменяя линейный масштаб моделирования (λ_m), при неизменяемых параметрах опыта, полученные данные могут быть использованы для различных условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левачев С.Н., Корчагин Е.А., Пиляев С.И., Кантаржи И.Г., Шурухин Л.А. Гидросооружения водных путей, портов и континентального шельфа. Ч.2. Порты и портовые сооружения. - М.: АСВ, 2015.
2. Леви И.И. Моделирование гидравлических явлений. М. Энергия. 1967

3. Пиляев С.И. Особенности моделирования волновых процессов на акваториях портов //Вестник МГСУ. - 2011. - №4. - Т.2.
4. Рогачко С.И., Пиляев С.И. Воздействие волн и льда на морские нефтегазопромысловые сооружения континентального шельфа: учебное пособие. - МГСУ, 2002
5. Иншакова Л.А., Красильников Н.И. Моделирование разрушения волн в жидкости//LAPLAMBERTAcademicPublishing, 2013
6. Кантаржи И.Г., Политько В.А., Мордвинцев К.П. Ледовые нагрузки на морские гидротехнические сооружения: учебное пособие. - МГСУ, 2016

СТАТИЧЕСКАЯ РАБОТА БЕТОННОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПЛОТИНЫ НА БЛОЧНОМ СКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ

Кудинова Я.А.

студентка 4 курса 1 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Толстикова В. В.

кандидат технических наук, доцент кафедры ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

Предметом исследования является бетонная гравитационная плотина, расчет которой ведется на двух моделях скального основания: сплошном и блочном.

Целью работы стало исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) и устойчивости бетонной гравитационной плотины на сплошной однородной и блочной моделях скального основания.

Исследование проводилось с помощью программного комплекса «CRACK». По результатам сравнительного анализа можно сделать вывод, что при расчете блочного основания напряжения в углу нижней грани получаются большими, а картина деформаций более сложная. Вследствие поворота блоков, подвижек их относительно друг друга, происходит большее по величине раскрытие контактного шва, возникают сдвиговые нарушения и раскрываются вертикальные трещины. Также отмечено, что время расчета для блочного основания намного превосходит время для сплошного однородного основания.

Ключевые слова: бетонная гравитационная плотина, скальное основание, сплошное основание, блочное основание, численный метод, CRACK.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее надёжным типом водоподпорных сооружений, по данным международного комитета по большим плотинам, являются гравитационные плотины. Это связано с их конструкцией, высокой надёжностью при большой высоте и в сложных природно-климатических условиях [1, 2, 3].

На сегодняшний день растёт число гравитационных плотин из укатанного бетона. Укатанный бетон – это современная технология возведения, подразумевающая использование бетона с пониженным количеством вяжущего и воды, укладка его похожа на укладку грунта в тело грунтовой плотины. Первым гидросооружением из укатанного бетона стала плотина

Симадзигава, возведенная в 1980 году в Японии. Плотина высотой 89 метров почти наполовину состоит из укатанного бетона. В дальнейшем были возведены плотины: Луантань (Китай, Н = 216,5 м), Миель-1 (Колумбия, Н = 188 м), Гуанчжоу (Китай, Н = 201 м), Ураяма (Япония, Н = 156 м) и другие. В нашей стране была возведена в суровых климатических условиях плотина Бурейской ГЭС высотой 140 метров.

Для обеспечения надёжности высоких плотин возникает необходимость всестороннего исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) плотины и её основания. На практике доказано, что фактически обеспечить абсолютную монолитность бетонной кладки и сопряжения её с основанием представляется невозможным. Основание также представляет собой крайне сложную в механическом отношении среду, характеризующуюся неоднородностью деформативных и прочностных свойств, трещиноватостью различной степени.

Для изучения статической работы системы бетонная плотина – основание используются методы математического и физического моделирования, чаще всего применяется метод конечных элементов (МКЭ) [4, 5, 6].

Целью данной работы стало исследование напряженно-деформированного состояние (НДС) и устойчивости бетонной гравитационной плотины на сплошной однородной и блочной моделях скального основания. Авторы в данном исследовании изучили статическую работу бетонной гравитационной плотины на блочном скальном основании и произвели сравнительный анализ полученных в процессе расчета результатов с результатами модели сплошного скального основания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методика исследования основывается на математическом моделирование методом конечных элементов (МКЭ) с помощью программного комплекса «CRACK», разработанного на кафедре гидравлики и гидротехнического строительства НИУ МГСУ. Данный вычислительный комплекс предназначен для численного решения на основе МКЭ квазистатических задач деформирования, разрушения и оценки несущей способности. Особенностью предлагаемой математической модели, реализованной в программном комплексе «CRACK» является возможность учитывать отдельные крупные нарушения сплошности расчётной области (трещины, разломы, швы и т.д.) в явном виде, используя в расчетной схеме модифицированный контакт-элемент.

Модель представляет собой классический профиль бетонной гравитационной плотины на скальном основании высотой 100 м, с шириной гребня 10 м, уклоном низовой грани 1:0,7.

Рассматривается одна береговая секция плотины, представленная как сплошное целое, без учета потерн, отверстия водоводов и т.п.

Задача решалась поэтапно. Для двух моделей основания были подобраны такие деформативные свойства, чтобы осадка основания и напряжения от собственного веса на начальном этапе были одинаковыми для двух случаев. При дальнейшем расчете эти напряжения выступали в качестве начальных, а перемещения основания от веса принимались равными нулю.

Сетка МКЭ содержала в модели на сплошном основании 3822 узла и 3670 конечных элементов, в модели на блочном основании 9097 узла, 7195 конечных элементов. Плотина имела топологически одинаковую разбивку на элементы для обеих моделей. В блоке основания по боковым и нижней границе задавались граничные условия в перемещениях.

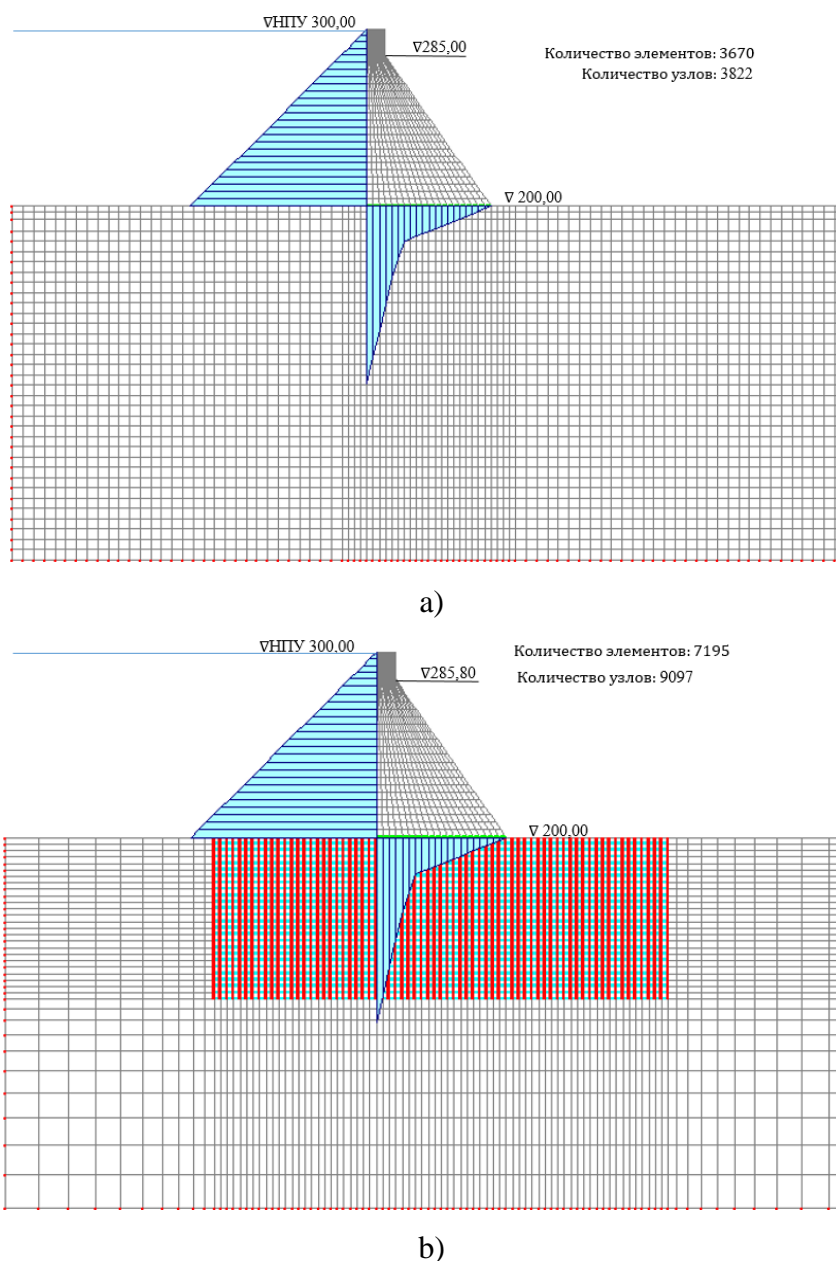


Рисунок 1. Сетка конечных элементов: а) сплошное основание, б) блочное основание

Деформативные и прочностные характеристики контактного шва и трещин в блочном основании представлены в табл. 1.

Таблица 1 Деформативные и прочностные характеристики контактного шва и трещин в блочном основании

| Деформативные и прочностные характеристики | Контактный шов между плотиной и основанием | Вертикальные трещины между блоками в основании | Горизонтальные трещины между блоками в основании |
|--|--|--|--|
| Нормальная жесткость (МПа/м) | 2500 | 600 | 600 |
| Касательная жесткость (МПа/м) | 1000 | 240 | 240 |
| Угол внутреннего трения, φ° (tg φ) | 42 (0,9) | 35 (0,7) | 35 (0,7) |
| Сцепление, С (МПа) | 0,35 | 0,2 | 0,2 |
| Прочность на растяжение (МПа) | 0,6 | 0,15 | 0,15 |

Прочностные и деформативные характеристики для бетона плотины, сплошного основания и блочного основания представлены в табл. 2.

Таблица 1 Прочностные и деформативные характеристики для бетона плотины, сплошного основания и блочного основания

| Деформативные и прочностные характеристики | Бетон плотины | Сплошное основание | Блочное основание |
|--|---------------|--------------------|-------------------|
| Модуль деформации, E, МПа | 25000 | 12500 | 25000 |
| Коэффициент Пуассона, ν | 0,18 | 0,24 | 0,2 |
| Прочность на сжатие R_b (МПа) | 11,5 | 12,0 | 18,0 |
| Прочность на растяжение R_{bt} (МПа) | 0,9 | 0,3 | 0,6 |
| Сцепление, С (МПа) | - | 0,35 | |

| | | | |
|---|---|----------|--|
| Угол внутреннего трения, φ° ($\text{tg}\varphi$) | - | 42 (0,9) | |
|---|---|----------|--|

Модуль деформации для блоков основания равен модулю деформации бетона плотины, а вне моделируемой трещиноватой среды как для сплошного основания, то есть в 2 раза меньше, чем у бетона. Это связано с тем, что на начальном этапе расчета необходимо было обеспечить одинаковые значения осадок основания и напряженного состояния от собственного веса массива.

При дальнейшем расчете эти напряжения выступали в качестве начальных, а перемещения основания от его веса принимались равными нулю.

Далее был произведен расчет для конкретной модели основания на основные статические нагрузки: собственный вес тела плотины, гидростатическое давление в верхнем бьефе, фильтрационное противодействие.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На рис. 2-6 представлены результаты расчета бетонной гравитационной плотины на сплошной и блочной моделях скального основания. Рассмотрим различия в полученных величинах перемещений и напряжений.

Так, для сплошного основания максимальные горизонтальные перемещения составили 3,2 см, а максимальные вертикальные – 1,1 см.

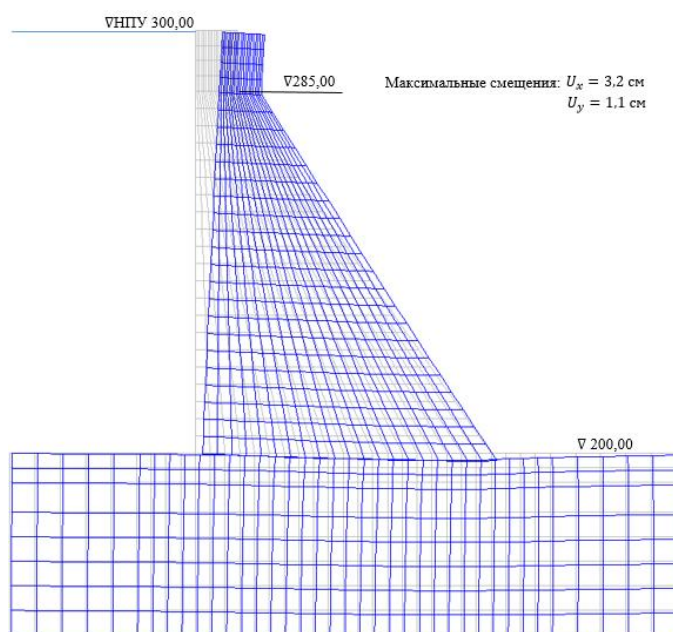


Рисунок 2. Перемещения при сплошном основании

Для блочного основания величина перемещений получилась большей, максимальные горизонтальные перемещения составили 5,0 см, максимальные вертикальные - 1,4 см (рис. 3).

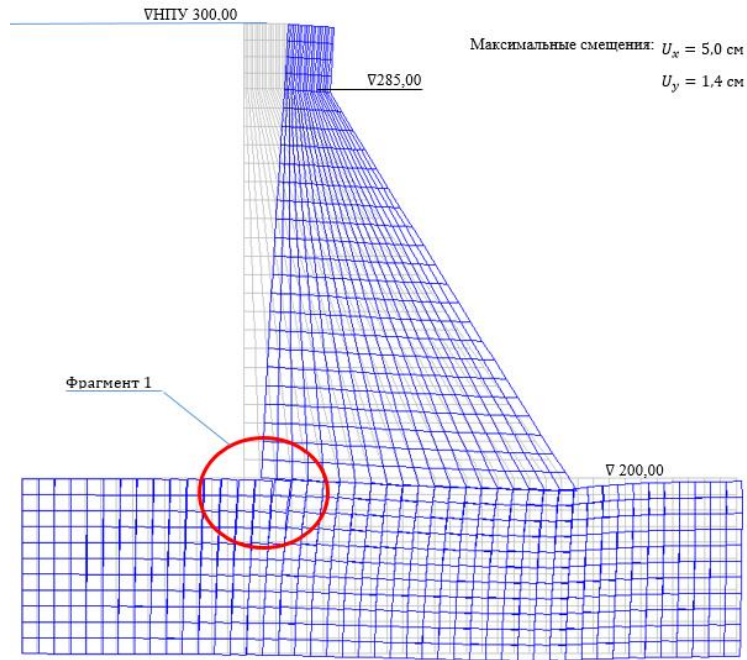


Рисунок 3. Перемещения при блочном основании

Был отмечен поворот блоков в скальном основании и возникновение в силу этого раскрытия вертикальных трещин (рис. 4). Максимальное раскрытие – 2,4 мм.

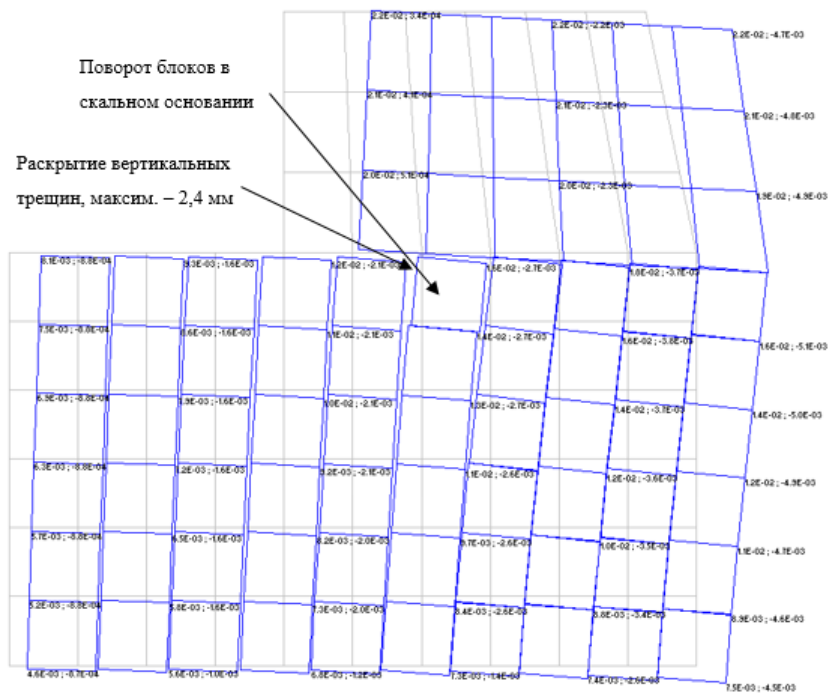
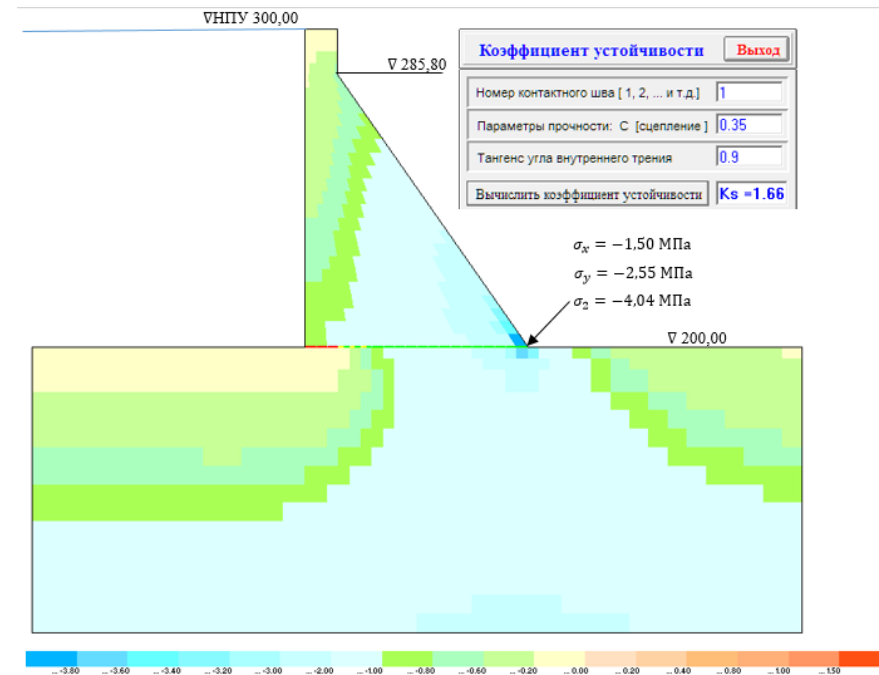


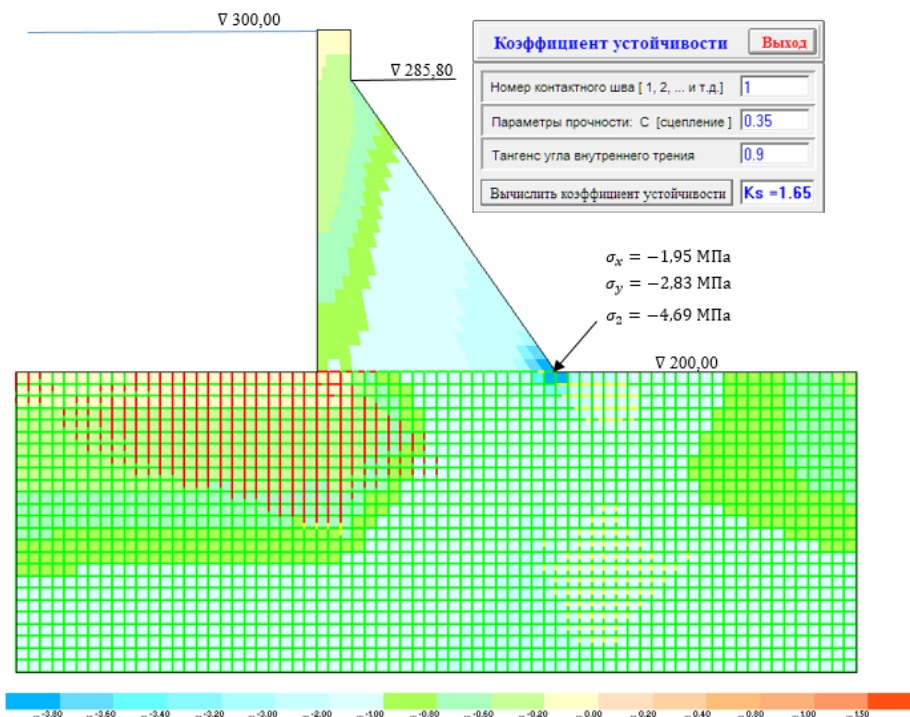
Рисунок 4. Фрагмент 1

На блочном основании, в силу большей деформативности, в зоне концентрации напряжений наблюдаются большие напряжения. Наибольшие величины напряжений для

сплошного основания в зоне концентрации равны $\sigma_x = -1,50$ МПа $\sigma_y = -2,55$ МПа $\sigma_2 = -4,04$ МПа, для блочного равны $\sigma_x = -1,95$ МПа $\sigma_y = -2,83$ МПа $\sigma_2 = -4,69$ МПа. Коэффициент устойчивости отличается незначительно. Для сплошного основания равен 1,66, для блочного – 1,65.



а)

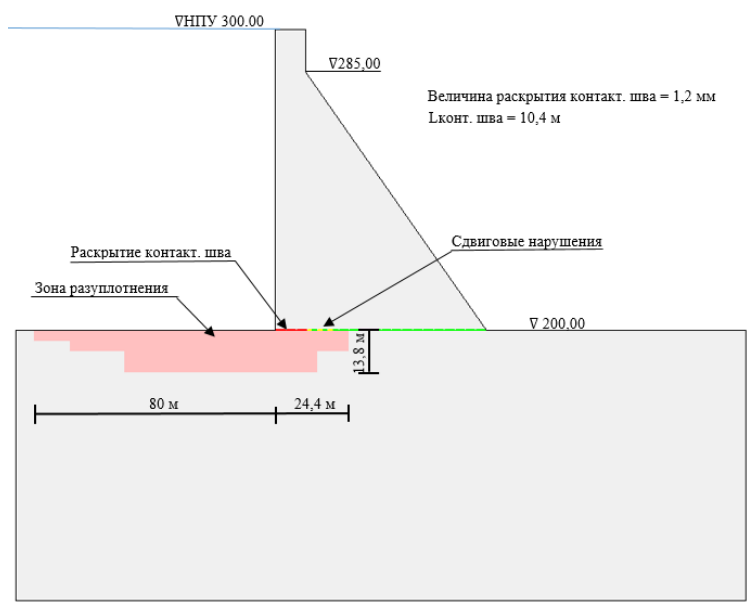


б)

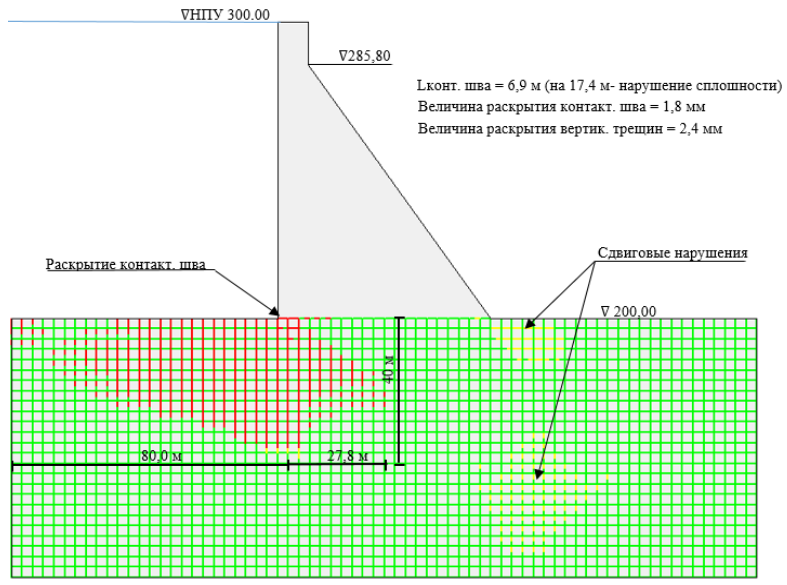
Рисунок 5. Напряжения при: а) сплошном основании, б) блочном основании

При блочном основании также наблюдается раскрытие контактного шва, величина раскрытия – 1,8 мм, длина раскрытия – 6,9 м. Есть нарушение сплошности длиной 17,4 м вдоль контакта, возникающее вследствие поворота блоков. Имеются сдвиговые нарушения. Нарушение сплошности в данном случае большее по сравнению со сплошным основанием. Так, под основание плотины оно проникает на 27,8 м, в сторону верхнего бьефа на 80 м, развивается на глубину до 40 м.

При сплошном основании происходит раскрытие контактного шва на 1,2 мм, длина раскрытия – 10,4 м. Наблюдается зона разуплотнения, которая на 24,4 м проникает под основание плотины, достигая глубины 13,8 м, и на 80 м проникая в сторону верхнего бьефа.



а)



б)

Рисунок 6. Состояние элементов при: а) сплошном основании, б) блочном основании

ВЫВОДЫ

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие основные выводы:

1. При решении задачи на модели сплошного и блочного оснований (квазисплошного [1, 7]) характер распределения напряжений в плотине очень близкий и отличается лишь величинами напряжений в области концентрации у низовой грани.

2. Перемещения при моделировании блочного основания получились большими, чем у сплошного. Горизонтальные перемещения больше на 56,3%, вертикальные на 27,3%. Нормальное напряжение в зоне концентрации σ_x отличается на 26,7%, σ_y на 11% , главное напряжение σ_2 на 16,1%. Коэффициент устойчивости отличается незначительно, он больше на 0,6% для сплошного основания.

3. Время на выполнение расчета на блочном основании более чем в 30 раз превысило время на выполнение расчета на модели сплошного основания. При этом время на решение непропорционально количеству узловых точек, а гораздо больше, так как зависит от количества обрабатываемых на каждом шаге итерационного процесса поиска решения, ненулевых элементов в глобальной матрице жесткости (1 421 784 – в модели со сплошным основанием и 11 098 340 – на блочном основании).

В заключение стоит отметить, что на предварительных стадиях проектирования правомочно рассматривать НДС плотины на сплошном неоднородном основании. На заключительной стадии проектирования необходимо в явном виде моделировать крупные нарушения сплошности в скальном основании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гришин М.М., Розанов Н.П., Белый Л.Д. и др., Бетонные плотины (на скальных основаниях), М., Стройиздат, 1975.

2. Ухов С. Б., Скальные основания гидротехнических сооружений (Механические свойства и расчеты), «Энергия», 1975.

3. Рассказов Л.Н., Орехов В.Г., Анискин Н.А., Малаханов В.В., Бестужева А.С., Саинов М.П., Солдатов П.В., Толстикова В.В., Гидротехнические сооружения. Часть 1., М., Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.

4. Толстикова В.В., Нгуен Дык Нгиа, Численное исследование возможных схем разрушения системы «бетонная гравитационная плотина – скальное основание» // Вестник МГСУ, 2011, № 5, стр.41-47.

5. Толстиков В.В. Изменение фильтрационного противодействия на подошву бетонной гравитационной плотины при раскрытии контактного шва и разуплотнении скального основания // Гидротехническое строительство – 2019, № 1.

6. Толстиков В.В. Моделирование работы швов и трещин в расчетах напряженно-деформированного состояния бетонных плотин // Вестник МГСУ, №2, 2006.

7. Методика составления геоструктурных схем (моделей) скальных массивов в основаниях гидросооружений: Пособие к СНиП 2.02.02-85 : П 55-90/ВНИИГ / ВНИИ гидротехники им. Б.Е. Веденеева; [Подгот. А. М. Гуревым и др.]. - Ленинград : ВНИИГ, 1991.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР В ПУЛЬПОПРОВОДЕ

Шабалина В. В., Яковлева А. А.

студентки 2 курс 7 группа ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Волгин Г.В.

*кандидат технических наук, заведующий лабораторией «Гидравлики и Гидромеханики»
НИУ МГСУ*

Аннотация

В данной статье рассматриваются причины возникновения гидравлического удара в пульпопроводе, особенности расчета в двухфазном потоке, рассмотрены способы предотвращения гидроудара в трубопроводах. Приведено качественное сравнение характеристик гидравлических ударов для однофазных и двухфазных потоков.

Ключевые слова: гидравлический удар, пульповод, двухфазные потоки.

ВВЕДЕНИЕ

Гидравлический удар – изменение давления в напорных водоводах при неустановившемся движении жидкости. Гидравлический удар вызывается закрытием и открытием задвижек на трубопроводах, пуском, а также, отключением насосов. Возникновение повышенного давления может привести к разрушению трубопровода. Схема явления гидравлического удара приведена на рисунок 1. На рисунке 2 приведены примеры последствия возникновения гидравлического удара [1, 2, 3, 4].



Рисунок 1. Схема возникновения гидравлического удара в трубопроводе



Рисунок 2. Примеры гидравлического удара

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Теоретическое обоснование явления гидравлического удара в трубах и основной метод расчёта были предложены профессором Н. Е. Жуковским в 1898 г. [1] Основная схема физического процесса явления гидравлического удара приведена на рисунке 3.

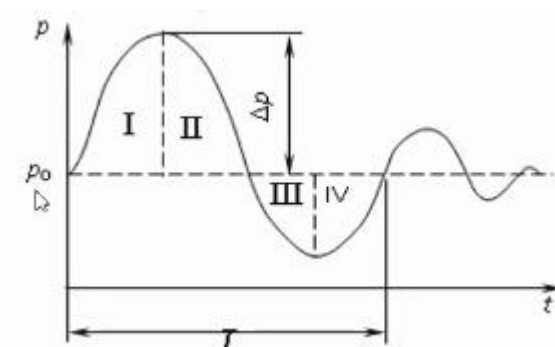


Рисунок 3. Фазы развития гидравлического удара в трубопроводе

На примере развития гидравлического удара в трубопроводе, представленном на рис. 3, можно выделить четыре фазы развития данного явления:

1. Фаза где в момент внезапного и полного закрытия задвижки в конце трубопровода вся движущаяся в нем жидкость должна остановиться. Но реальная жидкость, будучи упругой, будет останавливаться не мгновенно, а постепенно сжимаясь от слоя к слою (начиная от слоя у задвижки). При этом, в системе трубопровода одновременно будет повышаться давление на некоторое значение Δp (ударное давление).

Упругая деформация сжатия и повышение давления распространяются в противоположную сторону от направления движения потока и за время T достигают конца трубы. При этом освободившееся пространство на расстоянии Δl заполняется жидкостью из резервуара. В этот момент заканчивается первая фаза гидравлического удара, частицы жидкости в трубе находятся в неподвижном состоянии ($v=0$), в состоянии сжатия под действием увеличенного Δp давления.

Плотность жидкости при этом увеличена до значения $p' = p + \Delta p$. Скорость распространения упругой деформации (гидравлического удара) рассчитывается по формуле:

$$c = \frac{l}{T}$$

где, l и T – соответственно длина трубы и длительность первой фазы.

2. Фаза расширения. В конце первой фазы жидкость в трубе, находясь под давлением $p' = p + \Delta p$, не уравновешена давлением в резервуаре, где значение давления равно p . В связи с чем, жидкость в трубе расширится в сторону резервуара, а ее частицы постепенно приобретают скорость v , направленную в сторону резервуара (в сторону, обратную направлению движения до возникновения гидравлического удара), при этом гидравлическое давление уменьшается до начального давления p . К концу второй фазы вся жидкость в трубе будет иметь изначальное значение давления, и двигаться со скоростью v в сторону резервуара.

3. Фаза растяжения и остановки движения. В начальный момент этой фазы вся жидкость движется в противоположную сторону градиента скорости потока и стремится оторваться от задвижки. Если отрыва не произойдет, то начнется растяжение жидкости с дальнейшим понижением давления до значений $p'' = p - \Delta p$, а частицы жидкости останавливаются. В конце третьей фазы весь поток жидкости останавливается и находится под действием пониженного давления. Такое состояние потока является также неуравновешенным. В этом состоянии давление в резервуаре равно p , а в трубопроводе $p'' = p - \Delta p$.

4. Фаза восстановления движения до состояния, имевшего место перед закрытием задвижки. Под влиянием разности давления $p'' = p - \Delta p$ происходит послышное (начиная от резервуара в сторону задвижки) увеличение давления до начального p с одновременным возникновением скорости и увеличения ее (в пределе) до значения v в сторону задвижки. Таким образом, к концу четвертой фазы жидкость в трубопроводе будет находиться в состоянии движения, в каком она находилась до момента закрытия задвижки.

Следует отметить, что поскольку задвижка закрыта, а движение соответствует движению до ее закрытия, то в конце четвертой фазы снова возникает гидравлический удар, и процесс будет повторяться неограниченное число раз.

Часть энергии жидкости при гидравлическом ударе переходит в теплоту, поэтому амплитуда колебаний Δp с течением времени затухает и процесс приостанавливается.

В реальных условиях, когда существуют гидравлические сопротивления и упругие деформации стенок трубопровода, процесс гидравлического удара будет более сложным и затухающим.

Рассматриваемый в настоящей работе пульпопровод входит в состав технологической цепочки переработки руды горно-обогатительного комплекса «Рябиновый» (ГОК «Рябиновый»), расположенный около г. Алдан. Месторождение рудного золота Рябиновое расположено в Центрально-Алданском золотоносном районе Якутии. В состав объектов хвостового хозяйства для размещения отходов входит: хвостохранилище, пульпопровод и система возврата в технологический процесс осветлённой воды, поступившей с пульпой. Хвостохранилище предназначено для складирования отвальных хвостов обогащения, отстоя и осветления воды в отстойном пруду. Чаша хвостохранилища создана ограждающей первичной дамбой. Первичная дамба возведена из вскрышных пород карьера с последующим наращиванием по мере заполнения. Созданная емкость хранилища обеспечивала складирование отходов, образующихся за 12,5 лет отработки запасов руды. Система гидротранспорта предназначена для транспортировки твердых частиц из главного корпуса обогатительной фабрики (ОФ) на хвостохранилище. В состав сооружений входят [8]:

- пульпонасосная станция в главном корпусе с узлом опорожнения;
- магистральные пульпопроводы от главного корпуса ОФ до хвостохранилища по гребню дамбы
- распределительные пульпопроводы, проложенные по гребню дамбы и по левому борту хвостохранилища
- емкость (пруд) для аварийного опорожнения пульпопровода.



Рисунок 4. Пульпопровод горно-обогатительного комплекса «Рябиновый»

Основные гидравлические характеристики гидротранспорта двухфазного потока пульпопровода представлены в таблице 1.

Таблица. 1 Гидравлические характеристики пульпопровода

| | |
|--|------------------------|
| Модуль упругости для воды, K | $19,62 \cdot 10^8$ Па |
| Модуль упругости материала стенок трубы для стали, K | $2,1 \cdot 10^9$ Па |
| Плотность воды, ρ | 1000 кг/м ³ |
| Для стали, $\frac{K}{\varepsilon}$ | 0,01 |
| Диаметр трубы, D | 27,3 см |
| Толщина стенок, σ | 0,3 см |
| Скорость, v | 1,643 м/с |
| Массовая доля твердого вещества в пульпе | 43,26 % |
| Массовая доля воды в пульпе | 56,74 % |
| Удельный вес твёрдого в массиве, γ | 2,60 т/м ³ |
| Удельный вес воды в массиве, γ | 1 т/м ³ |

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для анализа различий гидравлического удара одно- и двухфазного потоков, был произведен расчет для двух сред.

Расчет избыточного давления в трубопроводе для однофазного потока (вода без примесей):

Скорость распространения гидравлического удара:

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}} = \sqrt{\frac{19,62 \cdot 10^8}{1000}} = 1400 \frac{м}{с}$$

Учитывая упругость материала стенок трубы, значение скорости распространения ударной волны будет меньше. Используя для вычисления модуля упругости формулу Кортвега получим:

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{K}{\varepsilon}\right) \cdot \left(\frac{D}{\delta}\right)}} = \frac{1400}{\sqrt{1 + 0,01 \cdot \frac{273}{30}}} = 1340 \frac{м}{с}$$

Используя уравнение импульсов для массы жидкости, в трубопроводе длиной l (от резервуара до задвижки):

$$m\Delta v = P\Delta t$$

где масса жидкости $m = \rho \omega l$, начальная скорость равная v , а конечна нулю.

Результирующая сила давления:

$$P = P_1 - P_2 = \rho\omega - (\rho + \Delta\rho)\omega = -\omega\Delta\rho$$

Время распространения:

$$\Delta t = \frac{l}{c}$$

где c – скорость распространения гидравлического удара; l – длина участка трубопровода.

Таким образом, выводится расчетная формула:

$$-\rho\omega lv = -\omega\Delta p \frac{l}{c}$$

$$\Delta p = \rho v c \quad (*)$$

Формула (*) является основной расчетной формулой Н.Е. Жуковского.

Используя формулу Жуковского определяется избыточное давление, возникающее при гидравлическом ударе в трубопроводе:

$$\Delta p = \rho v c = 1000 \cdot 1,643 \cdot 1340 = 2,2 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Расчет избыточного давления в трубопроводе для двухфазного потока (вода с твердым веществом):

Находим плотность смеси, зная пропорции твердой и жидкой составляющих гидросмеси.

$$\rho = \rho_{m\epsilon} + \rho_{\epsilon} = 0,426 \cdot 2600 + 0,5674 \cdot 1000 = 1700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Скорость распространения гидравлического удара:

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}} = \sqrt{\frac{21 \cdot 10^8}{1700}} = 1111 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Учитывая упругость материала стенок трубы, находим значение скорости распространения ударной волны:

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{K}{\epsilon}\right) \cdot \left(\frac{D}{\delta}\right)}} = \frac{1111}{\sqrt{1 + 0,01 \cdot \frac{273}{30}}} = 1065 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Используя формулу Жуковского определяется избыточное давление, возникающий при гидравлическом ударе в пульповоде:

$$\Delta p = \rho v c = 1700 \cdot 1,643 \cdot 1065 = 3,1 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

ВЫВОДЫ

На основе расчетов видно, что давление в пульпопроводе больше давления в трубопроводе с простой водой в 1,5 раза. Это вызвано тем, что при расчёте гидравлического удара в пульпе используется жидкость в виде воды и твёрдых веществ, находящихся в ней. Плотность жидкости в пульпе складывается из плотности воды и плотности твёрдых частиц, в зависимости от пропорции их содержания в пульпе. Таким образом, при увеличении пропорции твердого вещества также увеличивается и плотность пульпы. А это в свою очередь приводит к увеличению давления в системе пульпопровода. Можно сделать вывод, что гидравлический удар в трубе при движении двухфазного потока наносит более существенный урон, по сравнению с движением однофазной жидкости.

Способы борьбы с гидравлическим ударом [2, 5, 7]:

- Обеспечить плавное открытие/закрытие запорной амплитуды;
- Увеличить диаметр трубопровода;
- Уменьшить скорость потока среды;
- Обеспечить плавный спуск и установку насоса;
- Установить специальные устройства – компрессионные вставки по диаметру трубы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Киселёв П.Г. Гидравлика: Основы механики жидкости. Учебное пособие для вузов. – М: Энергия, 1980г.
2. Аронович Г. В., Картвелишвили Н. А., Любимцев Я. К. Гидравлический удар и уравнительные резервуары. – М.: Наука, 1968. – 247 с.
3. Тарасевич В. В. О максимальном давлении при гидравлическом ударе, сопровождающемся разрывом сплошности потока // Гидротехническое строительство. – 1980. – No 8. – С. 15–18.
4. Френкель Н.З. Гидравлика: учебник предназначен для механических специальностей вузов. Госэнергиздат. М.- Л., 1956. 456с.
5. Лапшев Н. Н. Гидравлика: учебник для вузов по специальности Строительство. М.: Академия, 2007. 268 с.
6. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика. Книга 1. Механика. М.: Наука, 1994. 367 с.

7. Способы защиты трубопроводной системы от гидроударов // ПромоГрупп Медиа [Электронный ресурс] URL: <https://dprom.online/oilngas/sposoby-zashhity-truboprovodnoj-sistemy-ot-gidroudarov/>

8. Волгина Л.В., Романова А.А., Сергеев С.А. Гидравлические особенности проектирования пульпопровода хвостов. // Материалы VIII международной научной конференции «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании». М.: МГСУ. – 2022. – С. 264–269

УТОЧНЕНИЕ МЕТОДА РАСЧЁТА ПРИЗМАТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ

Малофеев И.И.

студент 2 курса 7 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научные консультанты: Волгина Л.В.¹, Романова А.А.²

¹ *кандидат технических наук, доцент кафедры ГиГС НИУ МГСУ*

² *аспирантка 3 курса ИГЭС НИУ МГСУ*

Аннотация

Решение задачи по построению кривых свободной поверхности и уточнение метода для использования более простой и понятной методики актуальный аспект исследований. Поскольку существующие методы имеют допущения или при их применении используется дополнительная справочная информация они не являются универсальными для решения теоретических и практических задач при различных исходных данных. Также данные методы были предложены без рассмотрения возможности решения неопределенного интеграла, что в настоящее время кажется более реальным с учетом современных мощностей ЭВМ. Метод, предложенный в статье, основывается на вычислении расходящегося интеграла численным методом, с учетом допущений том, что решение будет лежать между целочисленными значениями гидравлического показателя русла. Предложенная классификация водопропускных сооружений направлена на поиск граничных условий для интегрирования.

Ключевые слова: Призматический канал, уравнение неравномерного движения, неопределенный интеграл, кривые свободной поверхности

ВВЕДЕНИЕ

Впервые задачу по интегрированию дифференциального уравнения неравномерного движения была решена Сен-Венаном в 1851 году. Далее различными учеными был предложен ряд методов, но они не могли дать надежных результатов, потому что коэффициент Шези в них предполагался независимым от глубины. В XX веке над этой задачей бились гидравлики: Бресс, Толкмит, Шаффернак, Рахманов, Чертоусов, Павловский, Чугаев, Бахметев и др. [1, 6, 8] На данный момент наиболее широко применимыми методами являются методы Павловского и Бахметьева [2]. Однако, данные методы требуют использования дополнительных объемных таблиц с относительными величинами, что не совсем удобно и не применимо при решении задач в полевых условиях [7].

Решение задачи интегрирования удобным и универсальным методом является актуальной задачей на данный момент [3]. Целью данной работы является определение альтернативного существующим методам решения уравнения неравномерного движения в безнапорном потоке.

Задачами работы были определены:

1. Определение математического подхода к возможностям решения неопределенного интеграла.
2. Подготовка классификации безнапорных каналов для использования критериев классификации к выявленному методу решения задачи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассмотрим основное дифференциальное уравнение неравномерного движения [4,7,8] в следующем виде:

$$\frac{dh}{ds} = i \frac{1 - \left(\frac{K_0}{K}\right)^2}{1 - j \left(\frac{K_0}{K}\right)^2} = \frac{1}{j} \frac{\chi^2 - j}{\chi^2 - j} = \frac{1}{j} \varphi(h) \quad (1)$$

Модуль расхода или расходная характеристика определяется как: $K = \frac{Q}{\sqrt{i}} = \omega C \sqrt{R}$,

коэффициент Павловского:

$$j = \frac{\alpha i C^2 B}{g \chi}$$

Интегрирование уравнения (1) между двумя сечениями 1-1 и 2-2 дает:

$$s_2 - s_1 = \frac{1}{i} \int_1^2 \varphi(h) dh$$

Таким образом вопрос об интегрировании основного дифференциального уравнения неравномерного движения сводится к вычислению интеграла:

$$\varphi(h) = \frac{\chi^2 - j}{\chi^2 - 1}$$

Большинство способов интегрирования основывается на применении показательной зависимости для модулей расхода уравнение и относительной глубины. Тогда уравнение приобретает следующий вид:

$$\frac{h_0 d\eta}{ds} = i \frac{\eta^x - 1}{\eta^x - j}$$

Интегрируя получаем уравнение:

$$\frac{ids}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 - (1-j) \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{d\eta}{1-\eta^x}$$

Уравнение, записанное выше, приводит к необходимости решения интеграла:

$$\int \frac{d\eta}{1-\eta^x} \quad (2)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

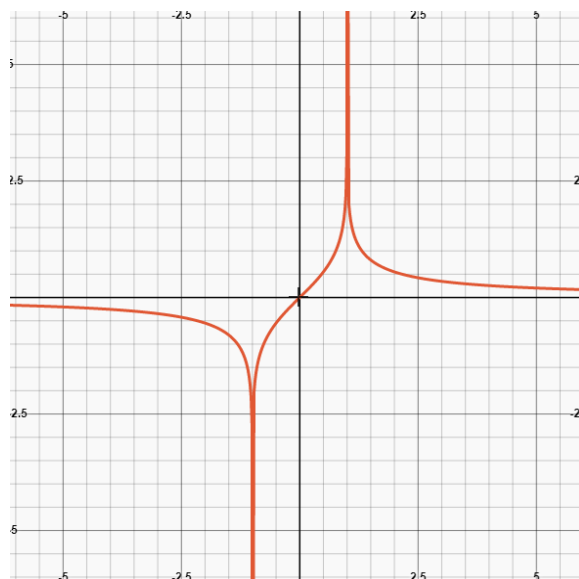
Решение данного интеграла опирается на гидравлический показатель русла, рассчитанный для лабораторного экспериментального участка лотка Паршала сайт gunt¹ и равный $x=2,37$. При наличии дробной степени в данном интеграл его решение становится сложным, а его решение находится в диапазоне от 2 до $3x$. Рассмотрим графики функции данного интеграла при $x=2$ и $x=3$.

Запишем преобразование интеграла для каждой степени соответственно для $x=2$ и для $x=3$:

$$\frac{d\eta}{1-\eta^2} = \frac{\ln(|x+1|) - \ln(|x-1|)}{2} + C$$

$$\frac{d\eta}{1-\eta^3} = \ln \frac{(x^2+x+1)}{6} + \frac{\arctan\left(\frac{2x+1}{\sqrt{3}}\right) - \ln(|x-1|)}{3} + C$$

На рисунках ниже (Рисунок 1 и Рисунок 2) соответственно изображены графики поведения функции для каждого их уравнений. Сайт интеграла²



¹ Gunt. Hamburg. Equipment for Engineering Education. <https://www.gunt.de/en/>

² <https://www.integral-calculator.ru/#>

Рисунок 1. График, при $x=2$



Рисунок 2. График при $x=3$

Решением интеграла в данном методе будет являться площадь фигуры, находящаяся между осью x и графиком первообразной функции. Поскольку соотношение глубин в каналах не могут принимать все значения от $-\infty$ до $+\infty$ логично этот диапазон ограничить. Для определения площади необходимо задать диапазон значений функции по оси абсцисс. Определяющей величиной данного диапазона будет предел значений относительных глубин в русле η для определенного русла. Величина относительной глубины не может быть отрицательным числом, следовательно левую часть графика за ось не рассматривают при решении интеграла.

На графиках выше показано влияние гидравлического показателя русла на поведение функции и, следовательно, на площадь фигуры и решение интеграла.

Для того чтобы унифицировать каналы с целью применения определенных графиков функции интеграла была проведена классификация каналов и сооружений по транспортированию воды [5]

По расходу воды канала:

- Очень большие ($Q > 1000 \text{ м}^3/\text{с}$)
- Большие ($Q = 300-1000 \text{ м}^3/\text{с}$)
- Средние ($Q = 50-300 \text{ м}^3/\text{с}$)
- Малые ($Q < 50 \text{ м}^3/\text{с}$)

По назначению канала:

- Судоходные
- Иригационные

- Энергетические
- Водопроводные и обводнительные
- Осушительные
- Лесосплавные
- Рыбоходные
- Водосбросные (при плотинах и других гидросооружениях)
- Подводящие и отводящие (при насосном водоподъеме водосбросных сооружений и д.р.)
- Комбинированные каналы (совмещают в себе несколько типов)

Например:

1. Судоходно-обводнительные
2. Обводнительно-энергетические
3. Ирригационно-энергетические
4. Судоходно-водоснабженческие и другие

ВЫВОДЫ

Был рассмотрен процесс интегрирования дифференциального уравнение неравномерного движения. Подобран вариант решения интеграла графическим методом решения через площадь фигуры. На основании выбранного метода можно сказать следующее:

1. Решением интеграла вполне может являться площадь фигуры, ограниченная функцией этого интеграла.
2. Графики функций интеграла при различных целочисленных показателях русла будут различными.
3. Площадь фигуры, расположенной за знаком 0 по оси абсцисс ограничивается и подлежит рассмотрению только справа относительно оси ординат.

Предложена классификация каналов, позволит для каждого класса определить диапазон относительных глубин и гидравлических показателей русла, ограничить функцию и найти точное значение интеграла (2).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахутин А.Н., Специальный курс гидравлики. М.-Л. ОНТИ НКТП СССР. 1935г. 214с.
2. Бахметов Б. А., О неравномерном движении жидкости в открытом русле... / Предисловие: А. А. Сабанеев. - Ленинград : Кубуч, 275 с.

3. Волгина Л. В., Романова А. А., Совершенствование методов анализа свободной поверхности безнапорного потока / Гидротехническое строительство, 2023, №2
4. Зуйков А.Л., Волгина Л.В / Гидравлика. Том 2. Напорные и открытые потоки. Гидравлика сооружений / Москва: МГСУ, 2015, 424с.
5. Ибад-заде, Юсиф Аликулу оглы. / Гидравлика горных рек : русловые и гидроморфол. расчеты / Ю. А. Ибад-заде. - Москва : Стройиздат, 1986. - 155,[2] с. : ил.; 21 см.
6. Спицын И.П., Общая и речная гидравлика // Спицын И.П., Соколова В.А., Гидрометеиздат, Л., 1990, 358 с.
7. Чертоусов М.Д. / Гидравлика. Учеб. пособ. — М., Л.: Госэнергоиздателсьтво, 1957, 678 с.
8. Чугаев Р.Р. / Гидравлика: Учебник для вузов – 4-е изд., Л: Энергоиздат. Ленинград,1982, 672 с.

ТОРФ И ЕГО ГИДРОТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Шикин Я.В., Биржевой М.М., Куликов А.Д.

студенты 2 курса 6 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Волгина Л. В.

кандидат технических наук, доцент кафедры ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье приведен исторический обзор гидротранспортирования торфа, описаны химические, структурные, физико-механические характеристики твердых частиц. Показана необходимость проведения лабораторных исследований образцов разрабатываемых месторождений.

Ключевые слова: торф, гидротранспорт, двухфазный поток, плотность твердых частиц

ВВЕДЕНИЕ

История гидротранспортирования твердых материалов по трубопроводам насчитывает примерно полтора столетия. Первой теоретической работой в области гидромеханизации является труд проф. И.А. Тиме, опубликованный в 1891 году по вопросу движения потока в гидромониторе, или, как он назывался в то время, водобое (брызгале). Землесосы использовались для дноуглубительных работ на реках и в морских портах. Первые землесосные снаряды (землесосы по старой терминологии) представляли собой простейшие плавучие машины с паровыми двигателями и были пригодны только для разработки сыпучих песков [2].

Первые попытки использования гидротранспорта относятся к 30-м годам XIX в. на золотых приисках Урала и Сибири. В 50-х годах XIX в. опыт русских золотопромышленников успешно использовали американские предприниматели в Калифорнии при разработке россыпных месторождений золота. В конце прошлого века на Всемирной выставке в Чикаго Уоллес Эндрюс был удостоен награды за действующую модель установки для транспортирования смеси твердых частиц и воды (пульпы).

Средствами гидромеханизации транспортируется в настоящее время огромный перечень твердых частиц: песок, глина, уголь, галька, различные виды руд, строительные материалы и т.п.

Торф добывается в болотистых местах. Болота – идеальные места для образования породы. Когда они высыхают, на их месте остаются массы перегнивших остатков растений.

В настоящее время на планете есть очень много мест с большими запасами торфа. Даже в странах, в которых добыча находится на высоком уровне, залежи оцениваются значительными размерами. К таким странам относятся:

- Россия;
- Белоруссия;
- Канада;
- Ирландия.

Самые большие месторождения в России располагаются в Сибири – это порядка 80% залежей полезного ископаемого. Особенно богата запасами торфа Томская область, имеющая на своей территории самые крупные в мире Васюганские болота. На их месте располагаются следующие месторождения:

- Васюганское – 2310,4 тыс. га;
- Коноваловское-Югорское-Карасье – 373,5 тыс. га;
- Пасол и Когот – 210,3 тыс. га;
- Малое Васюганское – 141,7 тыс. га;
- Лебяжье-Исанское – 53,3 тыс. га.

Кроме них, в области также расположены торфяные залежи:

- Озёрное большое – 572,4 тыс. га;
- АндрюшкиноII – 77,7 тыс. га;
- Александровское – 75 тыс. га;
- Кулай – 72 тыс. га.

Торф – это продукт неполного разложения растительной массы в условиях избыточной влажности и недостаточной аэрации в связи с болотным типом почвообразовательного процесса, который по мере напластования значительной толщи становится горной породой и материалом для формирования полезных ископаемых - каменного угля, нефти и газа [8]. Торф это 3-х фазная система, он состоит из жидкой, твердой и газообразной составляющей, которые могут изменять свои параметры со временем.

Условия транспортирования твердых частиц, эффективность их использования, а также оценка энергетических потерь обусловлены их физическими свойствами. Основными характеристиками транспортируемых частиц являются разнорзернистость, плотность, крупность, гидравлическая крупность, а также форма частиц и состояние их поверхности [1,2]. В настоящей работе поставлена задача провести обзор и анализ месторождений торфа, провести классификацию твердых частиц по химическому составу, степени разложения, структуре и плотностных характеристик.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под гидротранспортом полезных ископаемых понимают перемещение сыпучих и жидких материалов по трубам с помощью потока воды, а гидросмесь (пульпа) – это механическая смесь воды и измельченных до определенной крупности твердых частиц.

При гидравлическом способе добычи торфа первым делом производят размыв залежи. Цель размыва – повысить влажность торфа до 95-97%, разрушить структуру залежи и сделать возможной транспортировку полезного ископаемого на поля для сушки. В процессе обработки полученной гидросмеси ее транспортируют в основном с помощью напорных трубопроводов.

Исходными данными при расчете таких трубопроводов являются: Q_T – требуемая производительность гидротранспорта по твердому материалу, м³/ч; d – крупность твердого материала, мм; ρ_T – плотность материала, т/м³; ρ_B – плотность воды, т/м³; m – пористость твердого материала, определяемая по формуле:

$$m = \frac{\rho_T - \rho_e}{\rho_T}$$

где ρ_e – плотность породы в естественном сложении (с порами).

Расход пульпы Q_{II} м³/ч, определяется по формуле:

$$Q_{II} = Q_T \cdot [(1 - m) + n]$$

где n – удельный расход воды на транспортирование 1 м³ твердого материала, б/р, принимается по соответствующим нормам технологического проектирования.

Эффективность гидротранспортной системы оценивается как способность обеспечить транспорт твердых частиц при минимальных затратах энергии [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Торф имеет сложный химический состав, который определяется условиями генезиса, химическим составом растений-торфообразователей и степенью разложения торфа. Элементный состав торфа: углерод 50—60%, водород 5—6,5%, кислород 30—40%, азот 1—3%, сера 0,1—1,5% (иногда 2,5) на горючую массу. В компонентном составе органической массы содержание водорастворимых веществ 1—5%, битумов 2—10%, легкогидролизуемых соединений 20—40%, целлюлозы 4—10%, гуминовых кислот 15—50%, лигнина 5—20%.

В зависимости от степени разложения, торф делится на три вида:

- *низинный* – максимально разложившийся (зольность – 5-18% (реже до 50%); кислотность – 5,1-6,5; степень разложения – 10-60%);

- *верховой* – почти не разложившийся (зольность – до 2-4%, кислотность – 2,6-3,6%, степень разложения – от 5% до 70%);
- *переходный* – промежуточная степень разложения (зольность – 4-6%, кислотность 3-6%, степень разложения – 10-55%).

В физикохимии дисперсных систем (по классификации М.М. Дубинина) различают торфы:

- *непористые, макропористые* с размерами капилляров больше 200 нм.;
- *переходнопористые* – 1,5-200 нм.;
- *микропористые* – менее 1,5 нм. тела.

Определение группового состава органического вещества направлен на определение качества торфа (Таблица 1) и необходим для принятия решения о целесообразности использования и гидротранспортирования [7].

Таблица 1. Групповой состав органического вещества разных типов торфа.

| Тип торфа | Групповой химический состав органической части торфа (в % на органическую массу) | | |
|------------|---|------------------|-------------------|
| | Название групп | Средние значения | Пределы изменения |
| Низинный | Битумы | 4,2 | 1,2–12,5 |
| | Водорастворимые и легко гидролизуемые вещества | 25,2 | 9,2–45,8 |
| | Гуминовые кислоты | 40,2 | 18,6–55,5 |
| | Фульвокислоты | 15,5 | 5,0–27,9 |
| | Целлюлоза | 2,4 | 0–9,0 |
| | Лигнин | 12,3 | 3,3–26,2 |
| Переходный | Битумы | 6,6 | 2,2–13,7 |
| | Водорастворимые и легко гидролизуемые вещества | 23,9 | 6,9–51,5 |
| | Гуминовые кислоты | 37,8 | 11,7–52,5 |
| | Фульвокислоты | 15,7 | 8,6–33,2 |
| | Целлюлоза | 3,6 | 0–15,8 |
| | Лигнин | 11,4 | 1,9–23,9 |
| Верховой | Битумы | 7,0 | 1,2–17,7 |
| | Водорастворимые и легко гидролизуемые вещества | 35,8 | 9,0–63,1 |
| | Гуминовые кислоты | 24,7 | 4,6–49,9 |
| | Фульвокислоты | 16,6 | 10,0–30,4 |
| | Целлюлоза | 7,3 | 0,7–20,7 |
| | Лигнин | 7,4 | 0–21,1 |

В торфе размеры капилляров (пор) изменяются от нанометров до 0,1мм, таким образом, ни к одной из групп, описанных выше отнести нельзя. Поэтому торф следует рассматривать как неоднородно пористый материал с капиллярами различных размеров. Плотность торфа и торфяных плит составляет величину от 180 до 190 кг/м³.

По структуре и пористости торф разделяют на виды:

- *Тонкозернистый*

Это в основном верховой вид с высокой степенью разложения. Он состоит из мелких частиц разложившейся древесины, связанных в агрегаты. Структура и пористость довольно однородные.

- *Грубозернистый, или зернисто-комковой*

Такую структуру имеет низинный торф древесной группы. Он состоит из частиц кубовидной или призматической формы.

- *Пестрый*

Торф с пестрой структурой принадлежит к моховой или травяной группе. В его составе есть хорошо сохранившиеся корни трав и стебли мхов, а также разложившиеся надземные части растений.

- *Слоистый (ленточно-слоистый, ленточный).*

Торф состоит из корневищ болотных трав. Они откладываются постепенно, сезон за сезоном. Поэтому в залежи образуются слои разной толщины.

- *Войлочный.*

Это осоковый торф, в котором хаотично переплетены корни травы. Они образуют массу, напоминающую войлок.

- *Волокнистый.*

Такую структуру имеет торф из пушицы и шейхцерии. Волокна представляют собой корневища и прочные листки трав.

- *Чешуйчато-слоистый.*

Такой торф формируется из гипнового мха. Листики этого растения при частичном распаде становятся похожими на бронзовые чешуйки.

- *Плоичатый.*

Это сфагновый вид из глубоко лежащих залежей. Он состоит из плохо разложившихся стеблей, которые хорошо уплотнены вышележащими слоями.

- *Губчатый.*

Это сфагновый мох на начальных стадиях распада. Он хорошо впитывает воду, поэтому всегда имеет повышенную влажность.

Все виды торфа по структуре разделяют на 2 класса:

- *изотропный* (без выраженной слоистости и направленности частиц),
- *анизотропный* (с хорошо выраженной слоистостью).

По дисперсности и фракционному составу торф разделяют на:

- Больше 3000 мкм
- 1000-3000 мкм

- 500-1000 мкм
- 500-250
- 250-100
- 50-100
- 20-50
- 20-10
- 10-5
- 2-5
- 1-2
- 0,75-1
- 0,5-0,75
- 0,25-0,5
- 0,1-0,25
- Меньше 0,1

Повышение влажности торфа увеличивает способность транспортироваться в напорных трубопроводных системах. Соотношение с плотностью переносящей фазы – воды можно проанализировать с помощью таблицы 2. При гидротранспорте однородной смеси с более высокой плотностью, возникает дополнительная сила взвешивания, которая приводит к увеличению транспортирующей способности [5].

Таблица 2. Плотность торфа в различных физических состояниях.

| Наименование | Физическое состояние | Плотность, г/см ³ |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| Торф мокрый | насыщенное водой вещество | 1-1,2 |
| Торф сухой | твердое вещество | 0,2-0,4 |
| Торф влажный | твердое вещество | 0,6-0,8 |

ВЫВОДЫ

1. Торф следует рассматривать как неоднородно пористый материал с капиллярами различных размеров.

2. Для расчета двухфазного потока плотность торфа необходимо учитывать в диапазоне от 0,2 до 1 т/м³ в зависимости от процентного содержания жидкой фазы.

3. Для повышения эффективности работы гидротранспортных систем необходимо связано с учетом структуры и детальной пористости твердых частиц.

4. Целью дальнейших экспериментальных исследований образцов из разрабатываемых месторождений является выбор оптимального состава пульпы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алешков М.В., Волгина Л.В. Кинематические характеристики двухфазных потоков при гидроабразивной резке // Вестник МГСУ, 2019 том 14, выпуск 12, с.1610-1618

2. Волгина Л.В., Волгин Г.В. История строительства гидротранспортных систем // Материалы научно-практической конференции «Безопасность и надежность гидротехнических сооружений. Современные исследования и технические решения» / М.: Издательство (Спутник +), 2023. С35-43.

3. Волгина Л.В. Современные задачи // Материалы научно-практической конференции «Безопасность и надежность гидротехнических сооружений. Современные исследования и технические решения» / М.: Издательство (Спутник +), 2023. С35-43.

4. СНиП 2.05.07 – 85 (97) – проектирование гидравлического транспорта.

5. Волгина Л.В., Медзвеля М.Л., Чемерис О.Г. Влияние мелкодисперсных включений на расчет критической скорости двухфазного потока // Вестник МГСУ 2014, №11, с.145-153

6. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик / Москва, Стандартинформ, 2016.

7. Грехова И.В. Групповой состав органического вещества торфов низинных месторождений // Аграрный вестник Урала, 2012, №6 (98).

8. Пьявченко Н.И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение / М. Издательство «Наука», 1985. 152с.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВЯЗКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ИЛЬМЕНИТА-СОДЕРЖАЩИХ КАОЛИНОВЫХ ГЛИН

Мартьянова А.А., Зацепин Е.А., Кожемякин В.А.

студенты 2 курса 6 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Волгина Л.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье рассматриваются свойства ильменита-содержащих каолиновых глин. Одной из самых главных целей этой работы является установление свойств, используемых в разработке и переработке глин, необходимых для рабочего проектирования. Для получения нужных данных проанализирован комплекс экспериментально-исследовательских работ по изучению гидравлических, физико-механических и химических свойств глин на примере двух месторождений (Лемненского и Междуреченского).

В настоящей работе рассмотрен гранулометрический состав почвы двух рек, водные свойства каолиновых глин, определена пластическая прочность глин, определен предел текучести проб данных грунтов, построены кривые размокания.

Ключевые слова: Каолиновые глины, гранулометрический состав, гидротранспорт каолина, гидромеханизация

ВВЕДЕНИЕ

Гидромеханизированный способ разработки грунтов начал развиваться в конце прошлого столетия. Вначале применялись гидромониторы простейших конструкций, а гидросмесь отводилась самотеком по отводным каналам. Позже появились землесосные установки, которые использовались для совместной работы с гидромониторами, начал развиваться напорный гидротранспорт грунтов. Системы гидротранспорта каолина были построены в Великобритании (район Корнуэлл), Австралии (район Айстофен), в США (Тили Каолин и К) [1], на территории России гидротранспортные системы работают в составе ГОКов, систем добычи и подготовки сырья для производства строительных материалов.

Каолины и каолиновые глины — важные полезные ископаемые. Они используются в керамической, огнеупорной, бумажной, резиновой, мыловаренной, косметической и других отраслях промышленности [2,3,4]. Вредными примесями при использовании каолина является

известь (СаО, вызывает понижение свойств огнеупорности, увеличивает размягчение под нагрузкой и вызывает усадку при обжиге). Для производства шамотных огнеупорных изделий огнеупорные глины используются частично в обожженном и размолотом, а частично в сыром виде в качестве связующего материала.

Одним из вариантов горной части проектного задания по разработке ильменито-содержащих глин Лемненского и Междуреченского месторождения применение средств гидромеханизации (пульпоприготовление и гидротранспорт) в комплексе с «сухой» разработкой породы с помощью роторных экскаваторов. Сочетание этих двух наиболее поточных процессов в единой технологической схеме определило, с одной стороны, ее высокие техно-экономические показатели, а с другой – технологичность и целесообразность применения средств гидромеханизации. Гидротранспорт по трубопроводам, обладает рядом достоинств [6], важнейшим является непрерывность подачи твердого материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В результате разборки проб глин, полученных с Иршинского ГОКа, по каждому месторождению было установлено наличие трех категорий глин. Первичная обработка глин состояла в рассортировке их по внешним признакам и, главным образом, по цвету.

Определение физико-механических и химических свойств выполнялось отдельно, для каждой категории глин, по общеизвестной методике [2,3,7,8] При выполнении экспериментально-исследовательских работ по изучению свойств каолиновых глин, излагаемых ниже, глины приготавливались, как на дистиллированной воде, так и на воде реки "Икшанка".

Общие физико-механические и химические свойства каолиновых глин не могут полностью характеризовать их свойства. Последние, наряду с гранулометрическим и химическим составами характеризуется еще содержанием в них тех или иных минералов, а также наличие органических коллоидов и тех или иных обменных катионов. Обменные катионы оказывают существенное влияние на физико-механические свойства глин [2]. При этом наибольшее влияние на свойства этих грунтов оказывает физико-химическое поглощение.

Свойства глинистых пород, вследствие большой удельной поверхности элементарных частиц, определяются в значительной мере поверхностными явлениями в основе которых, лежит гидрофильность структурных элементов этих пород.

В этой связи, в качестве универсального показателя, целесообразно выбрать такой показатель, который при максимальной простоте анализа, достаточно четко реагировал бы на возможные изменения гранулометрических, минералогических, катионных свойств жидкой фазы и в тоже время связывал бы эти показатели с поверхностными явлениями на разделе 2-х фаз.

В отличие от предела текучести, пластическая прочность - это константа, имеющая четкий физический смысл и позволяющая предвидеть и рассчитывать развитие деформационных процессов и связь их с влажностью [2].

В упруго-хрупких телах течение, т.е. развитие остаточных деформаций не наблюдается, так как предел прочности, соответствующий хрупкому разрыву, наступает раньше, чем предел текучести. Методы изучения структурно-механических свойств (прочностных и деформационных) позволяют измерить важные количественные показатели этих свойств [2]: пределы прочности, предельные напряжения сдвига, модули упругости, вязкости, начиная с наибольшей предельной вязкости ненарушенной структуры и кончая наименьшей вязкостью предельно разрушенной структуры, пластические вязкости и соответствующие или условные пределы текучести.

Структурно-механические свойства в общем случае могут характеризоваться следующими, независимыми друг от друга константами:

- 1) Модулем упругости (сдвига).
- 2) Вязкость (η)
- 3) Пределом текучести [$\text{дн}/\text{см}^2$].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты анализа свойств глин представлены физико-механических и химических свойств в таблице 1 и 2, а также на рисунках 1,2.

Таблица 1. Характеристики твердых частиц

| Категории групп глин | W% отн. | Wн % | удельный вес γ, г/см ³ | Объемный вес Δ, г/см ³ | Объемный вес скелета, г/см ³ | Полная влагоемкость, Wн % | Содержание фракций в % | | | | | | | |
|----------------------|---------|------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------|------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-----------|------|
| | | | | | | | 0> 0.5 мм | 0.5-0.25 мм | 0.25-0.10 мм | 0.10-0.05 мм | 0.05-0.01 мм | 0.01-0.005 мм | < 0.005мм | |
| Лемненское | | | | | | | 00 | 99,28 | 96,73 | 94,79 | 59 | 37,3 | 26,1 | |
| | I | 6,1 | 1,77 | 2,49 | 2,18 | 1,88 | 13 | 00 | 99,28 | 97,06 | 95,98 | 22,7 | 4,45 | 3,11 |
| | | | | | | | | 00 | 8,96 | 4,06 | 1,06 | 9,6 | 9,45 | 6 |
| 2 | п | 2 | 2,48 | 2,5 | 2,16 | 6 | 00 | 8,96 | 4,46 | 1,92 | 8,4 | ,05 | ,92 | |
| | | | | | | | 00 | 8,58 | 3,59 | 1,21 | 8,4 | 6 | 4,5 | |
| 3 | п | 1,83 | 2,61 | 2,17 | 1,87 | 15 | 00 | 8,58 | 3,59 | 0,41 | 5,1 | ,94 | ,22 | |
| | | | | | | | 00 | 8,42 | 6,42 | 5,54 | 6,8 | 7,3 | 3,45 | |
| Междуреченское | | | | | | | 00 | 8,42 | 6,42 | 5,54 | 6,8 | 7,3 | 3,45 | |
| | I | 9,5 | 2,6 | 2,53 | 2,02 | 1,84 | 16,7 | 00 | 8,42 | 9,27 | 8,67 | 5,4 | 0,1 | ,14 |
| | | | | | | | | 00 | 5,68 | 0,43 | 3,78 | 1,5 | 0,6 | 8,9 |
| 2 | п | ,68 | 2,68 | 2,05 | 1,87 | 16 | 00 | 5,68 | 2,33 | 6,58 | 3,8 | ,15 | ,3 | |
| | | | | | | | 00 | 9,05 | 2,15 | 5,62 | 1,6 | 7,8 | 6,35 | |
| 3 | п | 3 | 2,66 | 2 | 1,82 | 17,4 | 00 | 9,05 | 7 | 1,8 | 9,75 | ,37 | ,37 | |
| | | | | | | | 00 | 9,05 | 7 | 1,8 | 9,75 | ,37 | ,37 | |

Примечание к таблице:

Лемненское месторождение:

Проба 1 - пёстрый каолин, белые слои чередуются с бледно-жёлтой глиной. Небольшое содержание ильменита.

Проба 2 – пёстрый каолин со значительным содержанием ильменита. Плотный, хорошо мылится.

Проба 3 – пёстрый каолин с прослойками чёрной глины, включение песка.

Междуреченское месторождение:

Проба 1 – очень плотная беловато-серая глина. Примесь песка, кварцевой гальки. Включения ильменита единичны.

Проба 2 – тёмно-рыхлая глина с прослойками серой глины.

Проба 3 – тёмная коричневая глина, очень плотная, с большим содержанием железа.

Таблица 2. Химические свойства растворов

| Раствор | Химические свойства | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|----------------------|----------|-------|---------|---------|---------|-----------|
| | В % | В % SiO ₂ | L2O3 в % | | в % СаО | в % AlO | в % СО3 | Сумма в % |
| | | | e2O3 | AL2O3 | | | | |
| на дистил. воде | | | | | | | | |
| на воде из р. Икшанка | 13,51 | 45,57 | 2,34 | 39,05 | следы | следы | нет | 100,47 |
| на дистил. воде | | | | | | | | |
| на воде из р. Икшанка | 12,42 | 48,7 | 2,55 | 36,48 | _п_ | _п_ | следы | 100,1 |
| на дистил. воде | | | | | | | | |
| на воде из р. Икшанка | 12,42 | 48,32 | 4,4 | 34,6 | нет | нет | _п_ | 99,74 |
| на дистил. воде | | | | | | | | |
| на воде из р. Икшанка | 6,59 | 68,89 | 5,69 | 18,56 | следы | нет | нет | 99,73 |
| на дистил. воде | | | | | | | | |
| на воде из р. Икшанка | 8,42 | 63,87 | 3,54 | 24,46 | нет | нет | следы | 100,29 |
| на дистил. воде | | | | | | | | |
| на воде из р. Икшанка | 5,86 | 71,37 | 5,64 | 16,5 | следы | 0,49 | нет | 99,86 |

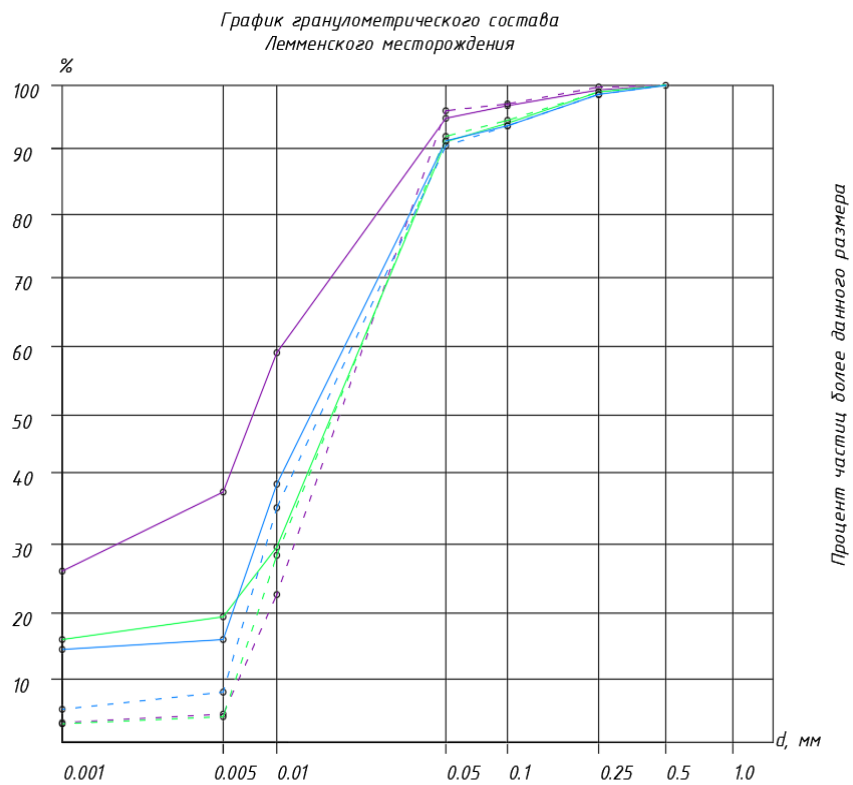


Рисунок 1. Гранулометрический состав твердых частиц Лемменского месторождения

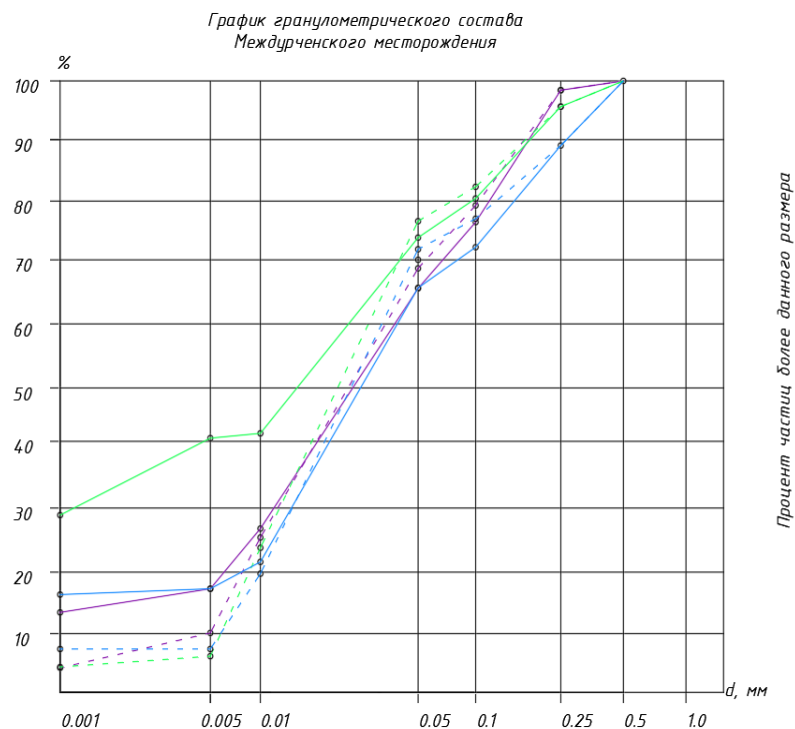


Рисунок 2. Гранулометрический состав твердых частиц Междуреченского месторождения

Анализ данных позволил отметить следующее:

1. Глины Лемненского месторождения более тонкодисперсны. Среднее содержание частиц по классу - 0,005 мм на Лемненском месторождении составляет ~ 24%, на Междуреченском месторождении ~ 18%.

2. По содержанию SiO₂ и Al₂O₃, в глинах Лемненского месторождения, содержание чисто-глинистых частиц (- 0,002мм), примерно в 2 раза больше, чем в глинах Междуреченского месторождения.

3. Глины Лемненского месторождения имеют больший объемный вес, чем глины Междуреченского месторождения (2,39 г/см² и соответственно 2,02 г/см²). Глины Междуреченского месторождения более томные (повышенное по сравнению с Лемненским месторождением содержание Fe₂O₃).

Определение предела текучести глины оценены и значениями пределов текучести. Граница текучести определялась по Аттербергу [7]. Результаты анализов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Характеристики пластичности грунтов

| Наименование грунта | Предел текучести, Wt, % | Предел пластичности, Wp, % | Число пластичности, Wп |
|------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|
| Лемненское месторождение | | | |
| Проба 1 | 28 | 17 | 11 |
| Проба 2 | 28 | 18 | 10 |
| Проба 3 | 28 | 18,5 | 9,5 |
| Междуреченское месторождение | | | |
| Проба 1 | 22 | 14 | 8 |
| Проба 2 | 22 | 15,5 | 6,5 |
| Проба 3 | 22 | 15,5 | 7,5 |

Полученные в результате анализов значения чисел пластичности для исследуемых проб глин, вполне логично согласуются с гранулометрическим составом глин (см. Рис. 1,2).

Результаты анализа позволяют оценить так же степень гидрофильности исследуемых глин. Проведенные расчеты показывают, что глины Лемненского месторождения (П=0,33-0,41) и Междуреченского (П=0,38-0,47) относятся к неактивным глинам.

Одним из важнейших показателей, с точки зрения размыва и дезинтеграции глин, является водостойкость глин, определяемая процессом распада образцов глин воде [2]. Для определения

процесса распада образцов в воде был использован прибор, созданный по типу стандартного ПРГ (пункт редуцирования газа) [2].

Результаты анализов на размокание образцов глины естественной влажности Лемненского и Междуреченского месторождений представлены кривыми на рис. 5. Разрушение образцов глин Лемненского месторождения заканчивается практически в течение первых 30 минут, а Междуреченского месторождения в течение 15 минут полностью. При этом образец разрушается на кусочки средних размеров менее 5-6мм. С хорошо просматриваемыми плоскостями скалывания. Результаты этих анализов хорошо увязываются с общими свойствами изучаемых глин. Глины Междуреченского месторождения содержат до 71% кремния (см. Табл. 1) в среднем до 14% глинистых частиц ($-0,002\text{мм}$), обладают минимальными силами сцепления, и как следствие, интенсивно разрушаются в воде. Глины Лемненского месторождения содержат в среднем 46-47% кремния и до 30% глинистых частиц ($-0,002\text{мм}$). В этой связи интенсивность разрушения образцов этих глин оказалась более низкой по сравнению с глинами Междуреченского месторождения.

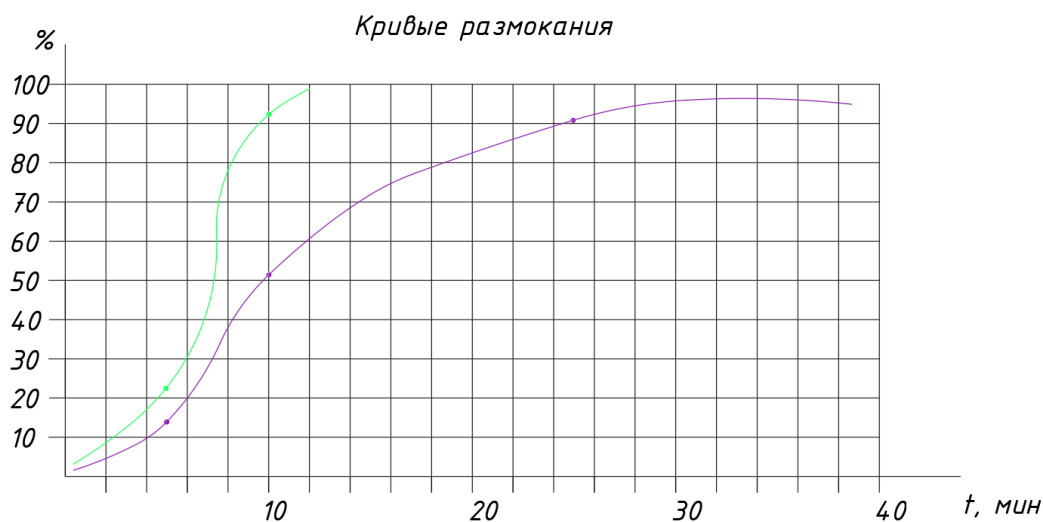


Рисунок 3. Зависимость разрушения образцов по времени. (фиолетовая линия – грунты Лемненского месторождения, зеленая – Междуреченского месторождения)

ВЫВОДЫ

Обобщая, можно сделать несколько выводов: с увеличением влажности каолиновых глин пластичная прочность их уменьшается, по показателю степени гидрофильности глины рассматриваемых месторождений относятся к неактивным, интенсивность разрушения образцов глины Лемненского месторождения ниже, чем образцов Междуреченского месторождения. Глины Лемненского месторождения более тонкодисперсны. При равных влажностях пластическая

прочность глины Лемненского месторождения гораздо выше, чем у глин Междуреченского месторождения.

Практическая ценность полученных графиков, с точки зрения организации процесса пульпоприготовления, заключается в том, что последние дают возможность определить границу влажности, при которых резко снижается прочность глин, и, следовательно, повышается эффективность переработки и размыва глин.

Для Лемненских глин определена влажность $W=25\%$, а для Междуреченских - $W=16-18\%$. При влажностях 36-37% - пластическая прочность практически равна нулю, что свидетельствует о том, что суспензии, приготовленные из этих глин должны обладать свойствами присущими обычным гидросмесям [2].

Глины Междуреченского месторождения в среднем содержат до 14% глинистых частиц, обладают минимальными силами сцепления и интенсивно разрушаются в воде. Глины Лемненского месторождения содержат до 30% глинистых частиц, а интенсивность их разрушения ниже, чем у глин Междуреченского месторождения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волгина Л.В., Волгин Г.В. История строительства гидротранспортных систем // Материалы научно-практической конференции «Безопасность и надежность гидротехнических сооружений. Современные исследования и технические решения» / М.: Издательство (Спутник +), 2023. С35-43.
2. Изучение гидравлических характеристик и вязкостных свойств каолиновых суспензий и гидросмесей: отчет о НИР / М. МИСИ, 1963г, с 3-42; рук. А.П. Юфин А.П., исполн. Л.Х. Кучума, А.Н. Зотникова, Н.Н. Абрамов. – Инв.№ 05234234234.
3. Филатова Н. В., Косенко Н. Ф., Морозова И. В. Коллоидно-химические свойства суспензий каолина месторождения Журавлиный Лог // Стекло и керамика. 2023. Т. 96, № 2. С. 48 – 52. DOI: 10.14489/glc.2023.02.pp.048-052
4. Шамриков А.С. Обзор сырьевой базы каолинов в России и за рубежом // ВНИИ/ЭСМ. Экспресс-обзор. Серия 5. Выпуск 1-2. Керамическая промышленность. М. 2001.с.3-14.
5. Дейнеко, И. П. Утилизация лигнинов: достижения, проблемы и перспективы / И. П. Дейнеко // Химия растительного сырья. — 2012. — № 1. — С. 5–20.
6. Волгина Л.В. Выбор оптимальной схемы гидротранспорта лигнина // Гидротехническое строительство. – 2023. -№3. – С.48-53.

7. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Каолин / Разработаны Федеральным государственным учреждением «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) по заказу Министерства природных ресурсов Российской Федерации и за счет средств федерального бюджета / Москва, 2007.

8. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик / Москва, Стандартинформ, 2016.

ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОЯЩЕЙСЯ МУЛЛАЛАКСКОЙ ГЭС НА Р. ПСКЕМ

Капусто А.В.

студентка 6 курса 13 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Муравьев О.А.

доктор технических наук, профессор кафедры ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

В статье представлено обоснование условий регулирования стока и основных параметров ГЭС на примере проектируемого Муллалакского гидроузла на р. Пскем по результатам водно-энергетических расчетов с использованием специализированной программы WRST. По результатам расчетов была определена форма диспетчерского графика сработки и наполнения водохранилища и выполнен анализ влияния сработки на гарантированные параметры ГЭС.

Ключевые слова: диспетчерский график, сезонное регулирование стока, установленная мощность, годовая выработка.

ВВЕДЕНИЕ

Водно-энергетические и водохозяйственные расчеты являются важной частью проекта гидроэлектростанций (ГЭС). Они позволяют установить их основные параметры ГЭС и разработать рациональный режим работы водохранилища - диспетчерские правила его сработки и наполнения. К исследуемым параметрам относятся мощность, годовая выработка энергии, диапазон напоров и их гарантированные значения. По результатам расчетов могут быть получены оценки надежности водообеспечения потребителей, и в определенной степени - безопасности гидротехнических сооружений.

Обеспечение высокой надежности полученных данных является первостепенной задачей, так как в случае ошибки возможны значительные социально-экономические и экологические ущербы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Цель водохозяйственных энергетических расчетов – необходимость установить основные параметры ГЭС. Исходными данными являются данные гидрометрических наблюдений водотока за предыдущие года. Они должны учитывать расположение створа, влияние на работу соседних сооружений и т.д. На основе ряда данных многолетних наблюдений необходимо спрогнозировать

рабочий процесс ГЭС в будущем.

Такую работу эффективнее всего будет производить с использованием специализированного программного обеспечения. Нами использован программный комплекс WRST, разработанный на кафедре гидравлики и гидротехнического строительства.

На основе решения уравнения водного баланса, с учетом ограничений, даваемых диспетчерским графиком, программа выполняет прогнозирование водно-энергетических режимов работы ГЭС. В условиях годичного регулирования цикл сработки и наполнения водохранилища равен одному году.

Для данного типа регулирования расчетный ряд притока в водохранилище должен составлять не менее 10-15 лет, включая корректную комбинацию многоводных, средних, маловодных лет. При этом средний расход по расчетному ряду должен быть близок к среднемноголетнему. Для условий Муллалакской ГЭС это $71 \text{ м}^3/\text{с}$.

В расчетном алгоритме первый календарный месяц расчетного ряда принят месяц окончания половодья - сентябрь.

Перечень исходных данных включает:

1. Общее количество месяцев в расчетном ряду, календарный месяц с которого начинается гидрологический ряд, код, характеризующий схему ГЭС для расчета потерь напора (групповое питание или индивидуальные водоводы).

2. Среднемесячные расходы притока в водохранилище для каждого месяца расчетного ряда лет.

3. Сопряженные массивы уровней и объемов водохранилища (батиграфическая характеристика).

4. Характеристика нижнего бьефа в виде сопряженных массивов уровней и расходов в нижнем бьефе.

5. Значения полезного и мертвого объемов водохранилища, гарантированный и максимальный расходы ГЭС, потери в водоводах при максимальном расходе турбин (для индивидуальной схемы питания турбин), средневзвешенный КПД основного оборудования ГЭС.

6. Массив диспетчерских остатков в полезном объеме водохранилища на конец календарных месяцев года. Значения диспетчерских остатков подбираются методом последовательных приближений по результатам расчета.

7. Среднемесячные расходы потерь из водохранилища на испарение и фильтрацию.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках водно-энергетических расчетов для условий Муллалакской ГЭС решены следующие задачи:

- Подбор формы диспетчерского графика сработки и наполнения водохранилища для максимального подъема среднемесячных расходов для периода апрель-май.
- Анализ влияния сработки водохранилища на гарантированные параметры Муллалакской ГЭС с обеспеченностью 85%: среднемесячный расход, напор и мощность. В рамках этой задачи получены параметры Муллалакской ГЭС для режимов без сработки и со сработкой водохранилища.

Муллалакская ГЭС работает на зарегулированном стоке вышележащей Пскемской ГЭС. Анализ гидрографа среднемесячных расходов притока показал, что водохранилище Пскемской ГЭС осуществляет не полное сезонное регулирование стока. В маловодные годы в период апрель-май наблюдаются пониженные расходы притока, которые могут быть повышены за счет сработки водохранилища Муллалакской ГЭС.

При относительно небольшом полезном объеме Муллалакского водохранилища 38,5 млн м³, его сработкой за 2 месяца возможно повысить среднемесячные расходы на 7 ... 10 м³/с.

Рассмотрены два режима работы Муллалакской ГЭС: без сработки и со сработкой водохранилища.

Для режима со сработкой выполнена последовательная коррекция диспетчерского графика начиная с 4-го календарного месяца. Подбиралось значение диспетчерских остатков по условию, чтобы наименьший из расходов ГЭС этого календарного месяца по всему рассматриваемому ряду лет был не менее заданного гарантированного расхода (20 м³/с).

Подобрав положение диспетчерской линии опорожнения на конец четвертого календарного месяца сработки, перешли к определению ее положения на конец следующего календарного месяца, используя тот же критерий. Такие шаги выполняются для всего периода межени (до начала половодья), в рассматриваемом примере это 4 и 5 месяцы. Расходы потребления для этих месяцев должны быть максимально приближены. Условия выполняются при уровне полезного объема водохранилища на конец 4 календарного месяца равном 15,55 млн м³ и полной сработке на конец 5 месяца.

Итоговый диспетчерский график представлен на рис. 1. Результаты водно-энергетических расчетов для режима со сработкой водохранилища представлены на рис. 2, для режима без сработки водохранилища – на рис. 3. Сводные параметры Муллалакской ГЭС для рассмотренных режимов регулирования стока даны в таблице 1.

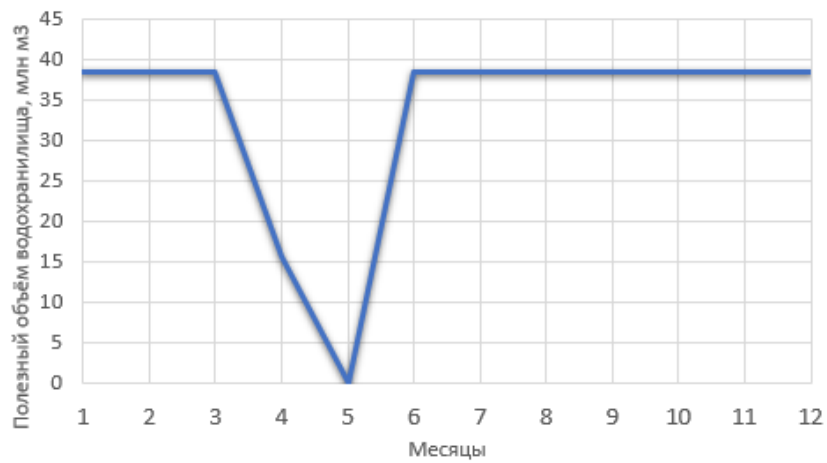


Рисунок 1. Диспетчерский график водохранилища Муллалакской ГЭС

Таблица 6. Результаты расчёта

| | До сработки | После сработки | Δ , % |
|--|-------------|----------------|--------------|
| Среднегодовая выработка, млн кВтч | 433,32 | 430,15 | -0,73% |
| Общий объём сбросов, млн м³ | 104,91 | 104,91 | - |
| Гарантированный расход ГЭС (85%), м³/с | 33,97 | 33,97 | - |
| Напор (85%), м | 79,27 | 78,81 | -0,58% |
| Мощность ГЭС среднесуточная (85%), Мвтч | 24,44 | 24,44 | - |

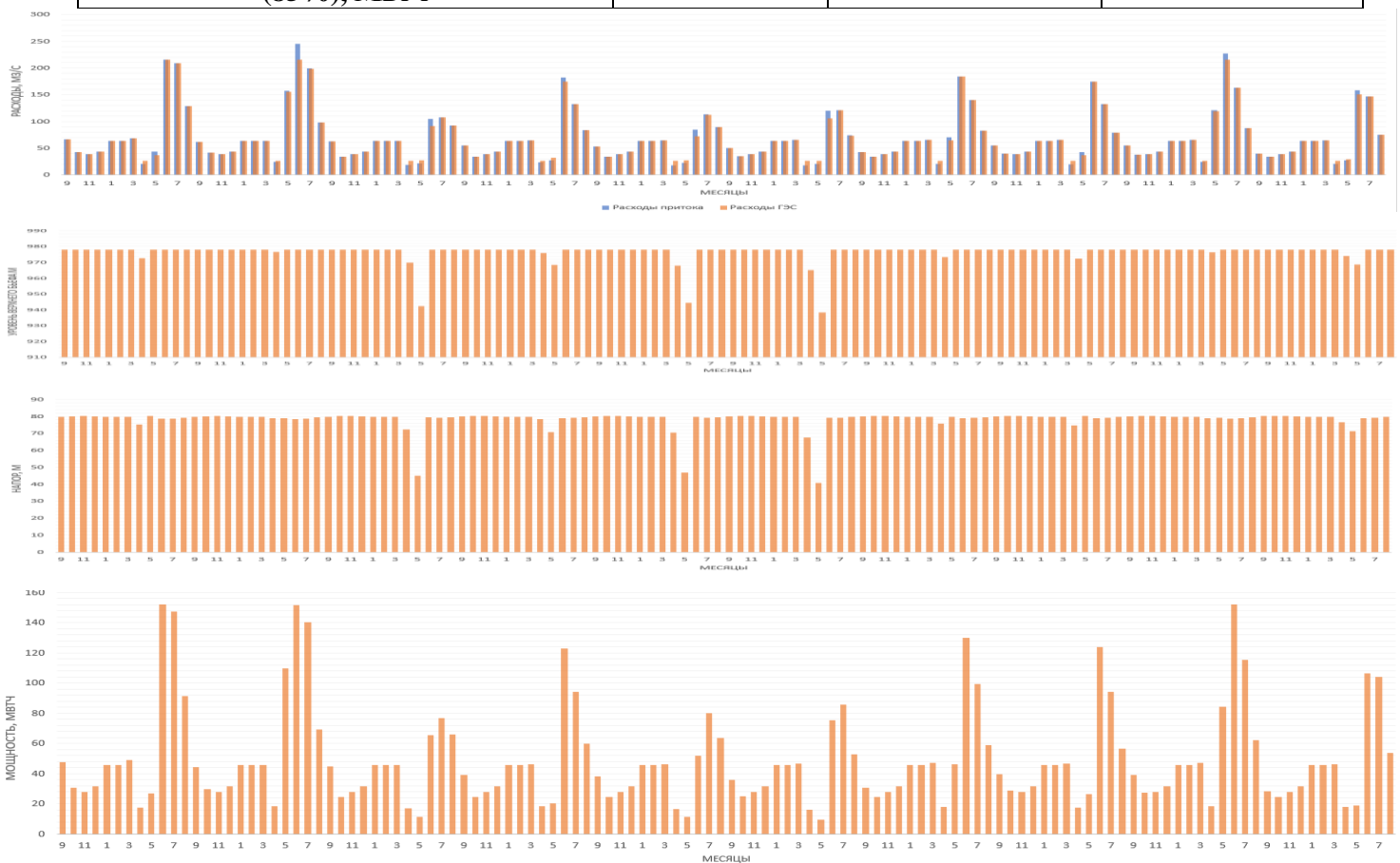


Рисунок 2. Результаты водно-энергетических расчетов для режима со сработкой водохранилища

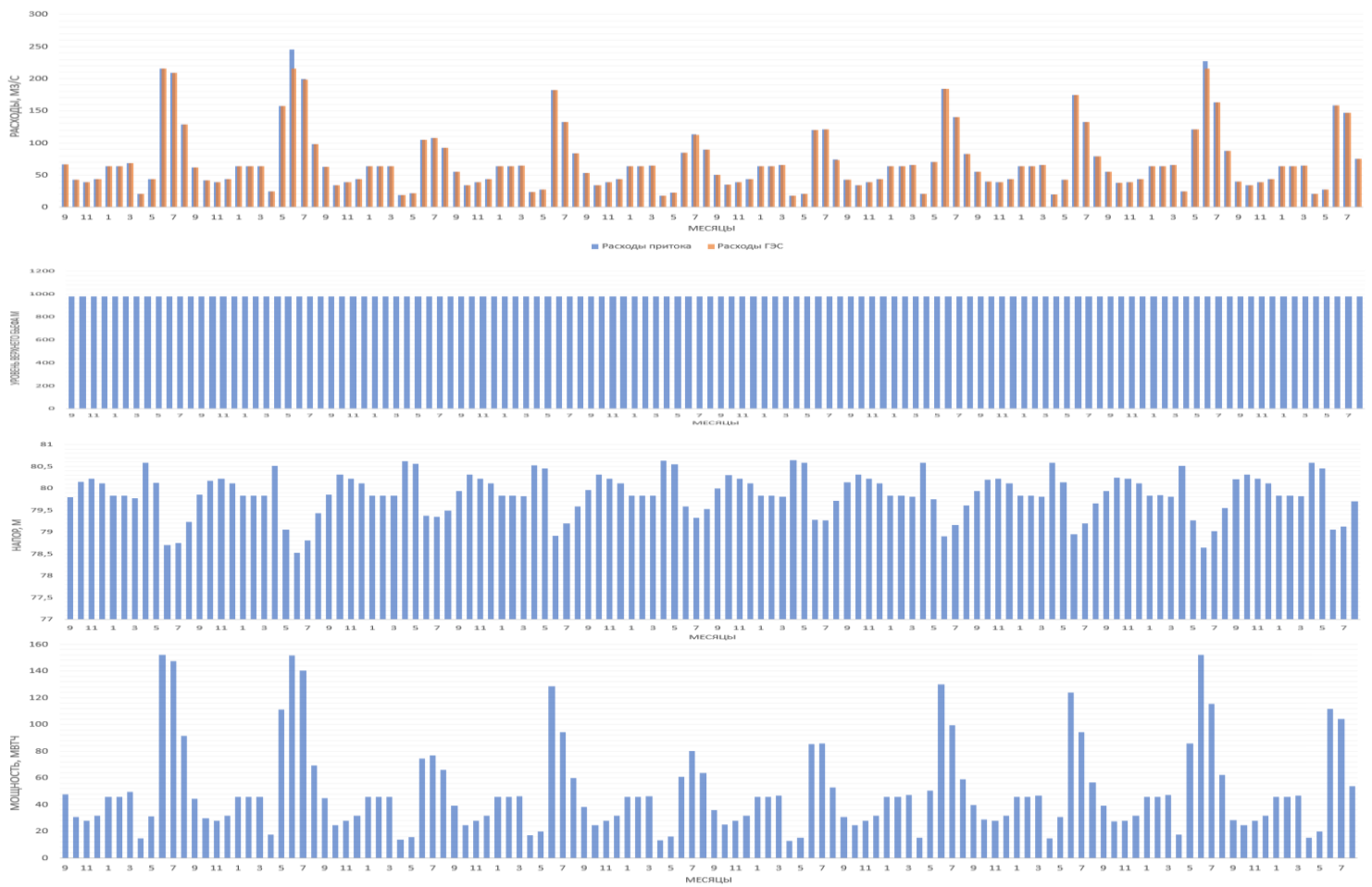


Рисунок 3. Результаты водно-энергетических расчетов для режима без сработки водохранилища (режим по водотоку)

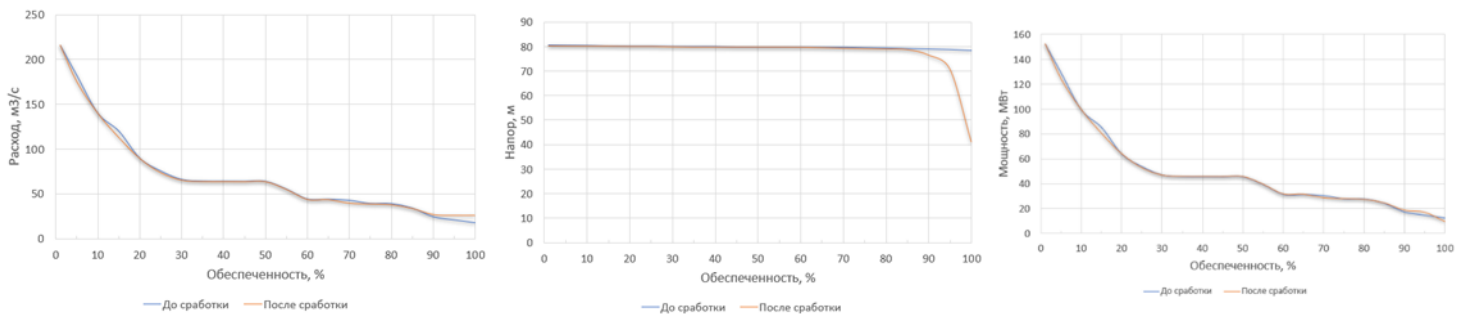


Рисунок 4. Графики обеспеченности расходов, напора и мощности Муллалакской ГЭС

ВЫВОДЫ

Анализ результатов выполненных водно-энергетических расчетов показывает, что при сработке водохранилища:

1. Среднемесячные расходы меженного периода апрель-май в маловодные годы

увеличились на 4,84...8,73 м³/с;

2. Среднегодовая выработка уменьшается на 3,17 млн кВтч (0,73%) за счет снижения напоров ГЭС;

3. Общий объем холостых сбросов и гарантированный расход ГЭС (85%) не изменились;

4. Напор (85%) уменьшился на 0,46 м (0,58%);

5. Среднесуточная мощность ГЭС (85%) не изменилась

Таким образом, можно сделать вывод, что сработка водохранилища в условиях Муллалакской ГЭС:

– Не оказывает влияния на объем холостых сбросов;

– Приводит к снижению гарантированного напора 85% обеспеченности на 0,8 м;

– Приводит к снижению среднесуточной годовой выработки Муллалакской ГЭС на 1 %;

– Положительным фактором является увеличение минимальных расходов межлетнего периода на 5,0...9,0 м³/с;

– Предпочтительным в этих условиях использование водохранилища Муллалакской ГЭС для целей суточного и недельного регулирования стока с учетом работы ГЭС в графике нагрузки энергосистемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гидроэлектрические станции /Под ред. В.Я. Карелина, Г.И. Кривченко. -М.: Энергоатомиздат, 1987.- 464 с.

2. Асарин, А.Е. Водноэнергетические расчеты /А.Е. Асарин, К.Н. Бестужева. - М.: Энергоатомиздат, 1986.- 224 с.

3. Гришин, М. М. Гидротехнические сооружения/М. М. Гришин. – М.: Госстройиздат, 1962. – 763 с.

4. Железняков, Г.В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока /Г.В. Железняков, Т.А. Неговская, Е.Е. Овчаров. -М.: Колос, 1984.-205 с.

5. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 448 с.

6. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик

7. СП 58.13339.2012. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЛЕДООБРАЗОВАНИЯ В ПРИЧАЛЬНОЙ АКВАТОРИИ

Нагорнова Ж.И.

студентка 6 курса 13 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Кантаржи И.Г.

доктор технических наук, профессор кафедры ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

Функционирование портов в северных морях России зависит от ледовой обстановки и ее контроле. Востребовано этот вопрос стоит в холодный период года, когда ледообразование особенно активно. Это затрудняет навигацию в открытом море, на подходе к портам и в их акваториях. Система контроля ледообразования может поддерживать температуру воды оптимальную для таяния ледовой каши, образовавшейся после многократных проходов судов. Таким образом, в суровых климатических условиях появляется возможность круглогодичного судоходства, также она позволяет обеспечивать более плотную поставку танкеров к техническим причалам и минимизирует время на их погрузку.

В статье описывается важность Арктической зоны РФ и ее развития, ледовая обстановка в морях, как происходит навигация в портах согласно нормативным документам, включает в себя информацию о возможных видах льда и его формировании. Рассматривается модель для расчета в программе. Результат для обоснования использования системы контроля ледообразования в акваториях портов представлен на примере имеющегося обследования существующего порта. + расчеты по нормативным документам и

Ключевые слова: СМП, сложный ледовой режим, суровые климатические условия, СКЛ, битый лед, модель нарастания битого льда.

ВВЕДЕНИЕ

26 октября 2020 года Президент РФ подписал указ №645 «О стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». Социально-экономическое развитие Арктики осуществляется за счет добычи природных ресурсов, их вывоз и экспорт. Транспортировка осуществляется по единой судоходной транспортной системе – Северному морскому пути (СМП) который включает в себя несколько Арктических морей (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), Берингово моря вдоль Северного

Евразийского побережья и северные реки. Моря Северной части России не имеют значительных глубин, отличаются суровым климатом и большую часть года покрыты льдом. Ледовитость и суровость климата возрастают в восточном направлении.

Т.к. Арктика представляет сферу национальных интересов РФ, а настоящее время активно ведется строительство и реконструкция новых и существующих портов. На 2023 год в акваториях северных морей России существуют 18 портов (рис. 1). Восточный сектор (море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря) имеет тяжелые ледовые условия, малые глубины, поэтому там отсутствуют глубоководные порты (так реконструкция порта Певек, позволила принимать суда с осадкой до 13 м). В свою очередь, Западный сектор (Карское море) отличается сравнительно легкими ледовыми условиями, ввиду близкого расположения с Баренцевым морем, имеющее мощное теплое течение, и относительно большими глубинами. На данный момент в бассейне западного сектора уже поддерживают круглогодичный режим плавания ряд портов (порты Мурманск, Архангельск, Кандалакша, Витино, Онега, Сабетта).

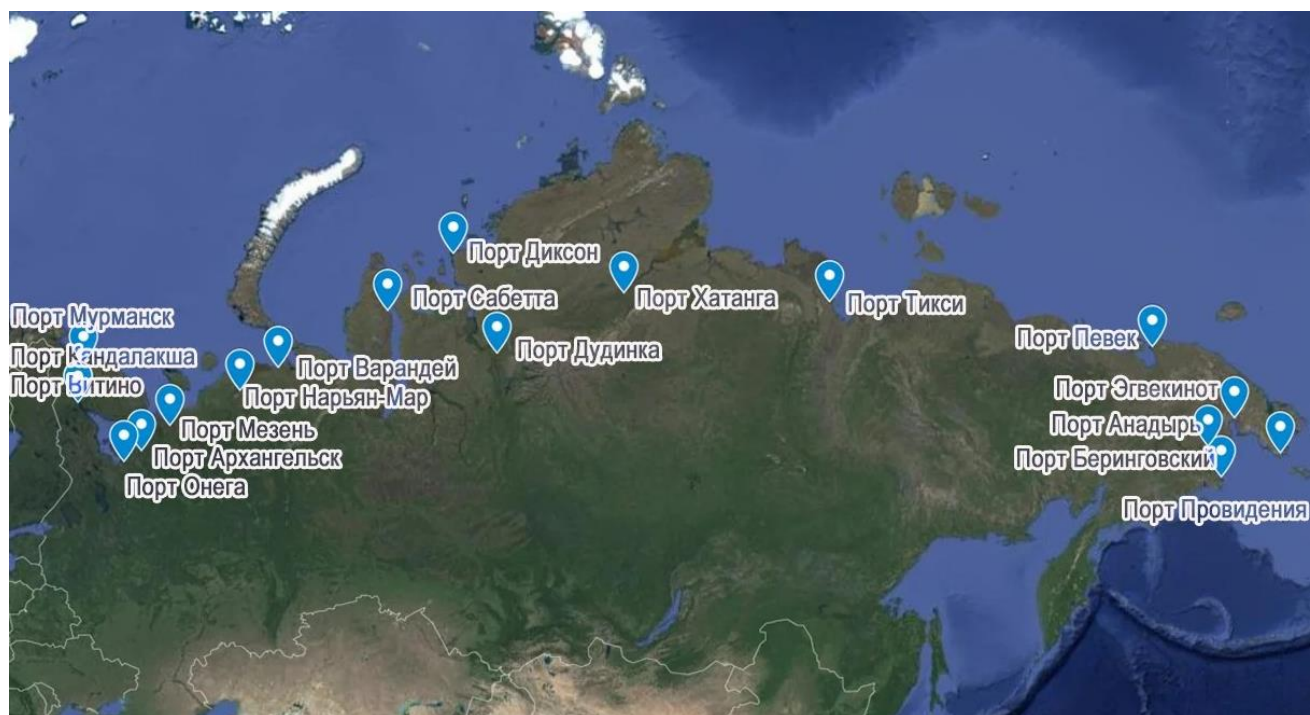


Рисунок 1. Расположение Северных портов на карте

В планах правительства РФ объем морских грузоперевозок по СМП к 2024 должен достичь 80 млн тонн, а после 2035 года – 160 млн тонн. Для такого увеличения грузопотока необходимо обеспечить увеличение интенсивность судоходства. Одной из главных задач развития транспортной системы – увеличение периода безопасного судоходства, который обуславливается сложным ледовым режимом в суровых климатических условиях.

Согласно РД 31.35.10-86 "Правила технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий" для разрушения ледового покрова акватории используются ледокол и буксир ледовой категории; для разрежения и перемещения битого льда – ледокол, буксир и буксир-ледоуборщик; для систем создающих незамерзающие участки акватории: пневматическая барботажная установка, паровоздушная установка, сброс теплых очищенных промышленных или бытовых вод и теплоизоляция поверхности воды [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На ледообразование в открытом море влияют температура воздуха и соленость воды. По мере увеличения солености температура наибольшей плотности (пресная вода имеет наибольшую плотность при температуре 4°C) постепенно приближается к нулю и при достижении значения солености 24,7% сравнивается с температурой замерзания, которая при этой солености равна $-1,3^{\circ}\text{C}$ [5]. В Северном Ледовитом океане и северных морях образование и существование льда обусловлено наличием тонкого приповерхностного распресненного слоя воды, под которым наблюдается резкое увеличение солености с глубиной, так называемый слой скачка солености. Глубина конвективного перемешивания тем самым ограничивается толщиной приповерхностного распресненного слоя, в большинстве случаев от 50 до 100 м толщиной. В Арктическом бассейне процесс ледообразования происходит так же, как в мелком море, а среднемесячные температуры и уровень солености создают для этого благоприятные условия (охлаждение поверхностного слоя воды до температуры замерзания и препятствие теплообмену с глубинными водами).

На пути следования судов встречаются разные типы льда: дрейфующий, прибрежный и ледяной шельф. В свою очередь они классифицируются на: *многолетний лед (пак)* – торосистый, плотный, претерпевший неоднократные сжатия и имеющий толщину 5-7 м; *однолетний и двухлетний* – сохранившиеся до нового цикла ледообразования и вступившие во второй, соответственно, толщиной до 2 м; дрейфующий лед – свободно перемещающийся под воздействием ветра и течений; битый лед – образовавшийся в результате разламывания судами и ледоколами сплошного ледового покрова [5].

Сложный ледовый режим арктических морей диктует возможные периоды судоходства на СМП. В восточном секторе он ограничен с октября-ноября по конец июня, толщина льда в открытом море преимущественно от 1,5 м до 2 м, местами может достигать 2,5 м; в западном секторе – начинается с ноября-декабря и продолжается по май-июнь, толщина льда при этом, в основном, от 0,5 и до 2 м, местами до 2,5-3 м (рис. 2).

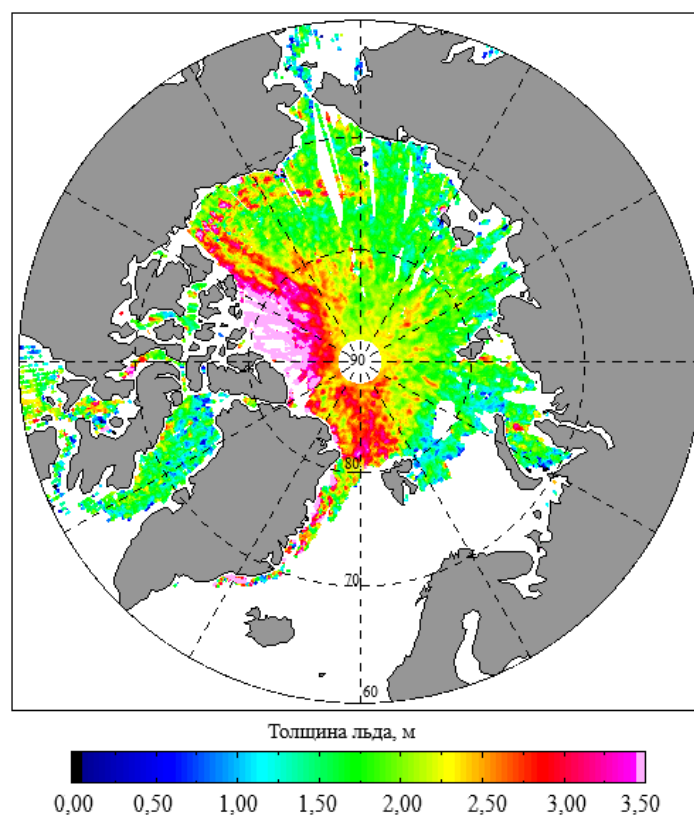


Рисунок 2. Карта толщин льда в Арктических морях и океане в холодный период года

Рассмотрим подробнее работу пневматической барботажной установки, или системы контроля ледообразования. Она используется для *предотвращения и удаления наростов льда на стенках причалов, удаление битого льда из пространства между стенкой причала и бортом швартуемого судна и удаление битого льда из тупиковых зон специализированных причалов* [2]. Такие установки применяются на озерах Северной Америки, в ряде портов Балтийского моря (например, Оулу, Котка Муссало и Хельсинки Вуосаари). Так в регионе порта Хельсинки Вуосаари сумма градусодней мороза может достигать $1500\text{ }^{\circ}\text{C} \times \text{сутки}$, что относительно немного по сравнению с $4000\text{ }^{\circ}\text{C} \times \text{сутки}$ в условиях суровой зимы в западном секторе СМП.

Задача СКЛ в перемещении тепла к нижней границе слоя битого льда для облегчения плавления льда. Для этого в акватории оборудуется насосная станция, которая осуществляет забор морской воды с системой аспирации (за счет создания разрежения в трубе забор воды осуществляется насосами, установленными на берегу). Затем воды поступает автоматизированный стальной водогрейный котел газотрубно-дымогарного типа, оснащенного топкой, где подогревается. После этого она выпускается по подводным трубопроводам, располагающихся в нишах отбойных палов и технических причалов. При выпуске подается сжатый воздух, который стимулирует смешивание выпускаемой подогретой воды и ее подъем к поверхности. Температура воды, подаваемой в трубопроводы, $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для расчета толщины льда можно воспользоваться несколькими формулами, но они не смогут учесть влияние действия СКЛ: п. 5.3. РД 31.3.07-01 «Указания по расчету нагрузок и воздействия волн, судов и льда на морские гидротехнические сооружения» (1).

Из п. 5.3. РД 31.3.07-01 *расчетную толщину ровного ледяного льда h_d м, следует принимать равной толщине льда 1 %-ной обеспеченности из максимальных ежегодных значений, полученных на основании данных многолетних наблюдений за температурой воздуха и определения числа градусодней мороза R , в районе предполагаемого строительства [6]:*

$$h_d = A \cdot \sqrt{R} \quad (1)$$

Где $A = 0,034 \text{ м}/(^\circ\text{С} \cdot \text{сутки})^{0,5}$

R - число градусодней мороза от начала и до конца образования ледяного покрова, $^\circ\text{С} \cdot \text{сутки}$, принимаемое по данным климатологических справочников. Равно сумме среднесуточных отрицательных температур воздуха, отсчитанных от начала замерзания воды.

Также существует программа для моделирования нарастания битого льда «BIGM» (Brash Ice Growth Model) для сплошного и битого льда акватории, в 2 вариантах: с использованием СКЛ и без. Модель нарастания битого льда учитывает законы сохранения массы и энергии, основные явления, которые приводят к нарастанию битого льда в условиях суровой зимы, и рассчитывает изменения толщины битого льда во времени в условиях, когда повторяющиеся проходы судов приводят к ускоренному нарастанию льда.

«BIGM» принимает всю имеющуюся массу битого льда как эквивалентную ей $h_{\text{бл}_{\text{экв}}}$, м (рис. 3). Выражение, описывающее толщину накопленного битого льда на маршруте после прохода i -го судна, выведено Сэндквистом из выражения Стефана в градусоднях [4]:

$$h_{\text{бл}_{\text{экв}}}(t_M) = h_0 + \sum_{i=1}^M \alpha \sqrt{\Delta\theta_i} \quad (2)$$

t_M – время после M проходов судов;

h_0 – начальная толщина льда перед первым проходом, на начало ноября толщина сплошного льда $h_0 = 0,3 \text{ м}$;

α – эмпирический коэффициент, зависящий от обычного коэффициента в градусоднях, $\alpha = 12 \text{ мм}/(^\circ\text{С} \cdot \text{сутки})^{0,5}$, Сэндквисту удалось привести в соответствие с полевыми измерениями нарастания битого льда в двух тестовых каналах в порту Luleå (Швеция) в течение зимы 1978-1979 гг. [4];

$\Delta\theta_i$ – сумма градусодней мороза между проходами $i - 1$ и i , в среднем за весь холодный период $28,38 \text{ }^\circ\text{С} \cdot \text{сутки}$.

Данная программа была разработана компанией «Vertin Technologies». С отчета об обосновании СКЛ были взяты гидрометеорологические данные, такие как среднемесячная

температура замерзания воздуха (°С), продолжительность ледового покрова в днях; количество судов в час.

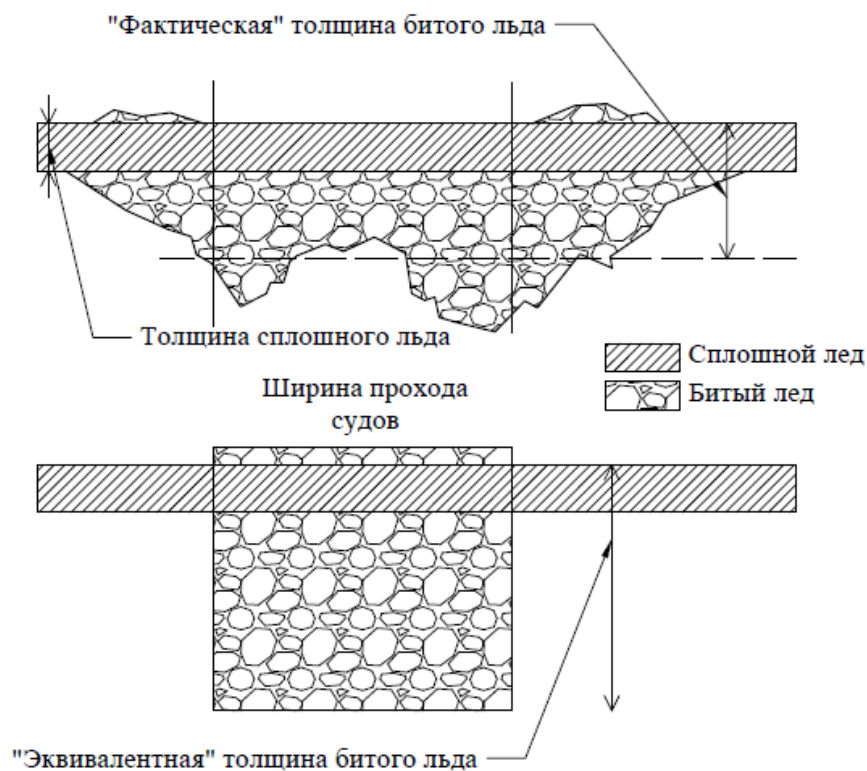


Рисунок 3. Схема модели Сэндквиста нарастания битого льда по следу от судна

РЕЗУЛЬТАТЫ

Эффективность работы рассмотрим на примере морского порта Сабетта. Он расположен вблизи одноименного поселка на Ямальском полуострове. Сооружение базируется на ресурсах Южно-Тамбейского месторождения.

Основная часть акватории имеет глубину 15,5 м, а линия швартовки располагается вдоль юго-восточной границы. Вдоль этой линии имеются 2 причала: причал №1 (ближе ко входу в порт) и причал №2 (ближе в береговой линии).

Эксплуатация порта представлена в несколько этапов, с учетом постепенного наращивания производительности: 1 Этап – 85 проходов судов в год, задействован 1 причал, одно судно каждые 103 часа; 2 Этап – 158 проходов судов в год, задействовано 2 причала, одно судно каждые 54 часа; 3 Этап – 236 проходов судов в год, задействовано 2 причала, одно судно каждые 38 часа. В расчетах рассматривается 3 этап, а без учета работы СКЛ в порту принимаем, что задействуются 2 причала, а одно судно обслуживается за 54 часа. В обоих случаях используется 4 пути, с 8 траекториями.

Продолжительность ледового периода в Обской губе в районе п. Сабетта составляет в среднем 290 дней, а судоходство осложнено с начала ноября до конца апреля – холодный период. Количество градусодней за весь холодный период 3962 °С · сутки [4].

Главным критерием оценки – фактическая толщина льда в акватории и подходном канале. Учитывая, что в холодный период транспортировку осуществляют суда, оснащенные усиленным корпусом. Самостоятельно, без ледокола, они могут преодолеть до 2 м ледовой толщи.

В следующей таблице представлены результаты расчетов по формулам (1) и (2), чтобы понять лед какой толщины нужно преодолевать каждому следующему судну. Для (2) рассмотрим сценарий прохода двух судов.

Таблица 1 толщина льда в каждом месяца холодного периода в порту Сабетта перед проходом следующего судна

| Месяц | Среднемесячная температура воздуха (°С) | | Среднее число градусодней за один проход судна | Толщина льда в подходном канале перед проходом следующего судна. м | |
|---------|---|---------------------------|--|--|--|
| | ‘суровый’ холодный период | ‘средний’ холодный период | | По п. 5.3. РД 31.3.07-01 | Согласно формуле организации «Bertin Technologies» |
| Октябрь | -5.30 | -5.60 | -8.63 | 0.100 | 0.335 |
| Ноябрь | -19.10 | -16.30 | -28.03 | 0.180 | 0.364 |
| Декабрь | -24.40 | -21.50 | -36.34 | 0.205 | 0.372 |
| Январь | -25.80 | -23.10 | -38.71 | 0.212 | 0.375 |
| Февраль | -26.10 | -22.70 | -38.63 | 0.211 | 0.375 |
| Март | -20.70 | -18.00 | -30.64 | 0.188 | 0.366 |
| Апрель | -16.20 | -13.60 | -23.59 | 0.165 | 0.358 |
| Май | -5.80 | -5.10 | -8.63 | 0.100 | 0.335 |

Расчеты в программе «BIGM» показывают, что толщина битого льда в акватории в основном около 2 м, в местах скопления (пересечения путей судов и возле причалов) может достигать 6 м, без СКЛ – 11 м. В свою очередь, вычисления по (1) показал, что если толщина льда за весь холодный период может достигнуть 2,14 м.

ВЫВОДЫ

Система контроля ледообразования может сильно облегчить навигацию в северных портах России, что поможет достичь намеченных планов на Арктический регион. Установка помогает активно бороться с нарастанием битого льда и поддерживать необходимую температуру в акватории для предотвращения образования льда после проходов судов. Таким образом можно

обеспечить допустимую толщину льда для самостоятельного продвижения судов по подходному каналу, при этом по минимуму задействовать бускиры и буксиры-ледоуборщики и полностью не использовать ледоколы внутри акватории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 "О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года"
2. Руководящий документ РД 31.35.10-86 "Правила технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий" (утв. Министерством морского флота СССР), 01.01.1988г.
3. Обеспечение безопасности при ледовом плавании судов в акватории порта, А.Н. Анисимов, 2011г., Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова, 8с
4. Этап 3. Система контроля ледообразования в морском порту в районе поселка Сабетта: заключительный отчет, «Vertin Technologies».
5. Смирнов Г.Н. «Океанология», учебник для втузов. М., «Высш. школа», 1974 г., 324 с.
6. Руководящий документ РД 31.3.07-01 «Указания по расчету нагрузок и воздействия волн, судов и льда на морские гидротехнические сооружения».

ВЛИЯНИЕ ПОДХОДНОГО КАНАЛА НА ВОЛНОВОЙ РЕЖИМ ПОРТА ТАМАНЬ

Нейман П. В.

студент 6 курса 13 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Кантаржи И. Г

доктор технических наук, профессор кафедры ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

Предметом исследования является подходной канал порта Тамань и его акватория. Порты с большим грузооборотом требуют строительства крупных подходных каналов, которые, в свою очередь, значительно воздействуют на распространение волн.

Целью исследования выступает выявление воздействия подходного канала на волновой режим акватории порта Тамань.

Материалы и методы: работа выполнена с помощью физического моделирования (лабораторные исследования в гидроволновом бассейне НИУ МГСУ), расчетными методами и с помощью математического моделирования (численные исследования).

Результаты: трансформация волн на бровках подходного канала может привести к возникновению областей разряженного и повышенного волнового воздействия на сооружения.

Выводы: выявлено, что наличие подходного канала значительно влияет на режим распространения волн в условиях закрытой акватории порта.

Ключевые слова: подходной канал, акватория порта, численное моделирование, ARTEMIS, SWAN

ВВЕДЕНИЕ

Порт Тамань является глубоководным морским портом, грузооборотом около 100 млн тонн в год, для эксплуатации которого требуется строительство – подходного канала. Подходной канал порта Тамань имеет существенные габариты: глубина до 19,5 м, ширина – 420 м, длина – 600 м.

Таким образом, он может оказывать значительное воздействие на формирование волн, действующих на головы оградительных сооружений, а также на волны, распространяющиеся в самой акватории порта, что непосредственно, формирует условия для швартовки судов у причалов и нагрузки на причальные сооружения.

При проектировании набросных оградительных сооружений, подверженных волновому воздействию, их расчетные параметры должны проверяться с помощью методов математического и физического моделирования волновых процессов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

По сложившейся в настоящее время технологии современного математического моделирования в задачах морской гидротехники и гидравлики выделяются следующие основные этапы:

1) Расчет климатических характеристик ветрового волнения в заданных точках на подходе к исследуемому объекту на основе спектральных моделей ветрового волнения по полям ветра над морем за многолетний (30-50 лет) период (при использовании полей метеоэлементов из реанализа метеополей NCEP\NCAR).

2) Расчет волнового режима прибрежной зоны или огражденной морской акватории на основе уравнений пологих уклонов.

3) Расчет прибрежных течений, генерируемых при совместном влиянии ветра, волн и морских приливов с учетом возможного обратного влияния течений на трансформацию волн;

1. Спектральная модель ветрового волнения SWAN

Спектральная модель Технического университета Дельфт (Дания) SWAN (Holthuijsen, 2007), распространяемая в открытых кодах, стала общепринятым в мире инструментом для расчета трансформации ветровых волн из зон глубоководья в прибрежную зону.

Модель основана на уравнении баланса плотности волнового действия с источниками и стоками (Hasselmann et al., 1973). Модель описывает: генерацию волн ветром, распространение волн в области переменной глубины, изменение амплитуды волны в результате изменений глубины и течения, дифракция, рефракция вследствие изменений глубины и течения, прохождение волн через затопленные препятствия.

Для расчетов характеристик волн в Керченском проливе используется модель SWAN, ветровые поля для расчета которой будут основываться на данных реанализа NCEP/NCAR полей ветра в период с 1989 по 2012 годы с привлечением для корректировок данных, уточненных по спутниковым наблюдениям и измерениям волн в регионе.

Расчеты полей ветровых волн проводились на трех вложенных прямоугольных сетках. Первая сетка (Рис. 1), полностью покрывает акваторию Черного и Азовского морей, количество узлов сетки – 575x257, размер ячейки сетки – 1,5 мин, или приблизительно 2,25 км.

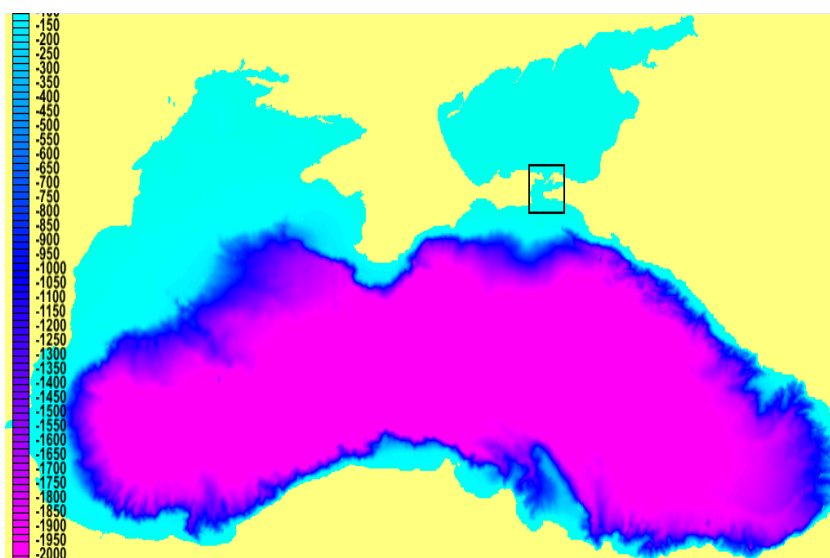


Рисунок 1. Область моделирования расчетной сетки №1, выделенный прямоугольник - граница расчетной сетки №2.

Вторая сетка (Рис. 2), с десятикратным сгущением по отношению к первой сетке, покрывает район Керченского пролива с примыкающими акваториями Черного и Азовского морей. Размер второй сетки - 243 на 224 точек, размер ячейки – 0,15 мин. или 225 м.

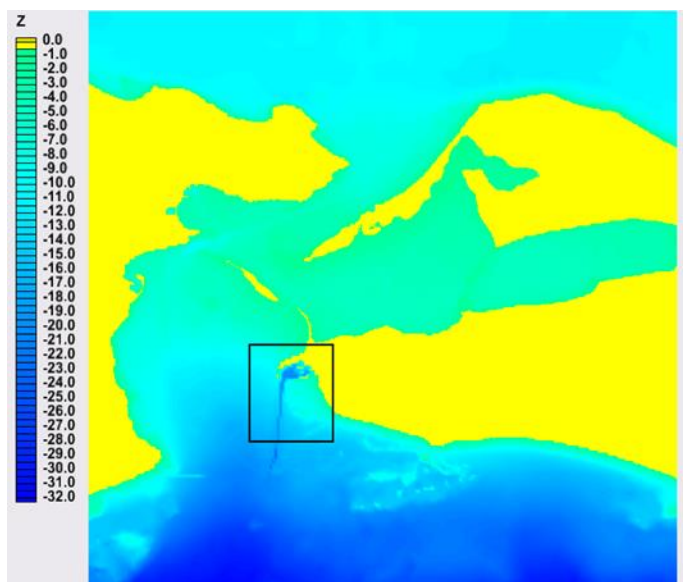


Рисунок 2. Область моделирования расчетной сетки №2, выделенный прямоугольник - граница расчетной сетки №3.

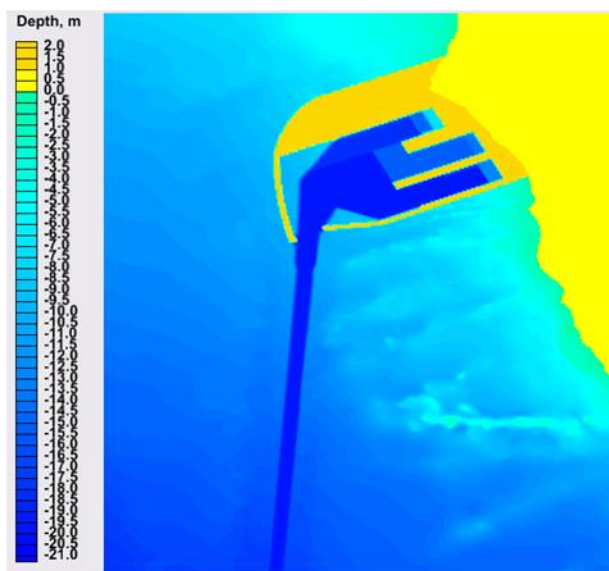


Рисунок 3. Область моделирования расчетной сетки №3.

Третья сетка (Рис. 3) покрывает акваторию проектируемого порта Тамань и примыкающую к нему часть Керченского пролива. Размер третьей сетки 342 на 373 точек, размер ячейки 0,015 мин, или 22,5 м.

Для выбора дат самых сильных штормов были просчитаны поля волн для всего Черного и Азовского моря на грубой сетке №1 (Рис.1.) за период 1989-2012гг. По ряду высот волн в точке возле Таманского п-ова (45.16250 с.ш , 36.5958330 в.д.) были отобраны 5 самых сильных шторма (Табл.1.) и для них далее проводились расчеты на двух более детальных вложенных сетках. Для примера ниже проиллюстрирован самый сильный шторм 2007.11.05.

Таблица. 1. Даты пяти самых сильных штормов в Керченском проливе вблизи Таманского полуострова в 1990-2010 гг и их пиков, а также максимальные высоты и углы подходов волн в пик шторма

| N | Начало шторма | Конец шторма | Пик шторма | Максимальная высота значительных волн, м | Угол подхода волны, град |
|---|---------------|--------------|------------|--|--------------------------|
| 1 | 2007.11.05 | 2007.11.16 | 2007.11.11 | 3,38 | 209,5° |
| 2 | 2008.11.20 | 2008.11.25 | 2008.11.22 | 3,33 | 196,8° |
| 3 | 2001.12.25 | 2001.12.31 | 2001.12.30 | 3,33 | 210,0° |
| 4 | 1997.04.09 | 1997.04.14 | 1997.04.12 | 3,32 | 208,8° |
| 5 | 1995.01.01 | 1995.01.04 | 1995.01.02 | 3,31 | 205,1° |

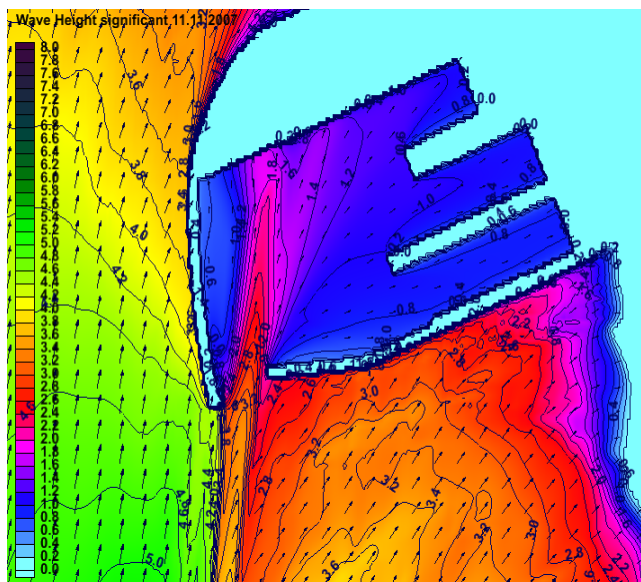


Рисунок 4. Поле ветровых волн период шторма 11 ноября 2007г вблизи проектируемого порта Тамань.

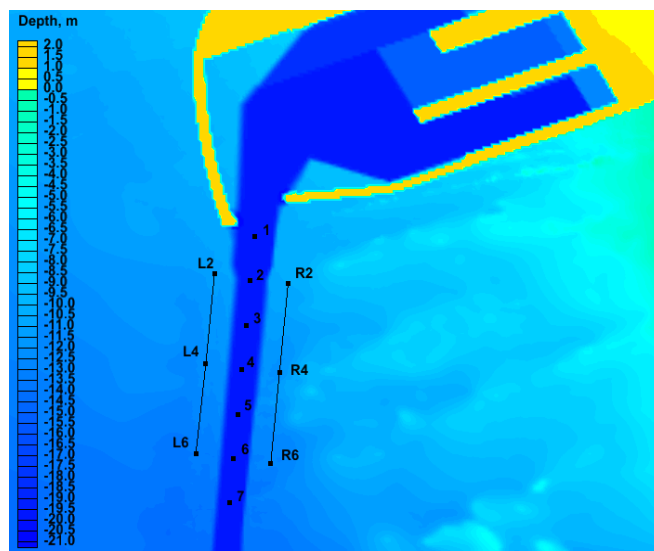


Рисунок 5. Расположение точек выдачи результатов вблизи проектируемого сухогрузного района морского порта Тамань.

По результатам расчетов волновых полей определялись волновые характеристики в контрольных точках № 1–7, расположенных на оси подходного канала к порту Тамань, а также трех точек справа R1, R2, R3 и трех слева L1, L2, L3 от канала (Рис.5). В этих точках фиксировались рассчитанные моделью SWAN максимальные значения значительных (13%) высот волн и соответствующих им периодов, и на их основании, по формулам Глуховского, были рассчитаны высоты и периоды волн 0,1%, 1%, 5%, 50% обеспеченностей.

Как следует из рассчитанных волновых полей в районе порта (Рис.4), глубоководный канал играет роль своеобразного волногасителя в соответствии с общими принципами теории дифракции. Например, в точке L6 шторм 11.11.20007 значительной ЮЮЗ волны имеют высоту 5,1 м, затем в канале их высота падает до 3,95 м и, пройдя над каналом, волна теряет еще 0,4 м своей высоты. Для того же шторма вблизи волнозащитных молов левее канала в т. L2 – высота 13% волн – 4,47 м, над каналом т.2 – 3,30 м, и правее канала т.R2 – 2,79 м.

2. Рефракционно-дифракционная модель приближения пологих склонов открытого доступа ARTEMIS

В рамках исследования был необходим расчет режима волнения в окрестности и внутри гавани морского порта Тамань. На батиметрии выделяются существенные неоднородности дна, связанные с зонами дноуглубления, внутри порта и в районе подходного канала. Так, внутри порта глубины меняются от 19,5 в центральной части до 7,1 м у причалов. Подходной канал имеет глубину 19,6 м. Около входа в порт перепад между дноуглублением канала и естественным рельефом составляет около 9 м.

Модель ARTEMIS (Aelbrecht, 1997) основана на уравнении пологих склонов УПС (Berkhoff, 1972, 1976). Модель описывает трансформацию волн в прибрежной зоне с учетом рефракционно-дифракционных процессов, диссипации за счет трения о дно и разрушения волн. Эллиптические уравнения пологих склонов решаются численно методом конечных элементов.

Расчеты волновых полей внутри порта проводились моделью открытого доступа ARTEMIS, позволяющей эффективно учитывать изменения коэффициентов отражения при изменении волноотражающих свойств причалов. Область моделирования представлена на рис.6 и 7. В Керченском проливе и на подходе к порту волновые поля рассчитываются спектральной моделью SWAN, полученные волновые характеристики затем используются в качестве граничных условий для модели ARTEMIS, на основе которой рассчитываются дифрагированные волновые поля в акватории порта.

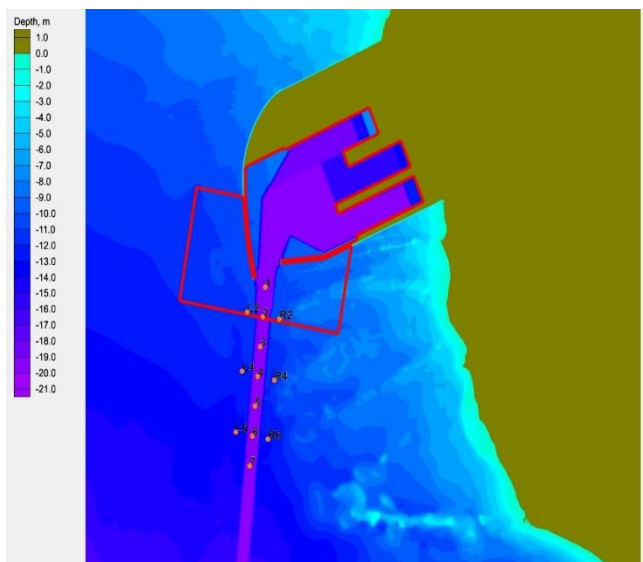


Рисунок 6. Батиметрия в районе порта Тамань. Показано расположение контрольных точек. Красной линией показаны границы расчетной области для модели ARTEMIS.

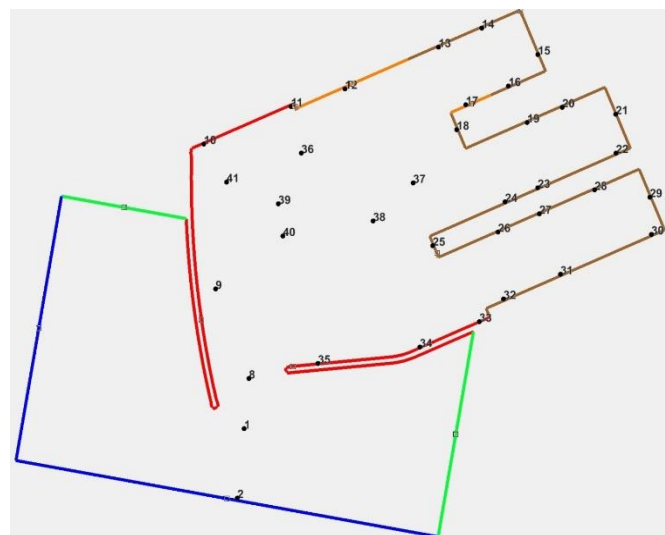


Рисунок 7. Границы расчетной области для ARTEMIS. Волногенирующая граница отмечена синим. Остальные границы - отражающие, с различным коэффициентом

Расчетная сетка (Рис.8) состоит из 121209 узлов, 238679 треугольных элементов. Расстояние между узлами меняется в диапазоне 5–9 м: 9 м в подходном канале и самом глубоком участке дноуглубления, 5 м около границ области.

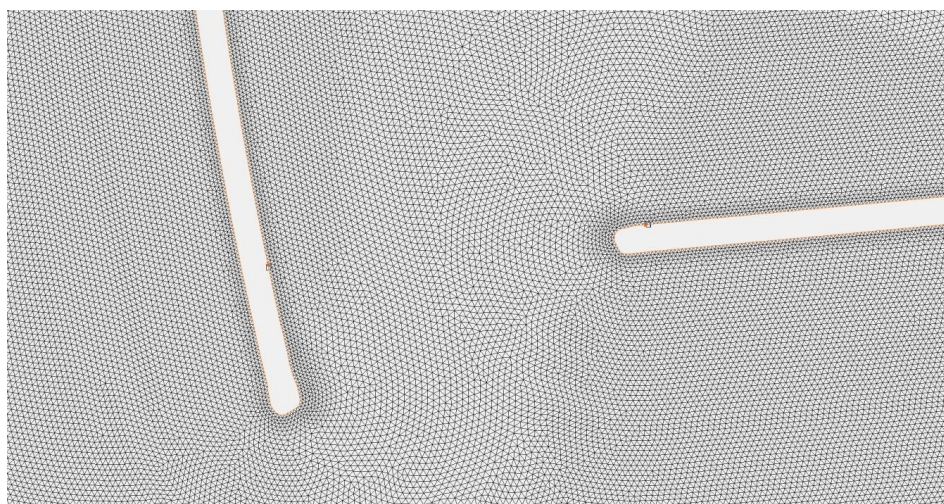


Рисунок 8. Расчетная сетка модели у оголовков молв.

Моделировались волны 1% обеспеченности. Было промоделировано по 5 сценариев для каждой конфигурации.

3. Численное моделирование волновых полей для условий физического моделирования порта Тамань в волновом лотке МГСУ

Экспериментальные исследования устойчивости молов проводились в волновом бассейне МГСУ в масштабе 1/60.

Параметры волн 1% обеспеченности, набегающие на головы молов с направления 190° , в натуральных условиях при глубине воды $d = 11,8$ м следующие: высота $h = 4,7$ м, период $T = 14,45$ сек.

Для модели, построенной в масштабе 1:60, параметры волны равны соответственно: высота 7,8 см, период 1,86 сек. Первый волнограф установлен на расстоянии 1,5 м к югу от Западного мола и показывает характеристики набегающей волны, а второй волнограф установлен на удалении 1,5 м к югу от Восточного мола.

Для сравнения с измерениями в волновом бассейне МГСУ (рис.10) расчетная область и граничные условия были изменены.

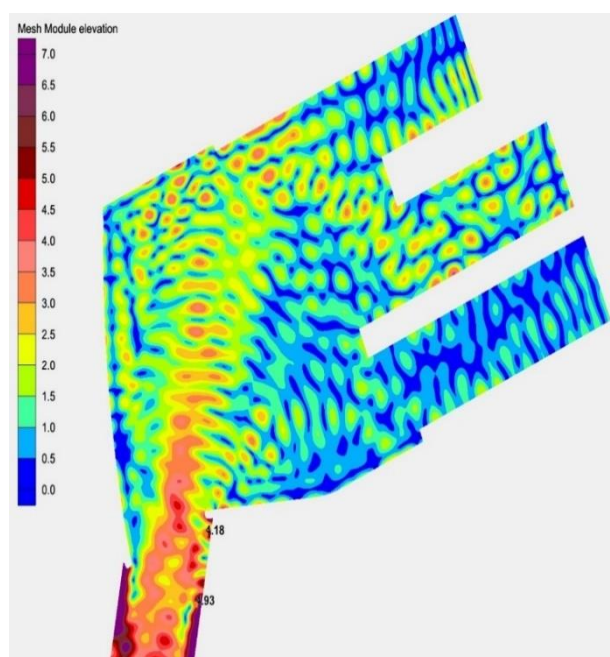
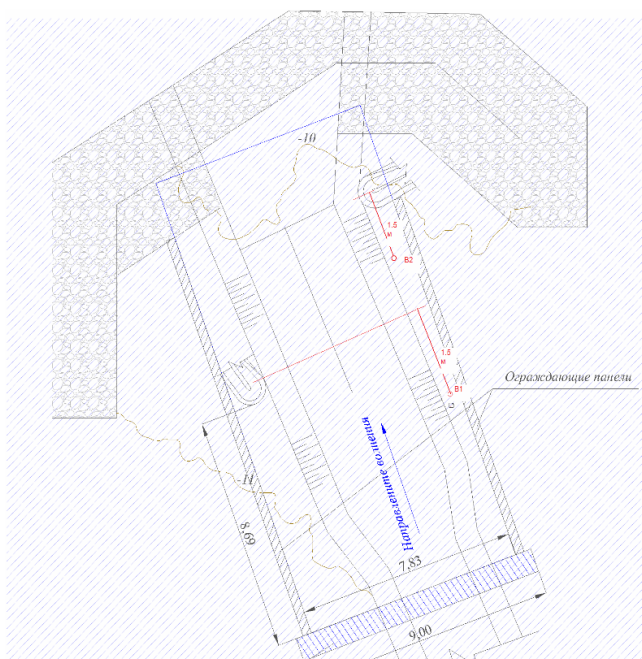


Рисунок 9. План физической модели в волновом бассейне МГСУ. Рисунок 10. Волновое поле, соответствующее физмодели в волновом бассейне.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнение высот волн в точках проведения инструментальных измерений В1 и В2 и значения средних высот волн, зарегистрированных волнографами при проведении двух серий экспериментов представлено в Табл. 2.



Рисунок 11. Фотография волнового поля физической модели между двумя оголовками молов

Таблица. 2. Сравнение высот волн, измеренных в волновом бассейне МГСУ в точках В1 и В2, с результатами численного моделирования

| № серии | Высота волны 1-й волнограф, (см) | Пересчитанная высота волны в натуре 1-й волнограф(м) | Высота волны 2-й волнограф, см | Пересчитанная высота волны в натуре 2-й волнограф(м) |
|--|----------------------------------|--|--------------------------------|--|
| 1 | 7,8 | 4,68 | 7,1 | 4,26 |
| 2 | 8,4 | 5,04 | 7,6 | 4,56 |
| Средние измеренные значения по двум сериям | | 4,86 | | 4,41 |
| Результаты моделирования | | 4,93 | | 4,18 |

Сравнение высот волн в точках проведения инструментальных измерений В1 и В2 с данными измерений (Табл. 2) показало, что с учетом большой пространственной изменчивости волновых полей у точек измерений, полученное в расчете снижение высоты волн при рассеянии над подходным каналом согласуется с данными физического моделирования.

ВЫВОДЫ

Показано комплексное использование методов численного и физического моделирования для получения характеристик волновых нагрузок и воздействий на проектируемые портовые гидротехнические сооружения, в частности, на порт Тамань.

Численное моделирование волн позволило объяснить увеличение высоты расчетных волн перед головой мола. Этот эффект связан с фокусировкой волн на бровках подходного канала. Увеличение высоты волны приводит к увеличению нагрузки на защитные сооружения головы мола. Таким образом, подходной канал оказывает значительное воздействие на волны в зоне влияния канала и на формирование волн, действующих на головы оградительных сооружений, а также на волны распространяющиеся в самой акватории порта, что непосредственно формирует условия для швартовки судов у причалов и нагрузки на причальные сооружения.

Результаты исследования позволят свести к минимуму затраты на осуществление ремонтных работ в акватории порта, а также повысит надежность строящихся и существующих гидротехнических сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балинец Н. Условия возникновения тягуна в портах черного моря. 453 Гидрометцентр Черноморского Флота РФ, г. Севастополь, 2007.
2. Ветер и волны в океанах и морях. Справочные данные. /Ред. И.Н. Давидан, Л.И. Лопатухин, В.А. Рожков Л., «Транспорт», Регистр СССР, 1974, 358 с.
3. Глуховский Б.Х. Исследование морского ветрового волнения. - Л. Гидрометеиздат, 1966.
4. Демченко Р., Железняк М., Кивва С., Коломиец П., Хомицкий В. Гидродинамика прибрежной зоны Черного моря в районе устья рук. Быстрый Килийской дельты р. Дунай: 1. Трансформация волн на неоднородностях дна и течениях. Ж. Прикладная Гидромеханика, т.8(80), №4, 2006, стр.15-25.
5. Демченко Р.И., Дикий П.В., Коломиец П.С. Оценка дифракции и диссипации волновой энергии в модели SWAN при исследовании трансформации нерегулярных волн на неоднородностях дна и генерации вдольбереговых течений – Математические машины и системы , 2011, №3, стр.84-96.
6. Демченко Р.И., Железняк М.И, Гиперболическая аппроксимация трансформации волн на течениях прибрежной зоны Прикладная гидромеханика, 2002, т.4, №2, с 23-29
7. Дивинский Б.В., Косьян Р.Д., Подымов И.С., Пушкарев О.В., (2003), Экстремальное волнение в северо-восточной части Черного моря в феврале 2003 г // Океанология, т. 43. - №6. – с. 948-950.
8. Доценко С., Иванов В. Природные катастрофы Азово-Черноморского региона. – Севастополь, 2010.

9. Писаренко В.Ф., Болгов М.В., Осипова Н.В., Рукавишникова Т.А. Применение теории экстремальных событий в задачах аппроксимации распределений вероятностей максимальных расходов воды. // Водные ресурсы. 2002. Т.29. №6. С.645-657.
10. СНиП 2.06.04-82*, 1989, Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов), ГОССТРОЙ СССР, Москва 1989.
11. Союзморниипроект (1981) Методические указания по определению ветровых и волновых условий при проектировании морских портов. РД 31.33.02-81.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИМЕРНЫХ РУКАВОВ

Бубнов Д.В., Волнушкина К.А.

студенты 3 курса 9 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Брянская Ю.В.

доктор технических наук., профессор кафедры ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

Вопрос непригодности трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения городов привел к решению восстановления труб различными методами. Однако методика определения гидравлических характеристик восстановленных трубопроводов не регламентируется, что вызывает проблему в оценке целесообразности применения тех или иных материалов для восстановления трубопроводов. В статье исследуются гидравлические характеристики восстановленных трубопроводов полимерными рукавами по различным методикам расчета и делается вывод о том, что применение гидравлических рукавов является решением проблемы восстановления трубопроводов.

Ключевые слова: восстановление трубопроводов, гидравлические характеристики труб, пропускная способность трубопроводов, гидравлическое сопротивление, полимерные рукава.

ВВЕДЕНИЕ

Бесперебойная работа систем водоснабжения и водоотведения является необходимой составляющей для поддержания комфортных условий жизни, обеспечения производственных и технологических процессов, благоприятного экологического и санитарно-эпидемиологического состояния урбанизированных территорий. Большинство систем водоснабжения и канализации, функционирующие в городах и посёлках, имеют уже достаточно большой срок эксплуатации [1]. Это оказывает влияние на состояние трубопроводов и их характеристики, наиболее важными из которых являются пропускная способность и гидравлическое сопротивление. Для обеспечения надежности и безаварийности работы трубопроводов проводят мероприятия по их восстановлению: замену или реконструкцию [2,3]. Существует несколько способов реконструкции [4-8], одним из которых является метод восстановления с использованием полимерных рукавов. Для данного способа разработано СП 273.1325800.2016 «Водоснабжение и водоотведение. Правила проектирования и производства работ при восстановлении трубопроводов гибкими

полимерными рукавами», однако в документе отсутствует методика гидравлического расчета для восстановленных трубопроводов. Поэтому тема изучения характеристик трубопроводов, восстановленных с помощью полимерных рукавов, является актуальной.

Целью работы является определение гидравлических характеристик трубопроводов водоотводящей сети, восстановленных с помощью полимерных рукавов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Определить гидравлические характеристики трубопроводов до и после восстановления;
- Сделать вывод о необходимости проведения повторных гидравлических расчетов при применении полимерных рукавов для восстановления трубопроводов.

Объектом исследования являются трубопроводы, восстановленные с использованием полимерных рукавов. Предмет исследования – гидравлические характеристики восстановленных труб.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование состояния трубопроводов проводится благодаря технологии телеинспекции. В настоящее время эта процедура является обычной практикой, которая позволяет выявить проблемы эксплуатируемых трубопроводов. Для канализационных труб выявлены следующие проблемы: утечка через соединения, повреждение корнями, отложения, образование осадков по длине трубы, продольные выпирания, несоосность, коррозия, трещины (структурные повреждения), разрушения [7]. Описанные условия влекут за собой ряд последствий таких, как прекращение потока, попадание воды, на которую не был рассчитан трубопровод, загрязнение подземного слоя, затопление, разрушение дорог. При наличии проблем необходимо проводить мероприятия по восстановлению, которые приведены на рисунке 1.

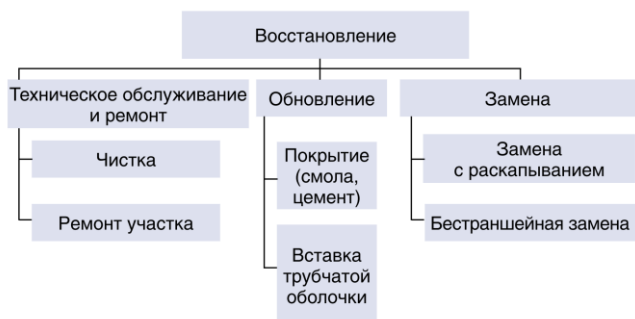


Рисунок 1. Методы восстановления трубопроводов

В исследовании рассматривается способ обновления с применением полимерных рукавов из искусственного войлока (SF) и стекловолокна (GF). Для проведения расчетов были использованы значения эквивалентной шероховатости, полученные экспериментальным путём. Из всех доступных для расчета вариантов были выбраны такие, которые соответствуют наиболее

неблагоприятным условиям, чтобы сравнить характеристики восстанавливаемых трубопроводов с их исходным состоянием. Коэффициенты эквивалентной шероховатости трубопроводов из различных материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные по восстанавливаемым трубопроводам

| Материал | Шероховатость $k_{\text{экв}}$, мм |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Бетон средней шероховатости | 2,0 |
| Сталь равномерно ржавая | 0,4 |
| Новые полимерные материалы | 0,007 |

Восстанавливаемый участок является частью системы канализации для отведения бытовых сточных вод и имеет длину 60 м. Расчетное наполнение трубопровода принято $0,7d$ согласно СП³, где d – условный диаметр трубы.

Таблица 2. Исходные диаметры трубопроводов.

| d трубы из бетона или стали, мм | d трубы, восстановленной рукавом SF, мм | d трубы, восстановленной рукавом GF, мм |
|-----------------------------------|---|---|
| 200 | 191,8 | 194 |
| 400 | 383,6 | 390,4 |
| 600 | 575,6 | 585,6 |
| 900 | 863,4 | 878,4 |
| 1200 | 1151,2 | 1169,4 |

Для выполнения расчетов необходимо задаться значениями скорости движения жидкости, уклона и наполнения трубопровода. Данные величины были выбраны согласно СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для сравнения пропускной способности имеющихся труб с трубопроводами, восстановленными полимерными рукавами расчеты производились с использованием стандартных методик гидравлического расчета [9,10].

1. Расчет гидравлических характеристик трубопроводов, восстанавливаемых с помощью полимерных рукавов на основе уравнения Бернулли.

Воспользуемся уравнением Бернулли в форме (1):

³ СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения»

$$H = \frac{v^2}{2g} \left(1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \quad (1)$$

и уравнением расхода $Q = \omega v$, откуда средняя скорость потока

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{4Q}{\pi d^2}.$$

Подставляя выражение скорости в уравнение Бернулли, получаем основную расчетную формулу:

$$H = \frac{16Q^2}{2g\pi^2 d^4} \left(1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \quad (2)$$

Для определения расхода из формулы (2) получим:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2gH}{1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}}, \quad (3)$$

где d – диаметр трубопровода, м (является исходной величиной); l – длина участка, м; $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений (в расчетах $\sum \zeta = 0$, т.к. рассматривается прямолинейный участок трубопровода); λ – коэффициент гидравлического сопротивления, определяющийся по формуле Шифринсона, т.к. при заданных наполнениях трубопровода и расчетных скоростях движения поток находится в квадратичной зоне сопротивления:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k_s}{d} \right)^{0,25};$$

H – напор жидкости, м, определяемый случае безнапорного движения жидкости по формуле:

$$H = i \cdot l.$$

Для наглядности расчеты представлены в виде таблиц 3 – 6 для каждого трубопровода из разных материалов: бетона средней шероховатости, стали равномерно ржавой, новых полимерных материалов SF и GF.

Таблица 3. Гидравлические характеристики бетонного трубопровода по уравнению Бернулли

| Q, м ³ /с | H, м | l, м | d, м | $\sum \zeta$ | λ |
|----------------------|------|------|------|--------------|-----------|
| 0,027 | 0,42 | 60 | 0,2 | 0 | 0,035 |
| 0,155 | 0,42 | 60 | 0,4 | 0 | 0,029 |
| 0,425 | 0,42 | 60 | 0,6 | 0 | 0,026 |
| 1,134 | 0,42 | 60 | 0,9 | 0 | 0,024 |
| 2,233 | 0,42 | 60 | 1,2 | 0 | 0,022 |

Таблица 4. Гидравлические характеристики стального трубопровода по уравнению Бернулли

| Q, м ³ /с | H, м | l, м | d, м | Σz | λ |
|----------------------|------|------|------|----|-------|
| 0,032 | 0,42 | 60 | 0,2 | 0 | 0,023 |
| 0,182 | 0,42 | 60 | 0,4 | 0 | 0,020 |
| 0,488 | 0,42 | 60 | 0,6 | 0 | 0,018 |
| 1,270 | 0,42 | 60 | 0,9 | 0 | 0,016 |
| 2,458 | 0,42 | 60 | 1,2 | 0 | 0,015 |

Таблица 5. Гидравлические характеристики полимерного SF трубопровода по уравнению Бернулли

| Q, м ³ /с | H, м | l, м | d, м | Σz | λ |
|----------------------|------|------|--------|----|-------|
| 0,043 | 0,42 | 60 | 0,1918 | 0 | 0,009 |
| 0,227 | 0,42 | 60 | 0,3836 | 0 | 0,007 |
| 0,577 | 0,42 | 60 | 0,5756 | 0 | 0,006 |
| 1,328 | 0,42 | 60 | 0,8384 | 0 | 0,006 |
| 2,635 | 0,42 | 60 | 1,1512 | 0 | 0,005 |

Таблица 6. Гидравлические характеристики полимерного GF трубопровода по уравнению Бернулли

| Q, м ³ /с | H, м | l, м | d, м | Σz | λ |
|----------------------|------|------|--------|----|-------|
| 0,044 | 0,42 | 60 | 0,194 | 0 | 0,009 |
| 0,237 | 0,42 | 60 | 0,3904 | 0 | 0,007 |
| 0,599 | 0,42 | 60 | 0,5856 | 0 | 0,006 |
| 1,470 | 0,42 | 60 | 0,8784 | 0 | 0,006 |
| 2,725 | 0,42 | 60 | 1,1694 | 0 | 0,005 |

По результатам расчета видно, что расход в восстановленных трубопроводах становится больше.

2. Расчет гидравлических характеристик трубопроводов, восстанавливаемых с помощью полимерных рукавов на основе формулы Шези.

Воспользуемся формулой Шези в форме (4):

$$Q = \omega \cdot C \sqrt{R \cdot i}, \quad (4)$$

где ω – площадь живого сечения трубопровода, м², определяемая с помощью номограммы, исходя из заданного наполнения трубопровода [11]; R – гидравлический радиус, м, определяемые с помощью номограммы [11], i – уклон трубопровода, C – коэффициент Шези, $\frac{M^{0,5}}{c}$,

определяемый по формуле: $C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$.

Результаты расчетов приведены в таблицах 7 – 10.

Таблица 7. Гидравлические характеристики бетонного трубопровода по формуле Шези

| $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | ω | C | R | i |
|---------------------------|----------|-------|-------|-------|
| 0,019 | 0,0196 | 47,50 | 0,057 | 0,007 |
| 0,141 | 0,0942 | 51,80 | 0,120 | 0,007 |
| 0,435 | 0,2261 | 54,49 | 0,178 | 0,007 |
| 1,260 | 0,5087 | 57,32 | 0,267 | 0,007 |
| 2,883 | 0,9608 | 59,42 | 0,364 | 0,007 |

Таблица 8. Гидравлические характеристики стального трубопровода по формуле Шези

| $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | ω | C | R | i |
|---------------------------|----------|-------|-------|-------|
| 0,023 | 0,0196 | 58,08 | 0,057 | 0,007 |
| 0,173 | 0,0942 | 63,34 | 0,120 | 0,007 |
| 0,531 | 0,2261 | 66,63 | 0,178 | 0,007 |
| 1,541 | 0,5087 | 70,10 | 0,267 | 0,007 |
| 3,526 | 0,9608 | 72,66 | 0,364 | 0,007 |

Таблица 9. Гидравлические характеристики полимерного SF трубопровода по формуле Шези

| $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | ω | C | R | i |
|---------------------------|----------|--------|-------|-------|
| 0,034 | 0,0180 | 95,81 | 0,054 | 0,007 |
| 0,257 | 0,0866 | 104,48 | 0,115 | 0,007 |
| 0,790 | 0,2081 | 109,92 | 0,171 | 0,007 |
| 2,121 | 0,4414 | 115,21 | 0,248 | 0,007 |
| 5,242 | 0,8843 | 119,86 | 0,349 | 0,007 |

Таблица 10. Гидравлические характеристики полимерного GF трубопровода по формуле Шези

| $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | ω | C | R | i |
|---------------------------|----------|--------|-------|-------|
| 0,035 | 0,0185 | 95,94 | 0,055 | 0,007 |
| 0,269 | 0,0897 | 104,71 | 0,117 | 0,007 |
| 0,827 | 0,2154 | 110,15 | 0,174 | 0,007 |
| 2,397 | 0,4846 | 115,88 | 0,260 | 0,007 |
| 5,463 | 0,9125 | 120,10 | 0,355 | 0,007 |

Полученные значения расхода восстановленных трубопроводов значительно превышают значения для труб из исходных материалов. Стоит отметить, что пропускная способность восстановленных трубопроводов, рассчитанная по формуле Шези значительно больше, чем полученная по уравнению Бернулли. Для уточнения величин расхода выполним пересчет коэффициента гидравлического сопротивления λ согласно СП 399.1325800.2018 «Системы водоснабжения и канализации наружные из полимерных материалов» и проведём повторный расчет для восстанавливаемых трубопроводов по уравнению Бернулли и формуле Шези.

3. Расчет гидравлических характеристик трубопроводов, восстанавливаемых с помощью полимерных рукавов, при уточнении коэффициента гидравлического сопротивления.

Согласно СП 399.1325800.2018 «Системы водоснабжения и канализации наружные из полимерных материалов» коэффициента гидравлического сопротивления определяется по формуле:

$$\lambda_n = 0,2 \cdot \left(\frac{k_s}{4R_n} \right)^\alpha, \quad (5)$$

где α – эмпирический показатель степени, определяемый по формуле

$$\alpha = 0,3124 \cdot k_s^{0,0516};$$

R_n – гидравлический радиус потока при полном наполнении трубопровода, м.

Результаты расчетов приведены в таблицах 11 – 12.

Таблица 11. Гидравлические характеристики полимерного SF трубопровода при уточнённом коэффициенте гидравлического сопротивления.

| По СП 399.1325800 и формуле Шези | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------|------------------------------|----------|----------------|----------|--------|-------|-------|
| $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | $\lambda_{\text{п}}$ | $k_{\text{ЭКВ}}, \text{ мм}$ | α | $R_{\text{п}}$ | ω | C | R | i |
| 0,034 | 0,008 | 0,007 | 0,242 | 0,048 | 0,0180 | 101,60 | 0,054 | 0,007 |
| 0,210 | 0,009 | 0,007 | 0,242 | 0,096 | 0,0866 | 93,43 | 0,115 | 0,007 |
| 0,587 | 0,010 | 0,007 | 0,242 | 0,144 | 0,2081 | 88,96 | 0,171 | 0,007 |
| 1,437 | 0,011 | 0,007 | 0,242 | 0,210 | 0,4414 | 85,00 | 0,248 | 0,007 |
| 3,247 | 0,012 | 0,007 | 0,242 | 0,288 | 0,8843 | 81,81 | 0,349 | 0,007 |

| По СП 399.1325800 и уравнению Бернулли | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|--------------|-----------|
| $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | $H, \text{ м}$ | $l, \text{ м}$ | $d, \text{ м}$ | $\sum \zeta$ | λ |
| 0,045 | 0,42 | 60 | 0,1918 | 0 | 0,008 |
| 0,214 | 0,42 | 60 | 0,3836 | 0 | 0,009 |
| 0,524 | 0,42 | 60 | 0,5756 | 0 | 0,010 |

| | | | | | |
|-------|------|----|--------|---|-------|
| 1,188 | 0,42 | 60 | 0,8384 | 0 | 0,011 |
| 2,353 | 0,42 | 60 | 1,1512 | 0 | 0,012 |

Таблица 12. Гидравлические характеристики полимерного GF трубопровода при уточнённом коэффициенте гидравлического сопротивления.

| По СП 399.1325800 и формуле Шези | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------|------------------------------|----------|----------------|----------|--------|-------|-------|
| $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | $\lambda_{\text{п}}$ | $k_{\text{экв}}, \text{ мм}$ | α | $R_{\text{п}}$ | ω | C | R | i |
| 0,035 | 0,008 | 0,007 | 0,242 | 0,049 | 0,0185 | 101,46 | 0,055 | 0,007 |
| 0,219 | 0,009 | 0,007 | 0,242 | 0,098 | 0,0897 | 93,23 | 0,117 | 0,007 |
| 0,612 | 0,010 | 0,007 | 0,242 | 0,146 | 0,2154 | 88,77 | 0,174 | 0,007 |
| 1,606 | 0,011 | 0,007 | 0,242 | 0,220 | 0,4846 | 84,53 | 0,260 | 0,007 |
| 3,370 | 0,012 | 0,007 | 0,242 | 0,292 | 0,9125 | 81,65 | 0,355 | 0,007 |

| По СП 399.1325800 и уравнению Бернулли | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|--------------|-----------|
| $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | $H, \text{ м}$ | $l, \text{ м}$ | $d, \text{ м}$ | $\sum \zeta$ | λ |
| 0,046 | 0,42 | 60 | 0,194 | 0 | 0,008 |
| 0,222 | 0,42 | 60 | 0,3904 | 0 | 0,009 |
| 0,544 | 0,42 | 60 | 0,5856 | 0 | 0,010 |
| 1,314 | 0,42 | 60 | 0,8784 | 0 | 0,011 |
| 2,433 | 0,42 | 60 | 1,1694 | 0 | 0,012 |

Для трубопроводов, восстановленных с помощью полимерных рукавов из материала SF (искусственного войлока), по расчетным данным наблюдается увеличение пропускной способности. В случае с пересчетом коэффициента гидравлического сопротивления для полимерных рукавов из материала GF (стекловолокна) пропускная способность становится меньше для самого большого диаметра. Выявление причин данных расхождений является отдельной темой исследования. Следует отметить, что формула (5) для определения коэффициента гидравлического сопротивления, приведенная в СП 399.1325800.2018 «Системы водоснабжения и канализации наружные из полимерных материалов» близка по форме записи к формуле Шифринсона. Однако трубопроводы, восстановленные технологией прокладки полимерных рукавов, имеют очень малые значения эквивалентной шероховатости, близкие по величине к шероховатости стекла и полированной стали, которые обычно при гидравлических расчетах считаются гладкими. Для гладких же трубопроводов гидравлическое сопротивление определяется в основном влиянием числа Рейнольдса, а не относительной шероховатости. Поэтому обобщая

результаты всех расчетов, можно говорить об увеличении пропускной способности трубопроводов.

ВЫВОДЫ

В ходе работы были определены гидравлические характеристики трубопроводов до и после восстановления, на основании которых можно сделать вывод об увеличении пропускной способности восстановленных труб. Таким образом, можно без проведения дополнительных гидравлических расчетов считать, что пропускная способность восстановленных трубопроводов не уменьшается. Данное обстоятельство не регламентируется нормативной документацией, но является актуальным, так как работы по замене трубопроводов имеют большие объёмы, а, следовательно, и на гидравлические расчеты также требуется время. Попутно при исследовании были выявлены некоторые неточности в нормативной документации, которые требуют дальнейшего изучения и уточнения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность научному руководителю доктору технических наук, профессору кафедры гидравлики и гидротехнического строительства НИУ МГСУ Брянской Юлии Вадимовне за оказанную помощь и ценные советы при написании статьи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Liu, W., Song, Z., & Ouyang, M. (2020). Lifecycle operational resilience assessment of urban water distribution networks. *Reliability Engineering and System Safety*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.106859>
2. Krasovskaya, O. A., Vyaznikov, V. E., & Chigir, A. E. (2022). Designing trenchless technologies in oil and gas engineering. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 979). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012174>
3. Уразов О.В., Данилов А.Д. Исследование процесса восстановления поврежденных поверхностей трубопроводов методом поверхностного наклепа // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2021. №5. С. 126–132. <https://doi.org/10.36622/vstu.2021.15.5.018>
4. Юнкевич А.В. Диагностика и восстановление трубопроводов коммунального назначения // Промышленное и гражданское строительство. 2017. №2. С.32-34.

5. Захаров Ю.С. Восстановление трубопроводов по технологии «труба в трубе». Сравнительный анализ методик расчета толщины стенки гибких полимерных рукавов // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2018. №3(67). С.52-61.
6. Храменков С. В., Орлов В. А., Харькин В. А. Технологии восстановления подземных трубопроводов бестраншейными методами. М.: АСВ, 2004. 236 с.
7. Бестраншейные технологии восстановления трубопроводов. Техническое описание. URL: https://matline.ru/pdf/wavin_Bestr.pdf
8. Goncharenko D.F., Starkova O.V., Gudilin R.I., Degtyar Yev.H. (2021). Application of pneumatic formwork for repair and restoration of sewer pipelines using clinker brick and polymer concrete. *Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture*, (1), 45–51. <https://doi.org/10.30838/j.bpsacea.2312.230221.45.716>
9. Справочник по гидравлическим расчетам / Под ред. П.Г. Киселева. Москва: Энергия. 1972. 312 с.
10. Рылова И. А., Боровков В.С. Эквивалентная шероховатость напорных и безнапорных водоводов // Вестник МГСУ. 2013. № 4. С. 181-187.
11. Курганов А.М., Фёдоров Н.Ф. Справочник по гидравлическим расчётам систем водоснабжения и канализации. – Л.: Стройиздат. 1973. 408 с.

КОНСТРУКЦИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ КРУПНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕБРОСКИ СТОКА

Волошин М. Д.

студент 4 курса 2 группа, ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Козлов Д. В.

доктор технических наук, заведующий кафедрой ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

В мировой практике управления водными ресурсами широко используется перераспределение стока путем переброски его части из водообеспеченных бассейнов рек в малообеспеченные бассейны. В последние годы, в связи с нарастающим дефицитом водных ресурсов во всем мире осуществляется пространственное перераспределение речного стока для решения множества важнейших для стран задач: геополитических, межгосударственных, социально-экономических, обеспечения безопасности страны и другие. Дефицит пресной воды существовал на Крымском полуострове во все времена. Поэтому возникли идеи переброски воды на Крымский полуостров с материка, в том числе проект Южной переброски воды в Крым. Основная идея проекта - забирать воду с Черноморского побережья Кавказа, из бассейна реки Мзымта и транспортировать воду в водоводах по дну Черного моря до полуострова. Выполнено расчетное обоснование требуемого объема переброски стока на полуостров, определена необходимая производительность насосной станции, осуществлен подбор насосного оборудования (2 варианта) и сделан предварительный выбор наиболее удачного варианта.

Ключевые слова: водоснабжение Крыма; насосная станция; водообеспечение; дефицит водных ресурсов.

Под переброской речного стока понимают его территориальное перераспределение, которое включает в себя забор воды из реки-донора, ее транспортировку и подачу соответствующим потребителям. По гидрографическому критерию (характеру перераспределения воды между речными системами) можно выделить три типа перебросок стока: локальные, внутрибассейновые и межбассейновые.

Локальные (местные) переброски стока осуществляются внутри одного речного бассейна. Такой вид территориального перераспределения поверхностных вод распространен в интенсивно орошаемых районах. Длина трасс локальных перебросок воды обычно не превышает 100–200 км.

Внутрибассейновые переброски стока осуществляют перераспределение стока в пределах речных бассейнов, имеющих самостоятельный выход в озеро, залив или море, между любыми участками их гидрографической сети, через местные, локальные водоразделы. Для таких перебросок характерно то, что водозабор, использование воды на хозяйственные нужды и сброс использованных вод происходит в пределах одной гидрографической системы. Длина трасс внутрибассейновых перебросок стока обычно не превышает 500 км.

Межбассейновые переброски стока – крупное перераспределение воды между речными бассейнами, имеющими самостоятельный выход в моря и озера. Длина трасс изменяется в широких пределах: от нескольких десятков до тысячи и более километров.

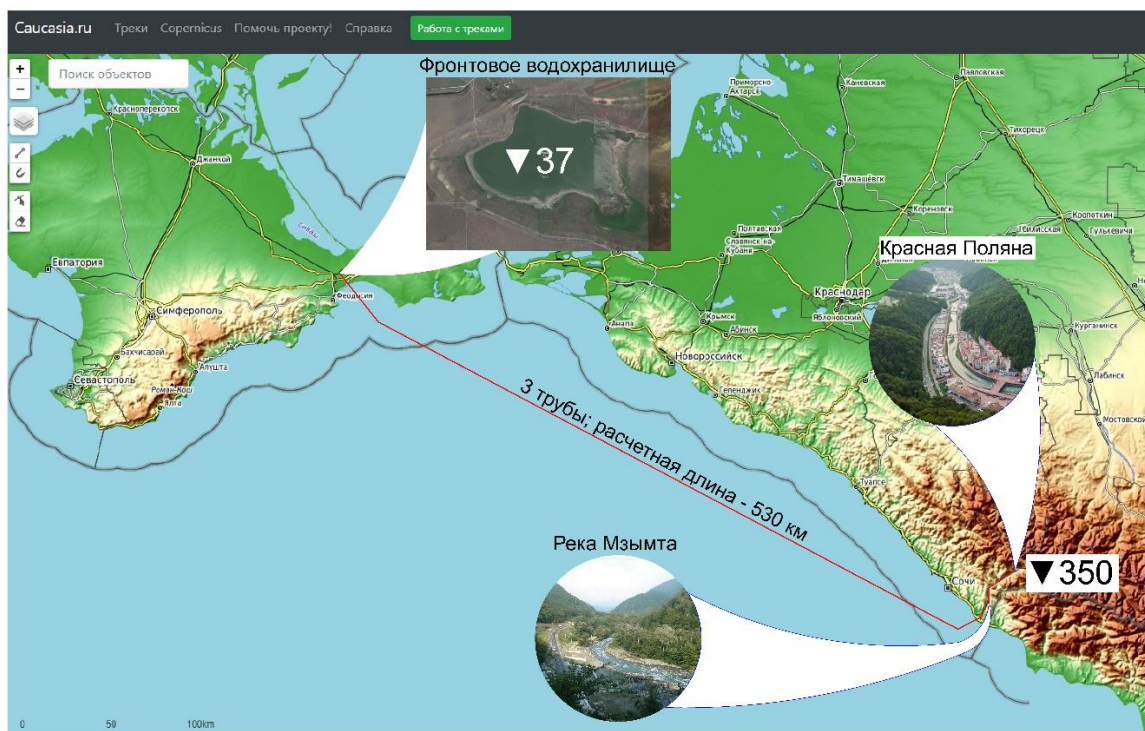


Рисунок 1. Предполагаемый план Южной переброски

В мире суммарный ежегодный объем переброски воды составляет около 400 км^3 . Из них $140 \text{ км}^3/\text{год}$ приходится на Канаду, 70 – на Китай, 60 – на страны СНГ, 50 – на Индию и 30 – на США.

Одним из крупнейших, но нереализованным проектом, является переброска стока сибирских рек Тобол, Обь, Иртыш в государства Центральной Азии (Казахстан, Узбекистан и Туркменистан). В России действует несколько десятков систем переброски стока, в том числе и на территории полуострова Крым [1].

Для осуществления проекта крупной переброски стока на большие расстояния необходимо устройство насосных станций, способных обеспечивать большие объемы подачи воды и, как правило, высокие напоры. Соответственно конструкция таких станций должна предусматривать размещение насосного оборудования большой мощности.

При проектировании насосных станций сначала выполняют подбор насосных агрегатов, а затем разрабатывают конструкцию здания станции. Это связано с тем, что оборудование насосных станций определяет их компоновку, конструкцию и размеры здания.

К основному оборудованию относят главные насосы и электродвигатели, а также трубопроводную арматуру, устанавливаемую на всасывающих и напорных линиях, по которым транспортируется вода. Основное оборудование непосредственно осуществляет подачу воды по заданному графику из водоисточника к потребителю. Выбор его – один из самых ответственных этапов проектирования, так как он определяет компоновку узла и тип здания насосной станции, надежность и эффективность работы всего сооружения [2, 3].

В качестве исходных материалов для расчета и подбора гидросилового оборудования насосной станции приняты условия предполагаемого проекта переброски стока реки Мзымта на полуостров Крым (рис. 1).

Водообеспеченность полуострова оценена с помощью СКИОВО бассейнов рек Республики Крым 2017 года. Предполагаемый дефицит воды (принятый за объем переброски) на перспективу 2030 года составит ≈ 200 млн. $\text{м}^3/\text{год}$ [4, 7].

Для указанного объема переброски расчетная подача насосной станции составляет $Q_{\text{max}} = 6,9 \text{ м}^3/\text{с}$.

Геодезический напор насосной станции определяется максимальной и минимальной отметками горизонтов воды в магистральном трубопроводе.

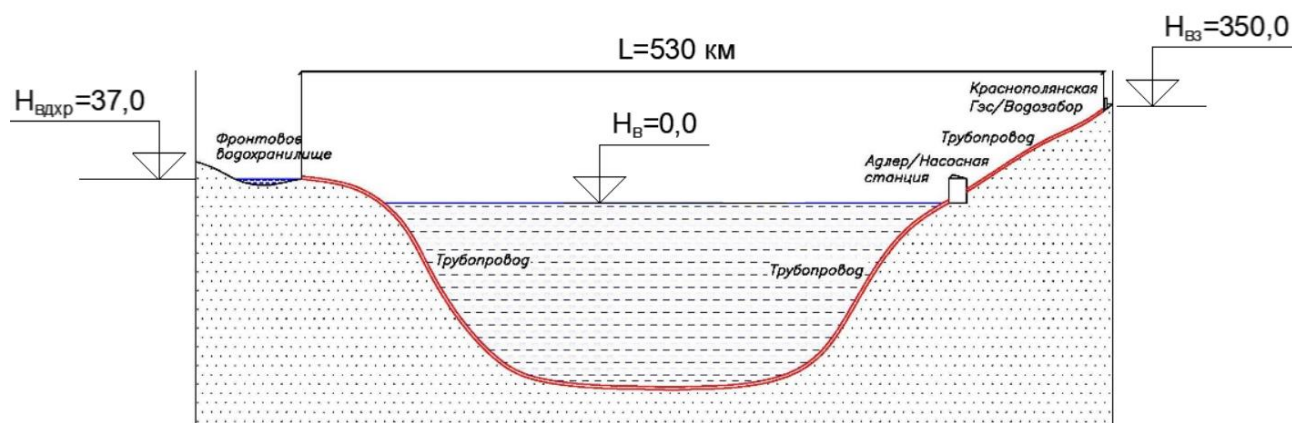


Рисунок 2. Схематический разрез по трассе переброски

В соответствии с расчетной схемой (рис. 2) величина геодезического напора определена в $H_2 = 313$ м. Магистральный трубопровод проектируется длиной 530000 м.

При подборе насосов необходимо учитывать, что на насосных станциях устанавливаются рабочие и резервные насосы, а также следующие условия:

1. Число рабочих агрегатов одной группы должно быть не менее двух.

2. Следует стремиться устанавливать как можно меньше рабочих насосов, потому что параллельная работа нескольких насосов экономически невыгодна, так как суммарная подача нескольких насосов на общий водовод всегда меньше, чем их общая подача при раздельной схеме работы. Кроме того, крупные насосы имеют более высокий КПД.

3. Суммарная подача рабочих насосов должна быть не менее максимального расхода станции.

4. Целесообразно устанавливать насосы одного типоразмера, что обеспечивает взаимозаменяемость насосов и существенно упрощает их эксплуатацию и ремонт.

Число резервных насосов принимают в соответствии с категорией надежности обеспечения необходимой подачи воды.

По требованиям надежности насосные станции подразделяют на три категории [2]:

I категория – допускается кратковременное (до 3 суток) снижение подачи воды (не более чем на 30% расчетного расхода) на хозяйственно-питьевые нужды. Эта категория предполагает установку двух резервных агрегатов.

II категория – допускается снижение подачи так же, как и для I-ой категории, но длительностью до 15 суток; перерыв в подаче допускается на время проведения ремонта, но не более 6 ч. Эта категория предполагает установку 1 – 2 резервных агрегатов.

III категория – допускаемое снижение подачи и длительности те же, что и для II-ой категории, но перерыв в подаче не более 24 ч. Эта категория предполагает установку не более 1 резервного агрегата [2].

Предполагаемый проектом режим работы станции допускает перерыв в работе станции более чем на 24 ч. Из чего следует, что проектируемая насосная станция относится к III категории. Следовательно, примем один резервный насос.

Характеристика резервных агрегатов должна соответствовать характеристике самого крупного рабочего насоса, установленного на насосной станции.

Исходными данными для подбора насосов служат максимальная (расчётная) подача насосной станции, а также схема работы (соединения) насосов.

Расчетный напор насосной станции определяется с учетом потерь:

$$H_p = h_m^{\text{дл}} + h_m^{\text{м}} - H_{\Gamma}$$

Где: $h_m^{\text{дл}}$ - потери напора по длине напорного трубопровода;

$h_m^{\text{м}}$ - местные потери напора в здании насосной станции.

Местные потери напора, т.е. потери напора во всасывающих и напорных коммуникациях внутри здания насосной станции принимаются предварительно равными 1,0 м.

Потери напора по длине $h_m^{\text{дл}}$ определены расчетом по формуле Дарси-Вейсбаха.

Трубопровод состоит из 3-х ниток труб диаметром 1420 мм, внутренний диаметр 1388 мм

[6]. Тогда площадь сечения 1 трубы будет $S = \pi * \frac{D^2}{4} = 1,513 \text{ м}^2$.

Планируемый водозабор на 1 нитку трубопровода составляет $Q_1 = Q / 3 = 6,9 / 3 = 2,3 \text{ м}^3/\text{с} = 8280 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Средняя скорость течения воды $V = Q_1 / D = 1,52 \text{ м/с}$.

Число Рейнольдса $Re = V * D / \nu = 1614257$,

где ν – кинематический коэффициент вязкости воды, равный $1,307 * 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, при температуре $t = 10^\circ\text{C}$.

Переходные числа Рейнольдса $Re_1 = 10 * D / K_s = 231333$, $Re_2 = 560 * D / K_s = 12954666$, где K_s – эквивалентная шероховатость стенки трубы, $K_s = 0,00006 \text{ м}$, для новой стальной сварной трубы.

Так как число Re находится между Re_1 и Re_2 , то коэффициент гидравлического трения λ , считаем по формуле Альтшуля:

$$\lambda = 0,11 * \left(\frac{K_s}{D} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,01057$$

Следовательно, потери на трение по длине водовода по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h_m = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2 * g} = 475,45 \text{ м.}$$

Потери по длине с учетом местных сопротивлений:

$$h_m^{\text{дл}} = 1,01 * h_m = 480,2 \text{ м}$$

Предварительный расчетный напор насоса составит:

$$H_p = h_m^{\text{дл}} + h_m^{\text{м}} - H_r = 480,2 + 1 - 313 = 168,2 \text{ м}$$

Для обеспечения гарантированного напора примем проектный напор насосной станции $H_p = 200 \text{ м}$.

Максимальная подача насосной станции составляет, $Q_{\text{max}} = 6,9 \text{ м}^3/\text{с}$

В соответствии с каталогами насосно-силового оборудования подбираем оборудование для 2-х вариантов компоновок здания насосной станции.

Вариант 1. Этот вариант предполагает параллельную установку нескольких горизонтальных насосов, каждый из которых обеспечивает необходимый напор.

По каталогам насосно-силового оборудования подбираем 8 основных насосов (7 рабочих, 1 резервный) марки D 350-800 (серия DeLium, АО "ГМС Ливгидромаш") подачей $Q_{P,осн.н.} = 1,0 \text{ м}^3/\text{с}$ при $H_{\max} = 190 - 210 \text{ м}$.

Максимальная подача насосной станции $Q_{\max} = 6,9 \text{ м}^3/\text{с}$, должна быть обеспечена в соответствии с графиком водопотребления в течение всего года. Подача $Q_{\max} = 6,9 \text{ м}^3/\text{с}$ обеспечивается работой 7 (семи) основных насосов. Согласно режиму работы насосов ориентировочная суммарная подача станции составит:

$$Q_{\max,нс} = Q_{P,осн.н.} * 7 = 1,0 * 7 = 7 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Технические данные и параметры этих насосных агрегатов приведены в таблице 1.

Вариант 2. Этот вариант предполагает последовательную установку нескольких вертикальных насосов, каждый из которых обеспечивает необходимую подачу воды.

По каталогам насосно-силового оборудования подбираем 3(три) основных насоса (2 рабочих, 1 резервный) марки 1200В-6,3/100 подачей $Q_{P2} = 6,3 \text{ м}^3/\text{с}$ при $H_{\max} = 100 \text{ м}$. Насосы устанавливаются последовательно, обеспечивая, таким образом, напор $H_{\max} = 200 \text{ м}$

Максимальная подача насосной станции $Q_{\max} = 6,9 \text{ м}^3/\text{с}$ должна быть обеспечена в соответствии с графиком водопотребления в течении всего года. Работой 2 основных насосов обеспечивается подача $Q_{\max,нс} = Q_{P,осн.н.} = 6,3 \text{ м}^3/\text{с}$, что меньше необходимой подачи. Однако, годовая подача при такой компоновке будет составлять:

$$Q_{\max,нс} = Q_{P,осн.н.} = 198,68 \text{ млн. м}^3/\text{год}.$$

Что удовлетворяет требованиям обеспечения необходимой годовой подачи воды.

Технические данные и параметры этих насосных агрегатов приведены в таблице 1.

Таблица 1 Технические данные насосных агрегатов по вариантам 1 и 2

| Марка насоса | Напор, м | Подача, $\text{м}^3/\text{с}$ | КПД, % | $D_{р.к.}$, мм | Масса насоса, кг | Марка эл/дв-ля | Мощность $N_{дв}$, кВт | Напряжения U, V | КПД, % | Масса эл/дв-ля, кг | Масса агрегата, кг |
|---------------|----------|-------------------------------|--------|-----------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------------|--------|--------------------|--------------------|
| D 350-800 | 190-210 | 1,0 | 80 | 800 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1200В-6,3/100 | 100 | 6,3 | 80 | 2290 | 34000 | ВДС2-325/69-16 | 8000 | 10000 | 96,0 | 58300 | 92300 |

Заключение. Исходя из результатов рассмотренных вариантов насосного оборудования, компоновки и основных принципов проектирования насосных станций, можно сделать вывод о том, что для станций с большими напорами и подачами, лучше подходит последовательная схема работы вертикальных насосов. В этом случае уменьшается общее количество агрегатов насосной станции и, следовательно, повышается общая надежность системы. Также это приводит к упрощению и удешевлению эксплуатации объекта. Рассмотренные во втором варианте

гидроагрегаты давно выпускаются отечественной промышленностью и по ним имеется многолетний опыт эксплуатации на реальных объектах. Для дальнейшей разработки проекта Южной переброски стока на полуостров Крым рекомендуется принять именно этот вариант гидросилового оборудования и компоновки насосной станции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Василенко В. А. Крым: водный кризис и экологические проблемы. // ЭКО – 2016. № 9(507). С. 60-78.
2. Михайлов И. Е. Гидравлические машины: учебник. // Москва: Издательство АСВ, 2022. С. 339-354.
3. Чебаевский В. Ф., Вишневский К. П., Накладов Н. Н. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок. // Москва: Колос, 2000. С. 89-130.
4. СКИОВО бассейнов рек Республики Крым. Книга 1 «Общая характеристика речных бассейнов, расположенных на территории Республики Крым», 2017.
5. ГОСТ 34563-2019. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Правила технологического проектирования.
6. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент.
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году»: сайт. [электронный ресурс]. – URL: <https://2019.ecology-gosdoklad.ru/report/17/96/102/>.

РЕШЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПЛОТИНЫ С ГРУНТОВЫМ ЭКРАНОМ И ПОНУРОМ НА ВОДОПРОНИЦАЕМОМ ОСНОВАНИИ

Батманов Я.А.

студент 4 курса 8 группа, ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Бестужева А.С.

кандидат технических наук, доцент кафедры ГиГС НИУ МГСУ

В данном исследовании сравниваются два решения для конструкции противofильтративного экрана на водопроницаемом основании: первое - графоаналитическое решение, выполненное посредством построения гидродинамической сетки (ГДС) области фильтрации вручную, и второе - гидромеханическое решение, приведенное в справочнике [1] для соответствующей расчетной схемы.

В задаче рассматривается плотина на водопроницаемом основании, коэффициент фильтрации которого равен коэффициенту фильтрации упорной призмы плотины, в качестве противofильтративного элемента используется экран с протяженным понуром 2,5Н. Расчетная схема представлена на рис. 1. Полный фальтративный расход можно представить как сумму расходов через экран с понуром $q_э$ и расход через водопроницаемое основание $q_{ос}$.

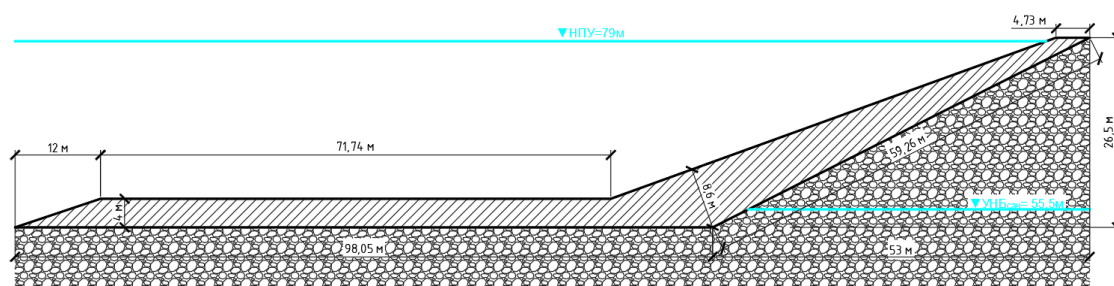


Рисунок 1. Расчетная схема противofильтративного элемента

При построении гидродинамической сетки были заданы следующие граничные условия: напорная грань экрана и понура соответствует давлению 1Н, на низовой грани экрана от отметки НПУ до отметки УНБ происходит линейное падение напора от 1Н до 0 (CD), на УНБ до отметки дна давление равно 0 (BC). Граничные условия на подошве понура задаются исходя из предположения о линейном падении напора от точки входа фальтративного потока в фальтратирующее основание (т. А) до точки выхода (т.В). Движение фальтративного потока под понуром можно представить в виде модели «Ламинарное движение потока в трубе», при котором

сопротивлениями можно рассматривать сумм гидравлических сопротивлений в виде сопротивления на входе $\zeta_{вх}$ и по длине ζ_w . Гидродинамическая сетка представлена на рис. 2:

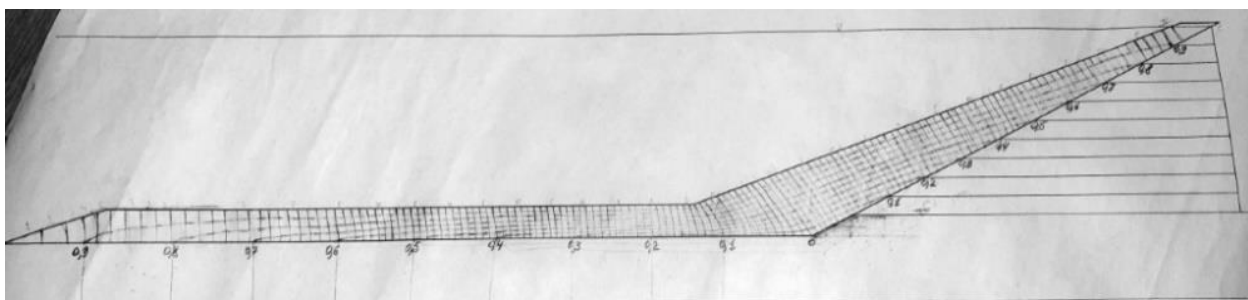


Рисунок 2. Гидродинамическая сетка

Согласно ГДС величина фильтрационного расхода делится между областью призмы плотины и областью основания следующим образом:

- Количество лент тока, поступающих в призму плотины $n_1 = 59$;
- Количество лент тока, поступающих в основание $n_2 = 89$;

По количеству лент тока можно получить величину фильтрационного расхода:

$$q_{\phi} = \sum_{i=1}^N q_i = \sum_{i=1}^N k_3 \cdot J_i \cdot \Delta S_i = k_3 \cdot \sum_{i=1}^N \frac{\Delta H}{\Delta L_i} \cdot \Delta S_i = n \cdot k_{\phi} \cdot \Delta H$$

Где n – количество лент тока; k_3 – коэффициент фильтрации; ΔH – падение напора между эквипотенциалами ГДС.

Таким образом расход через экран с понуром составляет:

- Через экран $q_{э} = 59 \cdot k_3 \cdot 0,1 \cdot H = 138,65 \cdot k_3$;
- Через понур $q_{п} = 89 \cdot k_3 \cdot 0,1 \cdot H = 209,15 \cdot k_3$;
- Полный расход $q_э = q_{э} + q_{п} = 347,8 \cdot k_3$

Расход через водопроницаемое основание по методу коэффициентов сопротивления можно записать в виде:

$$q_{oc} = k_{oc} \cdot \frac{H}{\zeta_w + 2 \cdot \zeta_{вх} + \zeta_{уст}} = k_{oc} \cdot \frac{23,5}{12,21} = 1,92 \cdot k_{oc}$$

Потери по длине можно выразить через глубину условной трубы как:

$$\zeta_w = \frac{L_{п}}{T} = \frac{98}{9} = 10,89$$

$$\zeta_{вх} = \zeta_{вых} = 0,44$$

$$\zeta_{уст} = \frac{\delta_{п}}{T} = \frac{4}{9} = 0,44$$

Суммарный расход через экран с понуром и водопроницаемом основании по методу ГДС составил:

$$q = 2,05 \cdot k_{oc} + 347,8 \cdot k_3$$

При соотношении $\frac{k_{oc}}{k_3} = 1000$, $q = (1920 + 347,8) \cdot k_3 \approx 2300 \cdot k_3$.

Аналитический же расчет производился по расчетным формулам и схеме, предложенной в справочнике проектировщика под редакцией В.П. Нидриги:

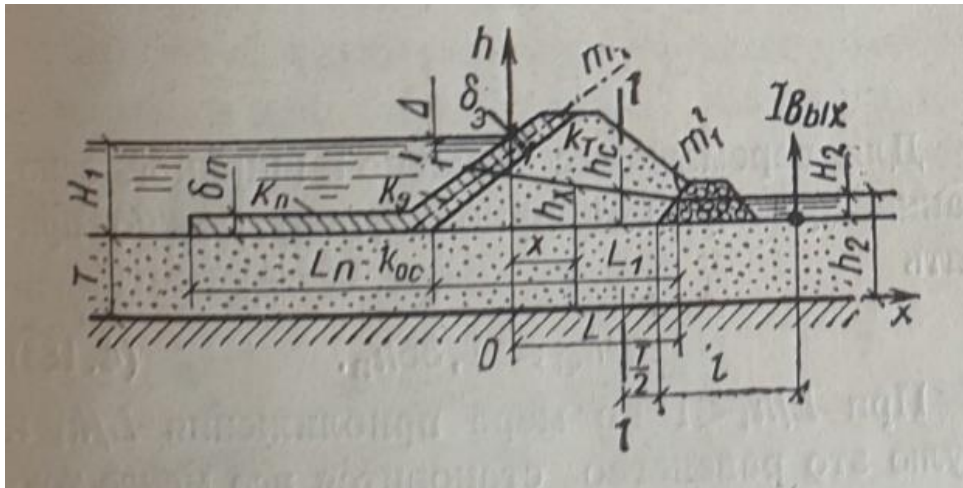


Рисунок 3. Расчётная схема для аналитического расчета

$$q = \frac{k_{oc} \cdot \Delta}{\Phi} + \frac{k_3 \cdot (1 + m_1^2) \cdot \Delta \cdot (2H_1 - \Delta)}{2 \cdot \delta_3}$$

где $\Phi = \frac{th(\alpha \cdot L_n)}{\alpha \cdot (T - \delta_n)}$; $\alpha = \sqrt{\frac{k_n}{k_T \cdot \delta_n \cdot (T - \delta_n)}}$; $\Delta = \frac{B - \sqrt{B^2 - AC}}{A}$.

В формуле выше:

$$A = \frac{1}{L_1 + \Delta L_n} + \frac{k_3 \cdot (1 + m_1^2)}{k_{oc} \cdot \delta_3}$$

$$B = \frac{H_1 + T}{L_1 + \Delta L_n} + \frac{1}{\Phi} + \frac{k_3 \cdot H_1 \cdot (1 + m_1^2)}{k_{oc} \cdot \delta_3}$$

$$C = \frac{(H_1 + T)^2 - h_2^2}{L_1 + \Delta L_n}$$

$$\Delta L_n = 0,4 \cdot h_2 + 0,4 \cdot \left(h_2 - \frac{q}{k_{oc} \cdot m_1} \right)$$

В этом случае задачу следует решать методом последовательных приближений, полагая в первом приближении $\Delta L_n = 0,4 \cdot h_2$.

Далее для сравнения результатов мы решили выполнить расчеты при разных соотношениях

$$\frac{k_{oc}}{k_3}$$

Таблица. 1 Результаты расчета.

| $k_{oc}/k_э$ | Аналитический метод, м ² /с | Графоаналитический метод, м ² /с |
|--------------|--|---|
| 10000 | 0,117 | 0,227 |
| 4000 | 0,123 | 0,233 |
| 2500 | 0,129 | 0,239 |
| 1000 | 0,151 | 0,263 |
| 200 | 0,272 | 0,424 |

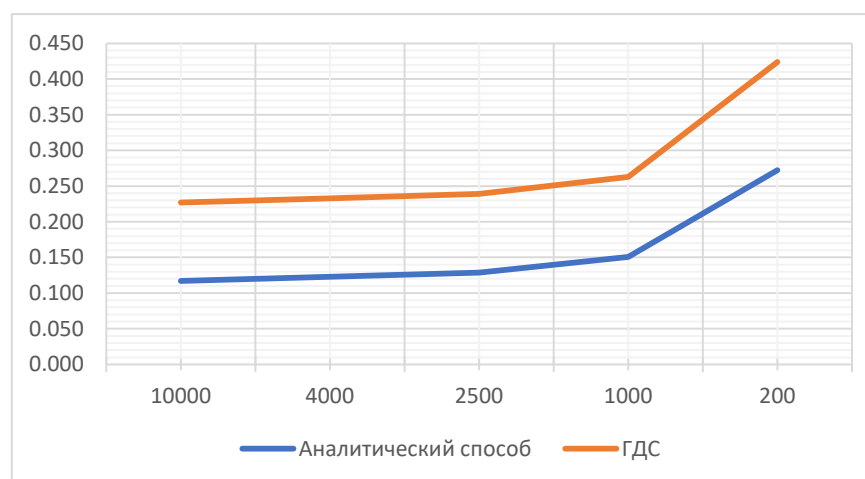


Рисунок 4. Сравнение решений до начала отклонения включительно

Как видно из графиков при $\frac{k_{oc}}{k_э} < 1000$ начинается отклонение в значениях. Отсюда можно сделать вывод о том, что при таком отношении коэффициентов фильтрации имеют место потери напора в теле плотины, которые не учитываются в графоаналитическом методе.

Также необходимо более детально изучить данную проблему, применяя другие методы расчета и сравнивая их с приведенными в нашей работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.П. Недрига «Гидротехнические сооружения».

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕРЕНДЕЕВСКИХ БОЛОТ В ПОЙМЕ РЕКИ ТРУБЕЖ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ПЕРЕСЛАВЛЬ-ЗАЛЕССКИЙ

Часова В.Ю.

студентка 2 курса 4 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Бажина Е.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

В статье рассматриваются исследования Берендеевских болот в пойме реки Трубеж на территории г. Переславль-Залесский. Болотные экосистемы являются важными компонентами ландшафтов разных природных зон Европейской части России, местами обитания редких видов растений, грибов и животных. Торфяные отложения болот являются своеобразными природными «архивами», позволяющими изучать и реконструировать состояние ландшафтов прошлого. Огромна, уникальна геологическая роль болот в прошлом и настоящем нашей планеты в развитии ее атмосферы, гидросферы, литосферы, самых разных ландшафтов. Болото называют «сердцем» биосферы.

Комплексное исследование болотных экосистем позволяют не только восполнить имеющиеся «пробелы», но и на современном уровне оценить состояние, роль и значение болот.

Ключевые слова: болотные экосистемы, антропогенное влияние, карбонаты

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для составления подробной характеристики Берендеевских болот необходимо провести комплекс исследований. Прежде всего, необходимо узнать, как образовалась данная экосистема. Берендеевские болота образовались около 10 тысяч лет тому назад, а может быть, и раньше. На месте болота в Берендеево было озеро, которое занимало площадь более 5,5 тыс. га. Берендеево болото низинного происхождения, хотя в нём есть торфяники верховые и переходные. В древности Берендеевское озеро соединялось с Плещеевым озером рекою Трубеж. Со временем Берендеевское болото превратилось в торфяной массив. Свидетельством тому служат крутые склоны, расположенные вокруг массива, то есть болото расположено как бы в чаше. [1]

Берендеево болото - болото близ посёлка Берендеево Ярославской области. Является одним из неофициальных исторических и природных памятников центра России. Берендеево болото, находясь на сравнительно возвышенном плато, даёт начало рекам и речкам. По южному склону из

неё вытекают такие реки, как Киржач и Серая, по северо-восточному - Сотьма, Шаха и Рокша, по северному - Трубеж. Впадает в болото река Ивановка.

Также необходимо изучить растительный и животный мир. Данное исследование осуществляется методом наблюдения. Конечно же, всех представителей живых организмов не удастся зафиксировать самостоятельно, поэтому мы анализируем исследование Национального парка «Плещеево озера», который осуществил свой проект по восстановлению стока реки Трубеж.

Для исследования экологического состояния и антропогенного воздействия проводят простейший физико-химический анализ воды с помощью лабораторных опытов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Растительный мир болота богат и разнообразен. В таблице 1 подробно представлены растения Берендеевских болот в пойме реки Трубеж города Переславль-Залесский.

Таблица 1. Растения Берендеевских болот в пойме реки Трубеж города Переславль-Залесский

| Отдел растений | Представители отдела | Как часто встречаются |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| Мохообразные | Сфагнум | Часто |
| | Листостебельные мхи | Изредка |
| | Кукушкин лён | Изредка |
| Папоротникообразные | Хвощ болотный | Редко |
| Осоковые | Осока острая | Часто |
| | Осока пальчатая (кочки) | Часто |
| Голосеменные | Ель обыкновенная | Изредка |
| | Лиственница | Изредка |
| Покрытосеменные | Камыш лесной | Часто |
| | Рогоз широколиственный | Часто |
| | Манжетка обыкновенная | Редко |
| | Лютик обыкновенный | Редко |
| | Клюква обыкновенная | Изредко |

При изучении болота, были проведены простейшие исследования животного мира. В болотной воде и на болотных растениях обнаружены различные представители типов Простейшие, Кишечнополостные, Моллюски, Кольчатые черви, Членистоногие, Хордовые.

Таблица 2. Животные Берендеевских болот в пойме реки Трубеж города Переславль-Залесский

| Тип | Класс | Представители | Особенности |
|-----------------|--------|----------------------|----------------------|
| Кольчатые черви | Пиявки | Пиявки червеобразные | Небольшое количество |
| | | Подёнки | Личинки разных |

| | | | |
|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|
| Членистоногие | Насекомые | | возрастов |
| | | Комары | Взрослые насекомые и их личинки |
| | | Водомерки | Среднее количество |
| Хордовые | Земноводные | Лягушки, жабы | Взрослые животные, головастики |

Во время изучения низинного болота, определили температуру воды, провели простейший анализ воды, данные приведены в таблице 3.

Таблица 3. Гидрохимический анализ проб воды из Берендеевских болот

| Критерии | Показатель |
|--|------------------------|
| 1. Осадок | Присутствует |
| 2. Мутность | Средняя |
| 3. Запах | Сильный |
| 4. Степень загрязнения | Нет |
| 5. pH | = 6, среда нейтральная |
| 6. + HCl | Реакции нет |
| 7. + Ba(NO ₃) ₂ | Реакции нет |

При помощи водного термометра, измерили температуру воды на глубине 10 см и на поверхности. Показатели составили 7⁰ С и 9⁰ С соответственно (28 сентября, 3 часа), температура воздуха составила 11⁰С.

Анализ показал, что в болотной воде нет сульфатов и карбонатов. Отсутствуют соли железа. Вода мягкая, слабокислая. Общая минерализация менее 5 г\л.

По результатам исследования можно сделать выводы, что слабокислая среда болотной воды связана с тем, что болотная почва практически не сформировалась. Наличие торфа повлияло бы на повышение кислотности почвы и соответственно воды. Так как сульфаты не были обнаружены, антропогенное влияние на данную территорию не значительно: использованная человеком вода, содержащая различные химические соединения, стекает с водораздела в пойму и попадает в болотную воду. Отсутствие карбонатов обусловлено тем, что почвы данной территории сформировались на бескарбонатных материнских породах.

Территория болота находится в слабоизмененном состоянии и антропогенное влияние невелико. Скорее, болото оказывает значительное влияние на жизнь людей в посёлке. Из-за избыточной влажности дома «держатся на волоске». При постройке кладбища приходилось делать огромные насыпи. Травяные и моховые ярусы не изменены. На отдельных участках наблюдается бытовой мусор – в основном в местах, используемых для отдыха. От избыточной влажности повалены деревья. В полунепроходимом болоте антропогенное влияние мало.

Авторы решили сравнить собственные результаты исследования с результатами национального парка «Плещеево озеро».

Первое исследование состояния Берендеевских болот Национальный Парк проводил в 1993 году. Работа называется «Отчёт о проведенных исследованиях болотного массива Берендеево Переславского района Ярославской области» [1]. Авторы работы – преподаватели ЯГПУ им. Ушинского. Она выполнена вручную, на печатной машинке. Экземпляр в городе всего один.

Глава 1 начинается с описания общих сведений о болоте. В этой главе описано происхождение торфа, его расположение и история возникновения. В течение года национальный парк проводил замеры температуры воздуха (Средняя температура +3.1).

Во второй главе описывается флора и фауна болот. Здесь представлены типичные виды животных и растений. [1]

На этом работа заканчивается. Но Национальный Парк в 2004 году продолжил изучать Берендеевские болота. Национальный Парк представил результаты работ по теме: «Геологическое обоснование реконструкции дренажной сети для восстановления естественного стока Берендеевского болота в Переславском муниципальном округе» [2]. Цели и задачи проекта сформулированы в техническом задании, утвержденным в октябре 2001 года Департаментом АПК, охраны окружающей среды и природопользовании Ярославской области.

На выполнение данных работ заключён договор №362 от 30.01.2001 г. [2]

Прежде, чем воплотить проект в жизнь, Национальный Парк проводил физико-химические исследования воды Берендеевских болот. Результаты исследований приведены в таблице 4.

Таблица 4. Гидрохимический анализ проб воды из Берендеевских болот в 2004 году

| Наименование показателей | 1,5 км выше истока р. Трубеж | | Исток р. Трубеж | | ПДК, мг/дм ³ |
|--|------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| | X ср | Погрешность определения | X ср | Погрешность определения | |
| РН | 7,25 | 0,04 | 7,10 | 0,04 | - |
| Взвешенные вещества, мг/дм ³ | 21,0 | 2,0 | 7,0 | 1,0 | 9,75 |
| Окисляемость, перманганатная, мг/дм ³ | 22,4 | 50% | 21,6 | 50% | - |
| Ионы аммония, мг/дм ³ | 109,0 | 0,46 | 58,0 | 0,24 | 2,0 по N |
| Нитриты, мг/дм ³ | <0,02 | - | 0,028 | 0,007 | 3,3 |
| Нитраты, мг/дм ³ | 22,45 | 0,81 | 1,99 | 0,34 | 45,0 |
| Фосфаты, мг/дм ³ | <0,05 | - | 0,161 | 15% | 0,15 |
| Сульфаты, мг/дм ³ | 47,5 | 13,5% | 25,0 | 13,5% | 500,0 |
| Хлориды, мг/дм ³ | <10,0 | - | <10,0 | - | 350,0 |
| Железо, мг/дм ³ | 0,35 | 11,0 | 0,69 | 0,21 | 0,3 |

Сравнивая результаты проб воды свои и Национального Парка, можно сказать, что присутствуют различия в показателях. Некоторые показатели не сильно различаются, такие как pH (разница составляет всего 1,25) и осадок (присутствует). В некоторых показателях различия значительны, в таких как нитраты (в нашем опыте они не были обнаружены, а в работе показатель составляет 22,45 мг/дм³) и хлориды (в нашем опыте они не были обнаружены, а в работе показатель составляет <10,0 мг/дм³).

Сравнив собственные результаты и результаты Национального Парка, можно предположить, что различия не особо велики. Национальным Парком проделана наиболее полная работа. Берендеевские болота богаты растительным и животным миром. Деятельность человека не губит Берендеевские болота. Национальный Парк осуществил свой проект по восстановлению стока реки Трубеж.

Национальный парк «Плещеево озеро» проводил полное исследование на территории Берендеевских болот, а авторы проводили исследования в западной части болота села Берендеево, поэтому не возможно в полной мере провести сравнение своей работы и работы Национального Парка «Плещеево озеро».

ВЫВОДЫ

Были проведены простейшие исследования Берендеевских болот в пойме реки Трубеж на территории города Переславль-Залесский. Изучен состав воды, а также различные представители растительного и животного мира на территории Берендеевских болот. Собственные результаты авторы смогли сравнить с результатами Национального парка «Плещеево Озеро». Различия в измерениях не значительны.

Перед тем, как начать изучать Берендеевские болота, авторы предполагали, что в воде смогут обнаружить карбонаты, что подтвердит гипотезу о том, что жизнь этих болот под угрозой. Деятельность человека отрицательно влияет на состояние природы. Но гипотеза не была подтверждена. В ходе проведения химического анализа воды авторы не обнаружили карбонатов, поэтому можно сказать, что пока жизнь Берендеевских болот в безопасности.

Однако на данной территории существует такая экологическая проблема, как загрязнение природного объекта человеком. Надеюсь, что жители села Берендеево начнут ценить такое богатство, как болото, и смогут его очистить.

Перспективами развития данной работы является продолжение исследования, проведение опытов каждые три месяца, что позволит следить за состоянием Берендеевских болот и в нужный момент времени можно было бы спасти данную экосистему. Мною была составлена характеристика Берендеевских болот, которая включает в себя животный и растительный мир,

физико-химические исследования воды и экологическое состояние болот, влияние антропогенного фактора на болотные экосистемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горохова В.В., Медведева Г.Д., Белоусов Ю.А., Колпаков Т.П. «Отчёт о проведенных исследованиях болотного массива Берендеево Переславского района Ярославской области», Ярославль 1993
2. Гончаров В.И., Климов С.М. «Геологическое обоснование реконструкции дренажной сети для восстановления естественного стока Берендеевского болота в Переславском муниципальном округе», Переславль-Залесский 2002
3. Горбатовский В.В., Воробьева Л.В. Путеводитель Национальный парк «Плещеево Озеро», Москва 2013
4. .Горошников В.В. «Озеро, пруды, болота Ярославской области»
5. Фиошина А.П. «Легенды, предания, сказы в краю берендеев»
6. Берендеево болото INTERNET:<https://ru.wikipedia.org/wiki>
7. Болота Переславского района: проблемы охраны и мониторинга INTERNET:
<http://pki.botik.ru/articles/np-bolota1992.pdf>
8. Берендеево болото. Переславль-Залесский INTERNET:
<https://chemodanus.ru/places/berendeevo-boloto/>
9. Что такое болото и чем оно полезно? INTERNET:
<http://www.vseznaika.org/priroda/chto-takoe-boloto-i-chem-ono-polezno/>

ВРЕМЕННАЯ ПЛОТИНА ФЁДОРОВСКОГО ГИДРОУЗЛА

Зузов А.А.

Студент 4 курса 1 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Саинов М.П.

доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО НИУ МЭИ

Аннотация

22 апреля 2022 г. на Фёдоровском гидроузле на реке Кубань произошла авария, в результате которой были разрушены водосбросная плотина и рыбоподъёмник. Для поддержания уровня, необходимого для работы мелиоративных систем, потребовалось возвести временную переливную плотину.

Ключевые слова: грунтовая плотина, переливная плотина, авария

ВВЕДЕНИЕ

Фёдоровский гидроузел был построен в 1961-1966 гг. на реке Кубань. Основное назначение гидроузла – создание подпорных уровней, необходимых для водозабора оросительных систем порядка 50 тыс. га рисовых полей. Кроме того, он служил в качестве транспортного перехода через Кубань. Гидроузел находится в собственности министерства сельского хозяйства Российской Федерации (за исключением судоходного шлюза). В 2022 году на гидроузле произошла масштабная авария, заключающаяся в прорыве напорного фронта [1].

Фёдоровский гидроузел – низконапорный. НПУ водохранилища составляет 13,40 м, а его глубина непосредственно перед плотиной составляет 7,1 м [2].

Фёдоровский гидроузел был запроектирован в составе следующих основных сооружений: земляная плотина, бетонная водосбросная плотина, рыбоход и судоходный шлюз. В 1982 г. один из пролётов плотины был переоборудован для устройства рыбоподъёмника.

Земляная плотина длиной около 300 м перекрывает старое русло реки Кубань, остальные сооружения построены на левобережной пойме.

Бетонная водосбросная плотина была рассчитана на сброс расхода 1500 м³/с. В её составе 6 пролётов по 12 м (рис. 1). Она представляет собой водосброс с широким порогом, напор на пороге при НПУ – 6,9 м. Для крепления русла за водосбросной плотиной запроектирована водобойная плита длиной 40,5 м, по проекту она расположена ниже порога на 2,1 м. Концевое крепление выполнено в виде ковша, частично заполненного камнем. Дно ковша на 6,9 м заглублено на 6,9 м

относительно дна. Подземный контур плотины был выполнен бесшпунтовым, был выполнен противодиффузионный понур из глинистого грунта длиной 21 м [2].

Судоходный шлюз имеет камеру размерами в плане 100×15 м. Рыбоподъёмник имеет камеру размерами 70×10 м.

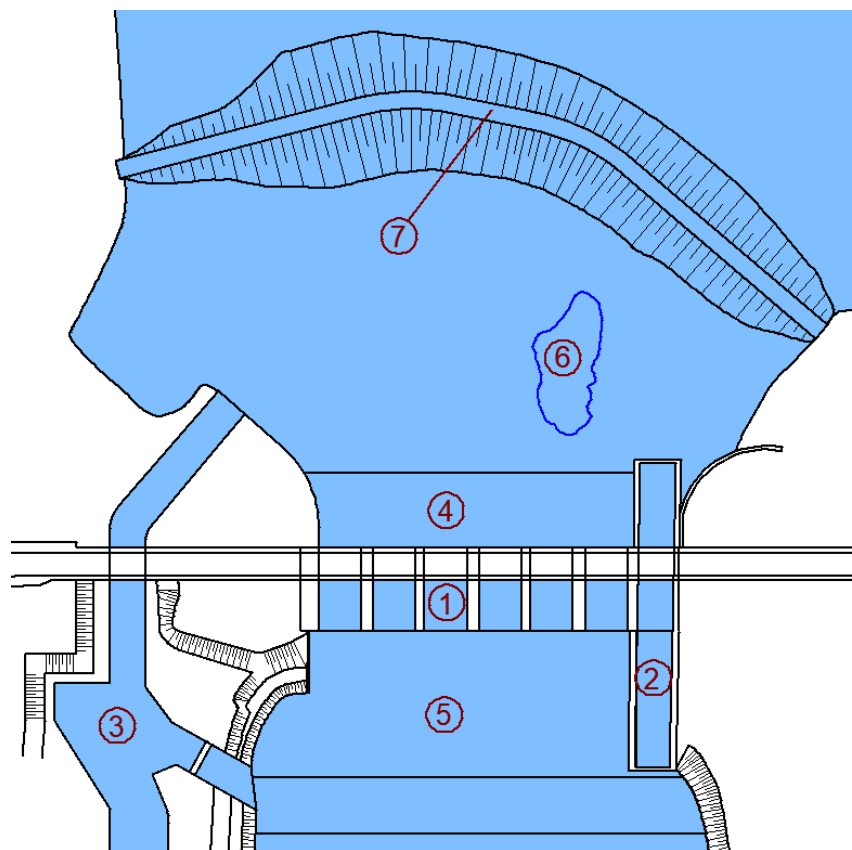


Рисунок 1. Схема расположения временной грунтовой плотины на плане основных сооружений гидроузла

1 – бетонная водосбросная плотина, 2 – рыбоподъёмник, 3 – рыбоход, 4 – понур, 5 – водобой, 6 – зона углубления дна, 7 – временная грунтовая плотина

Сооружения Фёдоровского гидроузла исправно прослужили 50 лет, после чего была намечена реконструкция бетонной водосбросной плотины. В 2021 г. была разработана проектно-сметная документация на реконструкцию несущих строительных конструкций бетонной водосбросной плотины Фёдоровского подпорного гидроузла [3]. Она получила положительное заключение государственной экспертизы. Проект предусматривал восстановление верхнего строения плотины, восстановление крепления русла в верхнем бьефе плотины, устройство шпунтовой стенки в основании.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для составления проекта реконструкции была выполнена батиграфическая съёмка русла и инженерно-геологические изыскания.

Было установлено, что основание водосбросной плотины имеют сложное геологическое строение. Основной объём занимают пылеватые пески, но имеются также слои суглинков, а также суффозионноопасных песков средней крупности. Непосредственно под плотиной основанием служили валунные грунты с песчаным заполнителем.

При батиграфической съёмке было установлено, что за период эксплуатации произошло некоторое переформирование русла перед и за водосбросной плотиной:

1) Яма размыва за водобоем на участке центральных пролётов водосбросной плотины оказалась несколько глубже проектной. Водобой также оказался ниже проектного высотного положения.

2) Перед водосбросной плотиной образовалось углубление дна. В самом глубоком месте дно ямы расположено ниже подошвы самой бетонной плотины.

В 2021 г. были начаты строительно-монтажные работы. Они проводились в меженьный период и предусматривали ограждение участка строительства перемычками и его осушение. До наступления весеннего половодья работы не были завершены [3].

В процессе постановки сооружений Фёдоровского гидроузла под напор произошла масштабная авария. 22 апреля 2022 г. вся водосбросная плотина была разрушена. Конструкции центральных пролётов плотины скрылись под водой. Первое время сохранял свою целостность левый пролёт (рис. 2), но впоследствии основание под ними было подмыто, пролёт скрылся под водой, а рыбоподъёмник накренился в сторону русла [4].

Причины аварии достоверно не установлены, однако очевидно, что разрушение было спровоцировано размывами русла в верхнем бьефе и происходило в виде размыва грунтов основания течением водного потока и фильтрационным потоком.

Несмотря на масштабную аварию, было необходимо, чтобы гидроузел продолжил выполнять свою функцию. Для обеспечения водой рисовых полей в вегетационный период требовалось поддерживать необходимый подпорный уровень верхнего бьефа гидроузла, чтобы обеспечить необходимую пропускную способность оросительных каналов. Потребовалось срочное возведение в составе гидроузла временных водоподпорных сооружений.

Сложность заключается в том, что необходимо не только поддерживать уровень верхнего бьефа, но и обеспечить пропуск расходов реки Кубань. Среднемесячные расходы реки Кубань в летний период составляют 500-1000 м³/с. Некоторая часть из этих расходов забирается на орошение ещё в верхнем бьефе, но бóльшая их часть должна быть пропущена по реке.

Одним из вариантов решения этой проблемы являлось перекрытие русла реки временной грунтовой плотины с созданием временного водосброса поверх неё. Однако варианты, предусматривающие создание капитального временного водосбросного сооружения, не могли

быть реализованы по причине сжатых сроков строительства – в начале мая начинается вегетационный период сельхозкультур.



Рисунок 2. Состояние сооружений Фёдоровского гидроузла в один из моментов развития аварии [5]

Не могли быть реализованы и варианты с использованием для пропуска воды сохранившихся сооружений гидроузла – судоходного шлюза и рыбохода по причине недостаточной пропускной способности.

Поэтому единственным возможным вариантом являлось создание временной переливной грунтовой плотины. Она возводилась из крупнообломочных грунтов с ближайших карьеров.

Временная плотина была создана с криволинейным очертанием в плане длиной около 200 м (рис.1,3). Она отделяет от верхнего бьефа бетонную водосбросную плотину, рыбоподъёмник и рыбоход [4].

Возведение временной плотины пионерным способом было начато в конце апреля. К 11 мая 2022 г. река Кубань была полностью перекрыта временной плотиной, при этом вода просачивалась через каменную наброску.

Однако на следующий день произошел местный размыв участка временной плотины шириной 50-60 м. Образовался проран [3].

Однако временная плотина выполнила свою основную задачу по обеспечению подъёма уровня воды в верхнем бьефе гидроузла. При этом она обеспечила пропуск необходимого количества воды без разрушения.



Рисунок 3. Вид водосливного прорана во временной плотине [6]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правительство Российской Федерации : официальный сайт. – Москва – обновляется в течении суток. – URL: <https://23.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/dopolnitelnye-stranicy/god-kultury-bezopasnosti/novosti-i-rezultaty-raboty/4728066> (дата обращения:22.04.2022). – Текст : электронный.
2. ФГБУ Управление «Кубаньмелиоводхоз» : [сайт]. – Краснодар 2006 –. – URL: <https://www.kmvh.ru/fedorovskiy2.html> (дата обращения:13.05.2022). – Текст : электронный.
3. Коммерсантъ : [сайт] / учредитель АО «Коммерсантъ». – Москва, 1997 – обновляется в течении суток. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5347832> (дата обращения:11.05.2022). – Текст : электронный.
4. 93 Краснодар онлайн : [сайт] / учредитель ООО «УК ЭК-93». – Краснодар, 2020 – обновляется в течении суток. – URL: <https://kuban24.tv/item/v-krasnodarskom-krae-razmylo-vremennuyu-dambu-na-fedorovskom-gidrouzle> (дата обращения:23.04.2022). – Текст : электронный.
5. Кубанские новости : [сайт] / учредитель ООО «Газетно-информационный комплекс «Кубанские новости». – Краснодар, 2013 – обновляется в течении суток. – URL: <https://kubnews.ru/obshchestvo/2022/04/22/fedorovskiy-gidrouzel-cto-seychas-proiskhodit-na-meste-proisshestviya/?back=https%3A%2F%2Fww->

w.google.com%2Fsearch%3Fclient%3Dsafari%26as_qdr%3Dall%26as_occt%3Dany%26safe%3Dactive%26as_q%3DFедоровский+гидроузел%26channel%3Daplab%26source%3Da-app1%26hl%3Dru (дата обращения 22.04.2022). – Изображение : электронный.

б. Юга.Ру : [сайт] / учредитель ООО «Юга.Ру». – Краснодар, 2009 – обновляется в течении суток. – URL: <https://www.yuga.ru/articles/society/9685.html> (дата обращения: 16.05.2022). – Текст. Изображение : электронный.

БОРЬБА С НАВОДНЕНИЯМИ НА Р.ХУАНХЭ

Хань Е.

студент 1 курса 16 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Глотко А.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры ГиГС НИУ МГСУ

Аннотация

В докладе рассмотрены методы борьбы с наводнениями на реке Хуанхэ, которые были несколько тысячелетий назад. В состав стратегий входило три части: дноуглубительные работы, дамбы обвалования и регулирование реки. Ловушки наносов, построенные Ван Цзином, позволили снять проблему наводнений почти на 800 лет. В настоящее время метода борьбы с наводнениями значительно выросла и продолжает развиваться. С течением времени система оповещения о наводнениях также постоянно развивалась. Современное развитие Китая позволяет надеяться, что проблема р.Хуанхэ будет решена.

Ключевые слова: Китай, Хуанхэ, регулирование реки, дамбы обвалования, дноуглубительные работы.

ВВЕДЕНИЕ

Река Хуанхэ – величайшая река Китая, место возникновения китайского этноса и культуры. На ее берегах творилась история Китая с древних времен и до настоящего времени. Ее называют «мать-река», но также у нее есть имя «беспокойство Китая». Последнее, прежде всего связано, с наводнениями на реке, с которыми народ Китая борется уже несколько тысячелетий. За более чем 2500 лет крупные наводнения происходили более 1500 раз, а значительные изменения русла были 26 раз.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С древних времен китайский народ, проживающий на берегу реки Хуанхэ страдал от наводнений и интенсивных русловых процессов. Это связано с тем, что сток воды формируется тайфунами в верховьях и при выходе в широкую долину быстро ее затопляет. В свою очередь в средней части Хуанхэ интенсивно в русло поступают наносы, которые являются причиной интенсивных плановых деформаций русла.

Река Хуанхэ берет начало в горах Баян Хар в провинции Цинхай, пересекает три морфометрических участка (верхний, средний и нижний), протекает через девять провинций (автономных районов), включая Цинхай, Сычуань, Ганьсу, Нинся, Внутреннюю Монголию, Шэньси, Шаньси, Хэнань и Шаньдун, и заканчивается в городе Дуньбин, провинция Шаньдун, уезд Кенли впадает в залив Бохай. Основная река имеет общую длину 5 464 км и площадь водосбора около 752 443 квадратных километров, это пятая по длине река в мире, уступая только реке Янцзы в Китае, и вторая по длине река в Китае.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основные признаки реки:

1. Мало воды и много песка.

Среднегодовой естественный сток реки Хуанхэ составляет 58 млрд куб. м. Эрозия почвы в верхнем и среднем течении реки Хуанхэ очень большая и является причиной сильного заиления в нижнем течении реки Хуанхэ. Среднегодовой подъем русла реки составляет около 10 сантиметров. По данным гидропоста Саньмэнься средний годовой сток наносов около 1,6 млрд тонн и мутность потока 35 кг/м^3 .

2. Вода и наносы распределены во времени и пространстве неравномерно.

60% воды реки Хуанхэ поступает из-под Ланьчжоу и северного подножия гор Циньлин, а более 90% наносов в основном поступает из района между городом Хэкоу и Лунмэнь и верховьями реки Цзин, Бейлуо. Река и река Вэй. 60% годового объема воды и 80% объема наносов приходится на сезон паводков, а сезон паводков в основном происходит из-за нескольких проливных дождей и наводнений. Эта концентрация распределения воды и песка с меньшим количеством воды и большим количеством песка усложнила разработку и использование водных ресурсов Хуанхэ и борьбу с наводнениями в нижнем течении.

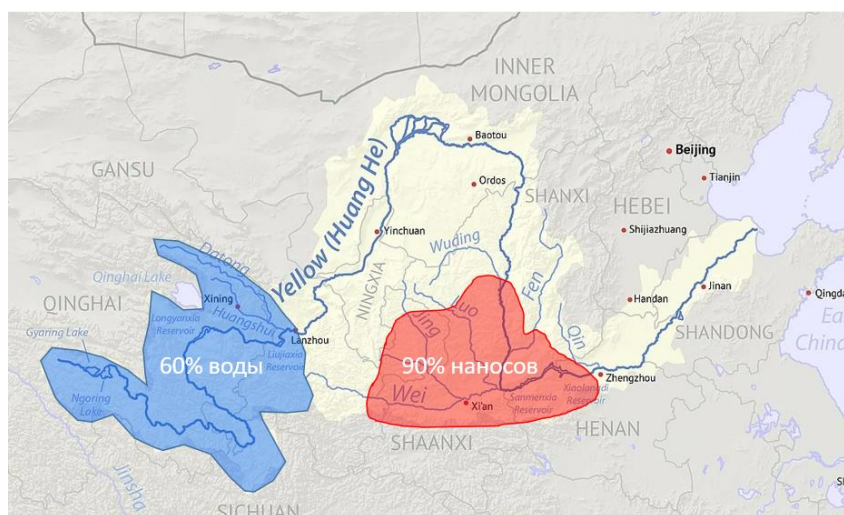


Рисунок 1. Схема распределения воды и наносов реки Хуанхэ

3. Русло реки выше поймы.

Из-за многолетнего накопления наносов в русловой части реки Хуанхэ (нижний участок) в настоящее время превышение над поймой русла в среднем 5-6 метров.

4. Часто случаются наводнения.

Борьба в древнем Китае на первоначальном этапе производилась с помощью дамб обвалования и дноуглубления (расчистки русла от наносов). Но большой сток наносов в русле поднимал дно и крестьяне были вынуждены наращивать высоту дамб. Это привело через несколько столетий к тому, что при прорыве дамбы возникало продолжительное наводнение.

В 12-м году правления Юнпина династии Восточная Хань (69 г. н.э.) река прорвалась в районе Хэнань, вызвав река текла на юг и принесла огромные бедствия жителям проживающим в этом регионе. Император Хань Мин немедленно отправил Ван Цзина и Ван Ву в район Хэнань для решения проблемы.

После прибытия в Хэнань, посланники императора провели подробное обследование места прорывов и установив причины предложили проект мероприятий. В составе этого проекта был комплекс работ, в составе которых были дноуглубления и устройство для перехватывания и аккумуляции наносов (Рис. 2). Для этого вдоль русла на некотором расстоянии от дамб обвалования предлагался второй ряд дамб. В междамбовое пространство вода с наносами попадала в период паводка, наносы откладывались и обратно в русло на спаде вода уходила без них. Это, как раз, решало проблему поднятия русла, а второй ряд дамб укреплялся отложением наносом и усиливал защиту территорий от прорыва водой. Проект был финансово и физически тяжелым, но его реализация позволила прожить 800 лет без крупных наводнений из-за прорыва дамб.

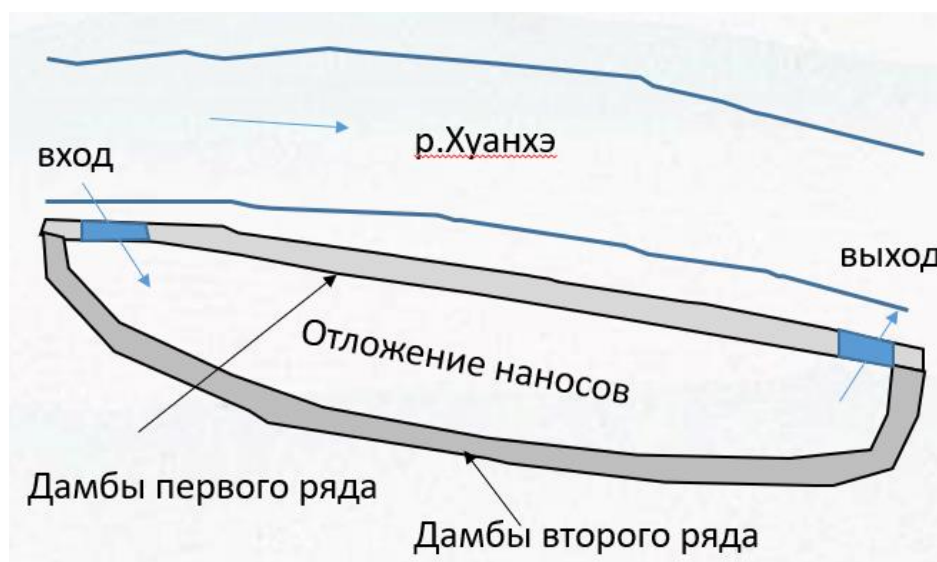


Рисунок 2. Проект перехватывания наносов Ван Цзина и Ван Ву

Управление рекой Хуанхэ в династии Юань (1271 г.—1368 г.) было сосредоточено на чиновнике по имени Цзя Лу. В этот период произошел прорыв защитной дамбы Баймао в провинции Шаньдун и поток воды начал безостановочно изливаться на пойму (в виду того, что основное русло было поднято наносами на несколько метров) перекрыв основную трассу доставки хлеба в регионы. Возникла угроза голода нескольких регионов.

После прибытия на место аварии Цзя Лу немедленно начал производить мероприятия по ликвидации прорыва. По его указанию производились дноуглубления русла с одновременной отсыпкой струенаправляющих дамб для отклонения потока.

Для закрытия прорыва, он отправил к нему более 20 больших кораблей, заполненных камнями, расположив их в три ряда. По его указанию корабли были затоплены вместе с камнями в зоне прорыва. Таким образом было выполнено перекрытие потока воды.

В ответ на частые разливы Хуанхэ династии Мин и Цин (1368 г.—1912 г.), в дополнение к принятию предыдущих стратегий, был предложен план «промывки русла водным потоком».

Автором этого плана был Пань Цзисюнь из Министерства промышленности. Суть метода была в увеличении скоростей воды за счет сужения и спрямления русла. Но Пань Цзисюнь признавал, что одного этого метода недостаточно. Им также было предложено в дополнение к спрямлению строить еще ряд дамб на случай, если основная насыпь прорвется.

Основная мысль Пань Цзисюня состоит не в том, чтобы бороться с природой, а в компромиссе с ней создавая комплекс по регулированию Хуанхэ в виде сооружений, которыми управляют люди. При нем появились переливные дамбы.

Во времена династии Цин появился метод взрывания мест заторов, вызванных наносами. Более продуманно ставили вторые защитные дамбы, где не надо их не ставили..

Борьба с наводнениями развивала не только проектирование и строительные методы, но и методы исследования природных явлений

В 3 веке до нашей эры исследователь Луши Чунцю определил наводнение как «речную воду, выходящую за пределы русла реки и затопляющую обширные равнины и холмы после прилива». Его современники Мэн-Цзы и Чжуанцзы, указали, что «осенние паводки - это речные паводки, вызванные дождями, сосредоточенными в период с июля по август» (август и сентябрь по григорианскому календарю).

В эпоху династии Мин были обобщены характеристики паводка в сезон половодья: Было установлено, что уровень воды в р. Хуанхэ поднимается от 5 до 6 раз в год, и каждый раз длится три-четыре дня. В мае и июне (с июня по июль по григорианскому календарю) Хуанхэ начинает вступать в сезон половодья, и уровень воды повышается; в июле (август по григорианскому

календарю) увеличивается приток Хуанхэ; в августе (сентябрь по григорианскому календарю) уровень воды начинает падать.

В период Ванли династии Мин (1573-1620) отчеты о наводнениях на Хуанхэ официально оформлялись. Существовала служба наблюдения за ситуацией на реке и оповещения в случае опасности. От Тунгуаня до Суцяня каждые 30 миль были пункты наблюдения, с которых информация поступала в центральный пункт управления. В общей сложности в сутки служащие суммарно перемещались 500 миль. Это позволяло заблаговременно оповещать о наводнении.

Позже Пань Цзисюнь, эксперт по управлению водными ресурсами, предложил новый набор методов борьбы с наводнениями и оповещения: как только защита реки окажется в опасности, нужно уведомить жителей с помощью вывешивания флагов, подвесных фонарей и ударов в гонг, чтобы районы, расположенные ниже по течению, могли реагировать и защищать вовремя.

При династии Цин (1636 г.—1912 г.) система сообщений о наводнениях совершенствовалась день ото дня, и объем сообщений о наводнениях постепенно расширялся. Если во времена династии Мин система оповещений охватывала верхний участок, то во времена династии Цин он был расширен до среднего (до Ланьчжоу).

В первый год правления Цяньлуна (1736 г.) на притоках р.Хуанхэ - Циньхэ и Луохэ, начали устанавливать водные указатели, чтобы показывать колебания уровня воды и соответствующим образом сообщать императорскому двору. Во времена династии Цин на Хуанхэ также применялся метод «овечьего плота» из надутых мешков сделанных из овечьей шкуры.

В конце династии Цин передовые средства связи, такие как телеграфы и телефоны, заменили первоначальные методы передачи информации, такие как пехотная полиция, конная полиция, гонг и звуковой сигнал, что значительно улучшило своевременность и точность сообщений о наводнениях. В 15-м году правления Гуансюя (1889 г.) телеграммы использовались для передачи состояния воды. В 25-м году правления Гуансюя (1899 г.) в среднем и нижнем течении рек Янцзы и Хуанхэ стали устанавливать проводные телефоны.

ВЫВОДЫ

За несколько тысячелетий народ Китая получил большой практический опыт в области изучения реки Хуанхэ, а также способов борьбы с негативными процессами на ней. До сих пор проблема реки Хуанхэ до конца не решена, но технологическое и экономическое развитие современного Китая дает надежду, что решение будет найдено.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://zhidao.baidu.com/question/389970619.html>

2. http://www.360doc.com/content/22/0705/18/276037_1038717408.shtml
3. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzAxMTEwMTM2Mw==&mid=2649912269&idx=1&sn=9fc5caa2208e5f4f2fba4e17f5e83fe6&chksm=8340e611b4376f07b2bb74d049adb33ce3c75e342ee563a696062e5796ad2491e1bad0a7e45&scene=27
4. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1706080873815622214&wfr=spider&for=pc>
5. <http://smxmuseum.com/news/article/971>

**СЕКЦИЯ ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В
ЭНЕРГЕТИКЕ, ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ ТЕРРИТОРИИ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЪЕКТОВ ПО УТИЛИЗАЦИИ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ

Морозова Д. В.

студентка 4 курса 5 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Субботин А.С.

кандидат технических наук, доцент кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье рассматриваются современные виды и правила, которыми нужно руководствоваться при выборе места строительства будущего объекта по переработке ядерных отходов. Во внимание берутся воздействия со стороны окружающей среды, антропогенные воздействия и технико-экономические показатели, так же рассматриваются применение современных технологий компьютерного моделирования при проектировании подобных объектов.

Ключевые слова: территория, строительство, выбор, утилизация и современные технологии

ВВЕДЕНИЕ

Ядерная энергия в настоящее время получила широкое распространение в мире и продолжает развиваться. Как нам известно, электроэнергия – это не единственный продукт, полученный в ходе работы атомной электростанции. При производстве энергии потребляется только 5 % урана, а также генерируются побочные продукты. В связи с этим актуальным становится вопрос о строительстве новых объектов для переработки и хранения отработавшего ядерного топлива [2]. Уже сегодня цифровое проектирование позволяет эффективно планировать и контролировать строительные процессы на всех этапах, а современные технологии значительно облегчают работу по проектированию объектов утилизации радиоактивных отходов. На данный момент самым эффективным и точным способом планирования строительных процессов является цифровое проектирование, которое позволяет визуализировать будущий объект, его влияние на окружающую среду и возможные аварийные ситуации. При проектировании необходимо руководствоваться требованиями по выбору места строительства объектов утилизации ядерного топлива (ОЯТ), снижению стоимости строительства, повышению надежности эксплуатации.

Предприятия по переработке и хранению отработавшего ядерного топлива входят в класс повышенной опасности, а это значит, что при исследовании района предполагаемого

строительства должен быть определён ряд аспектов, влияющих на её выбор. В данной статье принимаются во внимание воздействия со стороны окружающей среды, антропогенные воздействия и технико-экономические условия [1]. Исследование проводится на примере уже существующего предприятия – Федерального государственного унитарного предприятия «Производственное объединение «Маяк» [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Воздействия со стороны окружающей среды:

Землетрясения

Для оценки сейсмической опасности в выбранном районе используются карты тектонических разломов предполагаемого района строительства. На рисунке 1 рассматривается территория, приближённая к заводу РТ-1, производственного объединения "Маяк". Оценка воздействия на окружающую среду также проводится с использованием компьютерного моделирования текстур разломов и геологической структуры рельефа, что дает более точную оценку сейсмической опасности этого района [4].

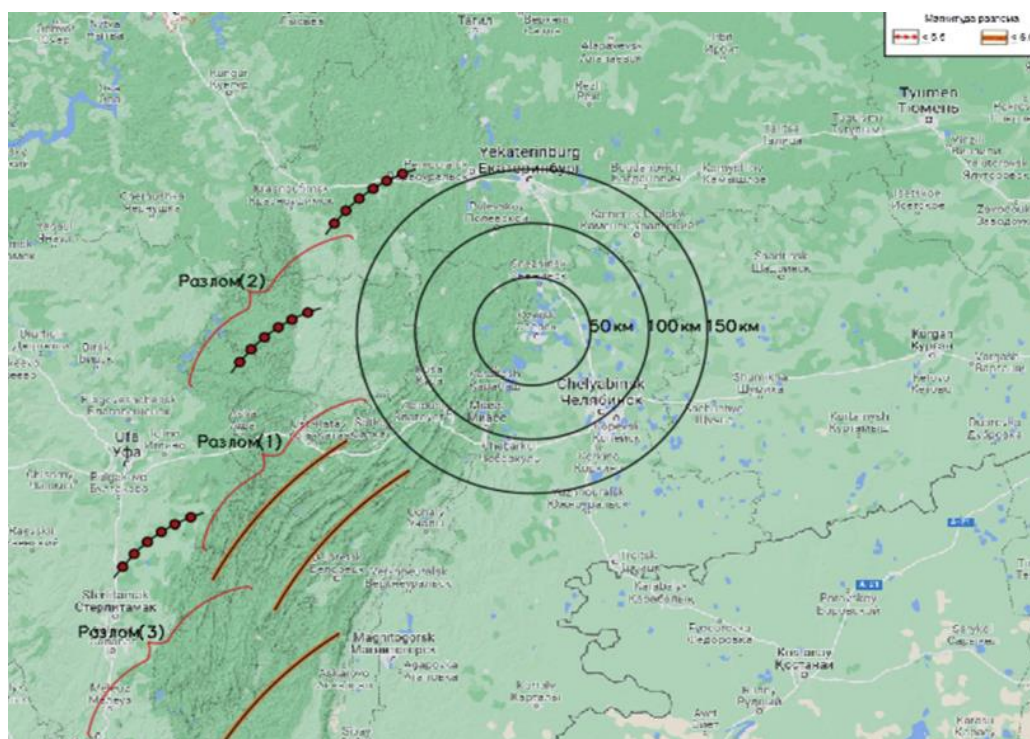


Рисунок 1. Схема расположения разломов земной коры в районе города Озерск.

Главным требованием является отсутствие тектонических разломов магнитудой более 5,5 в радиусе 150 км от планируемой строительной площадки. Магнитуда – это величина, характеризующая энергию, выделяющуюся во время землетрясения в виде сейсмических волн.

Вулканы

Вулкан – это природный объект высокого риска с плохо предсказуемым поведением. Никакие объекты по переработке ядерного топлива не должны располагаться в радиусе 160 км.

При изучении территории вблизи города Озёрск (рис. 2) никаких вулканов обнаружено не было.

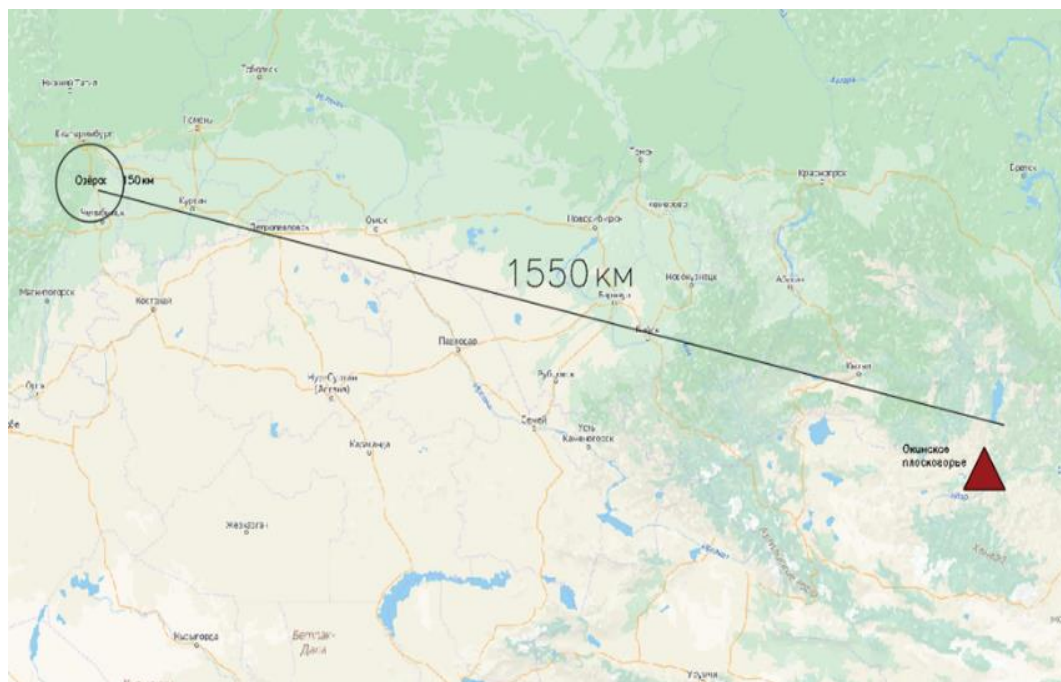


Рисунок 2. Оценка опасности вулканов для РТ-1 производственного объединения «Маяк».

Наводнения

Для правильной оценки риска наводнений используются географические карты и спутниковые снимки. Акцент делается на изучении особенностей рельефа, а также близлежащих водоемов. В радиусе 150 км от места возможного строительства не должно быть водохранилищ, которые расположены на примыкающих водоёмах, однако не исключено наличие небольших гидротехнических сооружений вблизи станции при условии их незначительного влияния на общий расход воды [5].

На рисунке 3 приведён пример, учитывающий топографические условия, которые приводились выше.

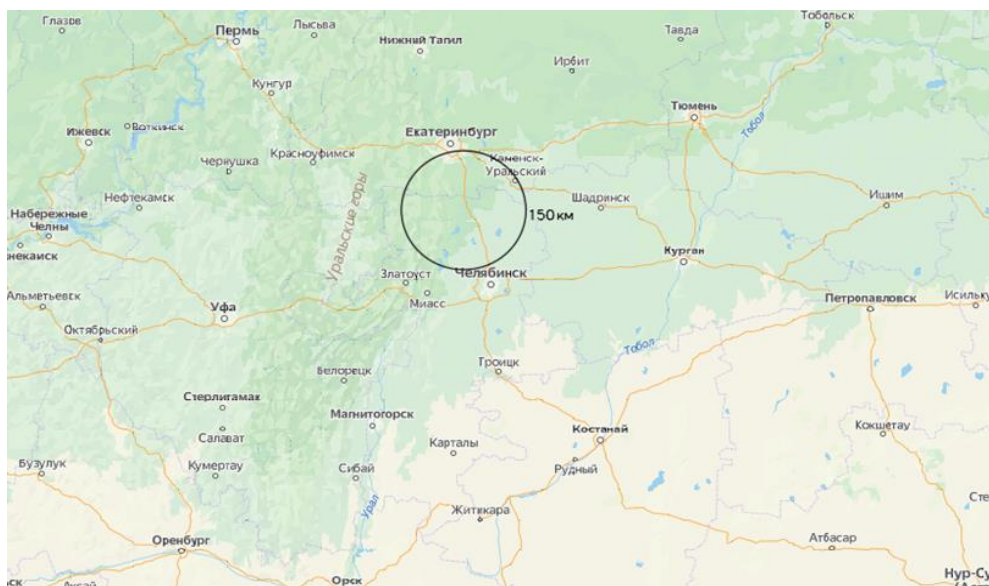


Рисунок 3. Оценка возможности наводнения в районе производственного объединения «Маяк».

Антропогенные воздействия:

Промышленно-опасные объекты

Объект по переработке отработавшего ядерного топлива в случае чрезвычайной ситуации является потенциальным источником опасности для возможных крупных промышленных предприятий, окружающих его. Поэтому для комфортной и безопасной работы завода следует избегать подобных предприятий в радиусе 10 км.

На рисунке 4 показан космический снимок района города Озёрск, позволяющий оценить наличие промышленно-опасных объектов на близлежащих территориях.

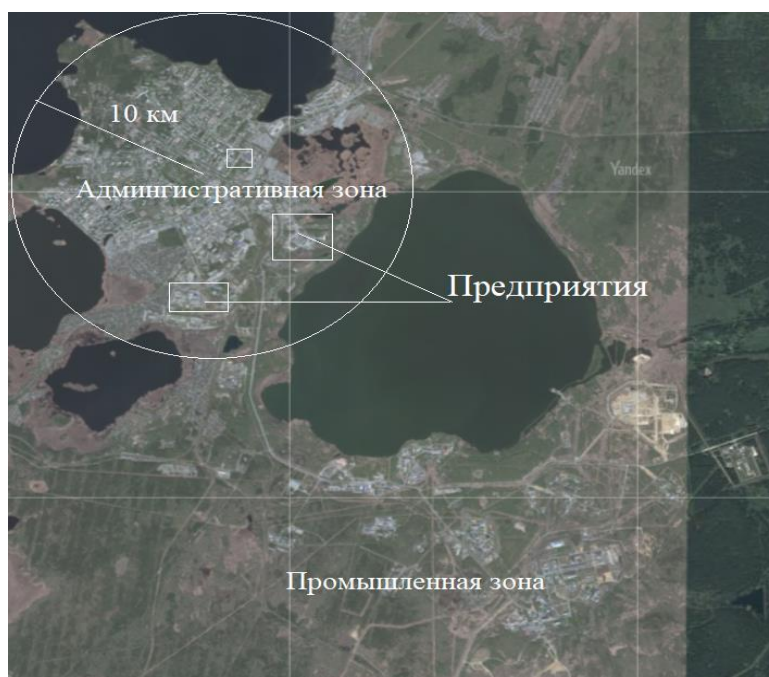


Рисунок 4. Оценка размещения опасных объектов и установок в районе г. Озёрск.

На снимке (рис. 4) можно увидеть промышленные объекты, находящийся на расстоянии менее 10 км от одного из объектов ФГУП «Производственное объединение «Маяк», однако данное здание является административным, а следовательно не является источником возможной опасности.

Окружающая среда:

Охрана природы

При выборе площадки строительства стоит учесть, что в радиусе 30 км не должны находиться какие-либо природоохранные объекты: национальные парки, заповедники, зоны туризма и отдыха, а также памятники культурного наследия.

Города, численность населения которых составляет 200-250 тысяч человек, тоже должны находиться на расстоянии не менее 30 км от предприятия по утилизации отработавшего ядерного топлива [6].

Город Озёрск, где расположен завод РТ-1 производственного объединения «Маяк», является закрытым административно-территориальным образованием. Населённый пункт был построен специально для предприятия, поэтому наличие каких-либо природоохранных объектов исключается, а численность населения составляет 77 тысяч человек.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Для ускорения процесса проектирования логично применять программы компьютерного моделирования, например, для расчёта влияния веса сооружения на залегаемый под ним грунтовый массив, подбора вариантов использования иных грунтов, отличных от представленных в предполагаемом месте строительства, оценки надежности выбранной конструкции основания, моделирования трёхмерных частей здания и так далее [7].

Revit

Программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий. С помощью него возможно реализовать трёхмерное моделирование частей здания и плоское черчение элементов оформления.

PLAXIS

Программная система, которая основана на методе конечных элементов. Основное назначение – решение задач инженерной геотехники, проектирования и инженерной геологии. Представляет собой пакет вычислительных программ для конечно-элементного расчёта напряжённо-деформированного состояния сооружений, фундаментов и оснований.

ENVI

Программный комплекс, предназначенный для визуализации и обработки данных дистанционного зондирования. Он включает в себя функции: по обработке и глубокому анализу гиперспектральных снимков, по исправлению геометрических и радиометрических искажений, поддержки объемных растровых и векторных форматов, по интерактивному улучшению изображений, по интерактивному дешифрированию и классификации, по выбору области обработки, векторного отображения, по оцифровке, правки, построения запросов, по анализу снимков в радиодиапазоне.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На примере исследования одного из крупнейших центров по переработке радиоактивных материалов – производственного объединения "Маяк" были выявлены основные факторы (рис. 5), влияющие на выбор площадок строительства для захоронения ядерных отходов атомной энергетики, радиус их воздействия, а так же рассмотрены некоторые программы современного моделирования, которые способствуют ускорению процессы выбора территории для строительства объекта по переработке и хранению ядерных отходов.

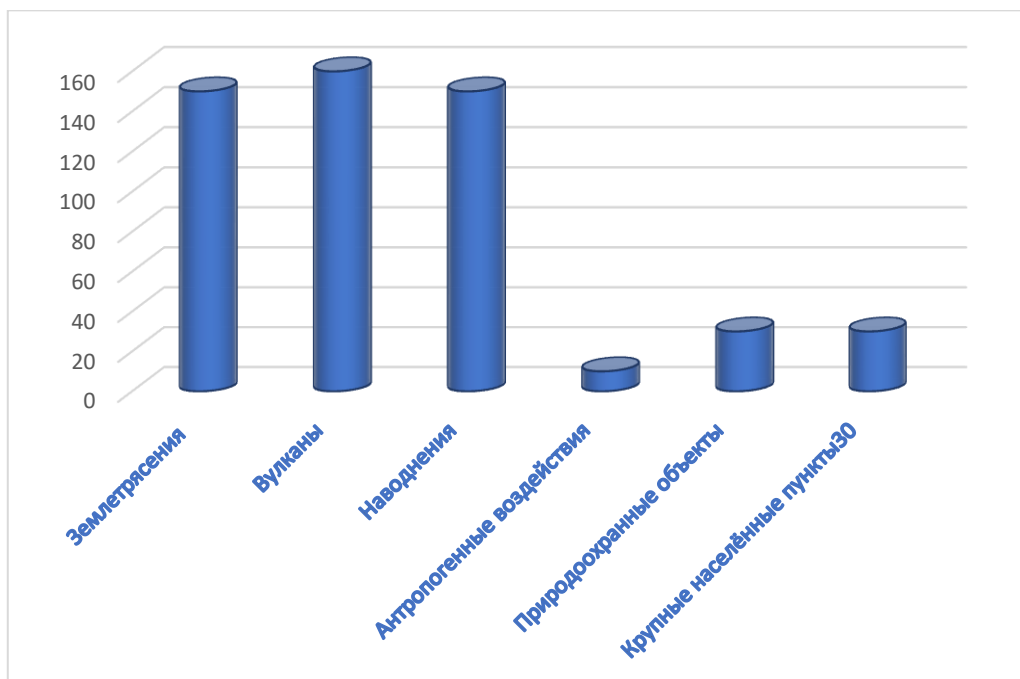


Рисунок 5. Радиус расстояния от строительной площадки.

ВЫВОДЫ

Рассмотрев приведённый выше материал, можно сказать, что, описываемый предмет исследования данной работы, а именно выбор территории под строительство объектов утилизации требует особого внимания, подхода и специальных мер защиты и безопасности. Отметим, что

строительство объектов атомной энергетики стимулируется промышленностью, с каждым десятилетием появляется всё больше энергетических объектов, использующих в качестве рабочего материала ядерное топливо, поэтому потребность в строительстве сооружений, по утилизации ядерных отходов не только не снижается, но и увеличивается год от года. При проведении данного исследования учитывались виды и правила, которыми нужно руководствоваться при выборе места строительства будущего объекта по переработке ядерных отходов. Без обсуждения и изучения не осталось воздействие со стороны окружающей среды, всевозможные антропогенные и технико-экономические показатели.

По мнению автора, особенное внимание следует уделить применению современных технологий компьютерного моделирования при проектировании объектов атомной энергетики. Следует отметить, что объекты по утилизации ядерных отходов играют большую роль как в экологической сфере, так и в экономической. Основными функциями данных предприятий является защита окружающей среды от радиоактивного загрязнения, также нужно помнить, что возможность утилизации РАО, не пригодных для использования на АЭС, но пригодных для других отраслей, позволит снизить затраты ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. НП-064-17. Учёт внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии, 2017.
2. A. S. Subbotin, Y. Grabilina, D. Dneprovskiy. Prospects of construction of facilities for processing and storage of radioactive waste of the NPP, 2019, С. 1-5.
3. Федеральное Государственное Унитарное Предприятие «Производственное Объединение «МАЯК» [Электронный ресурс]: <https://www.po-mayak.ru/>
4. РБ-019-18. Оценка исходной сейсмичности района и площадки размещения объекта использования атомной энергии при инженерных изысканиях и исследования, 2018. С. 6-26.
5. Оценка риска наводнения на прибрежных площадках АЭС, МАГАТЭ, 2008, С. 21-28.
6. О радиационной безопасности населения. Федеральный закон от 09 января 1995 г. N 3-ФЗ, С. 13-18.
7. Сарбаев Р.Р., Ларгин Т.А. Внедрение инновационных подходов и технологий в энергетике. В сборнике: ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института гидротехнического и энергетического строительства НИУ МГСУ. Москва, 2021, С. 251-258.

СРАВНЕНИЕ РЕАКТОРОВ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОД ЗЕМЛЯМИ

Быкова В. А.

студентка 4 курса 4 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Алабин А.В.

старший преподаватель кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье представлено технологическое сравнение реакторов, в целях выяснения оптимального типа реактора для размещения под землей и дальнейшей эксплуатации при замещении мощностей атомных энергетических станций.

Ключевые слова: подземная АЭС, реактор на быстрых нейтронах, замещение мощностей.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из главных видов работ в строительстве объектов атомной энергетики России является замещение мощностей уже существующих АЭС. В большинстве случаев площадь застройки АЭС не может быть кратно увеличена под возведение новых реакторов и сопутствующих сооружений. Предлагается размещать новые реакторы под землей.

Такое размещение предполагает то, что вопросы, касающиеся наличия систем для охлаждения воды, транспортной доступности, социально-экономических последствий, уже решены, потому что были учтены при строительстве предшествующей наземной АЭС.

Эксплуатация подземных реакторов имеет ряд преимуществ:

1. Нахождение реактора под землей обеспечивает его эффективную защиту от повреждения внешними силами;
2. Уменьшение затрат на сейсмостойкость;
3. Безопасность в случае повреждения корпуса реактора. Толща земли при этом удержит саму взрывную волну.
4. Вывоз радиоактивных отходов отсутствует. Они накапливаются и хранятся в приреакторных бассейнах под землей.
5. Простая консервация.
6. Низкая себестоимость энергии

Несмотря на целый ряд преимуществ к основным недостаткам такого размещения следует отнести:

- Отсутствие конвективной системы охлаждения
- Стоимость строительства
- Ограничение мощности энергоблока, связанное с габаритами. Здание реактора

должно выдерживать давление грунта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выбора реактора, размещение под землей которого будет оптимальным, предлагается рассмотреть и сравнить:

Водо-водяные реакторы имеют большее преимущество, т.к. вода, которая используется в качестве теплоносителя является доступной и относительно недорогой, а также имеет хорошие физические свойства.

Кипящий водо-водяной реактор (реактор на тепловых нейтронах).

Схема такого реактора подразумевает более удобную перегрузку топлива и поток нейтронов смещен к активной зоне, работа при более низких давлениях (порядка 70 атм.), что позволяет избежать затрат на более прочный, имеет меньшие рабочие температуры.

Проводятся исследования, позволяющие создать реакторы малых мощностей, порядка 300 МВт против 1200МВт у наземных.

Из недостатков: турбины подвержены радиоактивной коррозии, сложность в управлении, опасны при изменении мощностей.

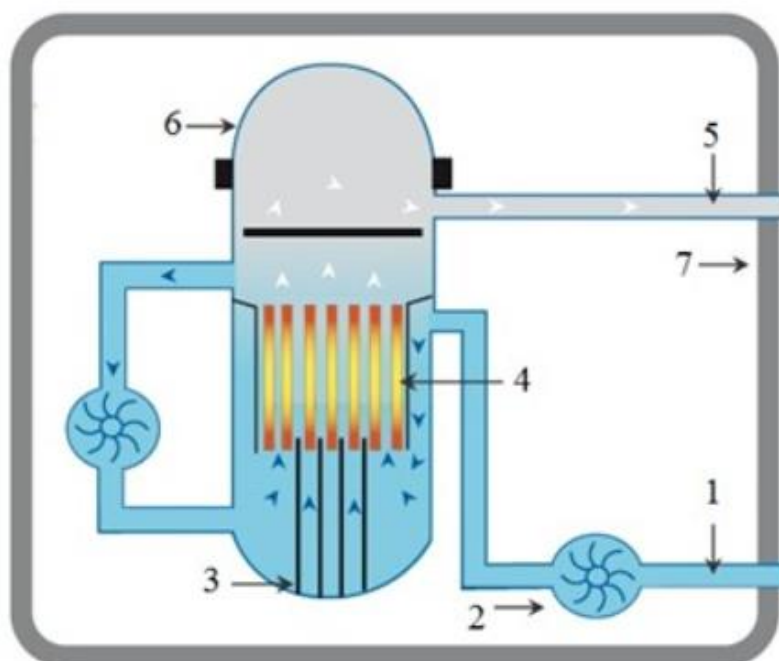


Рисунок 1. Схема кипящего водо-водяного реактора.

1) Теплоноситель (вода); 2) Главный циркулярный насос (ГЦН) для циркуляции теплоносителя; 3) Система управления и защиты; 4) Активная зона, твэлы; 5) Пар (вращает турбины); 6) Стальная оболочка; 7) Защитная оболочка;

Водо-водяной реактор (реактор с водой под давлением CANDU).

Реакторы такого типа имеют низкий КПД, который предлагают повышать путем достижения реактором предельных нагрузок (давления 23,0 – 23,5 МПа и более высоких температур) за короткий промежуток времени, что негативно сказывается на обеспечении безопасности, в том числе возникновении радиационной коррозии из-за протечек. Поэтому необходимо создавать более сложные и тяжелые конструкции, что не подразумевает размещение в толще земли.

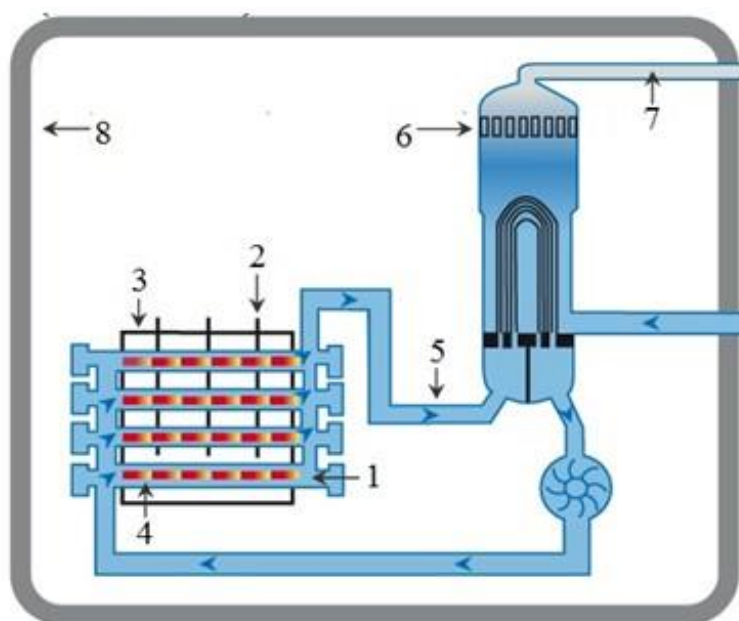


Рисунок 2. Схема реактора на воде под давлением

1) Топливные элементы; 2) Контрольные стержни; 3) Активная зона (Каландрия);
4) Трубы под давлением; 5) Теплоноситель (тяжелая вода); 6) Парогенератор; 7) Пар; 8)
Защитная оболочка.

Но эти реакторы не подразумевают вторичного использования топлива, что вызывает беспокойство относительно его невозобновляемого характера. По оценкам специалистов МАГАТЭ топлива хватит на 85 лет. Реакторы на быстрых нейтронах решают вопрос переработки отработавшего топлива из-за замкнутости топливного цикла.

Реактор на быстрых нейтронах.

В качестве теплоносителя на таких реакторах используются легкоплавкие металлы (вода замедляет нейтроны), что находит отражение в их конструкции, т.к. радиационные и тепловые нагрузки – выше.

Из преимуществ: металлы, которые потенциально могут использоваться в качестве теплоносителя (свинец, натрий, калий) имеют низкую температуру плавления, а также не оказывают коррозионного влияния на конструкции, как следствие минимальная вероятность протечек; давление в таких реакторах около-атмосферное, что напрямую влияет на безопасность.

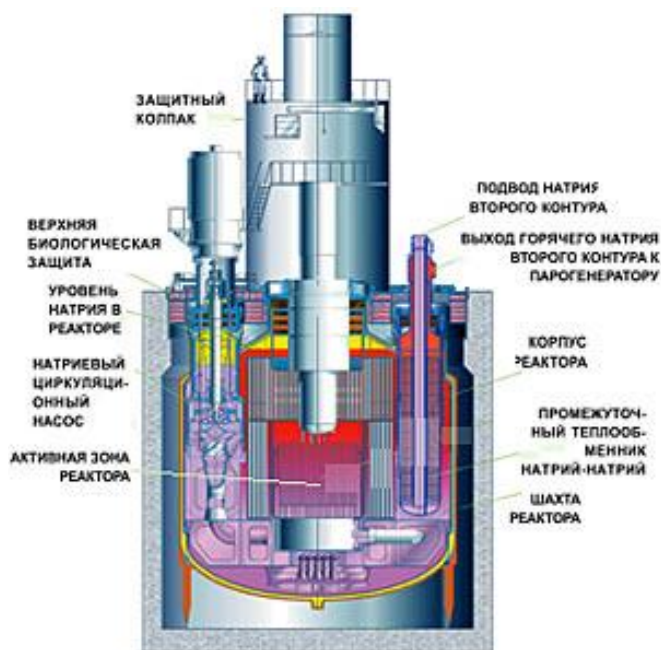


Рисунок 3. Схема реактора на быстрых нейтронах

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таким образом, потенциально более безопасным для размещения под землей можно называть реактор на быстрых нейтронах из-за его работы при относительно низких давлениях, низкой вероятности образования коррозии на конструкциях и возможности создания замкнутого цикла работы топлива.

ВЫВОДЫ

Реактор на быстрых нейтронах имеет преимущества перед другими типами реакторов и может быть рассмотрен в качестве реактора, помещённого под землю.

Несомненно, кроме типа реактора и его габаритов стоит учитывать и геологические и гидрологические условия площадки строительства, которые нужно изучить подробнее чем при строительстве любой наземной АЭС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зимаков А. В. Европейские модели экологичной электроэнергетики: состояние и перспективы. Вестник Института экономики Российской академии наук, 2019.
2. Смирнов Ю. Г., Орлов А. О. Выбор площадки для подземного комплекса атомной станции при освоении новых месторождений. Известия вузов. Горный журнал, № 1, 2020.
3. Рекшня Н. Ф., Столотнюк Я. Д. Водо-водяные кипящие реакторы. М: Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2008.
4. Болтуть Н.С., Мышковец Е.В. АЭС. Классификация по типу реакторов. Сравнительная характеристика реакторов. М: Белорусский национальный технический университет, 2021
5. Сироткина А. Л., Лощаков И. И. Водоохлаждаемый реактор со сверхкритическим давлением теплоносителя: особенности регулирования, разогрева и расхолаживания. Глобальная ядерная безопасность, 2013.
6. Мелькумов В Н., Чуйкин С.В., Склярков К. А., Тульская С.Г. конструкции реакторов атомных станций. Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации, 2016.
7. Андреев. В. А., Лугачев В. М., Новиков С. О. Реакторы на быстрых нейтронах. Электроэнергетические системы и сети, 2019.
8. Исахин Г.В., Карунас А. Ю., Будущее электроэнергетики. Реактор на быстрых нейтронах. Современная наука, 2019.

НОВЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА АЭС

Яруллина А.В.

студентка 4 курса 6 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Алабин А.В.

старший преподаватель кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье рассматриваются различные методы очистки вода на АЭС, а также несколько новых методов, которые были предложены российскими учеными.

Ключевые слова: очистка, вода, примеси и радиация.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире существует множество методов очистки воды. Некоторые из них активно используются на АЭС. Несмотря на эффективность уже имеющихся методов, наука не стоит на месте, и учеными предлагаются совершенно новые методы.

В данной статье рассматриваются 2 новых метода, которые были предложены российскими учеными.

МЕМБРАННЫЙ ТЕХНОЛОГИИ

Как следует из названия, мембранная очистка воды — это фильтрация с использованием мембран различного размера. Загрязненная жидкость проходит через специальную пленку (полупроницаемую мембрану), в которой проделано множество пор. Они очень малы, невооруженным взглядом их заметить невозможно.[2]

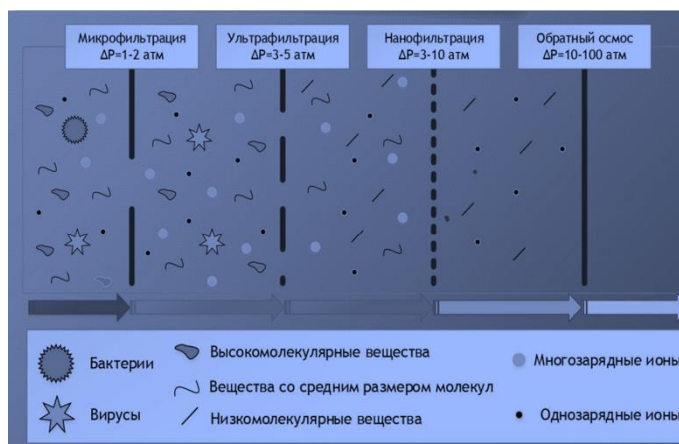


Рисунок 1. Мембранные процессы

По размерам частиц, которые могут быть задержаны мембраной, мембраны делятся на несколько типов:

- Микрофльтрационные (размеры пор - 0,1-1 мкм)
- Ультрафльтрационные (размеры пор - 0,01-0,1 мкм)
- Нанофльтрационные (размеры пор - 0,001-0,01 мкм)
- Обратноосмотические (размеры пор - менее 0,001 мкм)

ОБРАТНЫЙ ОСМОС

Данный принцип основан на проходе жидкости через полупроницаемую мембрану. Различие между осмосом и обратным осмосом заключается в том, что во втором случае он происходит в обратную сторону. Вода подается под давлением, которое превышает осмотическое. Для данного эффекта обратноосмотические установки оснащаются повышающими насосами.

В данном процессе мы можем достичь очень высокого уровня очистки воды, после очистки вода сохраняет в себе не более 2% от тех примесей, которые были в ней изначально.



Рисунок 2. Обратноосмотические фильтры

ИОННЫЙ ОБМЕН

Жесткая вода – вода, в которой содержатся соли кальция и магния. При использовании жесткой воды на нагревательных приборах будет образовываться слой накипи, а при употреблении такой воды человеком – излишки солей будут откладываться в организме.

Главная задача данного метода заключается в том, что необходимо уменьшить количество кальция и магния и увеличить количество натрия, тем самым делаем воду «мягкой»

Принцип данного метода в том, что ионообменные материалы, который находятся в картридже фильтра, вступают в реакцию с водой и происходит замена жестких солей на мягкие. Происходит изменение ионной структуры жидкости, тем самым вода становится более пригодной к употреблению.[3]

Метод ионного обмена часто применяется, чтобы получить очищенную воду, но также он может использоваться в качестве предварительной очистки в атомной и теплоэнергетике и некоторых других отраслях промышленности.

НОВЫЕ МЕТОДЫ В ОЧИСТКЕ ВОДЫ

Российскими учеными были предложены 2 новых метода очистки воды, которые могут применяться на АЭС.

Одним из таких способов является применение живых почвенных бактерий для очистки радиоактивной воды. Данный метод еще не до конца изучен, но уже можно отметить определенные преимущества, такие как:

- Биофильтр может быть использован повторно
- Процесс очистки будет удешевлен

Вторым новым методом является создание нового абсорбента, который улавливает в 1,5 раза больше урана, чем другие аналоги. Преимуществами данного метода являются:

- Повышенная эффективность очистки
- Использование экологически безопасного компонента
- Удешевление процесса

ВЫВОДЫ

Новые методы в будущем могут активно использоваться в очистке воды на АЭС. Благодаря использованию данных методов, можно повысить эффективность очистки воды, следовательно можно будет сократить количество используемых фильтров, что в последовательности может привести к уменьшению объема самого фильтрационного зала, и, следовательно, можно будет сократить площадь самого здания.

Исходя из этого можно утверждать, что при использовании новых более эффективных методов очистки, можно говорить не только об удешевлении самого процесса очистки воды, но и об уменьшении строительных работ, что приведет к уменьшению стоимости возведения самого здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фрог Б.Н., Левченко А.П. «Водоподготовка: Учебн. пособие для вузов.» – Москва: Издательство МГУ, 1996 г.
2. Брок Т. «Мембранная фильтрация», 1987 г.
3. Кокотов И.А. «Иониты и ионный обмен», 1980 г.
4. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» [Электронный ресурс]: <https://rosatom.ru/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ ПРИ СОЗДАНИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ

Склянкин Д.А.

студент 4 курса 5 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Субботин А. С.

кандидат технических наук, доцент кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье рассматриваются недавно появившиеся технологии и проблема использования беспилотных летательных аппаратов в строительстве. Уделяется внимание аэросъёмке с дронов и ее дальнейшее использование в цифровой информационной модели. Актуальность выбранной темы обусловлена рациональностью перехода на цифровые технологии строительной отрасли.

Ключевые слова: геодезия, строительство, цифровизация, дополненная реальность.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровые технологии внедряются в строительном секторе уже довольно длительное время. Коммерческое и промышленное использование беспилотников с каждым годом расширяется невиданными ранее масштабами. Происходит процесс внедрения беспилотных систем в исследовательский и производственный процесс, чтобы новейшие технологии в области топографической съемки, фотограмметрии и 3-D моделирования способствовали повышению производительности и качества в геодезических исследованиях. Для профессиональных геодезистов огромное значение имеют точность и надежность. Традиционные методы соответствуют данным критериям, но при интеграции дронов в рабочие процессы можно достичь значительной экономии средств и времени, автоматизировать подготовку документации [6], а также повысить уровень безопасности.

ДРОНЫ

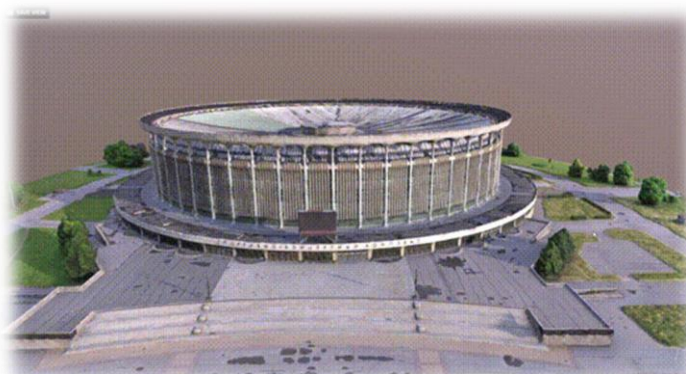
Дрон (БПЛА) — летательный аппарат без экипажа на борту, управляемый удаленно. Часто они приходят на смену самолетам и вертолетам в тех областях, где применение БПЛА оказывается намного эффективнее и дешевле. Например, в геодезических исследованиях съемка с воздуха используется достаточно давно, но применение беспилотников с соответствующим навесным оборудованием позволило вывести геодезию на новый уровень.

АЭРОСЪЕМКА

Благодаря аэросъемке с БПЛА можно получить:

- Фотоснимки и видеоматериалы.

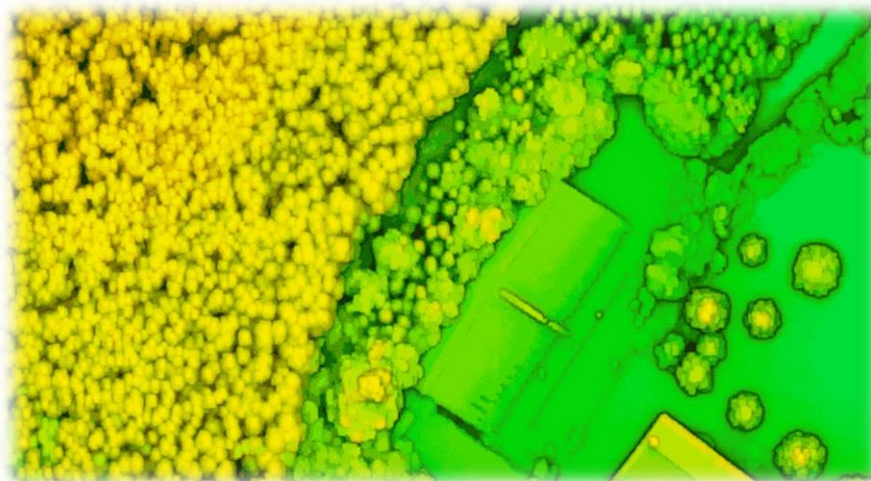
- 3D-модели – изображения с беспилотников включают точки данных по широте, долготе и высоте, каждый пиксель несет данные в трех измерениях. Таким образом, одним из наиболее полезных результатов съемки с БПЛА становится трехмерная модель. Это реалистичное и информативное сочетание визуальных эффектов высокого качества с точными географическими точками данных. Затем такие модели можно использовать для планирования проекта, проведения точных измерений, расчетов и анализа [1].



- Ортофотопланы - все ортофотоснимки, полученные во время пролёта, имеют геопространственную информацию, обрабатываются и корректируются с учетом перспективы, с которой они были сделаны, возможного искажения объектива, угла наклона камеры и топографических вариаций. Наиболее популярным результатом обследования являются карты высокого разрешения. Объединяя вместе снимки, сделанные беспилотником, получают планы с высоты птичьего полета, которые помогут в планировании, принятии решений и отслеживании хода выполнения проекта, что актуально, например, при строительстве электростанций, из-за их масштабов.



• Топопланы - цифровые модели рельефа создаются с использованием вышеупомянутых данных и представляют собой точные данные о высоте земной поверхности, включая постройки, сооружения, растительность и другие возможные высотные объекты. Следовательно, основное внимание уделяется местности. Также цифровые модели местности показывают непосредственно поверхность земли, без каких-либо объектов. Такие модели полезны при контурной обработке топографических карт, получении геодезических съемок.



• Объёмные съемки – дрон позволяет получать данные, используемые во время создания объемных моделей для облегчения дальнейшей работы по измерению запасов в горнодобывающей и строительной отраслях.



Процесс сбора таких материалов можно представить в виде двух этапов:

• Полевые работы, в ходе которых используют следующее оборудование: дрон, наземную станцию, систему связи и навигации, специализированное программное обеспечение для планирования полетов и мониторинга.

• Обработка собранных данных с использованием специального ПО для создания готовых

ортофотопланов, топопланов и 3D моделей.

НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНЫЕ СИТУАЦИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- Труднодоступные области - некоторые типы рабочей среды и инфраструктуры недоступны для традиционных методов съемки. Поэтому при необходимости срочно получить данные с воздуха, особенно в крупных масштабах, беспилотники являются идеальным решением. Крупные АЭС и ТЭС, солнечные электростанции, ЛЭП — это лишь малая часть объектов, которые можно легко нанести на карту с помощью дронов.

- Опасная местность – даже если объект располагается в пределах досягаемости наземного обслуживания, это не значит, что использование классических методов съемки будет рационально и безопасно. Крыши многоэтажных зданий, проезжие части, Ж/Д пути, участки с неустойчивым грунтом и крутыми насыпями — все это места с повышенной опасностью для работы. Инновационные технологии позволяют выполнять геодезические задачи, ограждая наземные команды от возможных рисков.

- Глубина данных - весомым преимуществом аэрофотосъемки является глубина и множественность получаемых результатов. Например, во время сельскохозяйственного обследования, мультиспектральные датчики и камеры повышенного разрешения собирают данные, необходимые для оценки текущего состояния урожая и детального понимания ситуации. Перед началом строительных работ топологическая съемка с использованием лидара и фотограмметрии предоставляет трехмерные облака точек, ортомозаичные карты и цифровые модели местности с высокой плотностью для всестороннего обзора [2]. В ситуациях, когда требуется оценка запасов и точные измерения объема, камера, установленная на БПЛА, позволяет собрать необходимую информацию, не подвергая персонал опасности и исключая риск человеческой ошибки.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

На сегодняшний день можно без преувеличения сказать, что дроны являются наиболее быстрым и эффективным методом аэросъемки. Также, в отличие от съемки с пилотируемых летательных аппаратов, использование дронов гораздо дешевле, а также дает возможность получать более качественную «картинку».

Применение беспилотников в геодезии дает следующие преимущества:

- Экономия времени, необходимого на измерения и сбор данных - уменьшая количество опорных точек, используемых при съемке, современные БПЛА позволяют геодезистам экономить большое количество времени и обеспечивают легкий доступ в опасные и отдаленные районы [4]. Например раньше для съемки с точностью до 3 сантиметров специалистам

требовалось около сорока опорных точек на квадратный километр. Также были необходимы трудоемкие работы по установке тахеометра. Таким образом традиционные методы работ не только затрачивают больше времени, но и требуют передвижения достаточно тяжелого оборудования на строительной площадке, что часто вызывает сложность и опасность.

- Успешное выполнение большего объема работ благодаря сбору большого количества деталей за один полет - за небольшой промежуток времени и с минимальными трудозатратами возможно получить облако с миллионами точек данных. Чтобы достичь такого же результата посредством классических методов, потребуется значительно больше времени, инструментов и затрат [5].

- Возможность производить измерения практически в любой местности, особенно когда речь идет о сельскохозяйственных, горных и труднодоступных районах.

НЕДОСТАТКИ ДРОНОВ

- Геодезические работы в помещениях или под землей

Ввиду слабого сигнала GPS и низкого уровня освещенности работы под землей и внутри помещений часто не подходят для беспилотников. Для выполнения таких заданий чаще применяют методы тахеометрической съемки и наземное лазерное сканирование (TLS). Некоторые компании выбирают универсальное решение, которое сочетает в себе дрон - метод одновременной навигации и построения карты (SLAM) и датчики LiDAR для картографирования сложных подземных областей. Ожидается, что в будущем беспилотники будут выполнять больше задач под землей, а геодезисты станут объединять данные, полученные из различных источников со сложными рабочими процессами.

- Сложные геодезические проекты с препятствиями

В ряде ситуаций аэрофотосъемка затрудняется из-за построек или густой растительности. Данные проблемы особо актуальны, если такого рода препятствия маскируют изменение высот. Несмотря на то, что лидар позволяет получать результат даже сквозь легкую листву, густые деревья все равно будут снижать точность конечных результатов.

- Долгосрочные проекты

Одним из самых больших плюсов съемки с помощью беспилотников является сокращение времени, необходимого для завершения работы. Но, так или иначе, не все проекты требуют срочности, поэтому всегда нужно искать баланс между точностью и скоростью. Дроны позволяют получать данные быстрее, чем наземные команды геодезистов, а правильное оборудование помогает значительно сократить количество необходимых опорных точек. Но если срочность отсутствует, и возможно потратить дополнительное время, необходимое для повышения точности, то можно продолжить использовать традиционные методы.

ВЫВОДЫ

В последнее время дроны в России стали все чаще использоваться при строительстве и геодезических работах [3], однако пока процесс внедрения беспилотников встречается с некоторыми проблемами. Главными из них являются стоимость необходимого оборудования и нехватка квалифицированных кадров. Сейчас БПЛА используются больше для текущего контроля и мониторинга и позволяет быстро получить сведения о состоянии строящегося объекта. Благодаря вышеизложенному можно понять, что в ближайшем будущем дроны будут использоваться в большинстве процессов строительства, так как это обусловлено ускорением производства работ, увеличением объемов получаемой информации, а также повышением безопасности производителей работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнева Е.Р., Сусоев И.С. «Технологии виртуальной реальности в строительном проектировании».
2. Киямов И.К. «Технология лазерного сканирования в 3D проектировании».
3. Производитель БПЛА «DJI» [Электронный ресурс]:
<https://dji-blog.ru/naznachenie/construction/pochemu-primenenie-dronov-v-stroitelstve-budet-rasshirjatsja.html>
4. Носков И.В., Носков К.И., Тиненская С.В., Ананьев С.А. Дрон-технологии в строительстве – современные решения и возможности // Вестник Евразийской науки, 2020 №5, <https://esj.today/PDF/37SAVN520.pdf>
5. Зайченко И.М., Смирнова А.М., Борреманс А.Д. Цифровая трансформация управления промышленными предприятиями: применение беспилотных летальных аппаратов // Научный вестник Южного института менеджмента. 2018. №4. С. 76-81. <https://doi.org/10.31775/2305-3100-2018-4-76-81>
6. Субботин А.С., Жаркова Д.В. Возможность применения автоматизационных процессов для оформления исполнительной документации. Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 10.

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОТДАЛЁННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Уфаев А.Д.

студент 4 курса 6 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Алабин А.В.

старший преподаватель кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

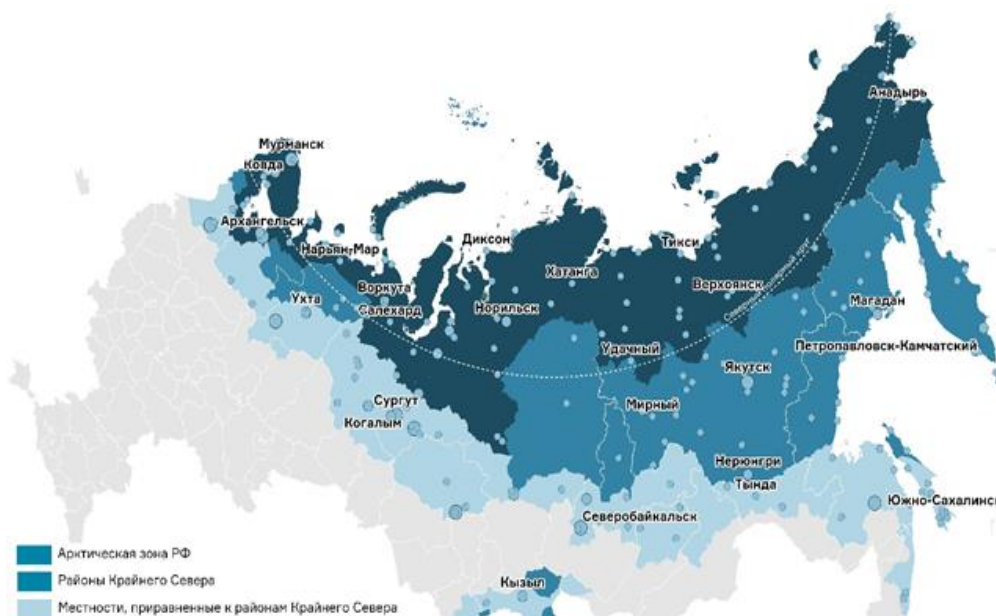
Аннотация

В данной статье освещена проблема актуальности развития энергетической инфраструктуры на отдалённых территориях Российской Федерации. Актуальность обуславливается началом активного развития Северного Морского Пути и промышленности.

Ключевые слова: Энергетика, освоение территории, развитие инфраструктуры.

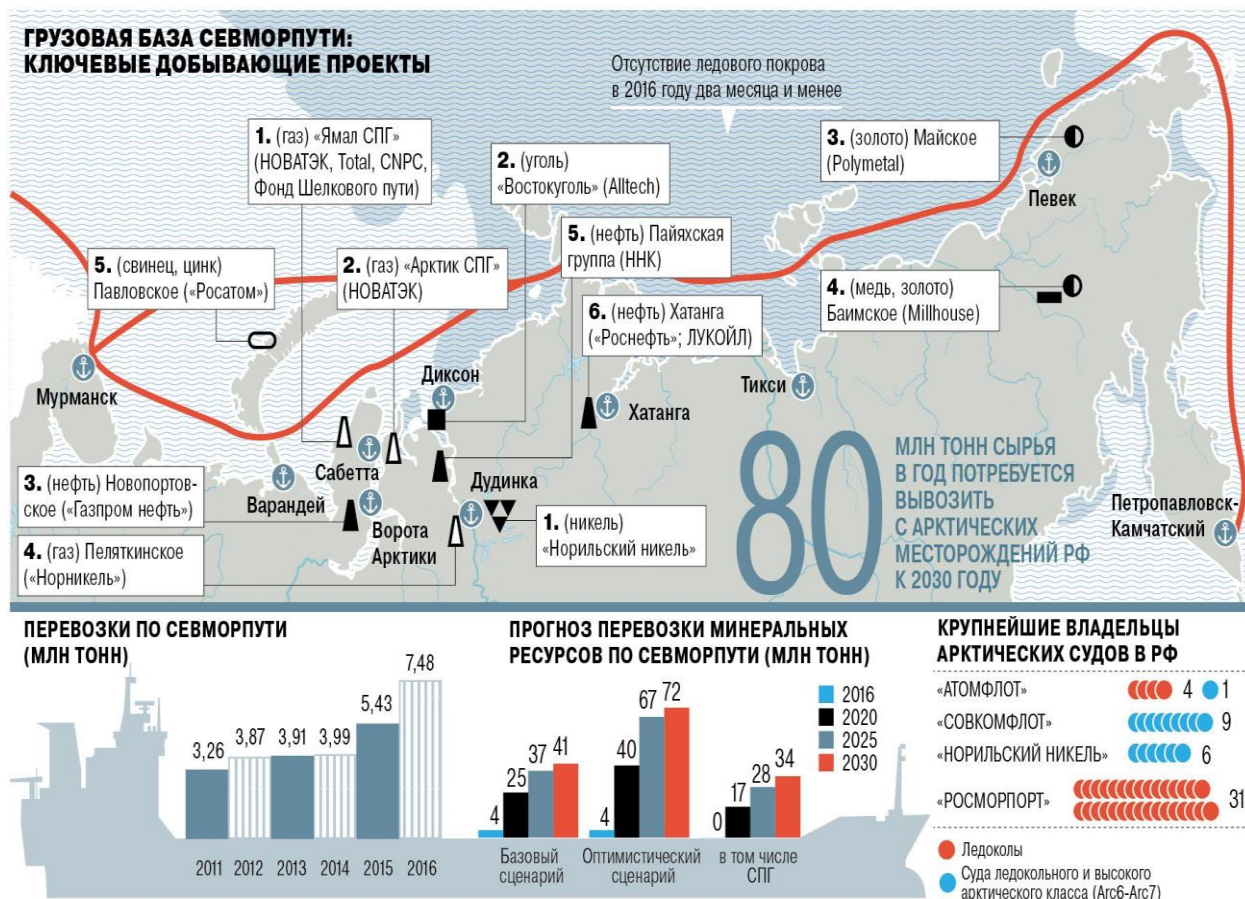
ВВЕДЕНИЕ

Российская Федерация располагает огромными запасами полезных ископаемых. Большая их часть расположена в арктических зонах, районах крайнего севера и местностях, приравненных к районам крайнего севера, то есть на малоизученных и малоосвоенных территориях РФ (рисунок 1).



Разработка полезных ресурсов и освоение Северного Морского Пути (СМП-единственный судоходный маршрут, связывающий все арктические и субарктические регионы РФ, а вместе с многочисленными реками, впадающими в Северный Ледовитый океан, представляет собой единую транспортную систему, соединяющую территорию РФ по линии юг-север) (рисунок 2)

требует для своего существования развитие имеющихся поселений или строительство новых рабочих посёлков, городов с заводами, фабриками и прочими объектами.



Для их существования необходима энергия. Существуют разные варианты её добычи. Условия разработки проектов энергозастанций диктуются условиями конкретной энергетическо-градостроительной планировки местности. Также актуально учитывать фактор необходимости энергетической обособленности РФ на всей её территории. Например, при обустройстве газовых и угольных месторождений имеет смысл разрабатывать проекты тепловых станций, где за счёт сжигания добытого топлива происходит нагрев теплоносителя и дальнейшая выработка энергии.

При относительно обособленном строительстве заводов (или при продолжении развития энергетического потенциала конкретной местности) возможно использование не только ТЭЦ, но и других видов энергозастанций, а именно ГЭС (ГАЭС) и АЭС. При строительстве вышеупомянутых объектов в относительной близости к водным ресурсам экономически разумно и логично проектирование ГЭС. Но, так как упомянутые территории в основном сложены вечномёрзлыми грунтами, строительство плотин сильно затруднено, что приводит к необходимости проведения более детальных экономических изысканий при составлении подобных проектов энергетического развития конкретной местности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

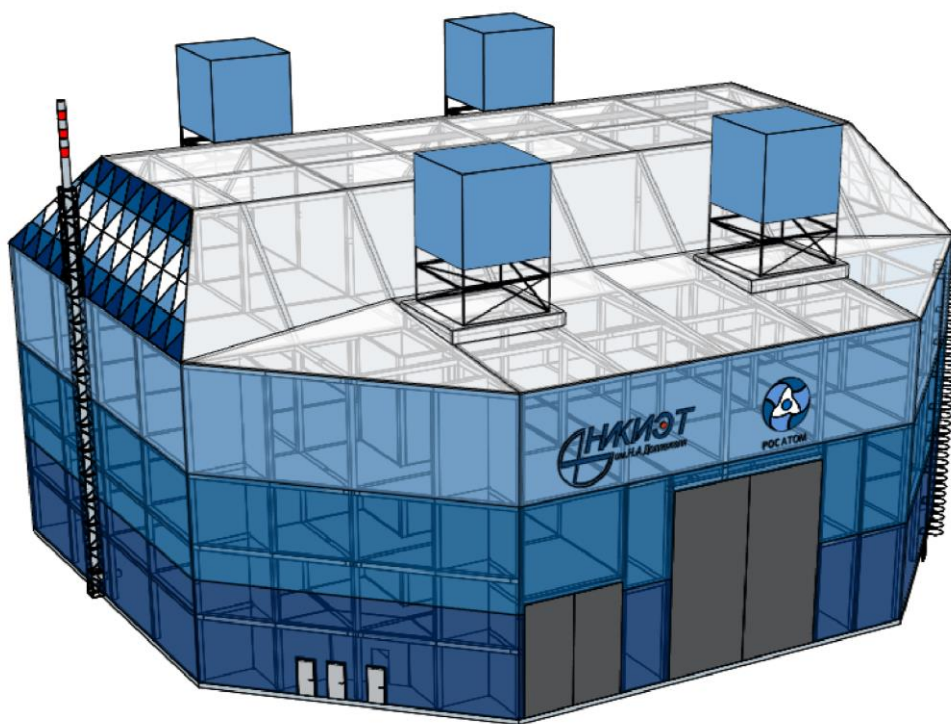
В ходе проведения работы были использованы разные методы исследования, а именно изучение необходимой информации, взятой из различных литературных источников; её анализ, приведение к общему строю работы, обобщение и оформление в доступный для читателя вид.

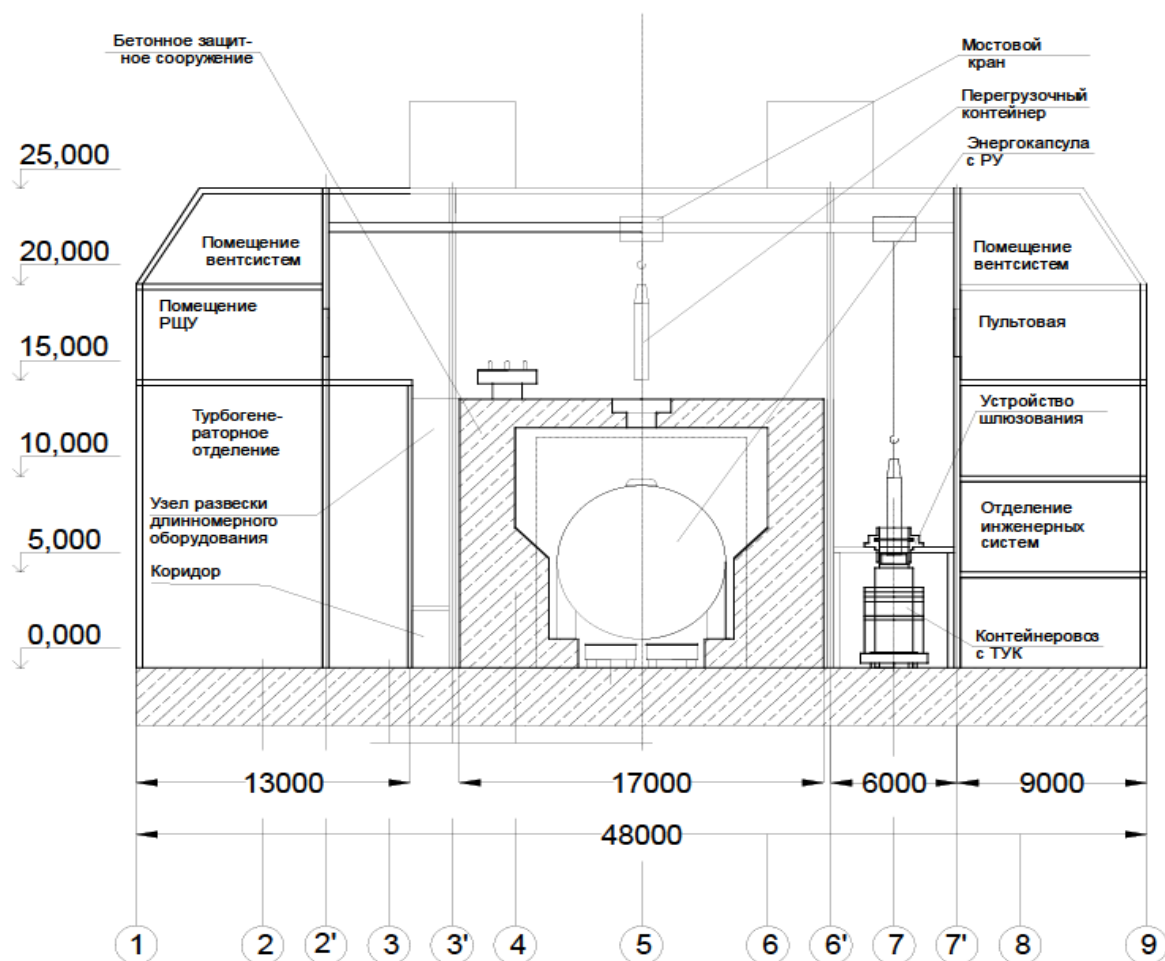
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

После проведённой работы был предложен конкретный вариант решения проблемы развития энергетической инфраструктуры отдалённых территорий РФ:

Варианты АЭС в таких суровых условиях более универсальны и просты. Несомненно, из-за наличия вечномёрзлых грунтов, они претерпевают некоторые изменения. Разработка проектов Атомных Станций Малой Мощности решит вышеописанную проблему.

Больше всего проектных изменений (по сравнению с традиционными АЭС) в АСММ претерпел именно главный корпус. Так как отличительной чертой АСММ является размещение всех технических сооружений под одной крышей ГК.





В этой части статьи должен быть представлен систематизированный авторский аналитический и статистический материал. Это основной раздел, цель которого – при помощи анализа, обобщения и разъяснения данных доказать рабочую гипотезу (гипотезы). Результаты при необходимости подтверждаются иллюстрациями (таблицами, графиками, рисунками), которые представляют исходный материал или доказательства в свернутом виде. Важно, чтобы проиллюстрированная информация не дублировала уже приведенную в тексте. Результаты исследования должны быть изложены кратко, но при этом содержать достаточно информации для оценки сделанных выводов.

ВЫВОДЫ

В качестве результатов исследования было предложено конкретное перспективное решение обозначенной проблемы. Данный подход к решению применим на всей территории РФ и зарубежья с подобными условиями, т.к. является унифицированным и относительно простым в строительстве при наладке производства укрупнённых узлов и прочих частей АСММ. Такие проекты имеют долгосрочную перспективу развития и претворения в жизнь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2018 Строительная климатология — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт]. — URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293732/4293732872>
2. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.2.4.548-96*. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. — М.: Минздрав России, 2009 — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт]. — URL: http://10.rospotrebnadzor.ru/upload/medialibrary/951/2.2.4.548_96.pdf .
3. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*». — М.: Минстрой России, 2017 — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт]. — URL: <https://construction-engineer.ru/wp-content/uploads/2022/06/СП-16.13330.2017-СНиП-II-23-81-«Стальные-конструкции».pdf>.
4. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*». — М.: Минстрой России, 2016 — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт]. — URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-03-15/079727a84b6dfc87f4f6c2db1a5693ed.pdf> .
5. 7. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт]. — URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293782/4293782487>.
6. 13. ГОСТ 26887-86 Площадки и лестницы для строительного-монтажных работ — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт]. — URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294852/4294852906>.
7. 17. ГОСТ 12.3.002-2014 Процессы производственные. Общие требования безопасности — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124407>.
8. <https://www.rosatom.ru/production/fleet/>
9. https://ru.wikipedia.org/wiki/Северный_морской_путь
10. <https://www.rosatom.ru/production/atomnye-stantsii-maloy-moshchnosti/>
11. <https://www.rosatom.ru/production/generation/>

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОЙ ОПАЛУБКИ НА СКОРОСТЬ И ОРГАНИЗАЦИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Мушкарев М.А.

студент 4 курса 5 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Субботин А. С.

кандидат технических наук, доцент кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье рассматривается технология и преимущества использования магнитной опалубки при строительстве объектов в условиях Крайнего Севера. Уделяется внимание конструкции магнитных систем и опалубочных щитов. Актуальность выбранной темы обусловлено развитием строительства в зоне вечной мерзлоты, Крайнего Севера.

Ключевые слова: Крайний Север, строительство, магнитная опалубка, магнитная система, организация строительства, технология строительства.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день при увеличении объема строительства в рамках освоения территорий РФ возникают проблемы, связанные с темпами и скоростью строительства, особенно в регионах с суровыми климатическими условиями, где зимний период длится более шести месяцев, а температура наружного воздуха в отдельных случаях снижается до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Большинство строительных объектов, включают проведение строительно-монтажных работ с применением опалубочных систем, что особо трудно при строительстве в районах Крайнего Севера.

УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Все строительные работы должны начинаться с анализа температурных перепадов, в рамках которых осуществляется комплекс работ по установке опалубки. Основными проблемами при проведении бетонных и железобетонных работ являются: некачественная смазка поверхности опалубочных щитов перед установкой, большие затраты на монтажные работы опалубки, износ поверхности опалубки [2,3].

Плохие погодные условия такие как: отрицательные температуры, влажность. Эти факторы оказывают огромное влияние на скорость установки опалубки. Также из-за низких

температур наблюдается примораживание частиц бетона к арматуре, а просветы между стержнями забиваются снежной массой.

ПРЕИМУЩЕСТВА МАГНИТНОЙ ОПАЛУБКИ

При установке опалубки основные временные затраты приходятся на установку раскосов, щитов, балок, замков и фиксаторов. В условиях крайнего севера, световой рабочий день ограничен, а ночные перепады температур не позволяют организовать бесперебойную работу строительных бригад. Именно поэтому так важно оптимизировать процесс монтажа опалубки [4].

Магнитная опалубка обладает преимуществами такие как: изготовление опалубочной формы и дальнейшее ее обслуживание специальных навыков от исполнителя не требует, формы опалубки фиксируются легко, позволяют заливать изделия с высоким показателем точности, от длительного эксплуатационного периода, если соблюдаются все требования, конструктивные элементы не меняют свои характеристики (рис1).

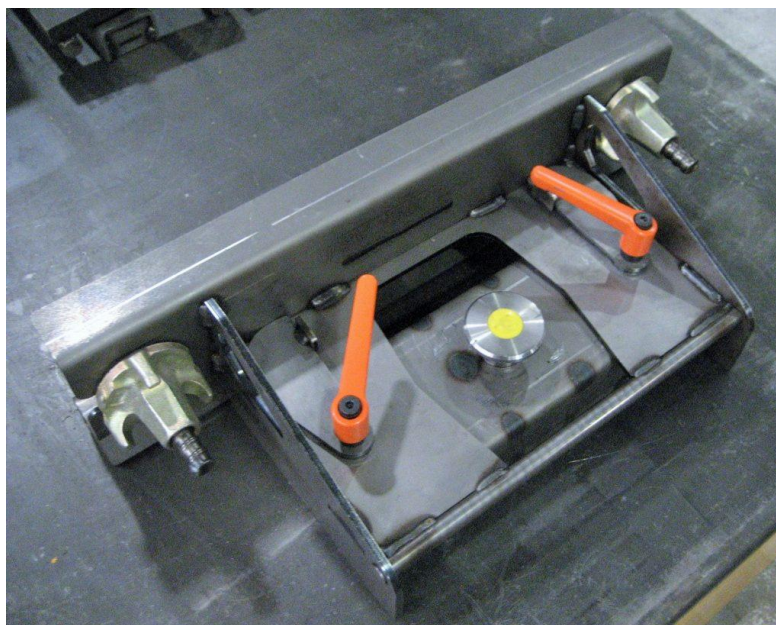


Рисунок 1. Пример крепления магнитного замка.

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНОЙ ОПАЛУБКИ

Магнитные фиксаторы на основе сверхмощных магнитов из неодимового сплава (NdFeB) для оснастки опалубочных щитов и балок легки в использовании. Их применение значительно упрощает установку и снятие опалубки. С помощью магнитных систем можно легко создавать проемы и пустоты, а также быстро фиксировать внешнюю опалубку. Эта технология необходима там, где работы по установке опалубки необходимо производить в короткие сроки с минимальными человеческими затратами: на малонаселённых территориях, в условиях сокращённого светового дня. Современное программное обеспечение и опыт работ в области

создания магнитной опалубки дает возможность производителям магнитной опалубки на этапе проектирования обсудить с заказчиком: выбор габаритов и форму опалубочных щитов; типы фиксации и размеры для магнитов; материалы, используемые в качестве основы для опалубки, при необходимости создавать криволинейные формы с малыми затратами [5,6].

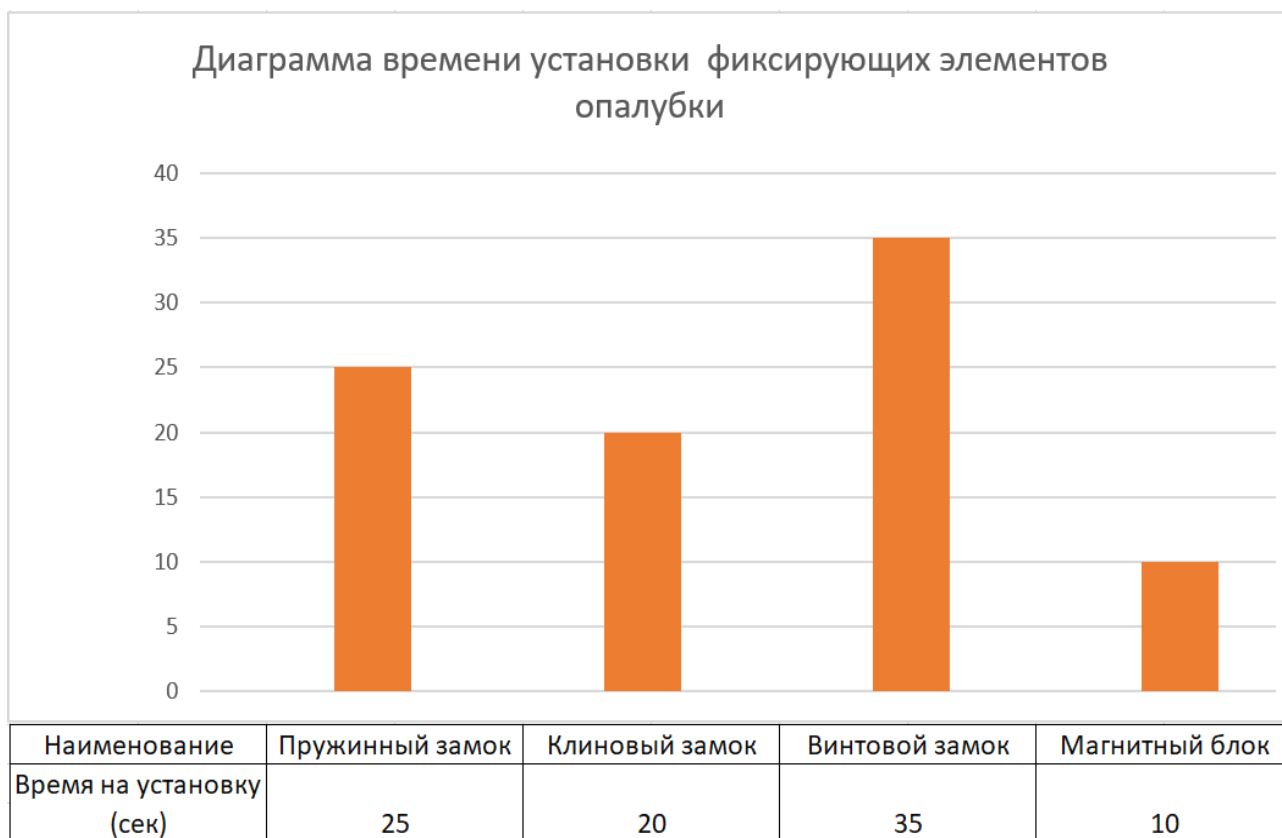
Следует отметить, что щиты опалубки из алюминия или состоящие из сплавов редкоземельных металлов обладают малой массой. В соответствии с габаритными размерами их вес может достигать до 0,5 кг на 1 м² покрытия, что облегчает транспортировку и монтаж на объекте строительства. В таблице ниже приведена диаграмма скорости установки опалубки с использованием пружинного, винтового, клинового замков, а также фиксирующего магнитного блока (рис2).



Рисунок 2. Устройство стен металлической щитовой опалубки с магнитным замком.

АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ УСТАНОВКИ ФИКСИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

В таблице ниже приведена диаграмма скорости установки опалубки с использованием пружинного, винтового, клинового замков, а также фиксирующего магнитного блока. На диаграмме можно видеть время, требуемое для установки замков и блоков. Приведённое сравнение наглядно показывает, что магнитные блоки значительно превосходят другие типы креплений, которые используются для монтажа опалубки.



ВЫВОДЫ

Влияние использования магнитной опалубки при строительстве в условиях Крайнего Севера имеет большое значение для строительства с точки зрения эффективности технологии работ и рентабельности. Высокая износостойкость и долговечность магнитной опалубки снимает проблему транспортировки новых образцов для замены износившихся элементов опалубки, так как вес опалубки мал, это даёт возможность использовать менее дорогостоящие подъёмные механизмы на объекте строительства, что снижает финансовые затраты.

Также решается вопрос с человеческими затратами на установку и демонтаж опалубки, так как лёгкость, простота сборки и разборки позволяет использовать менее квалифицированную рабочую силу. Нужно отметить, что поверхность опалубочных щитов представляет из себя идеально ровную поверхность, что обеспечивает плотное примыкание щитов к поверхности раствора, наличие металлического, а не деревянного или фанерного покрытия позволяет экономить смазочные материалы, используемые для уменьшения сцепления с заливаемой бетонной смесью. Следует учесть, что количество строительных объектов на территории России непрерывно растёт, инфраструктура Крайнего Севера развивается, увеличивается количество монолитных сооружений таких как: бункера и ёмкости для хранения нефтепродуктов, сваи и свайные фундаменты, а также жилые многоэтажные сооружения. Отметим

также, что каждому заказчику важно быстрое возведение сооружений, чему способствует использование магнитной опалубки.

Работа специалистов в условиях Крайнего Севера в соответствии с трудовым законодательством РФ и существующей практикой оплачивается в повышенном размере. Таким образом, экономическая целесообразность использования магнитной опалубки должна оцениваться в каждом отдельном случае с учетом её стоимости, командировочных расходов и заработной платы строителей, длительности использования магнитной опалубки на объекте и затрат на транспортировку, а также сроков выполнения работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Субботин А.С., Завьялова Н.В., Мельникова А.В. Направления освоения Арктики в области возобновляемых источников энергии // Дни студенческой науки: сб. док. науч.-техн. конф. по итогам научно-исследовательских работ студентов института гидротехнического и энергетического строительства НИУ МГСУ. 2021. С. 266–274.
2. Система монолитного домостроения. Конструктивно-технологические решения. А.Н. Белоконь, В.А. Коссаковский, В.М. Рудой, Е.П. Мазов и др. М. ЦНИИЭП жилища, 1988.
3. Мазов Е.П. Методические рекомендации по технологии круглогодичного бетонирования монолитных зданий в термоактивных опалубках. М., ЦНИИПИ монолит, 1990.
4. Березовский Б.И. Особенности организации и технология строительно-монтажных работ на Крайнем Севере. Л.: Стройиздат, 1973. 272 с.
5. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князь И.П., Ерофеев П.Ю. Быстровозводимые здания и сооружения: научное и учебно-методическое справочное пособие. СПб.: Гуманистика, 2004. 480 с.
6. Велли Ю.Я., Докучаев В.В., Федоров Н.Ф. Здания и сооружения на Крайнем Севере. Л.: Госстройиздат, 1963. 492 с.

РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ ПОПОЛНЕНИЯ ЗАРЯДА БАТАРЕИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Кончаков Д.И.

студент 4 курса 6 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Субботин А. С.

кандидат технических наук, доцент кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье исследуются вопросы, связанные с внедрением и продвижением современных электрозаправочных станций Supercharger компании Tesla, для электрокаров. Это способствует улучшению экологии страны и оказывает значительное влияние на развитие электромобильной индустрии. Мы представляем развитие зарядных станций на основе опыта европейских стран и анализируем динамику автомобильного рынка. Также рассматриваются факторы, замедляющие развитие электротранспорта в Российской Федерации, а также его преимущества и недостатки.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе развития вселенной, технологии играют важную роль и постоянно совершенствуются. В данной статье мы рассматриваем актуальную тему развития электрозаправочных станций для электрокаров. Выбор этой темы обусловлен рядом преимуществ электротранспорта по сравнению с дизельным и бензиновым, таких как экономия топлива, снижение вредных выбросов в окружающую среду, уменьшение шума, повышенная безопасность, доступная стоимость и надежность.

Электротранспорт использует электрическую энергию в качестве источника движения и оснащен электромоторами. Развитие этой отрасли стало возможным благодаря изобретению электродвигателя русским профессором Б.С. Якоби в 1834 году. Вскоре после этого Российская академия наук провела испытания данного электродвигателя, которые завершились положительными результатами. Основной целью нашей работы является обеспечение качественного развития сети электрозаправочных станций в Российской Федерации.

При анализе темпов роста автомобильного сектора необходимо учесть, во-первых, что эта динамика значительно различается в разных странах и регионах мира. Лидеры, такие как США или Китай, демонстрируют впечатляющий рост, в то время как в развивающихся странах и даже некоторых странах Евросоюза электромобили пока остаются редкостью.

Во-вторых, само понятие "электромобиль" еще не полностью установлено, и различные эксперты относят к нему как автомобили с полностью электрическим двигателем, так и гибридные автомобили с возможностью подзарядки от внешних источников. Некоторые считают, что электромобилями являются только те машины, которые работают исключительно на электрической силовой установке.

В России одним из факторов, сдерживающих продажи, является высокая стоимость электромобилей и ограниченные производственные мощности производителей. На данный момент доля рынка электромобилей составляет всего 0,01% от общего автомобильного рынка в стране. Однако этот сегмент демонстрирует рост, и его развитие также ограничивается недостаточной инфраструктурой зарядных станций.



Рисунок 1. Инфографика рынка новых электромобилей в России за 6 месяцев 2022 года.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Один из наиболее эффективных и актуальных способов зарядки в России - использование красной розетки стандарта IEC 60309 Red. Эта красная розетка имеет 5 контактов и поддерживает силу тока до 16А. Однако, главное преимущество такой розетки заключается в возможности использования трехфазного тока, что значительно повышает эффективность зарядки. Каждая фаза имеет напряжение 220В, а межфазное напряжение составляет 380 вольт. Такие розетки широко распространены там, где используется мощное оборудование.

Для европейского рынка автомобили Tesla комплектуются Mobile Connector - стандартным зарядным кабелем, который включает в себя два переходника: для обычной еврозетки и для трехфазной розетки стандарта IEC 60309 Red, о которой было упомянуто выше. На территории

В России распространено еще одно распространенное средство зарядки - стандарт Mennekes Type 2. Этот стандарт был принят в 2009 году в качестве единого европейского стандарта для электромобилей и широко используется на общественных зарядных станциях. Разъем на европейской версии Tesla Model S совместим с зарядными станциями типа Type 2, и вам потребуется только приобрести соответствующий зарядный кабель. Скорость зарядки зависит от параметров электрического тока на конкретной зарядной станции и может варьироваться от 18 км за час при однофазном токе 220 В и силе тока 16 А до 110 км за час при трехфазном токе, напряжении 400 В и силе тока 32 А.

В настоящее время в России не так распространены, но очень перспективны способы зарядки Tesla, такие как станции ChaDeMo. Эти станции способны полностью зарядить Tesla Model S за 1,5 часа, что почти также быстро, как на фирменных станциях Supercharger. В Европе станции ChaDeMo уже достаточно распространены, и в России также начинают появляться новые проекты по установке подобных станций. Для зарядки Теслы с использованием ChaDeMo необходимо использовать специальный адаптер, который позволит заряжать автомобиль на станциях этого стандарта, что особенно удобно во время поездок по Европе. Безусловно, наиболее удобным вариантом зарядки для электромобилей Tesla являются фирменные станции Supercharger, которые отличаются невероятно высокой скоростью зарядки.

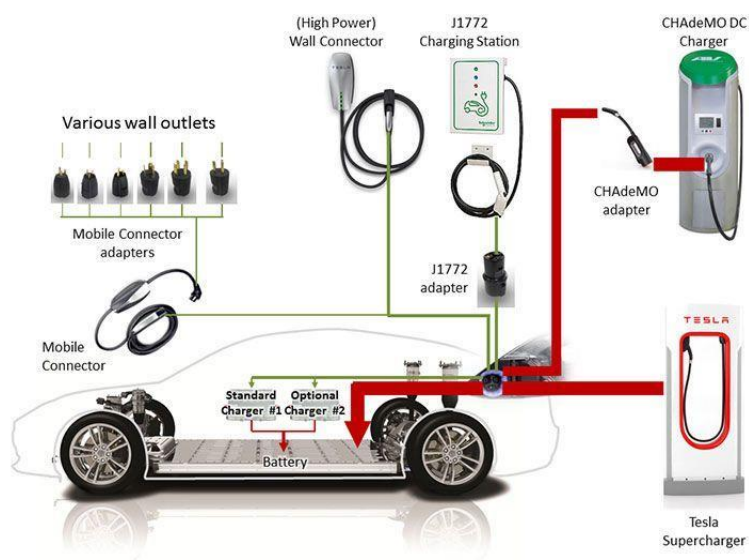


Рисунок 2. Заправка теслы разными способами.

Давайте рассмотрим развитие станций Supercharger компании Tesla, а именно их зарядные устройства. Одним из преимуществ Tesla Supercharger является их высокая мощность, что в свою очередь обеспечивает быструю зарядку аккумуляторных батарей. Мировая сеть Supercharger имеет максимальную мощность 100 кВт для версии Supercharger V1 и впечатляющие 120 кВт для версии Supercharger V2. Это означает, что даже самая емкая батарея Tesla Model S (90 кВт·ч) может быть полностью заряжена всего за 40 минут.

Однако, технологии продолжают развиваться, и в 2019 году компания Tesla представила новую версию Supercharger V3. Ее характеристики являются впечатляющими. Зарядное устройство мощностью 1 МВт имеет 4 стойла, каждое из которых обеспечивает мощность до 250 кВт, а также может быть оснащено аккумуляторной батареей мощностью 575 кВт. Важно отметить, что максимальная потребляемая мощность сети ограничена примерно 350 кВт.

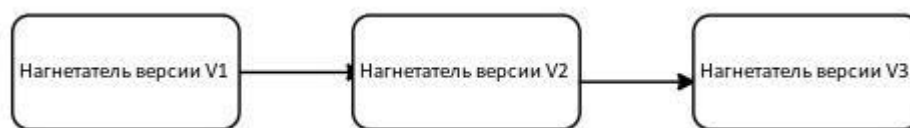


Рисунок 3. Схема развития нагнетателей Tesla Supercharger

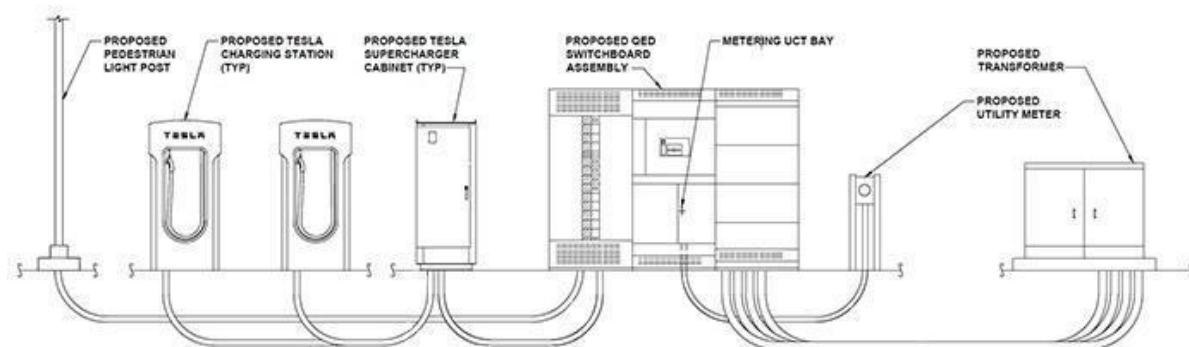


Рисунок 4. Расположение схемы заправки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать вывод, что развитие электрокаров продолжает прогрессировать с большими темпами. В статье представлены различные способы зарядки батарей для электрокаров. В настоящее время у нас уже есть возможность наслаждаться удобством зарядки, не прибегая к заправке с ее неприятными запахами, грязью и прочими неудобствами. Существует множество вариантов для зарядки Теслы, будь то общественные зарядные станции, собственный гараж или парковка.

Кроме того, в будущем перспективными могут стать различные инновации, такие как доставка услуг, которые могут быть выполнены с помощью электрокаров, а также развитие виртуальной реальности, которая может быть встроена в специальные очки и использоваться в автомобилях. Это лишь некоторые из многочисленных направлений развития, которые ждут нас в будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Электромобиль и его развитие — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт]. — URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39606> (дата обращения: 25.04.2023).
2. Перспективы развития электротранспорта — Текст : электронный // КОДЕКС :

[сайт].-URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-elektrotransporta/viewer> (дата обращения: 25.04.2023).

3. Рынок статистики — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт].- URL:<https://vc.ru/transport/463257-za-6-mesyacev-prodano-1278-elektromobiliey-v-rossii>(дата обращения: 25.04.2023).

4. Рынок статистики — Текст : электронный // КОДЕКС : [сайт].- URL:<https://moscowteslaclub.ru/blog-tesla/video/vse-chto-nuzhno-znat-o-zaryadke-tesla-harakteristiki-fakty-videoinstruksii/> (дата обращения: 25.04.2023).

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ И СОГЛАСОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Егорова Д.В.

студентка 2 курса 19 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Воронков И.Е.

кандидат технических наук, доцент кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы оценки перспектив и проблем составления, подписания и сдачи исполнительной документации в электронном формате (цифровизация строительной отрасли). Уделяется внимание сравнительному анализу традиционного формата ведения исполнительной документации с электронным на примере комплекса электронного документооборота «Ехон». Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что прогресс не стоит на месте, и введение такой цифровой трансформации позволит оптимизировать итак достаточно трудоемкий процесс в части формирования исполнительной документации.

Ключевые слова: цифровизация строительства, цифровой инженер ПТО, исполнительная документация.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация строительной отрасли - это процесс перевода всех строительных процессов в цифровой формат, а также использование современных технологий для сокращения сроков и повышения качества.

На протяжении долгих лет исполнительная документация (далее ИД) формировалась, подписывалась и сдавалась в традиционном бумажном формате, что доставляло ряд определенных неудобств. [1] Но приход цифровых программных комплексов в строительную отрасль позволил кардинально пересмотреть весь процесс и оптимизировать как трудовые, так и временные затраты.

ОСНОВНАЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩАЯ ВВЕДЕНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВО

- Постановление Правительства РФ № 1431 от 15.09.2020

«Об утверждении правил формирования и ведения классификатора строительной информации»

-Постановление Правительства РФ № 331 от 15.03.2021

Перечень случаев, при которых должна использоваться информационная модель

- Поручение Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Д.Н. Чернышенко от 29.03.2021 г. № ДЧ-П10-3905

- Приказ Ростехнадзора № 470 от 09.11.2017

Внесены изменения в пункт 5 Требований к составу и порядку ведения исполнительной документации РД-11-02-2006

Руководствуясь нормативно-правовыми основами цифровизации, обеспечивается возможность активного внедрения и применения ПО на объектах строительства.

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА БУМАЖНОГО ФОРМАТА ОФОРМЛЕНИЯ ИД

Скорость

-Длительность процессов согласования не позволяет оплачивать фактически выполненные работы

-Процесс подписания затягивается из-за необходимости физического присутствия для подписания на бумажном носителе

Качество

-Ручное формирование документации провоцирует риск человеческой ошибки

-Различия в формах актов затрудняют проверку

Сохранность

-Затраты на содержание бумажных архивов постоянно растут

-Распространены случаи утери исполнительной документации или получения ее эксплуатирующими организациями в некомплектном виде.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Жизненный цикл исполнительной документации (рис. 1) демонстрирует ее основной маршрут, но уже в электронной системе. Соответственно, можно сделать выводы, что сама структура и этапы практически не претерпели изменений, изменился только вид и подход к формированию ИД. [2]

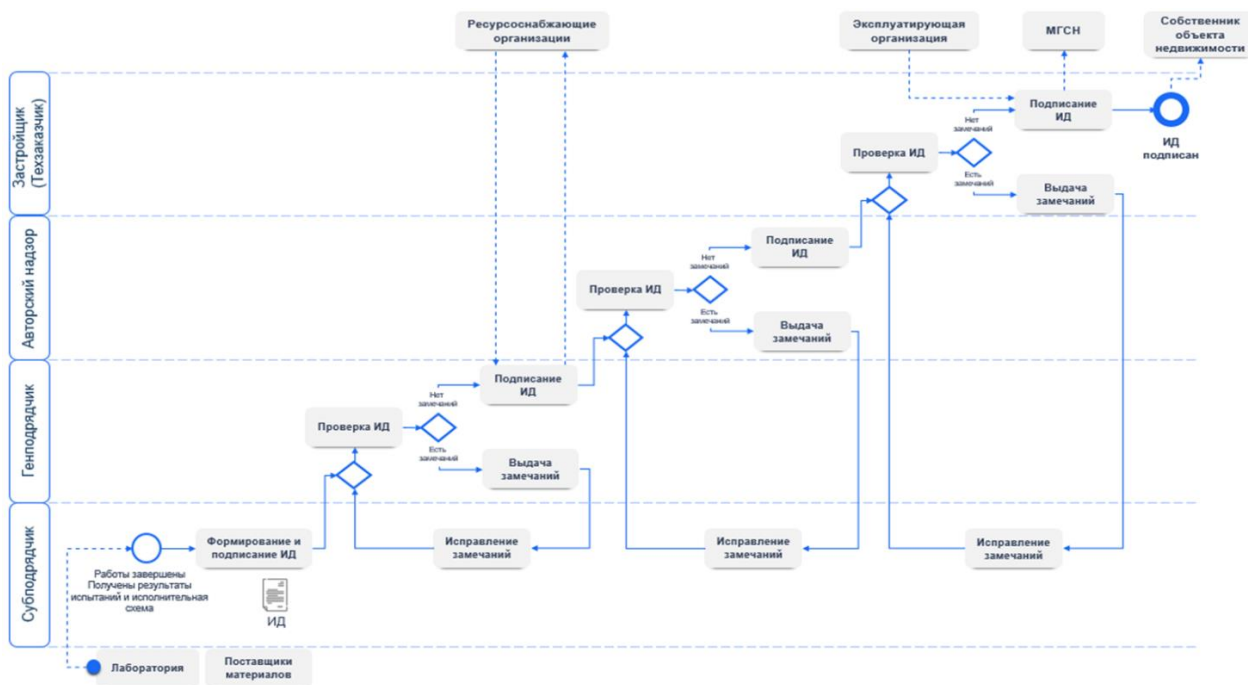


Рисунок 1. Жизненный цикл исполнительной документации

ПРОБЛЕМЫ, РЕШАЕМЫЕ ЦИФРОВИЗАЦИЕЙ ПРИ ОФОРМЛЕНИИ ИД

Проблемы, решаемые цифровизацией оформления ИД многочисленны, это хорошо видно на (рис. 2), где представлено сравнение бумажного и цифрового вида ИД.



Рисунок 2. Сравнение бумажного и цифрового вида ИД

СВЯЗЬ ТИМ И ЭДО

На (рис. 3) представлена целостная структура, которая образуется с применением ТИМ и ЭДО. Из используемой цифровой модели строительства выделяется определенный структурный элемент (конструкция), он соединяется с работами, которые непосредственно нужно выполнить для полноценного монтажа той или иной конструкции [3]. На выходе через ЭДО, соединяя конструкцию, работу, используемые материалы, лабораторные исследования и т.д, формируется необходимая исполнительная документация.

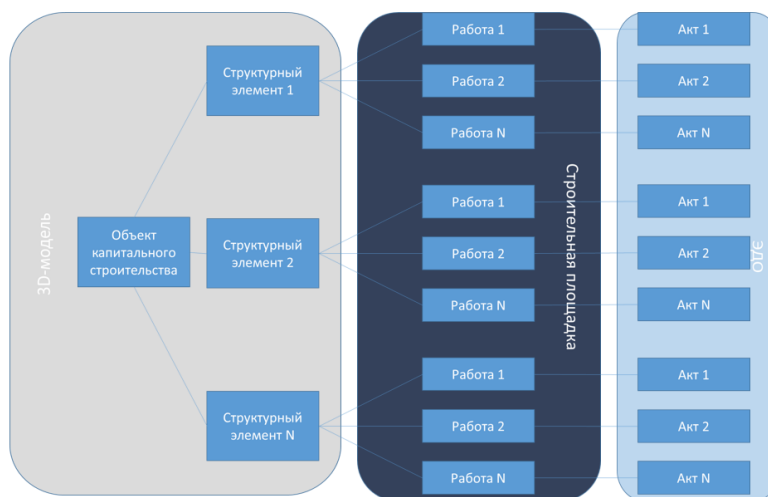


Рисунок 3. Связь ТИМ и ЭДО

ПРЕИМУЩЕСТВА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

При использовании электронного документооборота ИД можно выделить несколько существенных преимуществ, таких как:

- Сокращение временных затрат на проверку и подписание ИД
- Сокращение количества рутинных операций по проверке одной и той же информации в разных документах
- Возможность автоматического отображения необходимой информации одновременно с проверяемым документом
- Исключение потери документов и необходимости их восстановления
- Своевременно узнавать о предполагаемых отступлениях от Проектной документации.

НЕДОСТАТКИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ИД (НА ПРИМЕРЕ ПЛАТФОРМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ EXON)

ВЫВОДЫ

Также можно выделить недостатки, которые были выявлены во время работы с ЭДО ИД:

- Кратковременные сбои в работе
- Коллизии в датах взаимосвязи документов

- Отсутствие окончательного перехода от бумажного формата к электронному
- Нехватка кадров для работы с такими программными продуктами

ВЫВОДЫ

Подводя итоги анализа цифровых решений в части ИД, можно сказать, что это очень перспективное направление, которое значительно сокращает трудовые и временные затраты. В свою очередь это положительно влияет на весь строительный процесс в целом. Но не стоит забывать, что программные комплексы такого формата часто имеют ряд недоработок, а штат сотрудников имеет недостаточное количество навыков, опыта и осведомленности для работы с таким программным обеспечением. Это демонстрирует то, что процесс цифровизации ИД находится только в самом начале своего развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Subbotin A., Melkumyan A., Khuriev V. Organization of technological approach to the design of engineering systems using bim-technologies E3S Web of Conferences (см. в книгах). 2019. С. 3.
2. Субботин А.С., Жаркова Д.В. Возможность применения автоматизационных процессов для оформления исполнительной документации Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 10. С. 67-71.
3. Voronkov, I. E. Reengineering of organizational and technological processes of NPP construction / I. E. Voronkov, T. A. Usmanov // Journal of Physics: Conference Series : II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021), St.Petersburg, 03–06 марта 2021 года. Vol. 1889. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22104. – DOI 10.1088/1742-6596/1889/2/022104. – EDN LUYIJN.

РАЗВИТИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ

Исхакова Ю.Р.

студентка 4 курса 6 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Алабин А.В.

старший преподаватель кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В этой статье рассмотрены технологии, которые появились недавно и проблема применения виртуальных реалий в строительном процессе. Устанавливается внимание на лазерном сканировании и дальнейшем его использовании в цифровых информационных моделях. Актуальность предложенной темы связана с необходимостью перехода к цифровым технологиям строительства.

Ключевые слова: развитие, атомная энергетика.

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря развитию индустрии и иных отраслей, человечество обретает новые энергетические источники, менее вредные для окружающей среды, энергоэффективные, не требующие истощения неисчерпаемых ресурсов, делая исследования ядерной энергии насущными.

Атомная энергия - отрасль электроэнергетики, которая производит электрическую и тепловую энергию путем переработки ядерных энергий.

Преимущества ядерной энергии включают в себя то, что ядерная энергетика экологически чиста, поскольку она не дает парникового эффекта, энергоемкость применяемого топлива очень высокая и обладает потенциалом повторного применения, и в первую очередь уран относительно дорогой топливом, а заправка и обслуживание нормальных электростанций необходимы, но не нужно делать его так же много, как и заправка и обслуживание нормальных электрических станций.

К недостаткам относится то, что ядерные отходы оставались радиоактивными на протяжении многих лет, расщепление ядерного материала в чужом распоряжении может вызвать ядерный терроризм или шантаж, а выращивание и добыча урана приводят к действиям радиоактивных пылей, которые попадают в воздух или воды.

РАЗВИТИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В 1951 году началось развитие ядерной энергии. Таким образом, в Айдахо, на юге США, был построен первый 100-киловаттный реактор. Вначале строительство данного реактора предназначалось не для выработки электроэнергии а для демонстрации возможности ее применения в настоящее время. Принцип действия реактора доказал Энрико Ферми, его расчеты использовались для того, чтобы проверить возможность использования ядерных топлива на выработку энергии. Исследование показало, что реакторы производили гораздо больше электричества, чем потребляли. В советском союзе ядерная энергетика была весьма востребована на фоне послевоенной кризиса, поэтому в 1954 году в Обнинском районе был построен первый атомный электростанция и подключен к государственной сети. Ядерная энергия с годами стала популярнее во многих странах мира. К примеру, в 1956 г. в Англии был введен атомный электростанций Calder Hall 1, мощностью 50-мВт, в 1957 г. в США – атомный электростанций Shippingport 60мВт. В 1959 году Франция ввела электростанцию «Маркуре» мощностью 37,7 МВт в эксплуатацию.

В России пик атомного развития пришелся в 1956-1964 годах. В течение этого периода в эксплуатацию введены первые мощности Белоярской и Новороссийской атомных электростанций мощностью в 100 и 240 мВт. Первые десятилетия развития атомной промышленности было без серьезных воздействий на окружающую среду, однако в 1979 г. произошло первое серьезное ДТП, которое заставило мир задуматься над новыми способами обеспечения безопасности АЭС. На атомной станции Три Майл Айленд США произошла авария, в результате которой взорвалась вторая мощность 906 мВт. Самая известная и разрушительная катастрофа - авария на ЧЭС. Этот случай повлиял на экологию Украины, Беларуси, России, на жизнь сотни тысяч человек и развитие всего атомного сектора. Вторая глобальная ядерная авария - землетрясение, цунами на берегах Японии - вызвало серьезное состояние на атомной электростанции Фукусима-1. Однако новые электростанции постоянно строятся во всем мире, поскольку дешевле атомная электроэнергия, и спрос на неё постоянно увеличивается, чтобы снизить зависимость между такими ресурсами, как нефтью, газом и углем. В то же время современные реакторы становятся все безопаснее.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Атомная энергия - важная часть мирового энергокомплекса: В 2017 г. доля атомной энергии составила 10,5 процента от общей выработки электрической энергии; в конце 2017 г. в мире было действовало 453 электростанции, 56 находились на стадии их строительства. "В частности, такие регионы, как ""СНГ"" и ""АТР"", в 2018–2040 годах будут наблюдаться значительные увеличения перспектив развития АЭС, так как эти регионы активно стремятся

развивать атомную энергетику (Рисунок 2). Например, в Китае больше угля сжигают, чем в США, в Японии и в Европе." Китай занимает 55 место в мировом потреблении угля, поэтому он обладает самым высоким уровнем загрязнения атмосферы. Это негативно влияет на здоровье жителей страны, а также на здоровье их населения. По планам Правительства, отрасли быстро развиваются, а переход от угля к атомной энергии улучшит экологию страны. США являются крупнейшим производителем электрической энергии от АЭС. Общие мощности действующих АЭС в США составляют 99 535 млн. мВт, что составило 19,5% от общей мощности электроэнергетики страны. По данным статистики 2017 года, общей мощностью атомной электростанции Франции, расположенной на втором месте, является 63 130 мВт, удовлетворяющей 76,3 потребностей страны в электрической энергии. В Японии атомная энергия – важный источник энергии. Японская атомная электростанция имеет общую мощность 40 480 мВт. Отметим, что большая часть атомных станций Японии теперь фактически не работает, но после катастрофы на Фукусима они в любом случае готовы приступить к работе. В начале 2017 г. доля атомной энергии Японии составила всего 0.5% от общей выработки в стране электроэнергетики. Китай расположен на четвертом месте с общим объемом атомной электростанции 31 617 мВт, что охватывает около 4% потребностей в стране. Российские атомные электростанции имеют общей мощностью 26 865 мВт, что удовлетворяет около 19% от общего потребления в стране. В Южной Корее общая мощность атомных электростанций составляет 23 017 мВт, удовлетворяет около 32 общей потребности в электроэнергетики, а в Индии общая мощность атомных электростанций составляет 6 219 мВт, удовлетворяет около 3,5 потребности в электроэнергетики. Существует огромный потенциал развития атомной энергии в регионах Ближнего Востока, Африки и Южной Америки. Во многих Ближнем Востоке - Саудовской Аравии и ОАЭ стремятся расширить свой энергобаланс, в том числе используя атомную энергию. В ОАЭ, например, к 2020 году будет построено крупное атомное энергетическое предприятие с участием японского и Южнокорейского специалистов. В ближайшие годы ядерная энергетика должна будет развиваться также в Азии и Африке, так как потенциальный рост численности населения, а также развитие экономического развития этих регионов приведет к увеличению потребления электроэнергии. Благодаря наличию значительных урана-коренных запасов во многих странах Африкании, подобные проекты будут более привлекательны для этих стран.

Атомная энергия в РФ развивается быстро: В 2017 г. на Новороссийской АЭС введен первый мощный ВВЭР «1200» в эксплуатацию. В соответствии с законодательством Правительства Российской Федерации к 2030 году планируется запустить в стране более десяти новых атомных электростанций, включая уникальную атомную электростанцию «Академика Ломоносова». Основной задачей АЭС является обеспечение стабильного снабжения

электроэнергией Арктических и Крайних районов России. Российская фирма «Росатом» строит в разных странах мира атомные станции. Генеральный директор «Росатома» Алексей Лыхачев заявил: «Росатом вкладывает в развитие атомной промышленности мирового масштаба. На сегодняшний день 25 энергетических блоков на стадии активной реализации, 11 энергетических блоков на стадии договора». Росатом занимает и первое место на международном портфеле 36 зарубежных энергоблоков 12 стран. С декабря 2017 года Алексея Лыхачева и Вице-премьера Нодира Отазонова подписали межгосударственное соглашение по мирному использованию атомных энергий. В документе предусмотрено строительство промышленного атомного завода в Узбекистан Росатомом. По российским планам станции можно оснастить два современных реактора VVER 1200 поколения 3. Запущенный в 2016 году этот новый российский проект достойный продолжитель линейки российских и советских ВВЭР-реакторов. У него есть такие ценные характеристики, как высокой мощностью, 60-летним сроком службы, а главное уникальной автоматической системой безопасности, предотвращающей радиоактивную катастрофу даже при авариях, подобных авариям на японской АЭС Фукусима-1 в 2011 г. В 2017 году подписано соглашение СНГ по сближению подходов к мирному использованию атомных энергий, цель которого заключается в выработке согласованной политики по техническому регулированию в сфере атомных энергий и определении главных направлений работы. Соглашение определено общими принципами сотрудничества и приоритетами обеспечения ядерных и радиологических показателей при установке и выполнении обязательных требований, обеспечения единообразия системы идентификации, кодирования и классификации, обязательности оценки их соответствия рекомендациями Международного агентства по ядерной безопасности и другим международным организациям.

| Страна | Запасы, тонн U | Запасы, % |
|---------------|-----------------------|------------------|
| Австралия | 1664100 | 29 |
| Казахстан | 745300 | 13 |
| Канада | 509800 | 9 |
| Россия | 507800 | 9 |
| ЮАР | 322400 | 6 |
| Нигер | 291500 | 5 |
| Бразилия | 276800 | 5 |
| Китай | 272500 | 5 |
| Намибия | 267000 | 5 |
| Монголия | 141500 | 2 |

Рисунок 1. Топ-10 стран-лидеров по запасам урана(%)

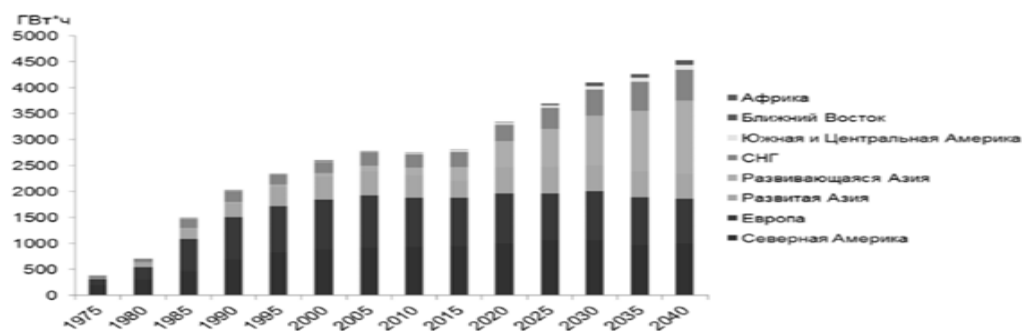


Рисунок 2. Производство электроэнергии на АЭС по регионам мира до 2040 года.

ВЫВОДЫ

Если подвести итог, то можно предположить, что мировые атомные генерации продолжают расти стремительно. Причиной этого процесса является одна из факторов - национальная тревога по поводу безопасной эксплуатации атомной электростанции, значительно усилившаяся после катастрофы в 2011 году на атомной электростанции Фукусима и негативно сказавшаяся на динамике развития отрасли в 2012-2013 гг. В то же время технологическая разработка, научная прогрессия, инновации способствовали постоянному повышению уровня безопасности атомной электростанции даже в сложнейших географических, сейсмо-климатических условиях и в условиях сейсмической и климатической безопасности. В ближайшие годы следует рассчитывать на значительный рост атомной промышленности развивающихся стран, где спрос на энергетические ресурсы растет, в частности в Китае и Индии, а также в других Ближнем Востоке и азиатско-тихоокеанском регионе. В странах Организации Объединенных Наций ядерное энергетическое развитие может развиваться по сценарию «бизнеса как обычного».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кесслер Г. Ядерная энергетика. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 264 с.
2. Справочник по ядерной энерготехнологии /Ф. Ран, А. Адамантиадес, Дж. Кентон, Ч. Браун. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 752 с.
3. Перспектива развития Единой энергетической системы России на период до 2010 г. / И.М. Смирнов, В.С. Ляшенко, В.И. Чемоданов и др. – К.: Энергонформ, 2000. – № 2(36).
4. Современное состояние и перспективы развития электроэнергетики СНГ / В.А. Джангиров, Ю.Л. Антипенко, В.А. Баринов, А.С. Маневич // Электричество. – 1998. – № 11. – С. 2–13.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГАЛЕРЕЙ ТОПЛИВОПОДАЧИ ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ ТЭС

Николаев Г.А.

студент 6 курса 14 группы ИГЭС МГСУ

Научный консультант: Воронков И. Е.

кандидат технических наук, доцент кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье рассматривается актуальность угольной генерации в мире, обосновывается перспективность строительства пылеугольных ТЭС. Уделяется внимание топливному хозяйству угольной станции, которое по сравнению с газовой станцией занимает внушительное пространство. Акцентируется внимание на галереях топливоподачи, как на связующих элементах топливного хозяйства, рассматриваются их конструктивные решения и формируются конструктивные ограничения. Производится сравнение с зарубежными аналогами и формулируются пути дальнейшего развития. Актуальность выбранной темы обусловлена перспективой строительства пылеугольных электростанций на сверхкритических параметрах пара в развивающихся странах мира .

Ключевые слова: галереи топливоподачи, конструктивные ограничения, угольное хозяйство, сечения, пролеты, опорные конструкции.

ВВЕДЕНИЕ

Галереи топливоподачи являются неотъемлемой частью пылеугольных тепловых электростанций, и их основная задача заключается в транспортировке угля из хранилища к котлам. Однако при проектировании галерей топливоподачи нужно учитывать ряд конструктивных ограничений, которые связаны со спецификой работы пылеугольных ТЭС. Важно подчеркнуть, что соблюдение этих ограничений имеет огромное значение для обеспечения надежности и безопасности работы галерей топливоподачи, а также эффективного функционирования всей энергосистемы. В данной работе мы рассмотрим ключевые конструктивные ограничения при проектировании галерей топливоподачи на пылеугольных ТЭС, а также рассмотрим их влияние на работу данного элемента тепловых электростанций.

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВА УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Несмотря на то, что за последние десятилетия сланцевая революция, возобновляемые источники энергии, атомная генерация заметно изменили энергетический ландшафт в мире, угольная энергетика по-прежнему остается одним из основных источников электроэнергии (рис.1) [1].

В последнее десятилетие мировую динамику угольной генерации определяют разнонаправленные тенденции (рис. 2):

-развитие угольной энергетике в развивающихся экономиках (Египет, Турция, Китай и другие страны ЮВА);

-сокращение ее объемов в развитых экономиках Европы и США при снижении спроса на энергию в целом.

То есть угольная генерация остается актуальным источником производства электроэнергии, особенно в развивающихся странах.

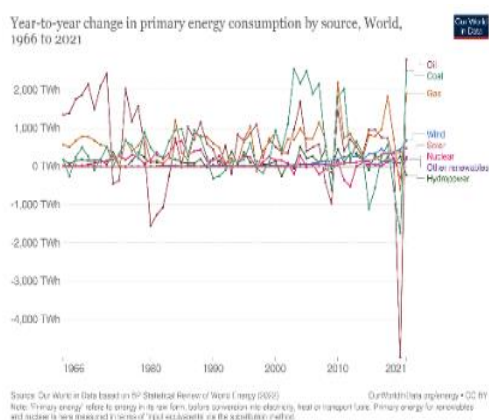


Рисунок.1.-График изменения потребляемой энергии в зависимости от ресурса с 1966 по 2021 гг.

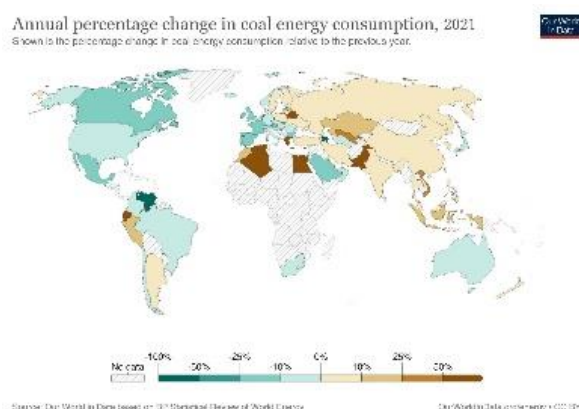


Рисунок.2.-Карта годового изменения в потреблении угля 2021 г.

ГАЛЕРЕИ ТОПЛИВОПОДАЧИ-СВЯЗУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТОПЛИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

Угольные электростанции занимают больше пространства, чем газовые, из-за необходимости хранения и транспортировки угля. Это можно заметить, сравнив размеры топливного хозяйства на Сахалинской ГРЭС-2 (рис. 3), работающей на каменном и буром угле и на Адлерской ТЭС (рис. 4), работающей на газе.

То есть для того, чтобы строительство пылеугольной электростанции было выгодно по сравнению с газовой станцией, необходимо снижать затраты на возведение топливного хозяйства. Отметим галереи топливоподачи, так как это очень важные элементы угольного хозяйства, которые представляют наибольший интерес с точки зрения разнообразия пролетов, сечений и опорных конструкций.

В данной работе рассмотрим конструктивные ограничения, так как они влияют на стоимость и продолжительность строительства. Их несоблюдение может привести к увеличению затрат на материалы и дополнительным работам, поэтому их необходимо учитывать для избежания задержек и дополнительных расходов.



Рисунок.3.-Сахалинская ГРЭС-2



Рисунок.4.-Адлерская ТЭС

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

В исследовании были рассмотрены конструктивные ограничения, так как они влияют на стоимость и продолжительность строительства [2]. Их несоблюдение может привести к увеличению затрат на материалы и дополнительным работам, поэтому их необходимо учитывать для избежания задержек и дополнительных расходов.

Обзор существующих подходов, раскрывающих вопросы проектирования галерей топливоподачи позволил выявить конструктивные ограничения, которые необходимо учитывать при проектировании таких галерей, а именно материал конструкций, сечения пролетных конструкций, их пролеты и виды опорных конструкций [3].

Металлические конструкции получили наибольшее распространение при проектировании галерей топливоподачи, так как они обеспечивают высокую механическую прочность и долговечность объекта, а также позволяют существенно снизить трудозатраты при строительстве [4]. В случаях, когда конструкции напрямую соприкасаются с углем, например, на Рефтинской ГРЭС (рис. 5) используют железобетонные конструкции, чтобы защитить металл от коррозии.



Рисунок 5. Склад угля на Рефтинской ГРЭС

Для галерей топливоподачи традиционными были фермы с сечениями из уголков, как на Новоиркутской ТЭЦ (рис. 6), однако индустриализация строительства привела к созданию конструкций из сварных двутавровых балок. Это решение использовалось на Сахалинской ГРЭС-2 и Черепетской ГРЭС (рис. 7) для пролетных строений.



Рисунок.6.-Новоиркутская ТЭЦ



Рисунок.7.-Черепетская ГРЭС

При проектировании галерей топливоподачи важно правильно выбрать длины пролетных строений, которые чаще всего принимаются равными 18, 24, 30, 36, 42 и 48 м. Их можно назначать отдельно для каждого объекта, но лучше, чтобы длины были кратны 3 м. Выбор оптимальной длины зависит от особенностей генплана, но также учитывается высота опор - чем выше опоры, тем эффективнее использование увеличенной длины пролетного строения.

Стальные опоры галерей выполняются двух типов: плоские (качающиеся) и пространственные (неподвижные). Нагрузки на опоры галерей определяются в зависимости от типа опор. Шарнирные опоры принимают вертикальное опорное давление и ветровые нагрузки, а неподвижные опоры также воспринимают продольные технологические нагрузки.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЛЕРЕЙ ТОПЛИВОПОДАЧИ ЗА РУБЕЖОМ

Зарубежные компании используют конструкции на уровне транспортера, чтобы сократить расход металлоконструкций, совместим несущие с ограждающими. Явожненская ТЭС в Польше (рис. 8) является ярким примером такого подхода. Однако, в России используются иные стандарты, вызванные особенностями инструкций по противопожарной защите.

В связи с этим, опыт зарубежных компаний может быть полезен в разработке проектов галерей топливоподачи в России. Возможно, применение зарубежных конструкций потребует дополнительных технических решений для обеспечения требований противопожарной защиты. Тем не менее, использование конструкций на уровне транспортера может значительно сократить затраты на строительство и эксплуатацию галерей топливоподачи в России. Это позволит повысить их эффективность и конкурентоспособность на рынке энергетических ресурсов.



Рисунок 8. Явожненская ТЭС

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГАЛЕРЕЙ ТОПЛИВОПОДАЧИ

Одним из вариантов модернизации является облегчение конструкции шатра с сохранением всех необходимых рабочих характеристик. Это можно достичь путем использования новых материалов и технологий производства, что не только снизит нагрузки на главные опоры, но и обеспечит увеличение пролетов и высот галерей топливоподачи для обеспечения еще более эффективной работы. Как например на Московской ТЭЦ-22 (рис. 9), Сам шатер состоит из двух полуарок шириной по 3 м с горизонтальной вставкой в ключе для создания остекления по условиям взрывоопасности и вертикальными по 500 мм на опорах для лучшей организации прохода (есть решения и без вставок на опорах). Полуарки жестко соединены в ключе и шарнирно связаны с плитой. Каркас полуарок из швеллера № 10, гнутого горячим способом. Наружная и внутренняя обшивка — стальной профилированный лист с внутренним утеплителем из

минераловатных матов. При облегченной конструкции шатра уменьшаются нагрузки на пролетное строение, опоры, снижаются расход материалов, трудозатраты при возведении.

Кроме того, перспективным решением может быть использование гофро-балок (рис. 10) в качестве несущих пролетных конструкций[5]. Это позволит добиться существенного снижения массы галерей топливоподачи, что приведет к еще более значительному снижению нагрузок на главные опоры и улучшению качества топливоподачи в целом.

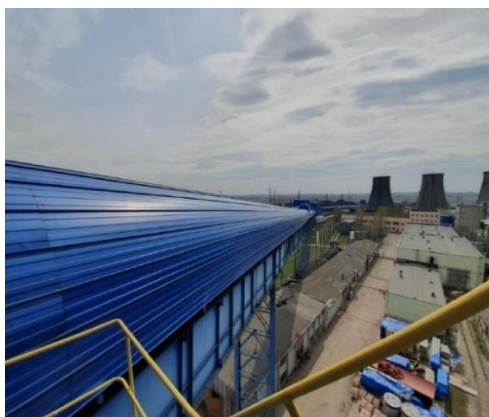


Рисунок 9.- ТЭЦ-22



Рисунок.10.-Балки с волнисто-

гофрированной

стенкой

ВЫВОДЫ

Таким образом, была доказана важность и перспективность угольной генерации в мире, обоснована необходимость строительства пылеугольных ТЭС. В результате сравнения двух электростанций на разном топливе (угле и газе), была выявлена значимость топливного хозяйства на угольной электростанции. Анализируя топливное хозяйство угольной станции, мы выделили роль галерей топливоподачи как важного элемента топливного хозяйства. Были проанализированы конструктивные решения галерей и их ограничения, а также были сравнены зарубежные аналоги. Наконец, были определены дальнейшие пути развития в проектировании галерей топливоподачи, связанные с облегчением конструкций шатра и применением гофро-балок. Статья вносит важный вклад в область угольной генерации, пылеугольных электростанций и их топливного хозяйства и может стать полезным ресурсом для интересующихся данной темой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чурашев В. Н., Маркова В. М. Остаться нельзя уйти: к вопросу о развитии угольной генерации в России// ЭКО. 2019. № 11. С. 63-93. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2019-11-63-93.

2. Voronkov, I. E. Reengineering of organizational and technological processes of NPP construction / I. E. Voronkov, T. A. Usmanov // Journal of Physics: Conference Series : II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021), St.Petersburg, 03–06 марта 2021 года. Vol. 1889. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22104. – DOI 10.1088/1742-6596/1889/2/022104. – EDN LUYIJN.

3. Белов, В. В. Компоновочные решения ТЭС как фактор снижения последствий крупных аварий / В. В. Белов, Б. К. Пергаменщик // . – 2014. – № 5. – С. 32-35. – EDN TWYQCD..

4. Пергаменщик, Б. К. Производительность труда в строительстве в функции насыщенности фронта работ трудовыми ресурсами / Б. К. Пергаменщик, В. А. Ундозеров // Экономика строительства. – 2018. – № 5(53). – С. 25-34. – EDN XYUCJN

5. Д. Д. Заборова, Ю. П. Дунаевская. Преимущества и особенности применения гофро-балки в строительстве / Текст : непосредственный // Строительство уникальных зданий и сооружений.. — 2014. — № 7. — С. 36-53.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ВСПОМОГАТЕЛЬНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ В ПРОЦЕССЕ СООРУЖЕНИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Малахов Н.С.

студент 1 курса магистратуры 19 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Кабанов А.С.

преподаватель кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

Цель данного исследования заключается в изучении влияния климатических условий на капитальные и временные здания и сооружения вспомогательной инфраструктуры, необходимых для возведения атомных электростанций, в различных районах строительства. В связи с тем, что на каждой строительной-монтажной базе строящихся станций имеется большое количество объектов, отечественные проекты АЭС требуют повышения технико-экономических показателей вспомогательных зданий и сооружений для сокращения материальных затрат и объемов подготовительных работ перед началом строительства станции.

ВВЕДЕНИЕ

Важным фактором при выборе состава объектов вспомогательной инфраструктуры, конструкций, технических решений и материалов для строительства АЭС являются климатические условия района строительства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для обеспечения непрерывного и эффективного выполнения строительных работ на АЭС используются строительные монтажные базы (СМБ), которые возведены на территории стройки и обеспечивают поставку необходимых материалов, конструкций и оборудования. Кроме того, климатические условия района строительства могут оказывать серьезное влияние на выбор конструкций и материалов для строительства объектов вспомогательной инфраструктуры АЭС. Например, для защиты от ветровых нагрузок и повреждений грузоподъемного оборудования применяются решения капитального строительства. Кроме того, высокая влажность может ухудшить эксплуатационные качества металлоконструкций и железобетонных конструкций, поэтому предусматривается качественная гидроизоляция и применение специальных защитных покрытий.

При проектировании зданий, осадки и их интенсивность играют важную роль, поскольку они могут влиять на увлажнение ограждающих конструкций. Легкие ограждения могут быть подвержены проникновению влаги, в то время как массивные стены могут медленно высыхать, что может привести к их разрушению. Осадки также могут увеличить влажность грунта и уровень грунтовых вод, что может быть опасно для зданий. Количество выпадающего снега может оказывать дополнительную нагрузку на крыши зданий, и это также должно быть учтено при проектировании покрытий.

В жарких климатических условиях, высокая температура и частые ветры могут быстро обезвоживать бетон, что может привести к ухудшению его поровой структуры и снижению долговечности. Обезвоживание также может вызывать шелушение наружных слоев бетонной конструкции. Для снижения негативного воздействия фактора обдувки горячим воздухом со взвешенным песком можно использовать обдувку заполнителей разных фракций холодным воздухом и поливку водой. Для этого в состав БРХ должны входить вентиляторные и водяные охлаждающие установки. Кроме того, добавление поверхностно-активных добавок в бетонную смесь может помочь снизить водопотребность и сохранить консистенцию изготавливаемой продукции. Для зданий в жарко-сухих районах рекомендуется использовать свободную планировку галерейного типа, которая способствует интенсивному проветриванию застройки.

В северных регионах характерной особенностью является глубинное промерзание почв и грунтов. Вследствие этого, рыхлые грунты (песчаники, галечники и глины) теряют свою монолитность и начинают подтаивать и смещаться из-за нагревания грунта за счет возведенных сооружений. Поэтому, в строительно-климатической зоне севера рекомендуется проектировать здания простой прямоугольной формы в плане, без перепадов высот. Если перепад высот необходим по технологическим или технико-экономическим соображениям, его лучше расположить с наветренной стороны или вдоль направления доминирующих ветров. Фасады зданий должны быть без ниш, поясков и других элементов, которые могут задерживать атмосферные осадки. Также необходимо предусмотреть соответствующие меры по теплоизоляции для поддержания комфортной температуры внутри зданий.

Здания временного назначения являются надземными вспомогательными и другими объектами, необходимыми для выполнения строительных и монтажных работ. Временные здания могут быть неинвентарными, предназначенными для однократного использования, или инвентарными, которые могут быть использованы многократно и перемещаться на площадки объекта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:

На строительных площадках много временных сооружений, которые строятся для выполнения только одной или двух задач. Это означает, что можно использовать альтернативные решения для временных сооружений, которые не требуют капитального строительства. Легковозводимые надувные ангара являются одним из таких решений, которые значительно сокращают сроки, стоимость и трудозатраты на возведение временных сооружений.

Надувные ангара быстро возводятся из огнестойкого ПВХ материала с дополнительным армированием нитями. Они состоят из арочных пневмобаллонов, которые служат каркасом для верхнего тента и торцевых стенок. При возведении ангара не нужно использовать тяжелое оборудование, потому что конструкция очень легкая. Для поддержания формы ангара требуется использование компрессора массой не более 150 кг каждые 2-3 дня для поддержания давления воздуха внутри пневмобаллонов.

Надувные ангара имеют ряд следующих преимуществ перед временными сооружениями капитального строительства:

1. Стоимость на порядок ниже в сравнении с затратами на аналогичное капитальное сооружение, так в среднем производители надувных ангара, отталкиваясь от необходимой площади, указывают стоимость от 8500 рублей до 11000 рублей за квадратный метр.

2. Срок службы надувных ангара составляет не менее 20 лет, что полностью удовлетворяет срокам строительства любой АЭС, выполненных по отечественным проектам (АЭС ВВР 1200, АЭС ВВР ТОИ).

3. Минимальные сроки изготовления и монтажа. К примеру, в Египте средняя продолжительность светового дня варьируется от 11 до 14 часов в зависимости от времени года, что позволяет установить надувной ангар без преждевременного подвода электроэнергии к месту возведения, пользуясь лишь дизель-генераторами для питания компрессоров.

4. Легкость транспортировки

5. Минимальные эксплуатационные расходы. Одним из основных аргументов в пользу надувных ангара является отсутствие необходимости в постоянной подкачке пневмобаллонов, затрачивая на это дополнительную электроэнергию. Минимальные эксплуатационные расходы. Одним из основных аргументов в пользу надувных ангара является отсутствие необходимости в постоянной подкачке пневмобаллонов, затрачивая на это дополнительную электроэнергию.

6. Возможность отказаться от использования искусственного освещения в дневное время благодаря использованию светопроницаемого ПВХ для обшивки ангара.

7. Высокие теплоизоляционные характеристики, обеспеченные воздухом в пневмобаллонах.

8. Возможность установки сооружения поверх оборудования или действующего объекта, такого как: Бетонно-растворное хозяйство, склады строительных материалов, транспортируемых автотранспортом, гаражи строительной техники и рабочего оборудования. Так же при применении дополнительных арматурных каркасов, позволяющих создавать форму надувных ангаров, при которой становится возможным габаритное размещение временного сооружения непосредственно над работающим козловым краном или иными погрузочно-разгрузочными механизмами с ограничениями лишь по высоте вылета стрелы.

Производство надувных ангаров обеспечивает их высокую надёжность вне зависимости от внешних погодных условий. Они могут использоваться в любой климатической зоне, легко переносят осадки. Все перечисленные преимущества делают надувные ангараы выгодным решением в качестве временных сооружений, используемых как на строительном-монтажных базах, так и на пионерных базах АЭС, в котором объединяется стабильно высокое качество, надёжность и более доступная стоимость конструкции.

ВЫВОДЫ

Из проведенного исследования влияния климатических условий на строительство в различных зонах можно сделать вывод, что здания и сооружения, расположенные на строительном-монтажных базах для АЭС, должны иметь индивидуальные технические решения и взаиморасположение друг относительно друга и АЭС, учитывая их конструктивные особенности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гиннэ С. В. / О современных способах борьбы с атмосферной коррозией строительных металлоконструкций. УДК 69:620.193/.197
2. А.А. Морозенко, В.В. Белов, А.С. Кабанов / Организационно-технологические и компоновочные решения строительном-монтажной базы АЭС : учебное пособие; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. – Москва : Издательство МИСИ-МГСУ, 2019.
3. Аблаева У.Ш. / Технологические методы улучшения долговечности бетонов в условиях сухого и жаркого климата Узбекистана. УДК 693.547.6
4. Бутенко Е. А. / Организация городского строительства. Курс лекций по дисциплине «Технология и организация в городском строительстве» В трех частях Части II и III. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального

образования Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2015.
УДК 69.05(075.8)

5. Теличенко В.И. / Организация и технология строительства атомных станций. УДК
69.05. 2012

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОДУЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

Шумакова А. А.

ученица ГБОУ школы №1577 класса 10 «Б»

Научные консультанты: Субботин А. С.¹, Тамарлакова Л. И.²

¹ *кандидат технических наук, доцент кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ*

² *преподаватель физики ГБОУ школы №1577*

Аннотация

Во всем мире строительство жилой недвижимости является самым массовым и перспективным направлением развития строительной отрасли. Возведение нового и современного жилья приводит не только к обеспечению необходимыми жилыми площадями населения, но и должно способствовать повышению архитектурной привлекательности обликов городов и оздоровлению их территорий.

В этой исследовательской работе будут разобраны достоинства и недостатки применения этого метода в строительстве многоэтажных и высотных зданий.

Цель: Доказать преимущества современного модульного строительства, как одного из способов решения жилищного кризиса.

Задачи:

1. Выяснить преимущества модульного строительства.
2. Сравнить метод с другими, более распространёнными методами строительства.
3. Сделать аналитический вывод.
4. Сделать макет, иллюстрирующий лёгкость доставки и установки блок-модулей .

Заключение:

Вопросы сокращения издержек и влияния на окружающую среду, а также сроков реализации проектов, сегодня более чем актуальны для строительных компаний и нашли своё отражение, в том числе, в современном модульном строительстве.

Эффективность строительной системы из лёгких «блок-модулей» на сегодняшний день, доказана мировой практикой, на примере достаточного количества разнотипных зданий и доказывается ежегодно с каждым введённым в эксплуатацию объектом.

Вывод:

1. Выявлены преимущества модульного строительства.
2. Произведено сравнение модульного строительства с другими методами строительства.

3. Был сделан аналитический вывод на основании проделанного исследования.
4. Был создан технологический макет, иллюстрирующий лёгкость доставки и установки блок-модулей.

Ключевые слова: многоэтажное строительство, модульное строительство.

ВВЕДЕНИЕ

Идея модульного строительства не нова. Каждый человек хочет приобрести жильё своей мечты на самых выгодных условиях. Во всём мире и в России, в частности, быстровозводимые коттеджи покорили рынок. Высотное модульное строительство в России также набирает популярность. Станет ли оно решением проблемы нехватки жилья, или модули - лишь тренд для привлечения внимания к строительным компаниям?

Изучение

Модульная технология строительства

Благодаря своей инновационности, мировой рынок модульного строительства в последние годы переживает стремительный рост. Его объем в 2021 году оценивался в \$137,8 млрд. Ожидается, что ежегодно он будет расти на 8% и в 2030 году составит \$271 млрд.

По предварительным оценкам, благодаря модульной сборке жилых домов:

1. на 15-20% снижается общая себестоимость строительных работ;
2. на 10-15% возрастает скорость возведения здания;
3. на 20-30% увеличивается точность производства конструктивных элементов;
4. до 20 раз сокращаются сроки строительства высотных зданий.

Строительство из мелкогабаритных элементов (кирпича).

Строить высотные сооружения из одного кирпича, без применения несущих железобетонных конструкций, очень сложно. Самым высоким кирпичным зданием такого типа является Монаднок-билдинг в Чикаго: его высота – 60 метров (16 этажей). Монаднок-билдинг был построен в конце 19 столетия и до сих пор считается выдающимся инженерным достижением. Толщина его стен в некоторых местах достигает 180 см, а несущая способность фундамента огромна даже по современным меркам. Время показало неэффективность такого решения: здание неоднократно восстанавливалось и реставрировалось, последний раз – в 1987 году. Находящиеся неподалёку небоскрёбы с железобетонным каркасом и заполнением из кирпича не требовали такого внимания и обходились дешевле.

Монолитное строительство.

Строительство монолитных зданий — процесс сложный, но его принцип предельно прост: сначала монтируется арматура, а затем вокруг неё сооружается опалубка и заливается бетонная смесь. В результате получаются ровные и прочные бетонные стены без стыковочных швов.

Несущие стены монолитной конструкции в 2,5 раза тоньше стен из кирпича. 30-сантиметровая монолитная бетонная стена по теплопроводности сравнима с кирпичной стеной толщиной 2,3 метра!

Срок полезной службы цельнобетонного дома 150 лет. А строительство монолитно-кирпичного дома — это гарантия практически стопроцентной звукоизоляции.

Сразу озвучим плюсы данной технологии:

1. Полет дизайнерской мысли: нет ограничений по конфигурации и этажности зданий.
2. Равномерная и незначительная усадка, что избавляет от образования трещин и позволяет сразу приступить к отделке.
3. Сейсмо- и влагоустойчивость — не страшны даже 8-балльные землетрясения и потопа.
4. Конструкция получается прочная, благодаря бесшовности, и лёгкая; технологию активно применяют при возведении зданий на «проблемных» почвах.
5. За счёт меньшей толщины стен увеличивается внутренняя площадь дома.
6. Работы обходятся дешевле — квадратные метры стоят меньше.

Минусы монолитного строительства:

1. Высокая трудоёмкость.
2. Необходимость детально продумывать размещение инженерных сетей ввиду отсутствия возможности перепланировки.
3. Зависимость от капризов природы — дополнительные энергозатраты на прогрев бетона зимой.
4. Необходимость в качественном уплотнении бетона, иначе все достоинства сводятся на нет.
5. Обязательная организация принудительной вентиляции, так как стены «не дышат».
6. При использовании сборно-разборной опалубки требуется дополнительное утепление и звукоизоляция.

Панельное строительство.

В отличие от блоков и кирпичей панельные здания собирают по огромным частям — складывают из железобетонных плит, как конструктор. С завода-производителя на стройку приезжают блоки — цельные стены, полы и потолки будущего дома, остаётся только их соединить. С лицевой стороны плита выглядит монолитной, может быть рельефной или гладкой, но на самом деле состоит из нескольких слоёв: наружного облицовочного слоя, железобетона и утеплителя из минеральной ваты и пенополистирола. В последний заложен каркас из арматуры, который соединяет все слои. Строители возводят каркасные и бескаркасные (крупнопанельные) здания: в первом случае «конструктор» скрепляют посредством колонн и межпанельных перекрытий, во втором продольные несущие стены опираются на поперечные.

Преимущество для застройщика очевидно — панельный дом можно возвести быстро. Среди потенциальных покупателей недвижимости бытует мнение, что такие дома отличаются маленькими площадями квартир, низкими потолками и холодными стенами.

На самом деле у панельных зданий много плюсов:

1. Можно не бояться покупать квартиру в панельном доме на стадии котлована. Сроки строительства короткие, также его не нужно приостанавливать зимой, погодных условий технология строительства такого дома не боится.

2. Малозатратная и эффективная технология производства плит, тем не менее, исключает брак в результате человеческого фактора — создание «деталей» дома происходит без участия человека.

3. Простота изготовления влияет на цену: панельные дома относятся к сегменту доступного жилья.

4. Панельные здания, по заявлениям застройщиков, служат до полувека, но на примере советских хрущёвок можно видеть, что срок эксплуатации может быть 100–150 лет.

5. В квартире панельного дома проще делать ремонт: снижаются затраты на капитальную подготовку и без того гладких стен.

6. Железобетонные плиты отличаются прочностью, материал устойчив к коррозии, хорошо противостоит физическим и химическим воздействиям.

Минусы тоже есть. Среди основных архитекторы называют следующие:

1. Планировка.

Технология строительства предусматривает большое количество несущих стен, которые нельзя сносить, перестраивая жильё по собственному желанию.

2. Сырость.

Эта проблема может появиться вскоре после сдачи квартиры, если застройщик использовал некачественные материалы, либо в старых зданиях, где разрушаются швы на стыках стен. При отсутствии хорошей вентиляции влага способствует образованию грибка и плесени.

3. Плохая изоляция.

В панельных домах лучше позаботиться о дополнительной звукоизоляции и теплоизоляции, потому что стены довольно тонкие. Раньше проблему решали с помощью ковров, сейчас на рынке достаточно современных материалов, о которых стоит подумать перед началом ремонта.

АНАЛИЗ

Модульное строительство обходит строительство из мелкогабаритных элементов по скорости возведения и в разы дешевле, также модульные здания не имеют такого строго ограничения по высотности, тем не менее, кирпичные здания более основательны, а структура кирпича позволяет сохранять комфортный микроклимат в помещении.

Монолитное строительство по сравнению с модульным очень масштабно, оно требует много времени, работы и вложений, но эти вложения окупаются надёжностью здания.

Панельная технология – ближайшая родственница модульной. Они во многом схожи, тем не менее, модульная технология обошла большинство проблем панельной: внутри помещений нет швов, а инновационные материалы создают хорошую изоляцию.

| | A | B | C | D | E | |
|----|------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------|
| 1 | ТЕХНОЛОГИЯ | МАТЕРИАЛЫ | СРОКИ СТРОИТЕЛЬСТВА | СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ | СТОИМОСТЬ р/м ² | КАЧЕСТВО |
| 2 | высотное модульное ст. | объёмные блок-модули | 1 год/23 этажа | около 100 лет | 545111 | высокое |
| 3 | панельное ст. | железобетонные панели | 17-25 эт. за 1-1,5 года | в лучшем случае 150 лет | 200000 | среднее |
| 4 | ст. из кирпича | кирпич (другие блоки) | до 18 эт. 3-4 года | более 150 лет | 300000 | высокое |
| 5 | монолитное ст. | бетон | 4-5 этажей в месяц | 150 лет | 250000 | высокое |
| 6 | частное модульное ст. | объёмные блок-модули | 1-3 месяца | максимум 50 лет | 48900 | среднее |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |

В вопросе высотного модульного строительства также можно обратиться к зарубежному опыту. Так в проекте «the Clement Canopy» в Сингапуре использовались смешение технологий, готовые модули устанавливались на бетонное «ядро», возводившееся одновременно с установкой. Эта конструкция позволила «the Clement Canopy» стать самым высоким комплексом модульных зданий в мире. В Лондоне, напротив, решили усовершенствовать конструкцию модуля, и благодаря этому удалось возвести здание высотой 23 этажа за рекордные 12 месяцев.



ВЫВОДЫ

Обобщая все вышесказанное можно резюмировать, что в России сегодня широко востребован зарубежный опыт постройки зданий с активным применением лёгких металлоконструкций. Помимо этого на разработке находятся и собственные технологии — около десятка новых систем постройки зданий в данный момент прорабатываются российскими инженерами. Процент применения модульных конструкций в несколько раз превосходит приводимые всего пару лет назад прогнозы, что опять-таки говорит о растущей популярности подобного вида строительства не только в России, но и в других странах. Большинство людей уже перестало скептически относиться к идее быстровозводимого строительства — время доказало его эффективность и несомненное качество. Центральной перспективой развития строительства модульных зданий в самом ближайшем будущем у нас в стране является возведение престижных жилых комплексов, доступных по цене всем слоям населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статья «Современное модульное строительство». Сауков Д. А., Гинзберг Л. А.. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/66309/1/978-5-8057-1012-5-2018-11.pdf>
2. Статья «Модульное строительство: перспективы и выгоды» PlanRadar <https://www.planradar.com/ru/sovremennye-vidy-stroitelstva-modulnye-zdaniya-i-sooruzheniya/>
3. Официальный сайт СМС-М <https://sms-m.ru/>

4. Статья «Технологии строительства многоквартирных жилых домов» Синмар <https://sksinmar.ru/blog/tehnologii-stroitelstva-mnogokvartirnyh-zhilyh-domov>
5. Статья «Модульные дома: плюсы и минусы» Cottage.ru <https://www.cottage.ru/articles/focus/modulnye-doma-plyusy-i-minusy.html>
6. Статья «Панельный дом: плюсы, минусы и особенности» Ирина Рудевич. РБК <https://realty.rbc.ru/news/6004880b9a7947e966bdd2ad>
7. Статья «Новые технологии, скорость и качество: Сергей Собянин — о перспективах модульного домостроения» mos.ru <https://www.mos.ru/mayor/themes/4299/8368050/>
8. Статья «Модульные дома: очередная мода или будущее строительства?» Олег Воронин. Novostroy <https://www.novostroy.ru/articles/market/modulnye-doma-ocherednaya-moda-ili-budushchee-stroitelstva/>
9. Статья «Сравнение по модулю: застройщики хотят покорить рынок быстрой сборкой» Павел Никифоров. Деловой Петербург https://www.dp.ru/a/2021/09/20/Sravnenie_po_modulju
10. Апартаменты в Habitat 67, по которым рассчитывалась стоимость кв.м в модульном доме <https://www.suttonquebec.com/en/inscription/apartment-for-sale-2600-av-pierre-dupuy-app-641-ville-marie-montreal-.html?noInscription=23928378&typeInscription=1>
11. Статья «Самое высокое модульное здание построено в Сингапуре» Взавтра <https://www.vzavtra.net/sovremennye-zdaniya/samoe-vysokoe-modulnoe-zdanie-postroeno-v-singapore.html>
12. Статья «Какова максимальная высота здания из кирпича» Брокстрой <https://the-brick.ru/faq/293644/>
13. Статья «Монолитное строительство: суть технологии, достоинства и недостатки» Поселкигуру <https://poselkiguru.ru/advice/471-monolitnoe-stroitelstvo-sut-tehnologii-dostoinstva-i-nedostatki>
14. Статья «Аналитики зафиксировали снижение доступности жилья в России» Наталия Густова. РБК <https://realty.rbc.ru/news/62e7aca09a7947c31dba3b37>
15. Статья ««Циан» сообщил о снижении доступности вторичного жилья в России до уровня 2015 года» Ведомости <https://www.vedomosti.ru/realty/news/2022/01/27/906713-tsian-soobschil-o-snizhenii-dostupnosti-zhilya>
16. Статья «Первый жилой дом из модулей построят в новой Москве» Светлана Волкова. Комсомольская правда <https://www.msk.kp.ru/daily/27401/4598335/>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ХРАНИЛИЩ СВЕЖЕГО ТОПЛИВА АЭС

Садыкова А.И.

студентка 6 курса 14 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Воронков И.Е.

кандидат техн. наук, доцент кафедры СОТАЭ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье рассматриваются хранилища свежего топлива АЭС. Проводится сравнение видов хранилищ. Актуальность выбранной темы обусловлена важностью объекта на площадке АЭС, а сравнительный опыт всегда нужен при проектировании и строительстве новых объектов.

Ключевые слова: хранилище свежего топлива АЭС, сравнение видов.

ВВЕДЕНИЕ

Хранилище свежего топлива предназначено для приема тепловыделяющих сборок с ядерным топливом, их хранения, контроля и подготовки к загрузке в реактор. Помещения для хранения ТВС необходимо проверять на радиоактивную загрязненность в соответствии с действующими "Правилами радиационной безопасности при эксплуатации атомных электростанций".

Согласно НП-061-05 «Правила безопасности при хранении и транспортировании ядерного топлива на объектах использования атомной энергии» хранилище класса 1 должно располагаться выше незатопляемой отметки, необходимо отсутствие соседних помещений, из которых вода или другой замедлитель может попасть в него и трубопроводов с водой и другими замедлителями внутри.

Предъявляются требования к расположению и перемещению упаковок, ТВС, их количеству. Также необходимо в хранилищах размещать различные системы для безопасности. Компоновка хранилища должна обеспечивать возможность беспрепятственной эвакуации персонала в случае аварии. Используемые материалы и методы строительства должны обеспечивать легкую дезактивацию поверхностей. [1]

СРАВНЕНИЕ ХРАНИЛИЩ СВЕЖЕГО ТОПЛИВА РАЗЛИЧНЫХ АЭС

Склад свежего топлива может размещаться как в здании реактора, так и за его пределами в отдельном здании. В последнем случае имеется один склад на все блоки АЭС, так как сразу несколько блоков не перегружаются. [2]

Например, на третьем и четвертом блоках Нововоронежской АЭС с ВВЭР-440 склад свежего топлива размещен внутри реакторного здания. Он расположен выше нулевой отметки и ограничен от реакторного отделения монолитными железобетонными стенами. Внутри есть железнодорожные пути для транспортирования топлива на отметке +6.300. Само хранение организовано в виде стеллажей на высоте +10.300. Также предусмотрен транспортный люк связи с центральным залом. [3]

На Нововоронежской АЭС-2 с ВВЭР-1200 хранилище является отдельно стоящим зданием (рис.1).

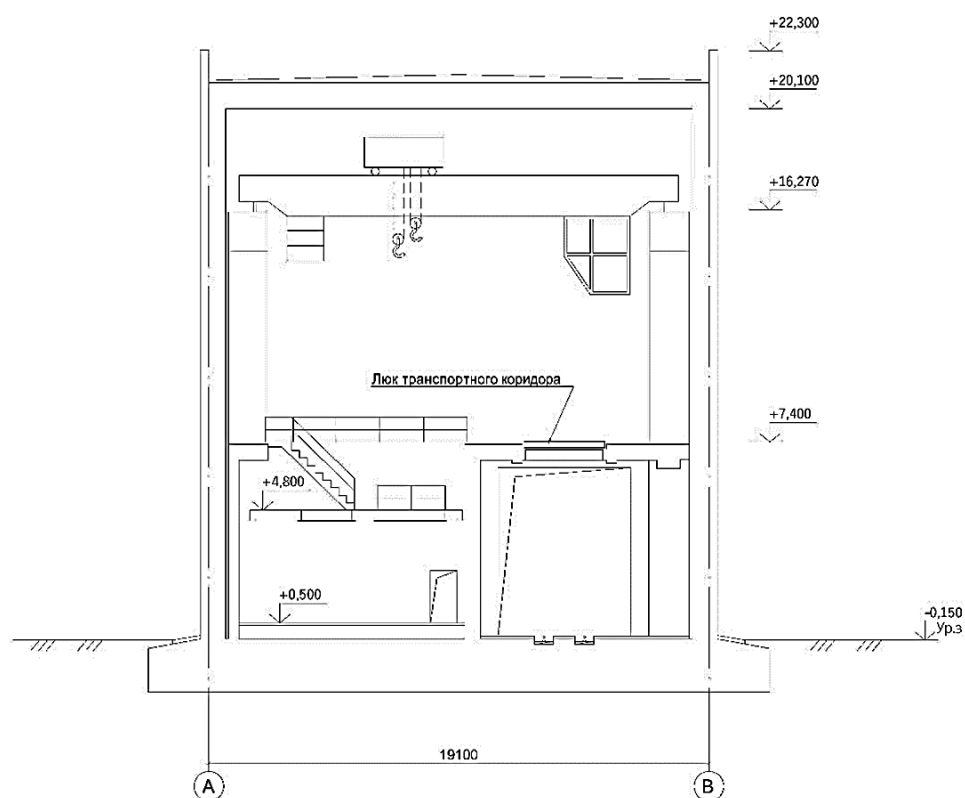


Рисунок 1. Поперечный разрез хранилища свежего топлива Нововоронежской АЭС-2

По всей длине здания размещены транспортный коридор у ряда «В» на отм. 0,000 и хранилище свежего топлива на отм. +0,500 м у ряда «А». В транспортном коридоре предусмотрены ворота по оси «1» и люки в перекрытии. На отметке +7,400 м находится монтажный зал, обслуживаемый мостовым краном, также есть вспомогательные помещения.

Конструктивно здание решено в виде жесткой коробчатой конструкции из монолитного железобетона. Фундаментная плита толщиной 2000 мм с консолями.

Толщина стен, перекрытия и кровельного покрытия приняты, сходя из условий прочности на эксплуатационные нагрузки и особые природные и техногенные воздействия с учетом требований биологической защиты.

Проведем сравнение двух вариантов хранилища свежего топлива (табл.1).

Таблица 1. Сравнение вариантов хранилища свежего топлива

| Признак | Первый вариант | Второй вариант |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| Расположение | Внутри реакторного здания | Отдельно стоящее здание |
| Тип энергоблоков | Два энергоблока ВВЭР-440 | Два энергоблока ВВЭР-1200 |
| Размеры | 10,37м x 18,5м, высота 12м | 19,1м x 63,6м, высота 22,3м |
| Объем помещения | 2303 м ³ | 27089 м ³ |
| Вместимость помещения | 332 ТВС | 373 ТВС |
| Удельный объем здания на единицу хранения | 6,94 м ³ | 68,7 м ³ |
| Расход бетона | 480 м ³ | 28500 м ³ |
| Удельный расход | 0,21 м ³ | 1,05 м ³ |

В ходе сравнения было выявлено, что второй вариант хранения более объемный, чем первый. Также расход бетона во втором варианте сильно превышает первый вариант. Это можно объяснить расположением хранилища [4].

Для второго варианта, расположенного за пределами реакторного здания, необходимы стены большей толщины, чем для второго, так как важно обеспечить защиту окружающей среды от возможного попадания в нее радиоактивных веществ.

Кроме того, в отдельно стоящем хранилище расположены сантехнические, электротехнические помещения и помещения вентиляции. Также там присутствуют помещения для персонала, такие как тамбур-шлюз, тамбур дозиметрического контроля, кладовые, гардеробные, душевые, санузлы.

В первом варианте хранилища их нет, это обуславливает разницу в объемах и расходе бетона. В хранилищах хранится разное количество ТВС, это зависит от типов энергоблоков и влияет на размеры помещений.

Преимуществом отдельно стоящих хранилищ является то, что они рассчитаны на хранение топлива сразу для нескольких энергоблоков, в то время как хранилища внутри реакторного здания чаще всего проектируются для одного.

Недостатком второго варианта является большой расход бетона и большие размеры здания.

Однако в настоящее время более востребована разомкнутая компоновка АЭС с реакторами типа ВВЭР 1000 и 1200 [5]. Соответственно, целесообразнее строить отдельно стоящие хранилища, которые будут предназначены сразу для нескольких энергоблоков. В таком случае будет проще обслуживание топлива, его транспортирование, а также вполне возможно, что возведение такого здания будет более экономичным по сравнению со складами внутри каждого реакторного здания.

ВЫВОДЫ

Таким образом можно сделать вывод, что оптимальное объемно-планировочное и конструктивное решение можно принять, опираясь на тип компоновки атомной электрической станции и тип реакторов на ней.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серия норм МАГАТЭ по безопасности «Проектирование система для обращения с топливом и его хранение на атомных электростанциях» Международное агентство по атомной энергии ВЕНА. ISBN 92–0–410805–3 ISSN 1020–5845
2. Атомные электрической станции и их оборудование – технологический транспорт. – Режим доступа: URL: <https://leg.co.ua/arhiv/generaciya/atomnye-elektricheskie-stancii-i-ih-oborudovanie-28.html> (Дата обращения: 10.02.23)
3. Строительство атомных электростанций: Учебник для вузов / Дубровский В.Б., Лавданский П.А., Енговатов И. А.; Издательство Ассоциации строительных вузов, - М.: 2010. – 368 с.
4. Воронков, И. Е. Логистические технологии, используемые при возведении атомных электростанций / И. Е. Воронков, Т. А. Усманов // Промышленное и гражданское строительство. – 2021. – № 2. – С. 49-56. – DOI 10.33622/0869-7019.2021.02.49-56. – EDN MZNUUO.
5. Воронков, И. Е. Мировой опыт и перспективы разработки схем механизации строительства атомных электростанций / И. Е. Воронков, Н. В. Овинкин // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15, № 11. – С. 1584-1596. – DOI 10.22227/1997-0935.2020.11.1584-1596. – EDN XSVPSV.

СЕКЦИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ И ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА В АКТИВНОМ ТЕКТОНИЧЕСКОМ МАССИВЕ

Муравьева Е.А.

студентка 1 курса аспирантуры 13 группы НИУ МГСУ

Научный консультант: Манько А.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры МГГ НИУ МГСУ

Аннотация

Цель данной статьи рассмотреть методику проведения математического моделирования напряженно-деформированного состояния подземного трубопровода в тектонически активном массиве горных пород, рассмотреть предпосылки, влияющие на особый подход к расчету.

Ключевые слова: подземное сооружение, напряженно-деформированное состояние, АТР, активные тектонические разломы, трубопровод.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство подземных трубопроводов закрытым способом сопряжено с большими трудностями и не менее трудно эти трубопроводы в последствии эксплуатировать. Но еще сложнее задача стоит тогда, когда трубопроводы проходят через массив скальных пород, имеющий активные инженерно-геодинамические процессы. Особенно сложна задача для газо- и нефтепроводов большого сечения. Особенно стоит выделить такое геодинамическое воздействие, как активные тектонические разломы (далее АТР).

Для АТР основной особенностью является то, что геоблоки, элементы II-го порядка из которых состоят литосферные плиты, имеют возможность двигаться относительно разлома и друг друга во всех плоскостях. Из-за этого трубопроводы, пройденные через такой разлом, могут быть «перерезаны» субгоризонтальным или субвертикальным смещением грунтов. При проектировании такой задачи необходимо более тщательно подходить к расчету напряженно-деформированного состояния активно-тектонического массива, а именно: использовать наработанные методики расчета и оценки напряженно-деформированного состояния (далее НДС) системы «массив–трубопровод»; использование наработанных рекомендаций по строительству трубопроводов в зонах АТР; обеспечение снижения инженерно-геодинамического влияния на трубопровод в целом.

Еще одно немаловажное геодинамическое явление, которое существенно влияет на систему «массив–трубопровод», это природная сейсмическая активность. Подвижки геоблоков и АТР

существенно влияют на распространение сейсмических волн по трубопроводу. И поэтому немаловажно при проектировании, строительстве и эксплуатации трубопроводов, проходящих через тектонически активные районы, обеспечить безопасность и длительность их эксплуатации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Историческое развитие такого раздела наук о Земле как геология привело к появлению таких наук как сейсмология, геодинамика и физическая геотектоника, а также их инженерные подразделы: сейсмостойкость и динамика грунтового или массива кристаллических горных пород или сооружений [1]. Динамика сооружений занимается определением динамической устойчивости зданий, сооружений (в том числе и подземных). Расчет динамических воздействий грунтов и скальных пород дает НДС – количественную оценку с учетом системы «сооружение – массив горных пород».

Расчет землетрясений, с инженерной точки зрения, фактически сводится к расчету на опрокидывание наземных строений и разрыв или разрушение подземных сооружений [2, 3]. Для моделирования НДС необходимо детально изучить физико-механические и деформационные характеристики массива горных пород, вмещающий, в данном случае, подземный трубопровод [4].

Свойства грунтов и горных пород, характеризующиеся реакцией на различные динамические воздействия, рассматриваются как упругие (демпфирующие, фильтрующие), в которых возможно распространение колебаний упругих волн [5]. Данные колебания вызывают широкий спектр проблем, связанных со снижением жесткости и потери прочности грунтов и скальных пород.

Математические модели, используемые для моделирования активного тектонического массива, отличается от «стандартных» моделей, используемых для моделирования НДС в массивах горных пород тектонически неактивных. Общие вопросы, связанные с реологическими свойствами грунтов и учета системы «массив–сооружение», освещали такие видные советские, российские и зарубежные ученые, такие как [6]: Герсеванов Н.М, Зарецкий Ю.К, Зерцалов М.Г., Тер-Мартirosян З.Г, Цытович Н.А, и др. Такие ученые, как Техман А.С., Напетваридзе Ш.Г., Васильев Г.Г., Андреева Е.А., Суцев Т.Е., Савинов О.А. Спиридонов В.В. и др. провели ряд исследований о взаимодействии и расчете трубопроводов, пролегающих в районах АТР и предложили действующие методики математического моделирования тектонического воздействия на подземные сооружения [7-9]. Для оценки сейсмического, геодинамического и тектонического воздействий необходимо коррелировать их механические и деформационные воздействия с численными моделями. А для этого необходимо изучить природные свойства в натуре и на моделях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор и обоснование расчетной модели грунтов оснований сооружений при сейсмическом воздействии - важный этап для успешной реализации задач по количественной оценке НДС массивов грунтов.

Для математического моделирования гипотетического АТР и трубопровода в данном исследовании применяется программа ZSOIL, реализующий метод конечных элементов. На рис.1. показана расчетная схема исследования с трубопроводом и наклонным тектоническим разломом.

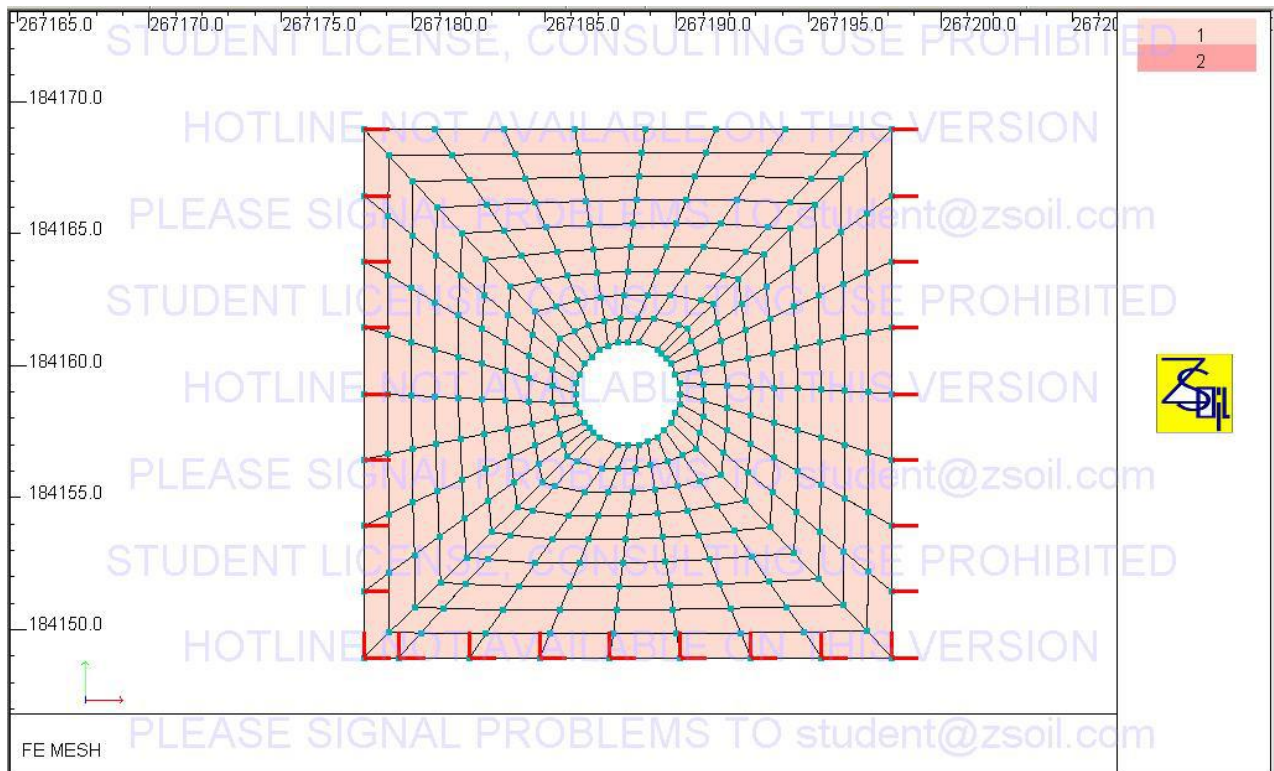


Рисунок 1. Расчетная схема исследования

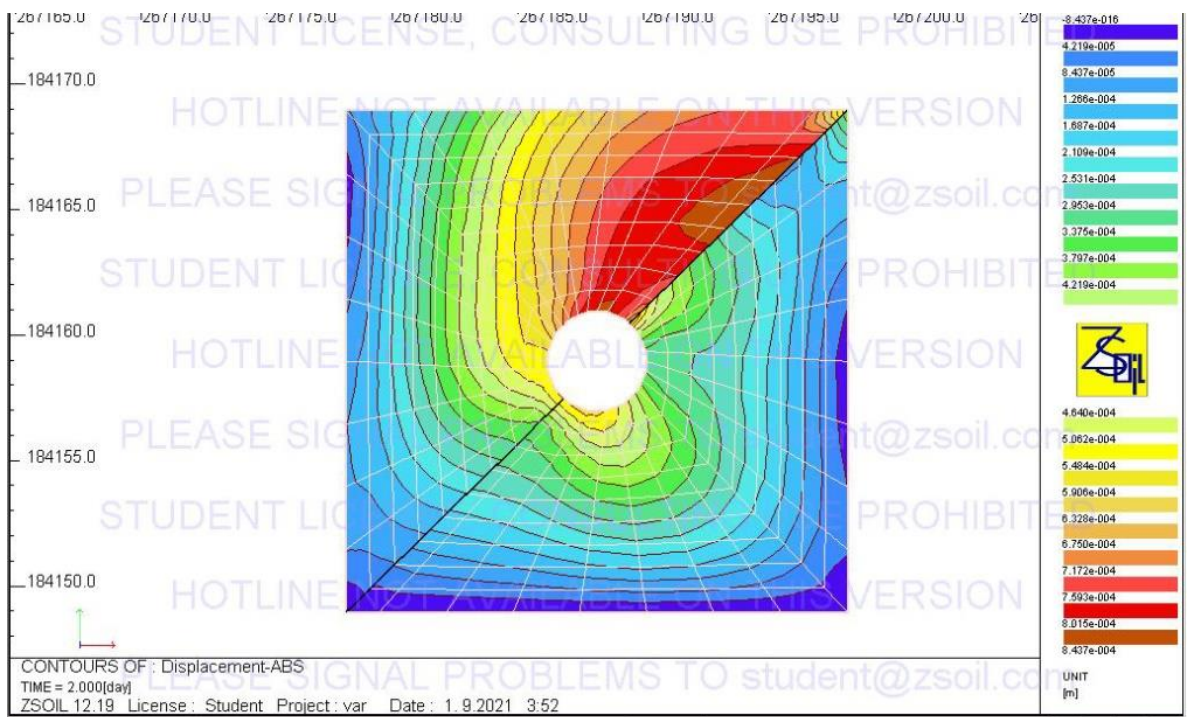
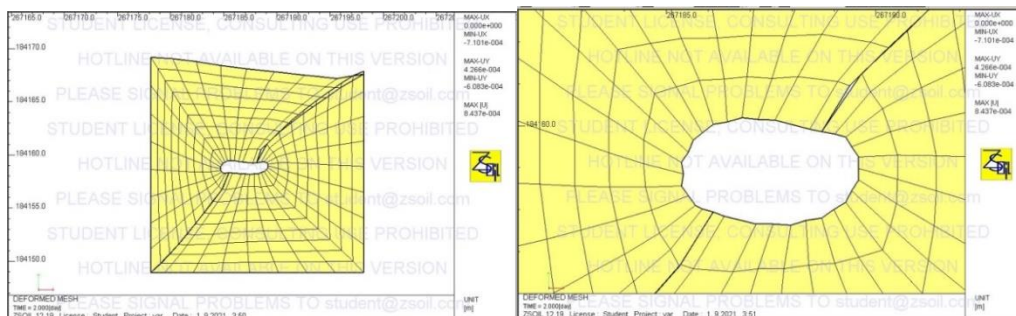


Рисунок 2. Абсолютные перемещения в массиве

В результате исследования были получены следующие результаты: перемещения в массиве по осям $X+Y+Z$, деформирование геоблоков в результате моделирования землетрясения, поля общих напряжений в ТАР и окружающих геоблоках. На рис.2 представлены результаты математического моделирования – перемещения в массиве. По цветным изополям видно, что два геоблока перемещаются относительно друг друга. На рис. 3 представлены результаты деформации массива горных пород в результате воздействия продольными сейсмическими волнами, а на рис.4 – изополя напряжений.



а)

б)

Рисунок 3. Деформация массива: а) общая схема; б) центральная часть

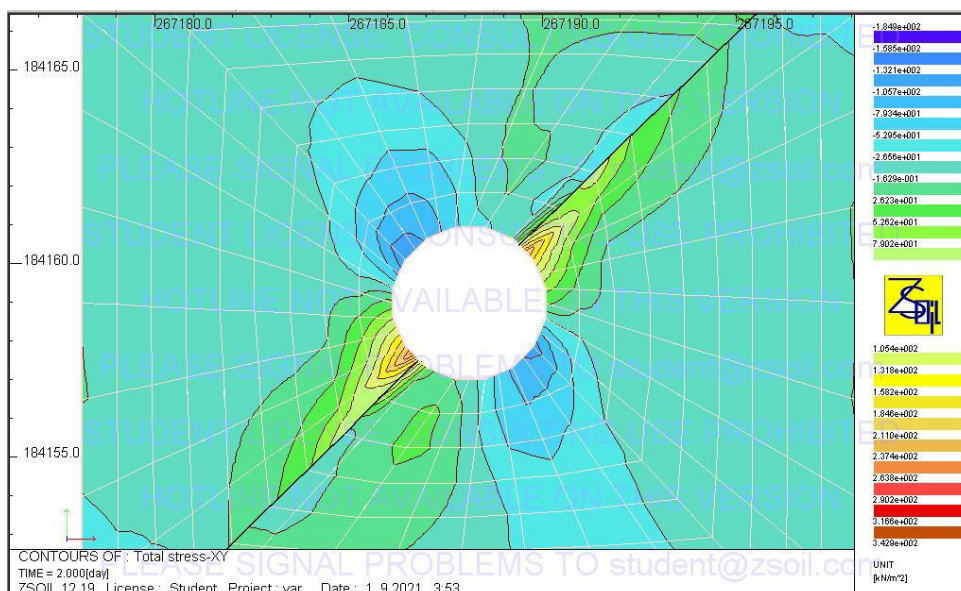


Рисунок 4. Изополя общих напряжений

Свойства грунтов основания и выбор расчетной схемы, а также размер трубопровода непосредственно влияет на НДС системы трубопровод-основание во время прохождения сейсмической волны.

ВЫВОДЫ

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что тектонически активные разломы, проходящие через подземные (особенно линейные) сооружения, действительно могут разрушить трубопровод, перерезав его по ТАР. При этом по рис.3б видно, что разлом, в результате «землетрясения» еще больше раскрылся и из-за этих комплексных факторов произошли деформации в массиве (рис.2) и изменение вторичных полей напряжения.

Количественная оценка напряженно-деформированного состояния линейных сооружений при сейсмических нагрузках является одной из сложных проблем прикладной механики грунтов и фундаментостроения во всем мире, поэтому необходимо развивать и улучшать существующие методы расчета системы трубопровод-основание при сейсмических воздействиях.

Все это показывает насколько ответственная работа – подобрать модель расчета и нужные механические и деформационные характеристики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фигаров, Э.Н. Взаимодействие трубопровода с грунтом при сейсмогенных подвижках в зонах АТР с учетом упруго-вязкопластических свойств грунта/ Э.Н. Фигаров// Трубопроводный транспорт (теория и практика). - 2013. - №1 (35). - С. 52-55.

2. Фигаров, Э.Н. Учет динамических свойств грунта при расчете подземных трубопроводов в зонах активных тектонических разломов/ Э.Н. Фигаров// Трубопроводный транспорт (теория и практика). - 2012. - №1(29).-С. 28-31. 2) Фигаров, Э.Н. Оценка напряжённого состояния подземного трубопровода, пересекающего зоны активных тектонических разломов/ Э.Н. Фигаров// Трубопроводный транспорт (теория и практика). - 2012. - №6 (34). - С. 39-42.
3. Сенцов, С.И., Фигаров, Э.Н. Расчет подземного трубопровода при динамическом взаимодействии с грунтом/ С.И. Сенцов, Э.Н. Фигаров// Нефтегазовое строительство. - 2013. - №4,- С. 40-44.
4. Чан Хуи Тан, Остаточные перемещения основания сооружений при сейсмическом воздействии // Четвертая международная Научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и докторантов. Москва 20-21 апреля 2006г.
5. Чан Хун Тан. Применение поглощающих граничных условий для количественной оценки ДНС массивов грунтов при сейсмических воздействиях // Четвертая международная Научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и докторантов. Москва 20-21 апреля 2006 г.
6. Фигаров, Э.Н. Влияние реологических свойств грунтов на напряженное состояние подземного трубопровода в зонах активных тектонических разломов/ Э.Н. Фигаров// Сборник докладов «Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты». — Новосибирск: Сибпринт. - 2013. - С. 206-210.
7. Сенцов, С.И., Фигаров, Э.Н., Николаев, А.К. Оценка напряженно-деформируемого состояния подземного трубопровода с учетом реологических свойств грунтов в зонах активных тектонических разломов/ С.И. Сенцов, Э.Н. Фигаров, А.К. Николаев// Газовая промышленность. - 2013. - 697. - С. 62- 64.
8. Сенцов, С.И., Фигаров, Э.Н., Николаев, А.К. Оценка усилий потери устойчивости сечения трубопровода при скоростном взаимодействии с грунтом/ С.И. Сенцов, Э.Н. Фигаров, А.К. Николаев// Нефтяное хозяйство. - 2013.-№6.-С. 119-121.
9. Сенцов, С.И., Фигаров, Э.Н. Оценка напряженного состояния подземных трубопроводов в зонах активных тектонических разломов при различных грунтовых условиях/ С.И. Сенцов, Э.Н. Фигаров// Нефтегазовое строительство. - 2013. - №2. - С. 43-45.

ОСВОЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КОНЦЕПЦИИ МИКРОРАЙОНА «ЛЕСОПАРКОВАЯ»

Воропаева М. И., Матюхова О. С.

студенты 4 курса 12 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Манько А. В.

кандидат технических наук, доцент кафедры МГГ НИУ МГСУ

Аннотация

В связи с продвижением программы развития транспорта г. Москвы происходит стремительное строительство новых станций Московского метрополитена. Непрерывный рост численности жителей мегаполиса формирует необходимость тщательной проработки инфраструктуры отдельных районов. Целью данной статьи является изменение концепции микрорайона на станции метро «Лесопарковая», создание на ее основе двух разноплановых концепций и последующее выявление более эффективного варианта модернизации и развития исследуемой инфраструктуры. Для выполнения поставленной задачи проанализирована уже имеющаяся концепция района, на базе которой выявлены преимущества и недостатки, а также сформулированы предложения по развитию станции метро и увеличению ее проходимости. Помимо этого, был произведен расчет в программном комплексе Plaxis 2D, по результатам которого выявлена расчетная зона влияния строительства бизнес-парка. При анализе НДС получено, что деформации стены в грунте и фундаментной плиты не превышают предельно допустимые.

Ключевые слова: подземное пространство, станция метро, концепция, станция Лесопарковая, бизнес-центр.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема низкой проходимости станции «Лесопарковая» связана со слаборазвитой социально-экономической инфраструктурой района, так как большую часть прилегающих к станции метро территорий занимают пустыри и дикие леса. Разработка уникальных концепций позволяет решить следующий ряд важнейших задач:

- 1) Повысить транспортную доступность района;
- 2) Увеличить уровень жизни людей, проживающих в ЖК «Лесопарковый»;

3) Обосновать необходимость формирования новых рабочих мест для жителей г. Москвы и Московской области;

4) Развить досугово-развлекательную отрасль данного микрорайона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлся район вблизи станции метро «Лесопарковая». Исследование проводили в соответствии с официальными общепринятыми методиками. Разрабатывали и определяли наиболее рациональную концепцию развития микрорайона, производили расчет в программном комплексе Plaxis 2D и численно-графический анализ полученных результатов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время в районе построенной в 2014 году станции метро «Лесопарковая» территория остается неосвоенной, вследствие чего нагрузка на построенную станцию остается минимальной (Рис.1).

Был оценен уровень благоустройства исследуемой территории, критерием которого являлось близость расположения необходимых для комфортной жизни объектов инфраструктуры: школы, детские сады, поликлиники, торгово-развлекательные центры и др. В таблице 1 приведены ближайшие к метро объекты, минимальное расстояние и время, необходимое, чтобы добраться пешком. Среднее время пути составляет 25 минут.

Вблизи станции расположен ЖК «Лесопарковый». На первых этажах жилых домов помещены продуктовые магазины такие, как мини Лента, Пятерочка и другие, а также пункты выдачи заказов онлайн маркетплейсов.

Можно сделать вывод, что, несмотря на наличие необходимых элементов инфраструктуры, маршрут к ним нельзя назвать удобным для ежедневного пользования.

При этом выявлен ряд других недостатков:

- Низкая проходимость станции «Лесопарковая»;
- Отсутствие многофункциональных бизнес-центров вблизи микрорайона;
- Неудобство транспортной доступности торгово-развлекательных мест и их нехваток;
- Отсутствие благоустройства микрорайона для комфортной повседневной жизни (близкое расположение Наркологической клиники и МКАД, к Автосервису и ЖК «Лесопарковый», неоптимальное расположение остановок наземного транспорта);

Для увеличения проходимости станции метро рекомендуется:

- Увеличить население за счет улучшения инфраструктуры района;
- Обеспечить население рабочими местами с учетом минимизации затрат времени на дорогу;
- Произвести устройство досугово-рекреационных сооружений/зон;

На данный момент открыт только восточный вестибюль, вблизи которого находится только один ЖК Зеленая вертикаль; западный вестибюль все еще не эксплуатируется. Также для пассажиров общественного транспорта недоступен удобный подход к станции: съезд с 35-го километра МКАД расположен между двумя автобусными остановками, что значительно увеличивает время пути пассажиров (рис.1).

На данный момент запланировано открытие транспортно-пересадочного узла «Лесопарковая», который будет включать в себя улично-дорожную сеть к жилой застройке, перроны для пересадки пассажиров наземного транспорта, автовокзал и многоярусную парковку. Однако основная цель пассажирского хаба состоит в сокращении времени пересадки между различными видами транспорта и разделении пассажирских потоков, т. е. разгрузка станции метро и будущего вокзала. Для увеличения потока на станцию разработаны планы по жилой застройке с подземным паркингом, дошкольные образовательные учреждения (140 мест), школа (350 мест). Существующая нагрузка на станцию в час-пик – 0,2 тыс. чел., ожидаемая – 14,1 тыс. чел. [1,2]

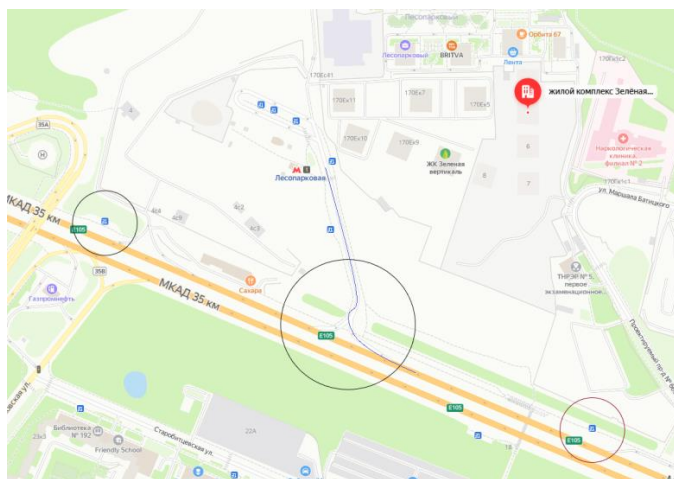


Рисунок 1. Расположение автобусных остановок по отношению к съезду с МКАД

Несмотря на планируемое освоение пространства загруженность станции до нужного уровня маловероятна, вследствие чего необходимо разработать план по освоению доступных территорий. Для достижения данных параметров были разработаны две разноплановые концепции – «А» и «Б», направленные на организацию дополнительного объема рабочих мест и дополнительной организацией досуговой деятельности.

Концепция «А» подразумевает строительство офисно-торгового центра с развитой подземной частью. Проект бизнес-хаба актуален, так как в настоящее время идет активное развитие ТиНАО (Троицкий и Новомосковский административный округ) и строительство данного центра привлечет достаточный поток людей на новые рабочие места. Заметна тенденция роста численности населения Троицкой и Подольской областей и как следствие возрастает необходимость в дополнительных рабочих местах (рис. 2,3).

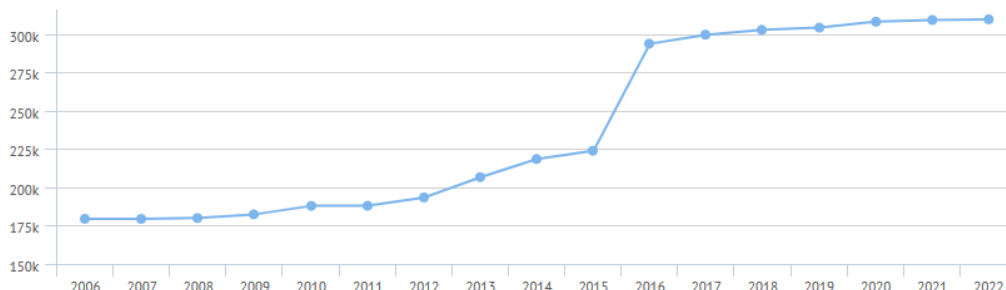


Рисунок 2. График роста численности населения Подольской области



Рисунок 3. График роста численности населения Троицкой области

Для людей, живущих в Троицком направлении и в направлении Подольска, необходимо затрачивать значительное количество времени на дорогу до работы (например, Москва-Сити). Альтернативой мог бы послужить существующий бизнес-хаб ComCity, расположенный вблизи станции метро Румянцево. Однако этот вариант удобен только для людей, проживающих вблизи будущей Троицкой линии метро (16) (также в районе Коммунарки уже расположен медицинский

центр). Развитие района станции метро Лесопарковая как еще одного рабочего центра оптимально, так как это привлечет дополнительный поток людей из ближайшего Подмосковья. [4,5]

Дополнительная цель создания офисной части делового центра – создание более комфортных условий для работников, а именно увеличение количества рабочего пространства. Далее будет приведена статистика обеспеченности офисными метрами на одного сотрудника [6]:

Таблица 1 Статистика обеспеченности офисными метрами на одного сотрудника

| Страна | Обеспеченность на сотрудника, кв. м | |
|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| США | 20-25 | |
| Осредненная статистика по Европе | 15-18 | |
| Япония | 11-12 | |
| Россия | Российские компании | Зарубежные компании |
| | 5-6 | 10-12 |

Также в сложившейся ситуации возрастает необходимость не просто новой офисной площади, а именно в новых гибких рабочих пространствах, представленных гибкими офисами, коворкингами и т.д. (табл.2). Неопределенная ситуация в бизнес-сфере вследствие закрытия многих иностранных компаний повышает актуальность помещений, которые в краткие сроки могут быть расширены или уменьшены в зависимости от арендатора. [7]

Таблица 2 Процентное отношение гибких офисов от общих офисных площадей

| Населенный пункт | Гибкие офисы, % от общих офисных площадей в городе |
|------------------|--|
| Амстердам | 6 |
| Лондон | 5 |
| Москва | 1,2 |

Архитектурно-планировочное решение делового центра представлено на рис.4,5. Здание разделено по функциональному назначению на рабочую и торгово-развлекательную часть.

Офисно-торговый центр включает в себя наземную и подземную части. Наземная часть представлена семью этажами высотой 3,5 м, разделенная деформационными швами толщиной 50 мм на три секции – секция №1, №2 и №3. Офисные помещения – секции №1 и №3. Секция №2 является связующим или «транспортным» звеном между рабочими частями здания, так как в ней расположена зона эскалаторов для минимизации затрат времени передвижения рабочих между различными отделами офисов. На первом этаже располагается просторная коворкинг зона с

живыми цветами и естественным освещением благодаря светопрозрачным покрытиям. Внешняя отделка фасада – эффектный инновационный дизайн с панорамным остеклением. Общая площадь строения составляет 420000 квадратных метров, под офисы отдано 188000 квадратных метров.

Подземная часть представлена двумя этажами паркинга и зоной кинотеатра, высота каждого подвального этажа составит 5 м (размеры паркинга подобраны по «Приложению Ж» СП 42 .13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» расчета одного машиноместа на каждые 50 м² общей площади здания, общая площадь составит 13200 м², площадь паркинга - 4800 м²). [8]

Подземное пространство представлено:

1. Рядом колонн сечением 600x700 мм, класс бетона по прочности В35, опирающихся и передающих нагрузку непосредственно на плиту фундамента.

2. Фундамент плитный из тяжелого бетона В40, разделенный секционнно-деформационными швами.

3. В качестве ограждающих конструкций котлована – стены в грунте, представленные буросекущими сваями. Выполненные из тяжелого бетона класса по прочности В30, шаг 0,8 м, диаметр 1 м.

4. Ж/б перекрытие толщиной 300 мм. В средней части толщина перекрытия увеличена.

Следующей идеей по увеличению проходимости станции является устройство торгово-развлекательного комплекса - концепция 2 (ТРК). В ходе проектирования было решено, что комплекс будет состоять из трех подземных и трех наземных этажей:

- На -3 и -2 этажах для удобства посетителей будет расположен паркинг;
- -1 этаж условно разделен на 4 секции: музей криминалистики, выставочный зал, кинозалы и детский квест-рум;
- Наземные этажи планируемого ТРК будут отведены под магазины товаров различного назначения и фуд-корт, представляя себя как стандартный торговый центр.

Подземное пространство представлено:

1. Рядом колонн сечением 1500 мм в диаметре, класс бетона по прочности В45.

2. Фундамент плитный из тяжелого бетона В45, толщина – 2000 мм, разделенный секционнно-деформационными швами.

3. В качестве ограждающих конструкций котлована – стены в грунте, представленными буросекущими сваями. Выполненные из тяжелого бетона класса по прочности В45, шаг 1 м, диаметр 1,2 м.

4. Перекрытия по стальным балкам толщинами 1500 и 2000 мм.

ТРЦ будет оптимальным решением, так как в данном направлении отсутствуют такие крупные развлекательные комплексы, существующие же находятся в других концах города (Мякинино – Крокус + Москвариум, парк «Остров мечты» на Автозаводской, квест-румы на Электрозаводской и др.).

В заключение, приведу статистику по вариантам развития двух концепций:

Таблица 3

| Статистические критерии оценки | На данный момент | При эксплуатации бизнес-центра | При эксплуатации ТРЦ |
|--|--|---|---|
| Посещаемость в день | - | 30 тыс. – офисная часть 70 000 – 90 000 – торговая часть | 50 000 – будние дни 85 000 – выходные |
| Посещаемость подземной развлекательной части | - | 11,2 тыс. чел/сут (только зона кинотеатра) | 19 тыс. чел/сут (развлекательная зона включает также океанариум, музей и др.) |
| Поток пассажиров на станции метро, чел/сут | 0,2 тыс. чел. – сейчас При строительстве ТПУ – 14,1 тыс. чел. | (Увеличивается на 23 %) | (Увеличивается на 19 %) |

На основании определенных данных можно выявить преимущество концепции бизнес-центра, так как при таком обустройстве микрорайона совместно с развитием подземного пространства решается проблема низкой проходимости станции метро Лесопарковая.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дальнейший расчет будет проводиться в программном комплексе Plaxis 2D, расчетная схема и параметры применяемых материалов описаны выше. Геотехническая задача решается в плоской постановке, расчет ведется по модели Hardening Soil. При оценке осадки фундаментной плиты строящегося здания необходимо также провести оценку влияния на существующий участок МКАД.

В качестве ограждающей конструкции нами была выбрана стена в грунте, представленная буросекущими сваями, а также выбраны исходные параметры модели для расчета в программе:

- Геометрические характеристики конструкции;
- Физико-механические характеристики грунта;
- Отметки границ инженерно-геологических элементов;
- Учет поэтапной глубины откопки котлована;
- Численные характеристики контакта грунта с ограждающей конструкцией;
- Схема расположения нагрузок за границей котлована (рис. 4);

- Места расположения анкерных конструкций. [10]

Для предотвращения перемещений стены в грунте нами была предусмотрена установка трех рядов анкеров, заходящих за зону обрушения котлована (при анкерной тяге 1500 кН, 1000 кН и 500 кН считая от уровня земли соответственно). Такое решение обосновано значительными габаритами здания, вследствие чего невозможна реализация решения с распорными конструкциями котлована. Параметры анкерных конструкций были подобраны в соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.5.74-2012. Максимальные перемещения стены в грунте составили 5 см (рис. 6, 7). [11]

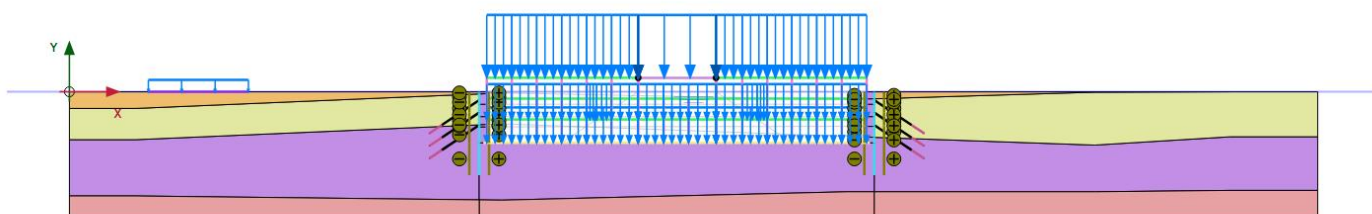


Рисунок 4. Расчетная схема на завершающем этапе строительства.

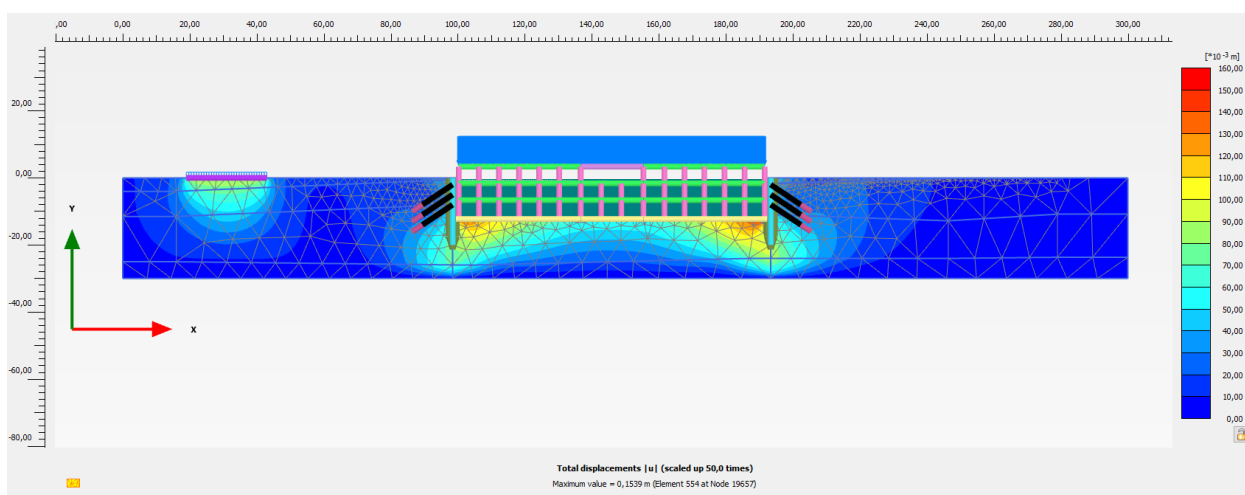


Рисунок 5. Схема распределения абсолютных деформаций.

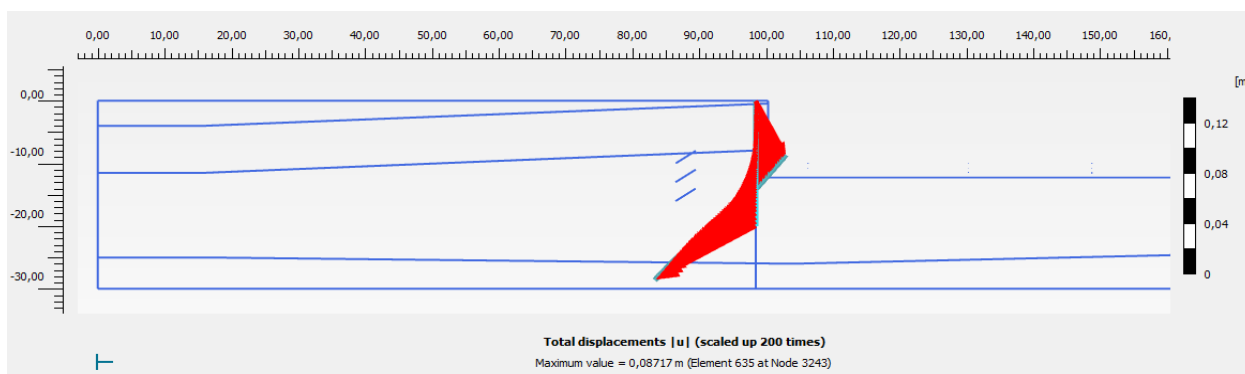


Рисунок 6. Схема деформирования стены в грунте.

| Structural element ▲ | Node ▲ | Local number ▲ | X ▲ [m] | Y ▲ [m] | u_x ▲ [10 ⁻³ m] | u_y ▲ [10 ⁻³ m] | u ▲ [10 ⁻³ m] |
|--|--------|----------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Plate_95_2 Element 60-142 (Plate) (C) | 5167 | 1 | 98,480 | -0,532 | 20,528 | -43,185 | 47,816 |
| | 5139 | 2 | 98,480 | -0,899 | 19,031 | -43,185 | 47,193 |
| | 5140 | 3 | 98,480 | -1,266 | 17,535 | -43,185 | 46,609 |
| | 5141 | 4 | 98,480 | -1,633 | 16,038 | -43,185 | 46,067 |
| | 5138 | 5 | 98,480 | -2,000 | 14,541 | -43,185 | 45,567 |
| Plate_95_1 Element 39-118 (Plate) (C) | 5168 | 1 | 98,480 | 0,000 | 22,698 | -43,185 | 48,787 |
| | 5169 | 2 | 98,480 | -0,133 | 22,155 | -43,185 | 48,537 |
| | 5170 | 3 | 98,480 | -0,266 | 21,613 | -43,185 | 48,292 |
| | 5171 | 4 | 98,480 | -0,399 | 21,070 | -43,185 | 48,051 |
| | 5167 | 5 | 98,480 | -0,532 | 20,528 | -43,185 | 47,816 |
| Plate_95_3 Element 110-290 (Plate) (C) | 5138 | 1 | 98,480 | -2,000 | 14,541 | -43,185 | 45,567 |
| | 5051 | 2 | 98,480 | -2,250 | 13,524 | -43,184 | 45,252 |
| | 5052 | 3 | 98,480 | -2,500 | 12,505 | -43,184 | 44,958 |
| | 5053 | 4 | 98,480 | -2,750 | 11,485 | -43,183 | 44,684 |
| | 5050 | 5 | 98,480 | -3,000 | 10,462 | -43,182 | 44,431 |
| Plate_95_4 Element 114-294 (Plate) (C) | 5050 | 1 | 98,480 | -3,000 | 10,462 | -43,182 | 44,431 |
| | 4823 | 2 | 98,480 | -3,500 | 8,404 | -43,181 | 43,991 |
| | 4824 | 3 | 98,480 | -4,000 | 6,326 | -43,179 | 43,640 |
| | 4825 | 4 | 98,480 | -4,500 | 4,220 | -43,178 | 43,384 |
| | 4822 | 5 | 98,480 | -5,000 | 2,080 | -43,176 | 43,226 |
| Plate_95_5 Element 134-342 (Plate) (C) | 4822 | 1 | 98,480 | -5,000 | 2,080 | -43,176 | 43,226 |
| | 4635 | 2 | 98,480 | -5,250 | 0,996 | -43,175 | 43,187 |
| | 4636 | 3 | 98,480 | -5,500 | -0,100 | -43,174 | 43,174 |
| | 4637 | 4 | 98,480 | -5,750 | -1,207 | -43,173 | 43,190 |

Рисунок 7. Таблица перемещений узлов деформированной схемы стены в грунте.

ВЫВОДЫ

- 1) Выявлено преимущество концепции бизнес-центра;
- 2) Участок МКАД не входит в зону влияния строящегося бизнес-парка, следовательно дополнительные мероприятия по укреплению грунтового массива не требуется.
- 3) При анализе напряженно-деформированного состояния также было выявлено, что деформации стены в грунте и фундаментной плиты не превышают предельно допустимые.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Информационный Центр Правительства Москвы [Электронный ресурс] // ТПУ «Лесопарковая» — Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. URL: <https://stroj.mos.ru/construction/2120> ;
2. Информационный Центр Правительства Москвы [Электронный ресурс] // Начинается проектирование 2 этапа технологической части ТПУ на станции метро «Лесопарковая». URL: <https://icmos.ru/news/nachinaetsya-proektirovanie-2-etapa-tekhnologicheskoy-chasti-tpu-na-stantsii-metro-lesoparkovaya>;
3. Города России [Электронный ресурс] // Количество жителей Подольска численность населения. Фото и карты. URL: https://города-россия.рф/sity_id.php?id=92
4. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы [Электронный ресурс] // Метро — Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы . URL: <https://stroj.mos.ru/metro>;

5. Недвио: Энциклопедия домовладельца [Электронный ресурс]// Какой станет Новая Москва? План застройки и перспективы развития. URL: <https://nedvio.com/kakoy-stanet-novaya-moskva/>
6. О численности офисных работников в Москве [Электронный ресурс]// URL: <https://hasid.livejournal.com/762862.html>
7. Ведомости [Электронный ресурс]//Что дороже для арендатора, классический офис или гибкий. URL: <https://www.vedomosti.ru/realty/articles/2020/12/08/849984-что-dorozhe>
8. СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»;
9. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»;
10. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»;
11. СТО НОСТРОЙ 2.5.74-2012 Устройство «Стены в грунте».

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТАНЦИИ «КОПЫЛОВА» КРАСНОЯРСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА С ВЫБОРОМ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА

Кожевникова И.В.

студентка 6 курса 11 группы ИГЭС НИ МГСУ

Научный руководитель: Манько А.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры МГГ НИУ МГСУ

Аннотация

В статье представлены результаты исследования при выборе оптимального конструктивного решения станции метрополитена в г. Красноярск. Сравнительный анализ проводился между станциями глубокого заложения пилонного и колонного типов. Выбор наиболее подходящего варианта производился методами математического моделирования напряженно-деформированного состояния станции «Копылова» и сравнения полученных результатов. В качестве подтверждения рациональности выбора в статье приведены изополя вертикальных и горизонтальных перемещений грунтового массива, а также эпюры вертикальных и горизонтальных перемещений конструкций станции.

Ключевые слова: математическое моделирование, метрополитен, напряженно-деформированное состояние, станция глубокого заложения.

ВВЕДЕНИЕ

Красноярск является самым большим городом Восточной Сибири, одним из крупнейших деловых, экономических, промышленных, образовательных и культурных центров этого региона, а также важнейшим транспортным узлом. Как и у любого крупного города, у Красноярска есть транспортные и экологические проблемы. Одним из наиболее рациональных решений этих проблем для миллионного города, такого как Красноярск, может стать строительство метрополитена [1].

Жители Красноярска уже давно находятся в ожидании метро, ведь идея создания Красноярского метро появилась еще в 60-е годы. С 1989 года началось активное изучение транспортной системы города, геологические изыскания. Строительство началось в 1995 году, однако работы велись не долго и в скором времени были приостановлены из-за отсутствия

стабильного финансирования [2]. При этом были построены всего несколько километров тоннелей. К 2009 году стройка была окончательно законсервирована.

В 2018 году распоряжением президента РФ В.В. Путиным были выделены федеральные средства на актуализацию проекта красноярского метрополитена.

В составе первой ветки будущего метрополитена планируется возвести 6 станций, позднее, вторым этапом, будут достроены еще 3 станции [3]. В связи с этим результаты данного исследования останутся актуальными еще долгое время.

Данная работа посвящена сравнительному анализу двух вариантов станции метрополитена «Улица Копылова» в г. Красноярск. Цель работы – выбор оптимального варианта конструктивного решения станции метрополитена глубокого заложения для инженерно-геологических условий г. Красноярск.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования выступают станции метрополитена глубокого заложения: пилонного и колонного типа. Предметом исследования является напряженно-деформированное состояние грунтового массива в процессе возведения станций глубокого заложения пилонного и колонного типа, а также взаимодействие конструкций станций с грунтовым массивом.

Проектируемая станция «Копылова» расположена в составе трассы первой линии метрополитена в Октябрьском районе г. Красноярска, северо-восточнее перекрестка ул. Копылова и ул. Киренского.

Станция является трехсводчатой глубокого заложения; глубина заложения станции (расстояние от уровня дневной поверхности до уровня головки рельса) – 31,9 м; глубина заложения шельги свода среднего зала 25,0 м. Проектируемый объект имеет следующие габариты поперечного сечения: боковые тоннели диаметром 8,5 м, центральный – диаметром 9,5 м. Обделка станционных тоннелей выполнена из железобетонных блоков толщиной 0,45 м класса бетона В45. Обделка пилот-тоннелей диаметром 5,5 м выполнена из железобетонных блоков толщиной 0,2 м класса бетона В45. Габариты колонн – 0,75х0,75 м (шаг 6 м), габариты пилонов – 1,5х3,0 м (шаг 6 м).

Станция «Ул. Копылова» расположена в зоне сочленения водораздельного плато и надпойменной террасы р. Енисей. С поверхности залегают насыпные и почвенно-растительные грунты, покрывающие делювиальные суглинки и супеси просадочные, от твердой до полутвердой консистенции. Делювиально-пролювиальные отложения подстилаются овражными аллювиально-пролювиальными отложениями, представленными суглинками с частыми прослоями песков

различной крупности, с линзами глин, гравийных грунтов. Четвертичные отложения подстилаются выветрелыми грунтами среднего девона, представленными песчаниками, мергелями, алевролитами [4].

По степени выветривания коренные породы подразделяют на 3 зоны:

- рухляковая зона (II),
- зона сильно трещиноватых, сильно выветрелых пород (III),
- IV зона.

Рухляковая зона (II) представлена очень слабосцементированными песчаниками, мергелями, алевролитами – карбонатно-глинистым цементом с преобладанием глинистой составляющей. Породы этой зоны разбиты на рухляковые блоки. Породы весьма неустойчивы, быстро размокают.

Породы III зоны сильновыветрелые и сильно трещиноватые, слабосцементированные. Текстура пород слоистая, массивная. Породы разбиты трещинами. Песчаники в основном среднезернистые на карбонатно-глинистом цементе, слабосцементированные.

Породы IV зоны выветривания залегают ниже тоннельных сооружений станции на 5-9 м и характеризуются меньшей степенью выветрелости, большей плотностью и практически неразмокаемые, среднеустойчивые.

По гидрогеологическим условиям водоносными являются нижняя часть четвертичных и повсеместно девонские отложения. Эти водоносные горизонты гидравлически взаимосвязаны между собой, общий статический уровень находится на глубине 6,2-9,7 м (абс. отметка 200-202 м).

В зависимости от конструктива трёхсводчатые станции делятся на пилонные и колонные.

Пилонная станция – это самый старый тип станций глубокого заложения. Её основная отличительная особенность – взаимная непересекаемость обделок центрального зала и станционных тоннелей. Станция представляет собой три независимых зала, отделенных друг от друга рядом пилонов с проходами между ними. Строительство станций подобного типа предпочтительно в сложных геологических условиях, так как такая станция наилучшим образом противостоит горному давлению. Но у неё есть один существенный недостаток – достаточно низкая пропускная способность в связи с наличием ограниченного числа достаточно узких проходов.

Колонная станция так же, как и пилонная, представляет собой три параллельных тоннеля, но в отличие от пилонных станций, тоннели расположены гораздо ближе друг к другу, настолько близко, что боковые стенки у них полностью отсутствуют, а образовавшиеся своды опираются на ряды колонн. Основным преимуществом колонной станции является значительно большая пропускная способность, нежели у пилонной станции [5].

Математическое моделирование выполнялось в программном комплексе (ПК) PLAXIS 2D, в плоской постановке. Принятая модель грунта в расчетах – упруго-пластичная Кулона-Мора. Для моделирования бетона используется линейная модель упругого материала.

Выбор расчетной области производится из условия отсутствия перемещений на границе. Размер зоны влияния строительства допускается ограничивать расстоянием, при котором расчетное значение дополнительной осадки грунтового массива не превышает 1 мм.

Инженерно-геологические условия моделировались методом скважин.

Конструкции станционных тоннелей задаются с помощью команды Create tunnel. Материалом конструкции тоннеля является элемент plate с набором характеристик, соответствующих обделке.

На внешней грани тоннеля задается поверхность раздела фаз – интерфейс, всем грунтам во вкладке Materials_Interfaces присваивается значение $R_{inter}=0.66$, что соответствует контакту «бетон-грунт». Также пилот-тоннелям присваиваются функции линейной усадки – Create line construction, значение $C_{ref}=0,5\%$.

Колонны, пилоны и обделка проходов моделируются элементом plate с набором соответствующих характеристик.

Моделирование НДС грунтового массива проводилось в соответствии с историей его нагружения по следующим этапам [6]:

1. Формирование начальных напряжений в грунтовом массиве (собственный вес грунта);
2. Поочередная проходка левого и правого пилот-тоннелей с установкой железобетонных колец обделки;
3. Поочередная проходка левого и правого станционных тоннелей с установкой железобетонных колец обделки и демонтажем колец обделки пилот-тоннелей;
4. Проходка центрального станционного тоннеля с установкой железобетонных колец обделки;
5. Устройство проемов и пилонов между боковыми и центральным тоннелями в случае станции пилонного типа; устройство колонн в случае станции колонного типа.

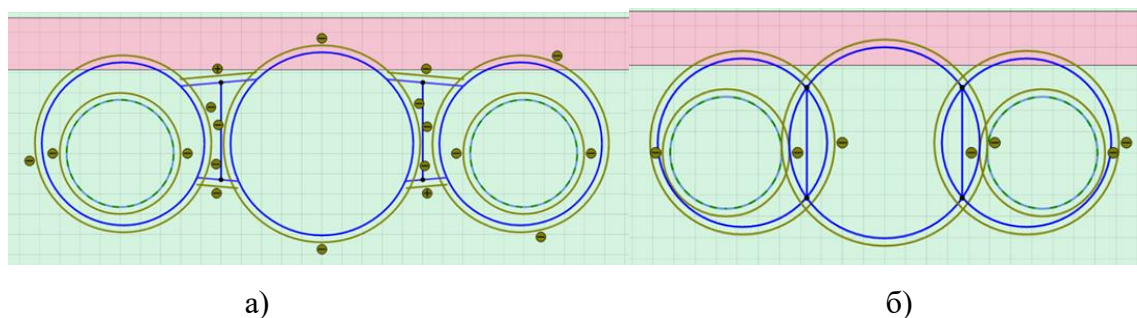
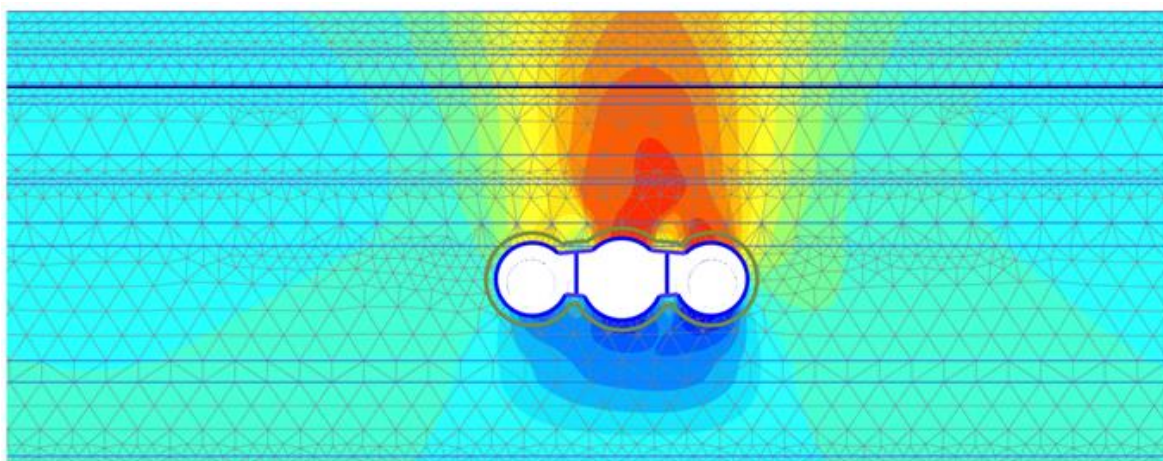


Рисунок 1. Расчетная схема станции: а – пилонного типа, б – колонного типа

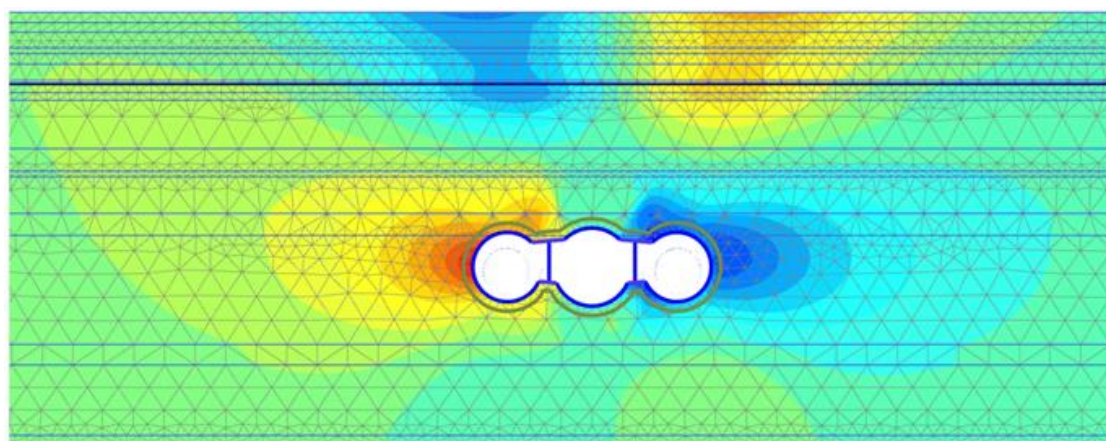
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты расчета с помощью математического моделирования в программном комплексе Plaxis 2D для станции пилонного типа представлены на рис.2 – 5, для станции колонного типа представлены на рис. 6 – 9.



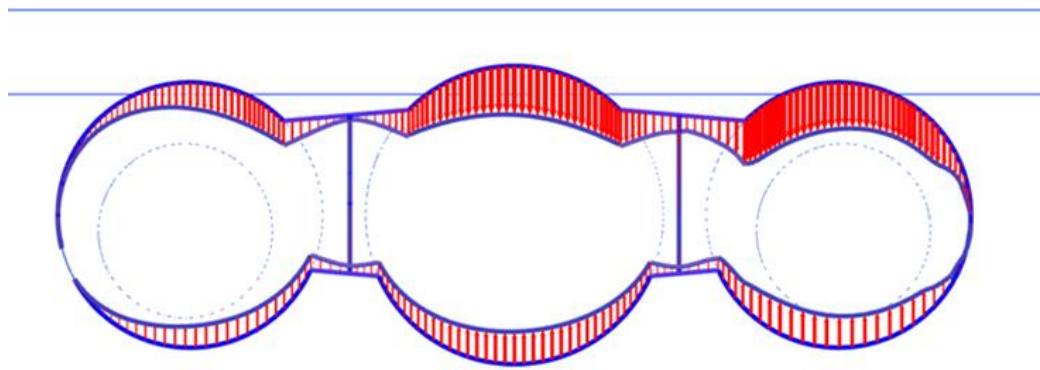
Total displacements u_y (scaled up 500 times)
Maximum value = $6,940 \cdot 10^{-3}$ m (Element 6896 at Node 34067)
Minimum value = $-0,01020$ m (Element 5949 at Node 36642)

Рисунок 2. Изополя вертикальных перемещений грунтового массива
(для станции пилонного типа)



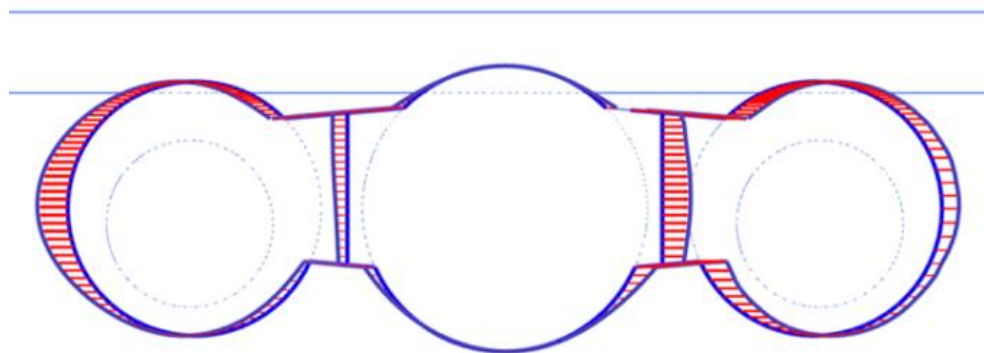
Total displacements u_x (scaled up 500 times)
Maximum value = $4,205 \cdot 10^{-3}$ m (Element 6936 at Node 32553)
Minimum value = $-4,685 \cdot 10^{-3}$ m (Element 7044 at Node 27983)

Рисунок 3. Изополя горизонтальных перемещений грунтового массива
(для станции пилонного типа)



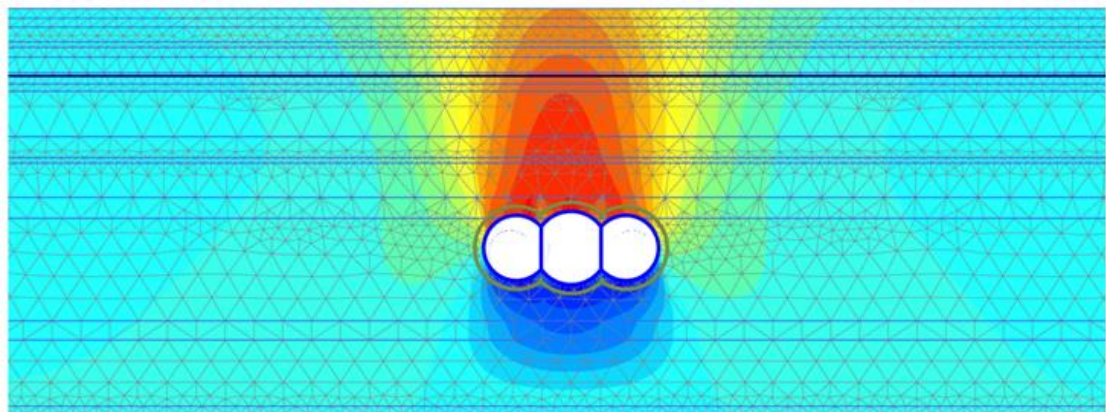
Total displacements u_y (scaled up 150 times)
 Maximum value = $6,713 \cdot 10^{-3}$ m (Element 104 at Node 34064)
 Minimum value = $-0,01030$ m (Element 19 at Node 36265)

Рисунок 4. Эпюра вертикальных перемещений конструкций станции (для станции пилонного типа)



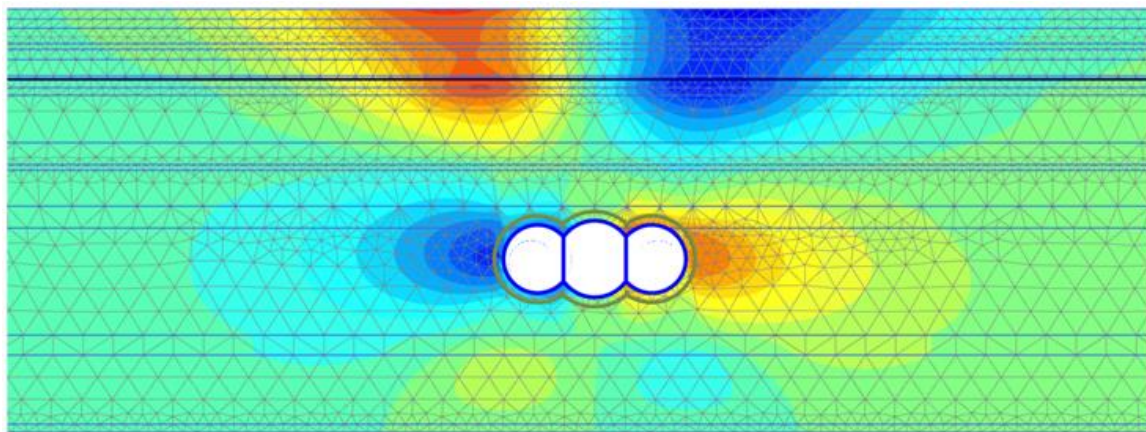
Total displacements u_x (scaled up 200 times)
 Maximum value = $4,487 \cdot 10^{-3}$ m (Element 57 at Node 32570)
 Minimum value = $-4,854 \cdot 10^{-3}$ m (Element 92 at Node 27286)

Рисунок 5. Эпюра горизонтальных перемещений конструкций станции (для станции пилонного типа)



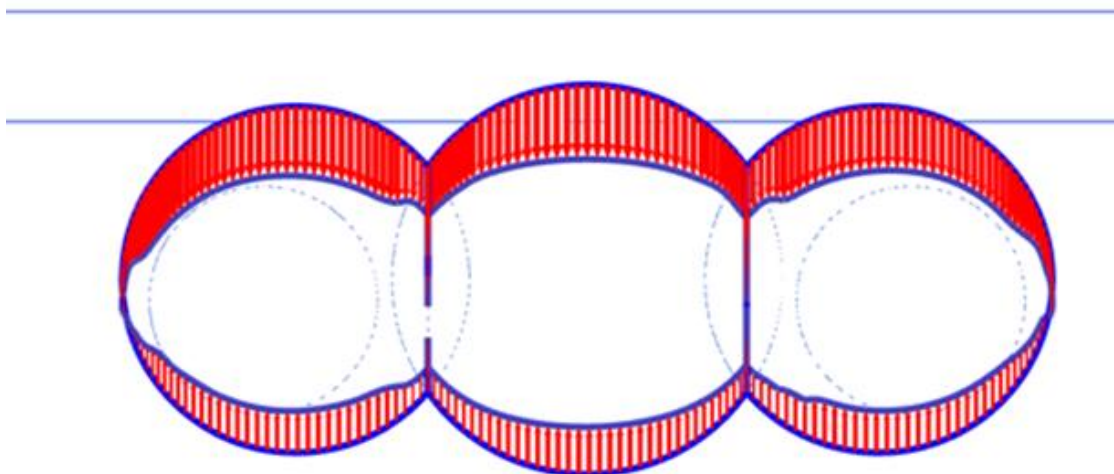
Total displacements u_y (scaled up 500 times)
 Maximum value = $6,914 \cdot 10^{-3}$ m (Element 7029 at Node 32680)
 Minimum value = $-0,01130$ m (Element 5957 at Node 34123)

Рисунок 6. Изополя вертикальных перемещений грунтового массива (для станции колонного типа)



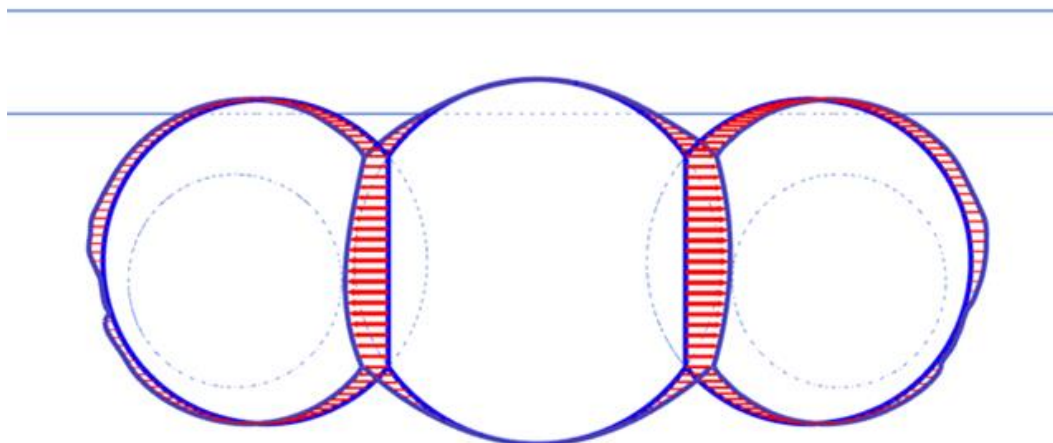
Total displacements u_x (scaled up $1,00 \cdot 10^{-3}$ times)
 Maximum value = $3,697 \cdot 10^{-3}$ m (Element 5960 at Node 35782)
 Minimum value = $-3,556 \cdot 10^{-3}$ m (Element 188 at Node 37833)

Рисунок 7. Изополя горизонтальных перемещений грунтового массива (для станции колонного типа)



Total displacements u_y (scaled up 150 times)
 Maximum value = $7,317 \cdot 10^{-3}$ m (Element 117 at Node 30121)
 Minimum value = $-0,01152$ m (Element 3 at Node 35121)

Рисунок 8. Эпюра вертикальных перемещений конструкций станции (для станции колонного типа)



Total displacements u_x (scaled up 200 times)

Maximum value = $5,526 \cdot 10^{-3}$ m (Element 53 at Node 31759)

Minimum value = $-5,346 \cdot 10^{-3}$ m (Element 42 at Node 28746)

Рисунок 9. Эпюра горизонтальных перемещений конструкций станции (для станции колонного типа)

Для удобства анализа полученных результатов и выбора оптимального решения приведенные выше данные сведены в одну таблицу (табл. 1).

Таблица 1. Результаты численного моделирования

| Параметр сравнения | Станция пилонного типа | Станция колонного типа |
|---|------------------------|------------------------|
| 1. Максимальные перемещения грунтового массива, мм | | |
| 1.1. Вертикальные | 10,2 | 11,3 |
| 1.2. Горизонтальные | 4,685 | 3,697 |
| 2. Максимальные перемещения конструкций станции, мм | | |
| 2.1. Вертикальные | 10,3 | 11,52 |
| 2.2. Горизонтальные | 4,854 | 5,526 |

ВЫВОДЫ

На основании сравнительного анализа результатов численного расчета в программном комплексе Plaxis 2D можно прийти к выводу, что перемещения массива грунта и конструкций станции почти во всех случаях больше при моделировании станции колонного типа.

Из чего можно сделать заключение, что станция глубокого заложения пилонного типа при данных инженерно-геологических условиях является более предпочтительным вариантом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жавнерчик, А. А. Проблемы строительства метро и почему стоит продолжать попытки его строительства / А. А. Жавнерчик // Молодежная наука: Труды XXVI Всероссийской студенческой научно-практической конференции КриЖТ ИрГУПС, Красноярск, 22 апреля 2022 года / Редколлегия: В.А. Поморцев (отв. ред.) [и др.]. Том 4. – Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Иркутский государственный университет путей сообщения", 2022. – С. 109-112. – EDN VSDNFB.

2. Донцов, А. В. Метрополитен как развитие логистической сети города Красноярска / А. В. Донцов, Д. С. Кульгаев, В. А. Доржиева // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах, Красноярск, 13–17 апреля 2020 года / Под общей редакцией Ю.Ю. Логинова. Том 3. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2020. – С. 256-258. – EDN DWWCIA.

3. Комсомольская правда. URL: <https://www.krsk.kp.ru/daily/27074.1/4147296/> (дата обращения: 09.03.2023).

4. Антропов П.Я., Кузнецов Ю. А., Лучицкий И. В. Геология СССР, том 15 Красноярский край, часть 1 Геологическое описание. - М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1961.

5. Общество коллекционеров "Наше метро" URL: <http://n-metro.ru/конструкции-станций-глубокого-залож/> (дата обращения: 09.03.2023).

6. Главатских В.А., Молчанов В.С. Строительство метрополитенов: Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта/ Под ред. В.А. Главатских. – М.: Маршрут, 2006.-680с.

7. Справочник инженера-тоннельщика/ Г.М. Богомолов, Д.М. Голицынский, С.И. Сеславинский и др.; Под ред. В.Е. Меркина, С.Н. Власова, О.Н. Макарова – М.: транспорт, 1993.- 389 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОГРАЖДЕНИЯ КОТЛОВАНА ДЛЯ СТАНЦИИ "ЛИАНОЗОВО" МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Сафронова Е.В.

студентка 6 курса 11 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный руководитель: Манько А.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры МГГ НИУ МГСУ

Аннотация

В данной статье рассмотрен выбор ограждающей конструкции котлована для станции мелкого заложения Московского метрополитена. В ходе работы выполнено численное моделирование котлована с двумя вариантами ограждающих конструкций: буресекущимися сваями и металлическими трубами с деревянной забиркой. Принятие решения в отношении наиболее рациональной конструкции основано на анализе таких показателей, как горизонтальные перемещения грунтового массива и самой ограждающей конструкции, максимальные изгибающие моменты в ограждении, а также его устойчивость.

Ключевые слова: моделирование, глубокий котлован, ограждение котлована, буресекущиеся сваи, устойчивость.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент в Москве отдано предпочтение строительству станций метрополитена мелкого заложения ввиду их экономической целесообразности (они обходятся на 30% дешевле по сравнению со станциями глубокого заложения) и высокой скорости строительства. Все новые станции по возможности выполняют открытым способом, в котловане, а значит проблема выбора наиболее рационального ограждения является актуальной.

Целью данной работы является моделирование ограждения котлована для станции метро «Лианозово» Московского метрополитена, сопоставление параметров рассматриваемых конструкций и проведение расчетов, а также выбор наиболее оптимального варианта ограждающей конструкции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данной статье рассматривается моделирование ограждения котлована для станции Московского метрополитена «Лианозово», располагающейся вдоль Дмитровского шоссе на

пересечении с Дубнинской улицей и являющейся частью нового участка от станции «Селигерская» до станции «Физтех» Люблинско-Дмитровской линии.

В геологическом строении участка строительства принимают участие отложения четвертичной, меловой и на отдельных участках юрской систем.

Четвертичные отложения представлены преимущественно суглинками полутвердой, тугопластичной и твердой консистенции. Также имеется пласт пылеватых водонасыщенных песков.

Меловые отложения представлены пылеватыми водонасыщенными песками, ниже залегают слабонабухающие тугопластичные глины.

Юрская система представлена глинами полутвердой, прослоями твердой консистенции.

Гидрогеологические условия участка строительства характеризуются наличием отдельных локальных водопроявлений в линзах песчаных грунтов четвертичных отложений и надъюрским водоносным горизонтом.

В качестве ограждающих конструкций в настоящее время наиболее часто применяются металлические трубы с деревянной забиркой, металлические шпунты различного профиля (типа Ларсена, z-образный шпунт), монолитные железобетонные «стены в грунте» траншейного типа, буровые сваи, грунтоцементные сваи, выполненные по технологии Jet-Grouting.

Исходя из инженерно-геологических условий участка строительства и в связи с возможностями местных подрядных организаций, в качестве основных вариантов ограждения рассматриваются конструкции из металлических труб с деревянной забиркой и буросекущие сваи.

Для моделирования ограждения котлована выбрана программа PLAXIS 2D, разработанная в Нидерландах в 1998 году. Данный расчетный продукт предназначен для решения различных геомеханических и геотехнических задач, в которых поведение грунта моделируется с помощью ряда математических моделей. Программа позволяет использовать большое количество моделей грунта, из которых наиболее часто применяются линейно-упругая (Linear Elastic), Мора-Кулона (Mohr-Coulomb) и упрочняющегося грунта (Hardening Soil).

В данной работе для моделирования грунтовых условий выбрана модель Мора-Кулона ввиду её простоты и доступности. Для учета разгрузки основания при откопке котлована грунты, залегающие ниже откапываемого слоя, заменяются на те же самые грунты, но с увеличенным в 5 раз модулем деформации. Глубина котлована для рассматриваемого сечения станции метрополитена составляет 20м. Длина участка заделки ограждения принята равной 1/2 глубины котлована-10м. Таким образом, длина ограждающих конструкций равна 30м.

Границы расчетной области составляют для варианта ограждения из буросекущихся свай $3H_k$, для труб с деревянной забиркой $4H_k$, где $H_k=20$ м-глубина котлована.

В качестве ограждения котлована рассмотрим 2 варианта:

- 1) Буросекущиеся сваи диаметром 800 мм, расположенные с шагом 720мм.
- 2) Ограждение из металлических труб диаметром 720 мм и толщиной стенки 10мм с деревянной забиркой. Шаг труб составляет 1 м.

В качестве крепления котлована приняты 5 ярусов распорок, прошедших проверку прочности и устойчивости: 1 ярус-трубы 630x8, 2 и 3 яруса-трубы 720x10, 4 и 5 яруса- трубы 920x10. Распорки крепятся в распределительный пояс из двутавров и располагаются с шагом 4,5 м в плане, по высоте-от 3,5 до 4,5м.

Конструкция ограждения задается элементом plate, распорки-элементом fixed and anchor. Контакт «материал ограждения-грунт» моделируется с помощью специальных элементов-интерфейсов, которые позволяют учесть изменение свойств грунтов при взаимодействии с конструкцией.

На бровке котлована с помощью функции create line load задана распределенная нагрузка 20кПа от веса строительной техники.

Так как грунтовые воды находятся выше дна котлована (на отметке -16м от планировочной отметки), откопка ниже данного уровня моделируется с применением строительного водопонижения.

Расчетные схемы для рассматриваемых вариантов приведены на рис. 1. Далее, для более наглядной визуализации, отображение распорок будет отключено.

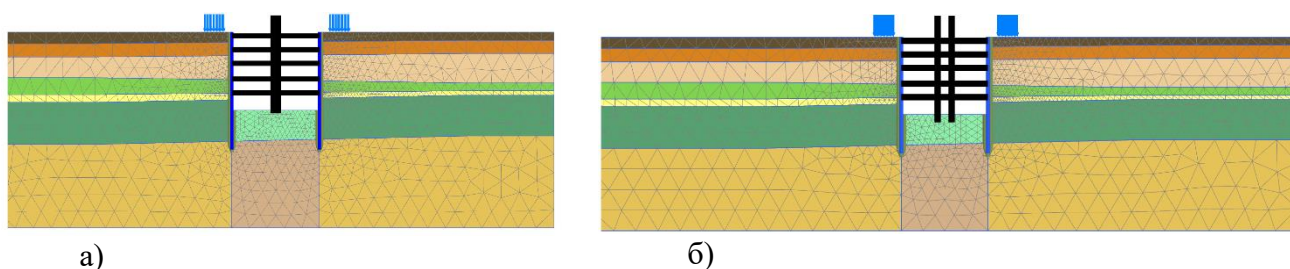


Рисунок 1. Расчетные схемы: а) ограждение котлована из буросекущихся свай;

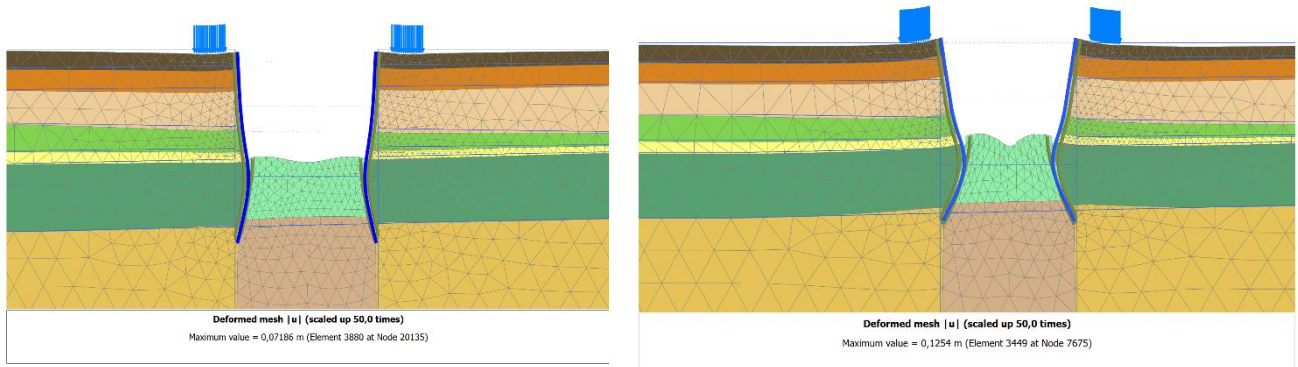
б) ограждение котлована из труб

Этапы расчета

1. Расчет природного напряженно-деформированного состояния;
2. Активация ограждения с интерфейсами, а также нагрузки на бровке котлована;
3. Поэтапная откопка котлована с раскреплением каждого яруса распорками;
4. Проверка устойчивости ограждения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На рис. 2 приведены деформированные схемы на этапе откопки котлована до проектной отметки.



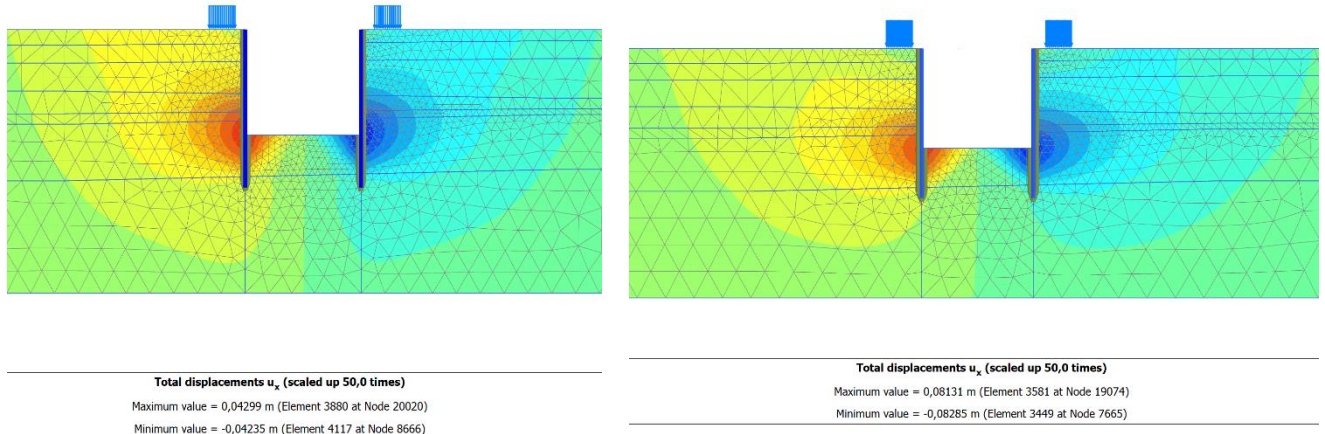
а)

б)

Рисунок 2. Деформированная схема на этапе откопки котлована до проектной отметки:

а) ограждение котлована из буросекующихся свай; б) ограждение котлована из труб

Изополя горизонтальных перемещений грунтового массива на этапе откопки котлована до проектной отметки представлены на рис. 3.



а)

б)

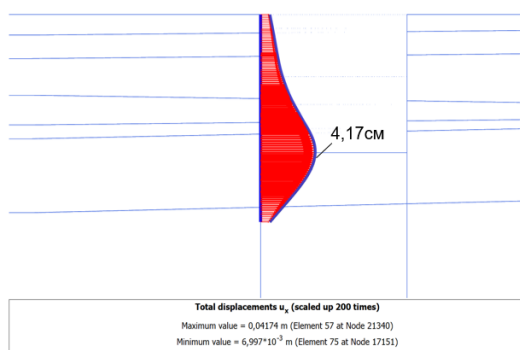
Рисунок 3. Изополя горизонтальных перемещений грунтового массива на этапе откопки

котлована до проектной отметки: а) ограждение котлована из буросекующихся свай;

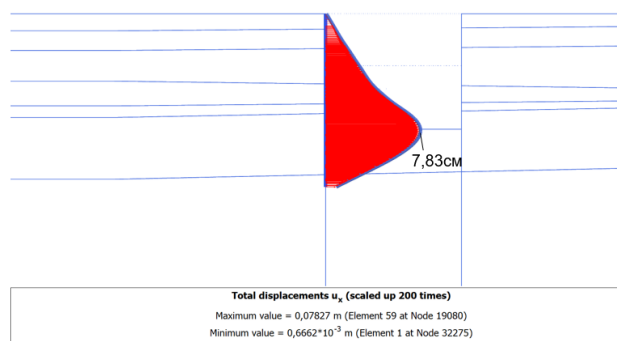
б) ограждение котлована из труб

Так, максимальные перемещения грунтового массива при ограждении из буросекующихся свай составляют 4,3 см, а при ограждении из труб - 8,1 см.

На рис. 4 приведены эпюры горизонтальных перемещений ограждения на этапе откопки котлована до проектной отметки.



а)

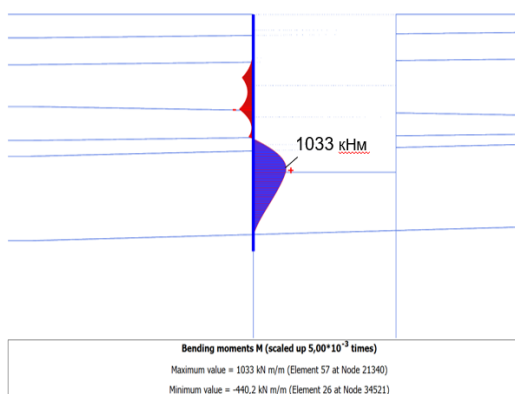


б)

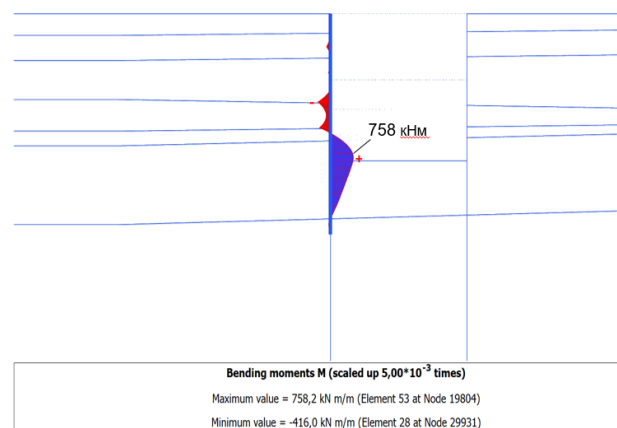
Рисунок 4. Эпюра горизонтальных перемещений ограждения котлована
а) ограждение котлована из буросекующихся свай; б) ограждение котлована из труб

Максимальные горизонтальные перемещения ограждения котлована из буросекующихся свай составляют 4,17см, а из труб-7,83см.

На рис. 5 представлены эпюры изгибающих моментов ограждения на этапе откопки котлована до проектной отметки.



а)



б)

Рисунок 5. Эпюра изгибающих моментов ограждения котлована
а) ограждение котлована из буросекующихся свай; б) ограждение котлована из труб

Так, в первом случае наибольший изгибающий момент в ограждении равняется 1033кН*м, во втором случае-758 кН*м, что не превышает максимально допустимых значений, воспринимаемых сечениями.

На рис. 6 представлены наиболее вероятные поверхности скольжения грунтового массива по результатам расчета устойчивости.

Также получен коэффициент устойчивости: для ограждения из буросекущихся свай он составляет 2,18, для ограждения из труб-2,45. Оба показателя доказывают устойчивость ограждающей конструкции.

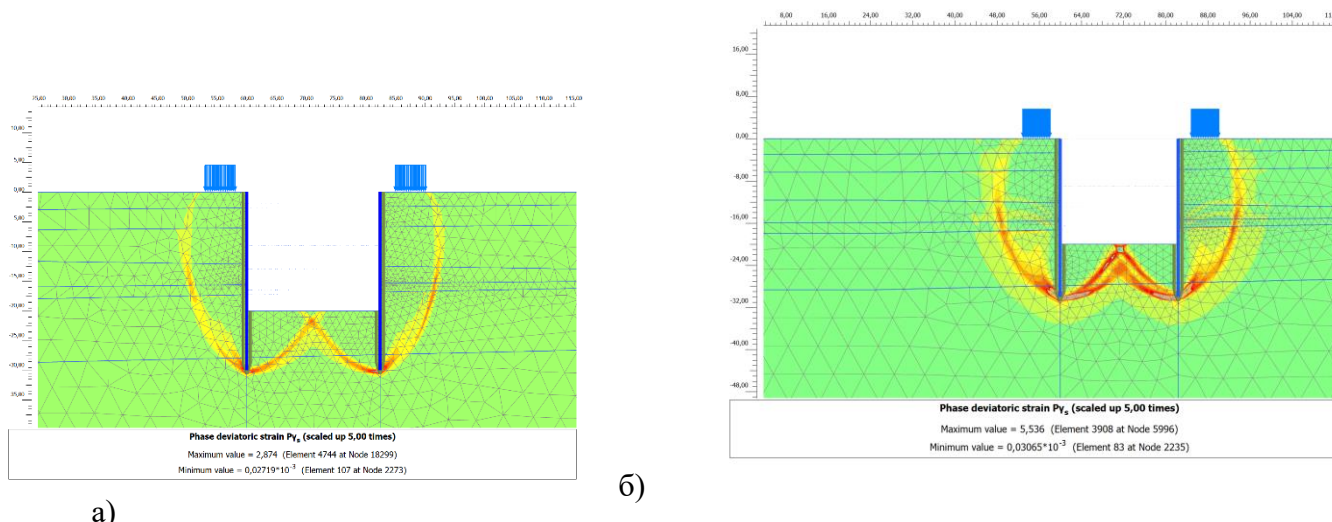


Рисунок 6. Наиболее вероятная поверхность скольжения массива грунта
а) ограждение котлована из буросекущихся свай; б) ограждение котлована из труб

Сравнение показателей, полученных в ходе моделирования откопки котлована с применением двух ограждений, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Расчетные показатели

| Тип ограждения | Макс. перемещения грунтового массива, см | Макс. перемещения ограждения, см | Макс. изгибающий момент, кНм | Коэффициент устойчивости |
|---------------------|--|----------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Буросекущиеся сваи | 4,3 | 4,17 | 1033 | 2,18 |
| Металлические трубы | 8,1 | 7,83 | 758 | 2,45 |

Согласно нормам горизонтальные перемещения ограждения котлована не должны превышать 10 см. На практике же данные значения обычно ограничивают величинами 3-5см, что делает приоритетным выбор в пользу буросекущихся свай.

Таким образом, оба варианта обеспечивают устойчивость массива грунта при возведении котлована и не превышают допустимых значений по перемещениям, однако стена из буросекущихся свай в данных условиях является наиболее предпочтительной.

ВЫВОДЫ

Результаты расчета показали, что условиям прочности и устойчивости удовлетворяют оба рассматриваемых варианта, однако выбор был сделан в пользу ограждения из буросекущихся свай

ввиду их водонепроницаемости и повышенной жесткости, а также в связи с технологическими возможностями местных подрядных организаций.

Ограждение из труб является менее предпочтительным вариантом. В связи с тем, что глубина конструкции составляет 30м и требуются трубы большого диаметра, производство работ по возведению такого ограждения может быть связано с рядом технологических трудностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Знаменский В.В., Чунюк Д.Ю., Морозов Е.Б. Устройство ограждающих систем котлованов в стесненных городских условиях // Жилищное строительство, 2012, № 9 . – С. 60-62.

2. Манько А.В. Выбор ограждающей конструкции глубокого котлована в зоне транспортного туннеля при точечной застройке // Инженерный вестник Дона, 2018, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/158.

3. Петрухин В. П., Колыбин И. В., Разводовский Д. Е. Ограждающие конструкции котлованов, методы строительства подземных и заглубленных сооружений – 2008. – Т. 2. – С. 14.

4. Мирсяпов И.Т., Хасанов Р.Р., Сафин Д.Р. Проектирование ограждения глубокого котлована жилого комплекса в условиях стесненной городской застройки // Известия КГАСУ, 2015, № 2 (32). – С. 183-191.

5. Поспехов В.С. Расчеты конструкции ограждения котлована для подземной части общественно-делового центра "Охта" в Санкт-Петербурге // Жилищное строительство, 2011, № 9 . – С. 27-31.

6. С.Г. Шеина, Г.М. Кравченко, Д.С. Костенко, В.В. Белаш Сравнение конструктивных решений подпорной стены котлована в условиях плотной городской застройки// Инженерный вестник Дона, 2018, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4897.

7. Главатских В.А., Молчанов В.С. Строительство метрополитенов: Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта/ Под ред. В.А. Главатских. – М.: Маршрут, 2006.-680с.

ВЫБОР ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ СКЛОНА НИЖЕГОРОДСКОГО КРЕМЛЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРЕМЛЕВСКОГО ФУНИКУЛЕРА

Афанасьев Н. А.

студент 6 курса 11 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Манько А. В.

кандидат технических наук, доцент кафедры МГГ НИУ МГСУ

Аннотация

Определение устойчивости склонов, ее повышение за счет различных инженерных защитных мероприятий является актуальным вопросом в современной геотехнике и механике грунтов. Нагорная часть Нижнего Новгорода имеет большое количество склонов, находящихся в состоянии предельного равновесия. В рамках данной работы рассматривается выбор концепции инженерной защиты откоса Нижегородского Кремля при строительстве Кремлевского фуникулера. Среди многообразия применяемых конструкций противооползневой защиты были выбраны три наиболее подходящих к геологическим, рельефным и проектным условиям рассматриваемого участка усиления: закрепление оползневого склона нагельными полями; устройство каскада сплошных подпорных стен типа «Стена в грунте»; устройство свайных подпорных стен с креплением грунтовыми анкерами. Последние два варианта включают террасирование на строительном периоде. Анализ вариантов проектирования выполнялся по результатам расчетов напряженно-деформированного состояния откоса, определению устойчивости, сравнению технологий производства работ и количественной оценке объемов использованных строительных материалов. В результате анализа наиболее предпочтительным вариантом является устройство инженерной противооползневой защиты откоса Нижегородского Кремля в виде каскада подпорных стен из буроинъекционных свай с креплением грунтовыми анкерами и террасированием склона на строительный период.

Ключевые слова: инженерная защита, оползень, склон, устойчивость, математическое моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная защита территорий является одной из отраслей геотехники. Современное строительство рассматривает большой спектр мероприятий от различных геологических процессов, однако, наиболее часто встречающимся является противооползневая защита склонов.

Существует огромное количество типов конструкций и материалов, посредством которых выполняются противооползневые мероприятия (выполаживание, подпорные стенки с креплением грунтовыми анкерами, армирование грунта нагельными полями, геотекстильные материалы, габионы и др.). Выбор того или иного способа крепления откоса зависит в большей степени от проектного характера эксплуатации откоса и от локализуемых опасных процессов.

Город Нижний Новгород в строительной индустрии «славится» своими сложными геологическими условиями. В рамках данной статьи рассматривается склон Нижегородского Кремля, расположенный близ Северной и Часовой Башен, на котором в будущем планируется реконструкция ранее существовавшего здесь Кремлевского фуникулера. Откос находится в состоянии предельного равновесия, о чем свидетельствуют встречающиеся на склоне оползневые отложения, а значит, здесь возможны оползневые процессы. В работе анализируется работа трех типов противооползневых мероприятий: устройство нагельных полей по склону; устройство монолитных подпорных стен типа «стена в грунте» совместно с террасированием склона; устройство подпорных стен с применением буринъекционных свай и анкерным креплением совместно с террасированием склона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки эффективности решений инженерной защиты были выполнены расчеты устойчивости массива грунта методом численного моделирования с помощью Plaxis 2D, в результате которых были определены запасы общей устойчивости массива. Данная программа основана на методе конечных элементов и при квалифицированном подходе позволяет решать широкий комплекс геотехнических задач. Принятая модель грунта в расчетах - упруго-пластичная Кулона-Мора, содержащая пять входных параметров грунта: E и ν - параметры упругости, ϕ и c – параметры пластичности, Ψ - угол дилатансии.

Нормированные коэффициенты устойчивости (табл. 1) определяются согласно [1]:

$$[k_{st}] = \frac{\gamma_n \psi}{\gamma_d},$$

где γ_n – коэффициент надежности по ответственности сооружения согласно [2]; для сооружений инженерной защиты склона при потенциальном строительстве фуникулера $\gamma_n = 1,2$ (КС-3), $\gamma_n = 1,0$ (при расчете природного склона);

Ψ – коэффициент сочетания нагрузок согласно [1]: для основного сочетания эксплуатационного периода $\Psi = 1,0$; для строительного периода и ремонта $\Psi = 0,95$; для особого сочетания нагрузок $\Psi = 0,9$.

¹ СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от

опасных геологических процессов. Основные положения». С. 9-10.

² ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций. Основные положения». С. 8.

γ_d – коэффициент условий работы согласно [3]: $\gamma_d = 0,9$ – для пылевато-глинистых грунтов; $\gamma_d = 1,0$ – для песков;

Поскольку массив в верхней части сложен как песчаными, так и пылевато-глинистыми грунтами в равном соотношении принимается средневзвешенное значение $\gamma_d = 0,95$.

Таблица 1. Нормированные коэффициенты устойчивости откоса

| Норм. уст., | коэф. [Kst] | Природный склон | Строительный период | Эксплуатационный период | Особое воздействие |
|-------------|-------------|-----------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| | | 1,06 | 1,2 | 1,26 | 1,14 |

При этом условие устойчивости принимает вид:

$$k_{st} \geq [k_{st}]$$

Для определения коэффициента устойчивости склона в программе PLAXIS используется алгоритм Phi-c-reduction (снижение ϕ и C). При использовании данного алгоритма расчеты параметров прочности грунта $tg\phi$ и C последовательно уменьшаются до значений $tg\phi_r$ и C_r (предельные значения), пока не произойдет потеря устойчивости склона. Для определения параметров прочности грунта на текущем этапе расчета используется коэффициент ΣMsf , который равен:

$$\frac{c}{c_r} = \frac{tg\phi}{tg\phi_r} = \Sigma Msf,$$

где c и ϕ – входные параметры прочности грунта, а c_r и ϕ_r – сниженные значения параметров прочности грунта. При этом параметр ΣMsf поэтапно увеличивается, коэффициент безопасности определяется как значение ΣMsf при разрушении.

Вводя условие прочности Кулона ($\tau = \sigma \cdot \tan\phi + c$), получаем коэффициент безопасности (устойчивости) в виде:

$$K_{st} = \frac{c + \sigma_n \tan\phi}{c_r + \sigma_n \tan\phi_r}.$$

Следует отметить, что получаемый в результате расчета коэффициент устойчивости является минимальным и относится лишь к наиболее неустойчивому участку склона. Для остальных поверхностей скольжения данный коэффициент заведомо выше.

Расчетная модель представляет собой плоское сечение, проходящее через склон в продольном направлении, проходящее по оси проектируемого фуникулера.

Ряды свай, нагелей и грунтовых анкеров моделировались применением элементов «Plate» и «Embedded Pile Row», с учетом шага и диаметра свай и нагелей.

Нагрузка от строительной техники принималась равной 25 кН/м².

При анализе и выборе конструкций инженерной защиты склона учтена аварийная ситуация – развитие оползневых процессов в результате смещения массива грунта по потенциально ранее образовавшимся поверхностям скольжения (вторичный сдвиг) и замачивания глинистых грунтов. Для данной расчетной ситуации прочностные характеристики принимаются заниженными с учетом сдвига «плашка по плашке», а также для с учетом водонасыщенного состояния глинистых отложений.

Порядок выполнения расчетов:

1. Загружение массива грунта собственным весом;
2. Проверка устойчивости массива грунта.
3. Этап 1. Усиление фундамента стены сваями БИС.
4. Проверка устойчивости массива грунта.
5. Этап 2. Поэтапное устройство конструкций инженерной защиты.
6. Проверка устойчивости массива грунта на всех этапах.
7. Этап 3. Моделирование эксплуатационного состояния склона
8. Проверка устойчивости массива грунта.
9. Этап 4. Моделирование особого воздействия (движение по плоскости скольжения и повышения уровня УГВ).
10. Проверка устойчивости массива грунта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате расчетов устойчивости трех расчетных схем с различными мероприятиями противопопзневой защиты получены расчетные коэффициенты устойчивости (табл. 2 и рис. 1) и наиболее вероятные призмы обрушения (рис.2-7) в природном состоянии склона, на строительный и эксплуатационный периоды, а также при особом воздействии.

Таблица 2. Результаты расчетов устойчивости

| | Период | Природный склон | Строительный | Эксплуатация | Особое воздействие |
|------------------------------|----------------|-----------------|---|--------------|--------------------|
| | ИЗ | | | | |
| Расч. коэф. уст., K_{st} | Нагельные поля | 0,9436 | 1,042; 1,081; 1,14 | 1,224 | - |
| | СВГ | | 1,253* | 1,297 | 1,262 |
| | Свайные стенки | | 1,087; 1,178; 1,238; 1,245; 1,259 | 1,267 | 1,163 |
| Норм. коэф. уст., $[K_{st}]$ | | 1,06 | 1,2 | 1,26 | 1,14 |

* - минимальный коэффициент устойчивости на строительный период

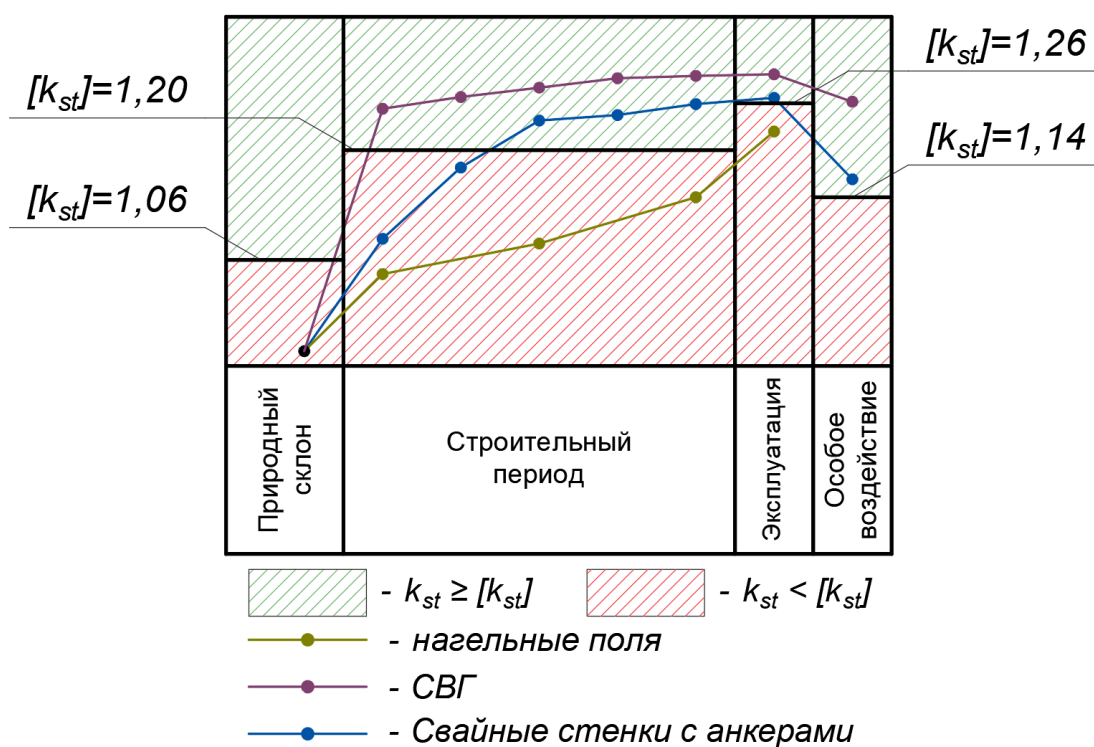


Рисунок 1. Изменение расчетного коэффициента устойчивости по периодам

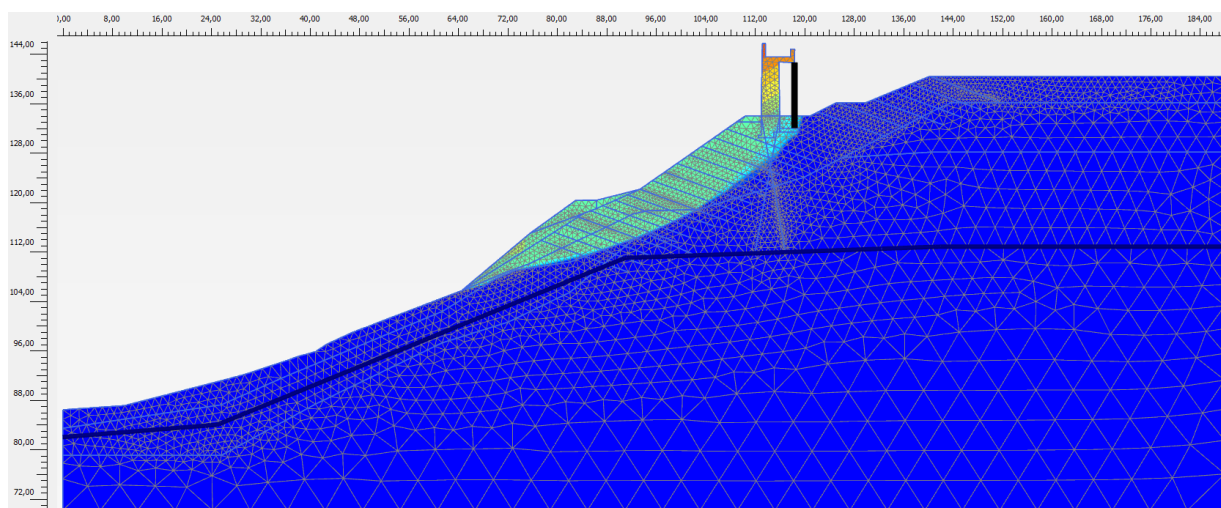


Рисунок 2. Результат расчета устойчивости природного склона, $k_{st} = 0,9436$

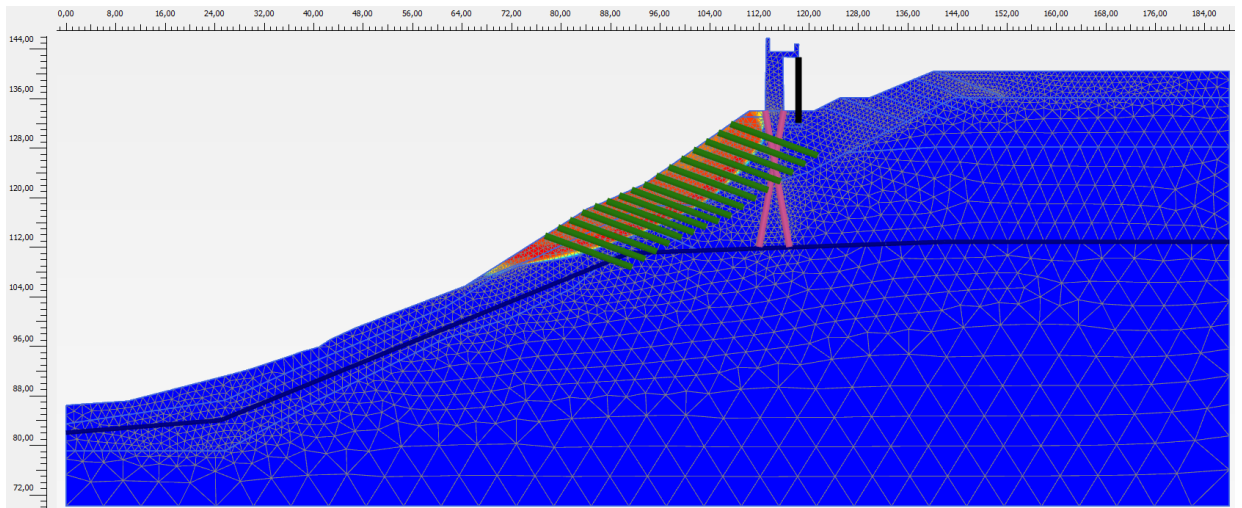


Рисунок 3. Результат расчета устойчивости склона с мероприятиями инженерной защиты в виде нагельных полей на этапе эксплуатации, $k_{st}=1,224$

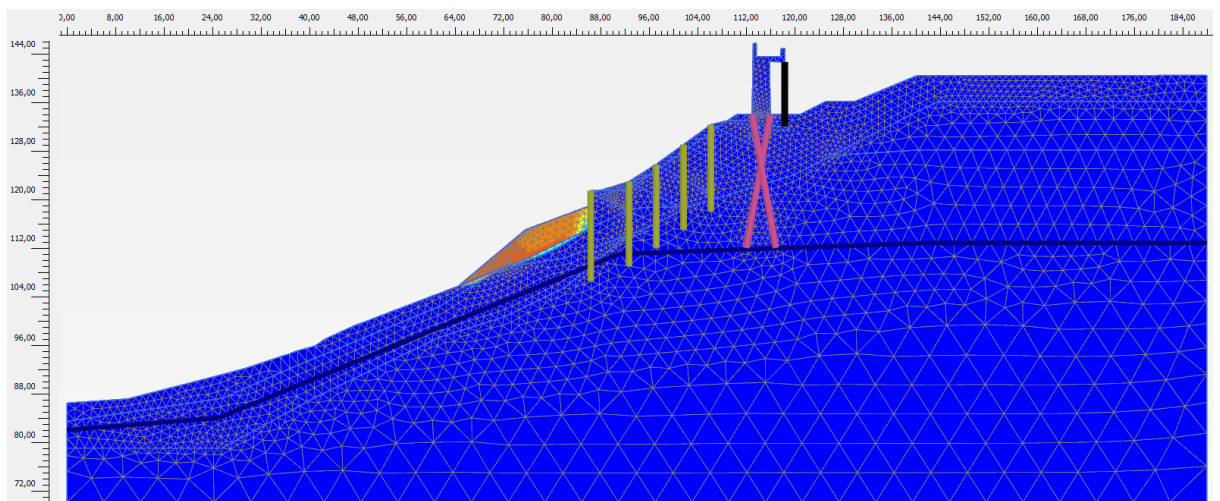


Рисунок 4. Результат расчета устойчивости с мероприятиями инженерной защиты в виде подпорных стен типа СВГ на этапе эксплуатации, $k_{st}=1,297$

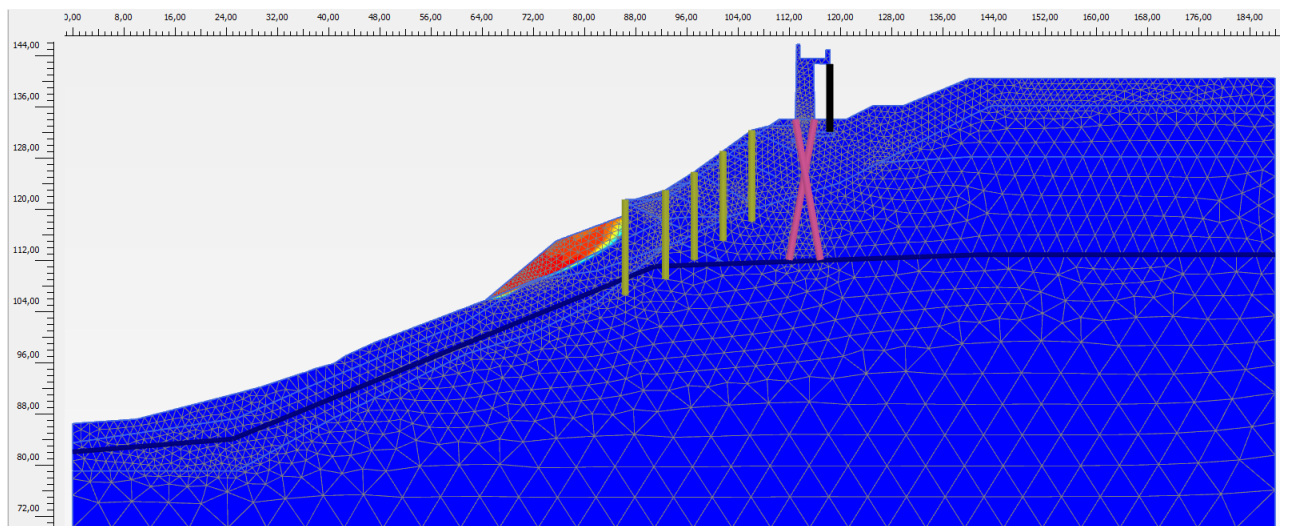


Рисунок 5. Результат расчета устойчивости при особом воздействии, $k_{st}=1,262$

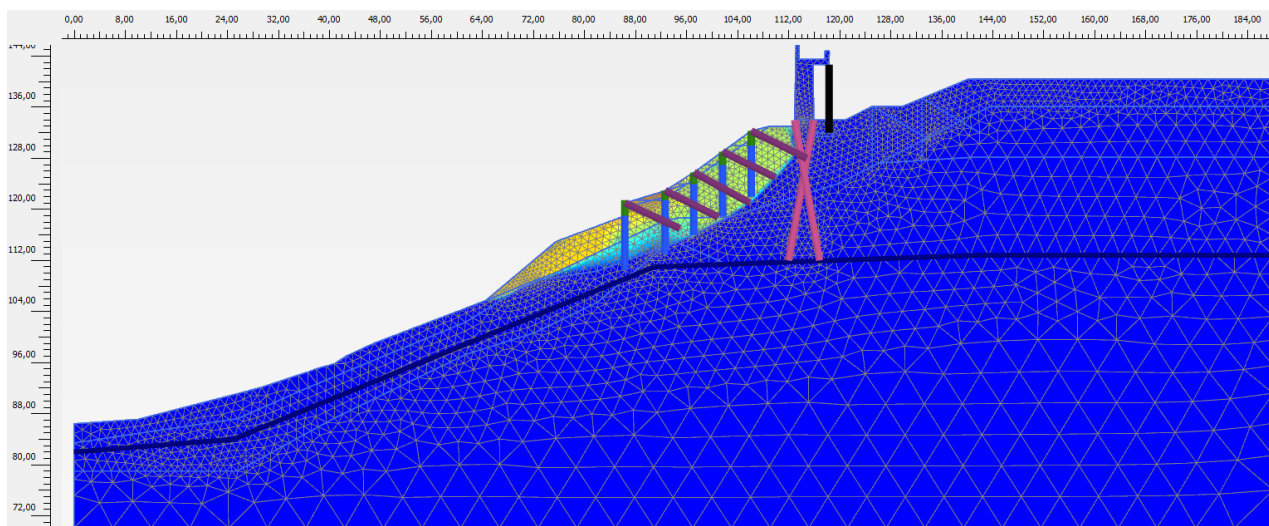


Рисунок 6. Результат расчета устойчивости на этапе эксплуатации, $k_{st}=1,267$

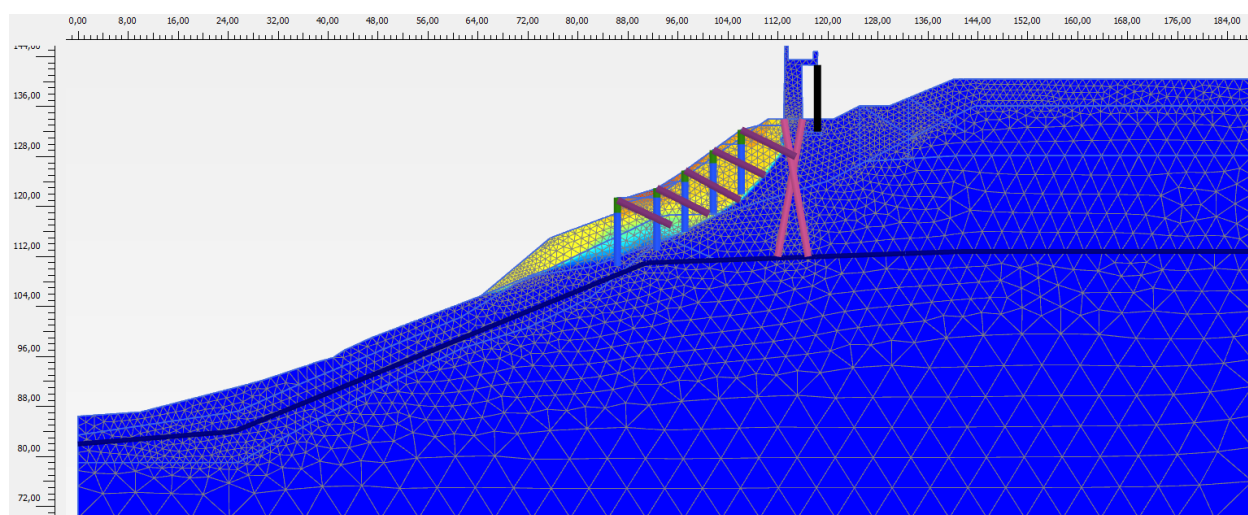


Рисунок 7. Результат расчета устойчивости при особом воздействии, $k_{st}=1,163$

ВЫВОДЫ

В рамках данной работы рассмотрен выбор конструкции инженерной защиты склона Нижегородского Кремля при строительстве подземного Кремлевского фуникулера.

В ходе работы рассмотрены различные примеры конструкций инженерной защиты склонов. Из рассмотренных примеров были выбраны три наиболее подходящих для данных условий типа конструкций инженерной защиты: устройство нагельных полей по склону; устройство монолитных подпорных стен типа «стена в грунте» совместно с террасированием склона; устройство подпорных стен с применением буроинъекционных свай и анкерным креплением совместно с террасированием склона.

На основе выбранных вариантов были сформированы возможные конструктивные решения и произведены расчеты устойчивости грунтового массива методом численного моделирования с

помощью расчетного комплекса Plaxis 2D. Модель поведения грунта – Мор-Кулон. Полученные расчетные коэффициенты устойчивости сравнивались с нормированными коэффициентами для природного склона, на строительном и эксплуатационном периодах, а также при особых воздействиях. Результаты расчета устойчивости для трех вариантов инженерной защиты сведены в таблицу 2.

Помимо общей устойчивости склонов в результате проведения мероприятий инженерной защиты, сравнивалась технология выполнения работ:

- при устройстве инженерной защиты в виде нагельных полей отсутствует возможность террасирования склона для перемещения по склону массивной строительной техники на период будущего строительства фуникулера;

- устройство траншейных стен в грунте является трудоемким процессом - довольно большой объем земляных работ, использование большого количества бетонной смеси, погружение арматурного каркаса – все эти мероприятия довольно сложно осуществить в стесненных условиях на террасах склона. Также существует необходимость в бентонитовой смеси, производство которой является «грязным», при этом необходимо устраивать местный бентонитовый завод, коммуникаций. Перечисленные факторы делают устройство подпорных стен типа СВГ затруднительным.

- устройство свайных подпорных стен является менее трудоемким процессом по сравнению с устройством СВГ траншейного типа. Затрачивается меньшее количество строительных материалов, нет необходимости в наличии бентонитовой смеси. При «засыпании» скважины под сваю есть возможность выполнения свай под защитой обсадных труб, что существенно не увеличивает трудоемкость. С учетом перечисленных факторов, устройство инженерной защиты в виде свайных подпорных стен является менее трудоемким процессом по сравнению с траншейной СВГ.

По итогу анализа результатов устойчивости и технологий производства работ наиболее предпочтительным вариантом является устройство мероприятий инженерной защиты в виде буринъекционных свайных подпорных стен с креплением грунтовыми анкерами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1) Мардарь И.А., 2021. Нижегородские оползни и методы борьбы с ними. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института гидротехнического и энергетического строительства НИУ МГСУ. Москва, с. 144-150;

- 2) Перегуда Е.Н., Мининзон И.Л., 2011. Озеленение и инженерная защита города Нижнего Новгорода. В сборнике: Инновации в ландшафтной архитектуре. Материалы VII научно-практической конференции. Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, с. 69-70;
- 3) Харичкин А.И., Иоспа А.В., Соловьев Д.Ю., Чернятин Д.В., Бабич Д.Д., 2021. Проблемы оползневой опасности Воробьевых гор и подходы к проектированию инженерной защиты. Геотехника, Том XIII, №4, с. 36-62;
- 4) Гулакян К.А., Кюнтцель В.В., Новиков П.А., 1970. Моделирование оползней выдавливания (на примере района Фили – Кунцево, Москва). В сб. статей под ред. С.С. Соколова, М.В. Чуринова, Вопросы инженерной геологии, Вып. 23. Нерда, Москва, с. 109-125;
- 5) Марченко М.С., 2021. Инженерная защита территорий от склоновых процессов. В сборнике: Приоритетные направления развития науки в современном мире. Сборник научных статей по материалам VI – Международной научно-практической конференции, Уфа, с. 131-135;
- 6) ВСН 506-88 Проектирование и устройство грунтовых анкеров

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кузьменко М. Д.

студент 4 курса 12 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Манько А.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры МГГ НИУ МГСУ

Аннотация

Технологии информационного моделирования получили существенное развитие в последние годы и стали эффективным инструментом для проектирования. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. №1431 [1] подготовка проектной документации для всех объектов капитального строительства, финансируемых с привлечением бюджетных средств, с 1 января 2022 года должна осуществляться с применением технологий информационного моделирования. Однако в подземном строительстве технологии информационного моделирования имеют значительно меньшую эффективность. В статье рассмотрены возможные направления применения технологий информационного моделирования в подземном строительстве и геотехнике, описаны основные проблемы, возникающие при применении ТИМ и варианты их возможного решения на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства. Представлены основные концепции использования технологий информационного моделирования.

Ключевые слова: ТИМ, BIM, геотехника, мониторинг, информационное моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы активное развитие в строительстве получили так называемые BIM-технологии. Во многом благодаря концепции развития строительной индустрии, предлагаемой Минстроем РФ, технологии информационного моделирования становятся популярнее и даже входят в число обязательных к применению для проектов с привлечением госфинансирования.

Выделим отличия BIM-технологий от технологий информационного моделирования, закрепленных в Российской нормативной документации, в т.ч., в ГрК РФ [2]. Согласно Градостроительному Кодексу РФ, Информационная модель объекта капитального строительства — совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции,

капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства. Главное отличие ТИМ от ВІМ в том, что ВІМ учитывает временной фактор, а сама информационная модель является обновляемой.

К сожалению, информационное моделирование в России зачастую применяется на этапе разработки проектной документации, в дальнейшем модель не используется, как не используются в ней результаты инженерных изысканий.

Основная проблема заключается в неправильном восприятии концепции ВІМ. Так, в представлении Минстроя РФ, ВІМ технологии должны быть в основном использованы для создания архитектурного облика здания или сооружения.

В реальности же ВІМ – мощный инструмент, который может существенно облегчить строительство и эксплуатацию здания на всех этапах жизненного цикла.

Использование технологий информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства – актуальная проблема, решение которой может значительно повлиять на эффективность проектных решений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследования произведен анализ Российской и зарубежной нормативной базы и опыта применения ВІМ-технологий в подземном строительстве. Рассмотрены возможные варианты использования технологий информационного моделирования. Приведены типовые сценарии использования ТИМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Существует множество работ в России и зарубежом, посвященных вопросам использования ВІМ при освоении подземного пространства.

Наиболее популярная из них – статья Гэри Морина. В статье [3] описывается необходимость использования технологии ВІМ не только для создания разработки разделов, аналогичных АР и КР, но и на предпроектном этапе, включая инженерные изыскания в модель. Такой подход может облегчить жизнь проектировщику, так как качество получаемых результатов инженерных изысканий существенно улучшится, если информация будет представлена не только в качестве разрезов и планов, а в виде объемной модели основания.

Стоит отметить, что в будущем ВІМ может существенно облегчить создание схем для расчетных программных комплексов. Так, Autodesk, начал активную интеграцию Revit и Robot structural. Robot structural – программный комплекс от компании Autodesk, предназначенный для расчета строительных конструкций. Модель, созданная в Revit, может быть небольшими усилиями

импортирована в Robot для последующих расчетов. Аналогичные разработки могут вскоре появиться и для Plaxis, ZSoil и других программных комплексов, работающих с моделями грунтовых массивов.

На данный момент функционал моделирования грунта в Revit существенно ограничен, поэтому для использования доступна только схема моделирования Revit – Lira – Plaxis. Так, последние версии ПО Lira имеют поддержку импорта модели из Revit с последующим созданием конечно-элементной схемы. Plaxis 3D, в свою очередь, имеет возможность импорта конструкций из Lira. Модель грунтовых условий при этом задается непосредственно в Plaxis, однако, этот вопрос в скором будущем может быть решен.

Логичным развитием BIM в будущем может стать создание общих геоинформационных систем, содержащих информацию о грунтовых условиях, которая может помочь при выполнении инженерно-геологических изысканий.

Концепция подобных систем обсуждалась в работах Вальгер С.А. [4] и других.

В России, Германии и других странах уже существуют цифровые модели городов. Так, в России не так давно была создана цифровая модель Нижнего Новгорода, при поддержке ННГАСУ и Vysotsky consulting. Модель эта, можно сказать, создана энтузиастами, и имеет огромный ряд недостатков, однако, стоит взглянуть и на зарубежный опыт. City of Helsinki, Finland, City Survey Division — 3D Municipal Information System – полная цифровая модель города, содержащая информацию о каждом, или почти каждом, здании. На данный момент в России в основном существуют 2D ГИС, обладающие меньшим функционалом. 3D модель позволяет увидеть фактическое расположение зданий, коммуникаций, их текущее состояние и прочее. Создание геоинформационных систем является сложной, но реализуемой задачей, как показывает опыт.

Помимо сказанного выше, BIM – технологии становятся отличным помощником при мониторинге подземных зданий и сооружений.

Применение BIM-технологий для мониторинга в подземном строительстве и геотехнике рассмотрено в работах Разводовского Д.Е. [5], Муравьевой Е.А. [6], Мозгачевой О.А. [7] и других.

Имея полную модель сооружения, а также используя современные средства мониторинга, способные записывать информацию в базу данных, мы сможем получать актуальную модель сооружения, следить за деформациями и перемещениями отдельных элементов, автоматически выявлять отклонения показателей от проектных, полученных путем расчета в одном из программных комплексов.

Такой подход может быть полностью автоматизирован, что повысит безопасность и уменьшит риски, связанные с человеческим фактором.

При мониторинге приборы автоматически замеряют перемещения и фиксируют дефекты, после чего данные объединяются в две созависимые базы данных.

Схема обработки данных приведена на рисунке 1:

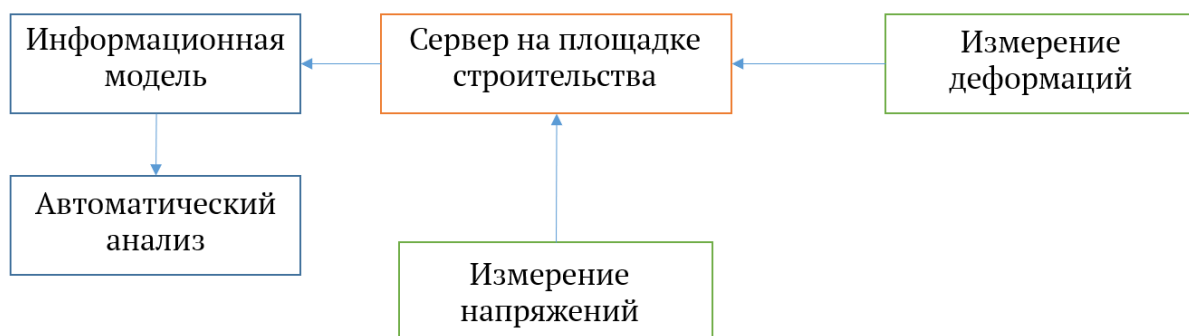


Рисунок 1. Схема передачи данных при автоматизированном мониторинге

ВЫВОДЫ

Таким образом, существует несколько направлений развития ВІМ в подземном строительстве и геотехнике. Наиболее перспективным из них, по моему мнению, является автоматизированный мониторинг, который успешно применяется зарубежом и начинает применяться на территории РФ.

Создание геоинформационных систем также является перспективным направлением, но требует существенных изменений нормативной документации и подхода к проектированию и созданию баз данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. N 1431 "Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства"
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] (с изменениями на 28 апреля 2023 года) доступ из Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (дата обращения 20.05.23)

3. Morin G. Geotechnical BIM: applying BIM principles to the subsurface // AUTODESK. AUTODESK UNIVERSITY. The last accessed date: 20.05.2023. URL: [autodesk.com/autodesk-university/ru/node/660](https://autodesk-university.ru/node/660).

4. Вальгер С.А., Федорова Н.Н. Концепция виртуального города для задач строительства и планирования городской среды. Тезисы докладов VII международного симпозиума: Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений (APCSCE 2018). Новосибирск: Сибстрин, 2018. С. 54.

5. Разводовский Д.Е., Шулятьев С.О., Ставницер Л.Р. Применение BIM в геотехнике // Жилищное строительство. 2018. № 11. С. 3–8.

6. Муравьева Е. А., Манько А. В. Методика создания проекта комплексной безопасности геотехнического сооружения с применением технологии BIM // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования - 2021 : Сборник докладов Второй Национальной научной конференции, Москва, 08 декабря 2021 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2022. – С. 1058-1063

7. Мозгачева О.А., Петрухин В.П., Разводовский Д.Е., Шулятьев О.А. Геотехнические аспекты реконструкции московского Манежа // Развитие городов и геотехническое строительство. 2006. № 10. С. 222–232.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДВОДНОГО ТОННЕЛЯ В ГОРОДЕ КРАСНОЯРСК

Соколова С.Е.

студентка 5 курса 11 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный руководитель: Манько А.В.

кандидат технических наук, доцент кафедры МГГ НИУ МГСУ

Аннотация

В статье представлены результаты моделирования подводного тоннеля. Выбор технологии строительства и габаритов тоннеля.

Ключевые слова: подводный тоннель, метрополитен, строительство, метод отпусковых секций.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство подводных тоннелей последние несколько лет набирает популярность по сравнению со строительством мостов, подводные тоннели имеют в ряде случаев существенные преимущества перед мостовыми переходами. Подводные тоннели из опускных секций сооружают для пропуска авто- и железнодорожных транспортных средств, поездов метрополитена и пешеходов, в том числе и для прокладки инженерных коммуникаций.

В отличие от моста подводные тоннели не нарушают режим водотока, не мешают судоходству, защищают транспортные средства и коммуникации от неблагоприятного атмосферного воздействия, так же при их расположении в городе они минимально нарушают архитектурное строение. Преимущества подводных тоннелей по сравнению с мостами в значительной степени возрастают при пологих берегах водотока и при интенсивном судоходстве.

Проектирование подводного тоннеля метрополитена в городе Красноярск очень интересный и актуальный вопрос в связи тем, что город запланировал построить метро из 2 веток линии на правом берегу реки, но левый берег и остров никто не рассматривает.

Планируемый подводный тоннель предполагает свое расположение вдоль моста Коммунарка через реку Енисей. Он необходим для увеличения трафика пассажиров вовремя час пика, так же соединит улицу Дубровинского (правый берег) и остров Молокова, тем самым транспортная доступность станет лучше для жителей острова и жителей правого берега реки. На

острове планируется развитие базы отдыха, так что это будет еще одним положительным фактором для проведения линии до острова.

Протяженность тоннеля под водой составит 740 м, глубина реки 25 м. Идея проекта возникла, основываясь на проектировании метрополитена в г. Красноярске.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор наиболее удачного способа строительства определяется прежде всего шириной и глубиной водной преграды, интенсивностью судоходства, а также местными условиями береговой планировки и застройки, инженерно-геологическими и гидрологическими условиями, технико-экономическими и экологическими факторами.

При проектировании продольного профиля подводного тоннеля большое внимание уделяется правильному назначению глубины заложения верха тоннеля относительно дна водотока или водоёма, которая назначается в зависимости от способа строительства и свойств грунтов руслового ложа. Глубина воды над тоннелем должна быть достаточной для судоходства.

Обычно секции проектируют так, чтобы в законченном виде они имели хотя бы небольшую отрицательную плавучесть, гарантирующую от необходимости принятия мер против всплытия тоннеля. Однако в этом случае приходится для удержания секций на плаву соединять их с понтонами или, для секций круговой формы, заполнять лишь частично пространство между стальными оболочками бетоном до спуска на воду. Такой процесс продолжается в плавучем состоянии секции, а заканчивается только после ее доставки на место опускания.

При строительстве подрусовой части методом опускных секций глубина заложения тоннеля назначается не менее: 2,5—3 м в слабых несвязных грунтах и 1,5—2 м в плотных глинистых грунтах.

Основная область применения способа опускных секций - в нескальных грунтах, способных обеспечить устойчивость дна и откосов подводного котлована при глубине воды в пересекаемом водном препятствии не менее 6-10 и не более 30-50 м (за исключением «плавающих» тоннелей). При глубине воды менее 6-10 м могут возникнуть сложности с транспортированием тоннельных секций на плаву, а при глубине более 30-50 м и быстром течении - с опусканием секций в проектное положение.

По проведенным инженерно-геологическим изысканиям на правом берегу реки видно, что на грунтах возможно строительство подводного тоннеля. Геология по правому берегу: 1- насыпной грунт в виде галечникового грунта с песчаным заполнителем с прослоями суглинка с галькой; 2- Галечниковый грунт с песчаным заполнителем, маловлажный; 3- Галечниковый грунт с песчаным

заполнителем водонасыщенный; 4-Суглинок элювиальный тверды, непросадочный, ненабухающий. Тоннель будет проходить в последнем грунте.

Для моделирования поставленной задачи использовался конечно-элементный программный комплекс, широко применяемый в инженерной геотехнике и проектировании – PLAXIS 2D. В процессе расчета была использована модель среды Мора-Кулона. Расчеты выполнены по I группе предельных состояний с обеспеченностью 0,95.

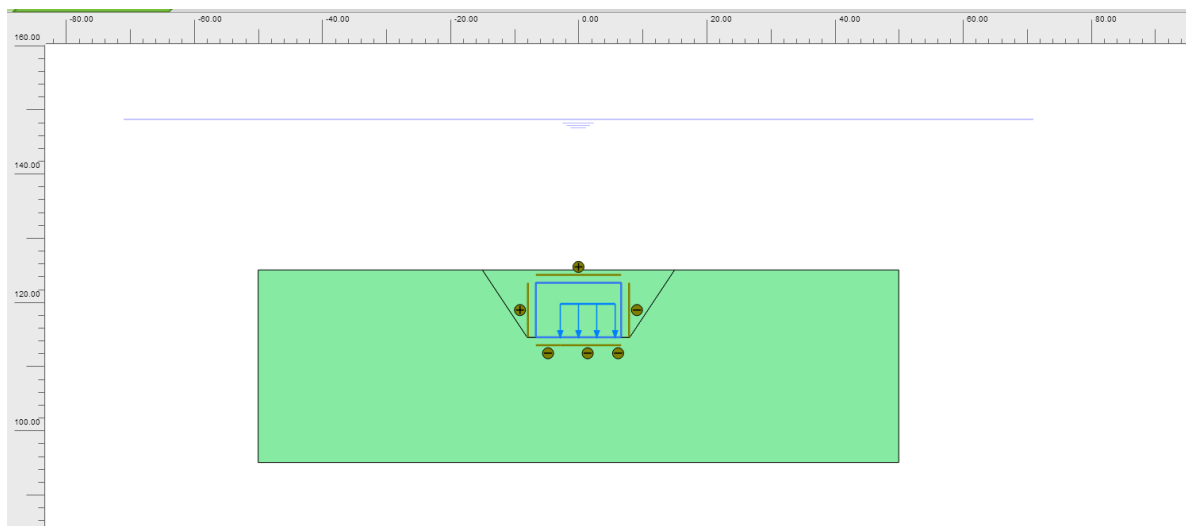


Рисунок 1. Общий вид расчетной модели

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате расчета модели с помощью математического моделирования в программном комплексе Plaxis в плоской постановке для эксплуатационного периода получены следующие деформации-43мм. Были рассмотрены 6 этапов моделирование:

1. Общий вид расчетной модели.
2. Подготовка дна основания –откопка (рис.2).
3. Погружение секции(рис.3).
4. Выкачивание воды из секции (рис.4).
5. Обратная засыпка (рис.4).
6. Эксплуатация (рис.5).

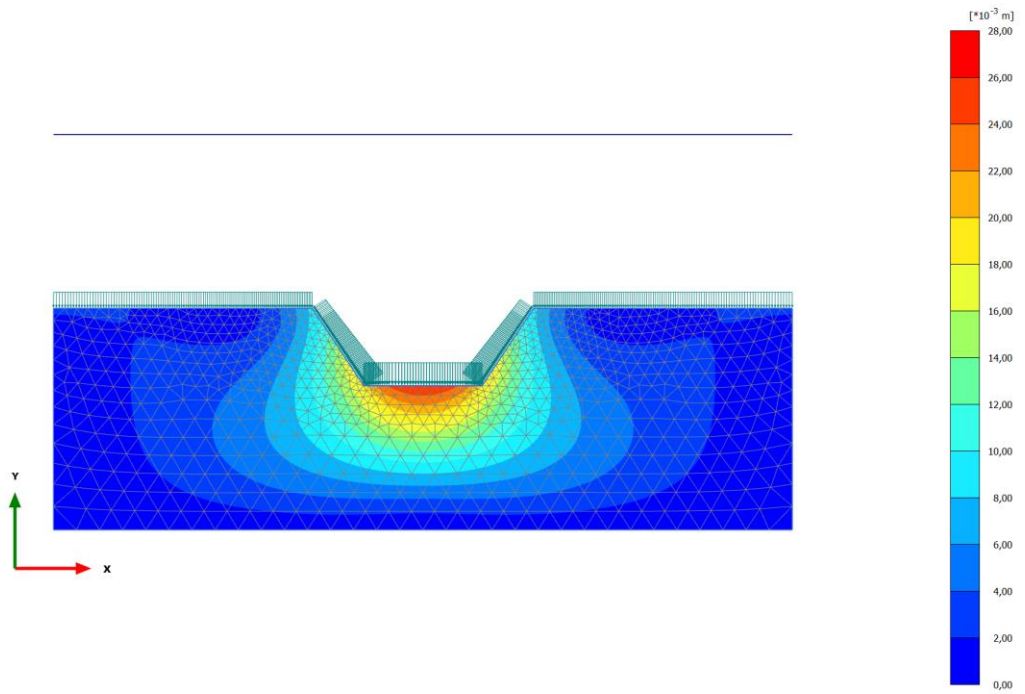


Рисунок 2. Подготовка дна основания –откопка

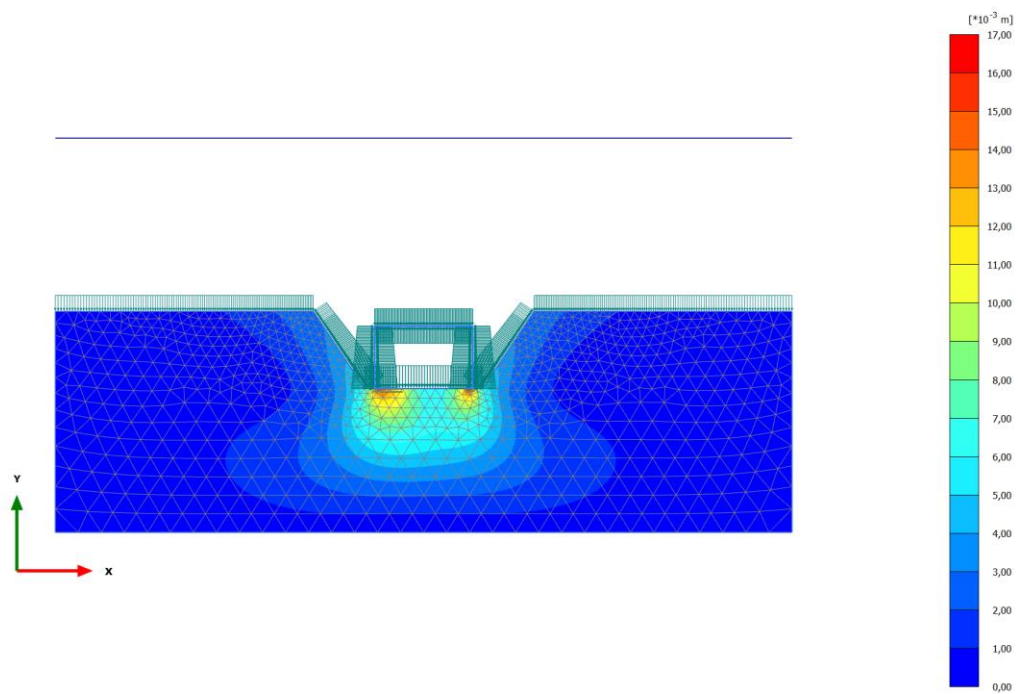


Рисунок 3. Погружение секции.

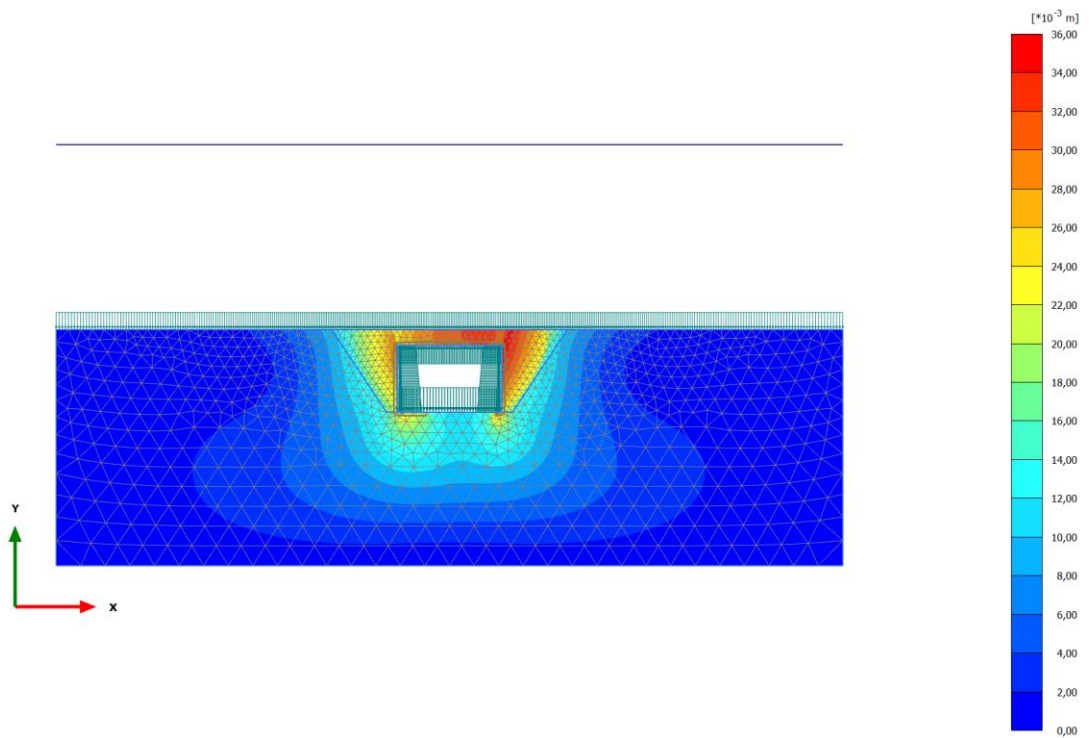


Рисунок 4. Выкачивание воды из секции и обратная засыпка.

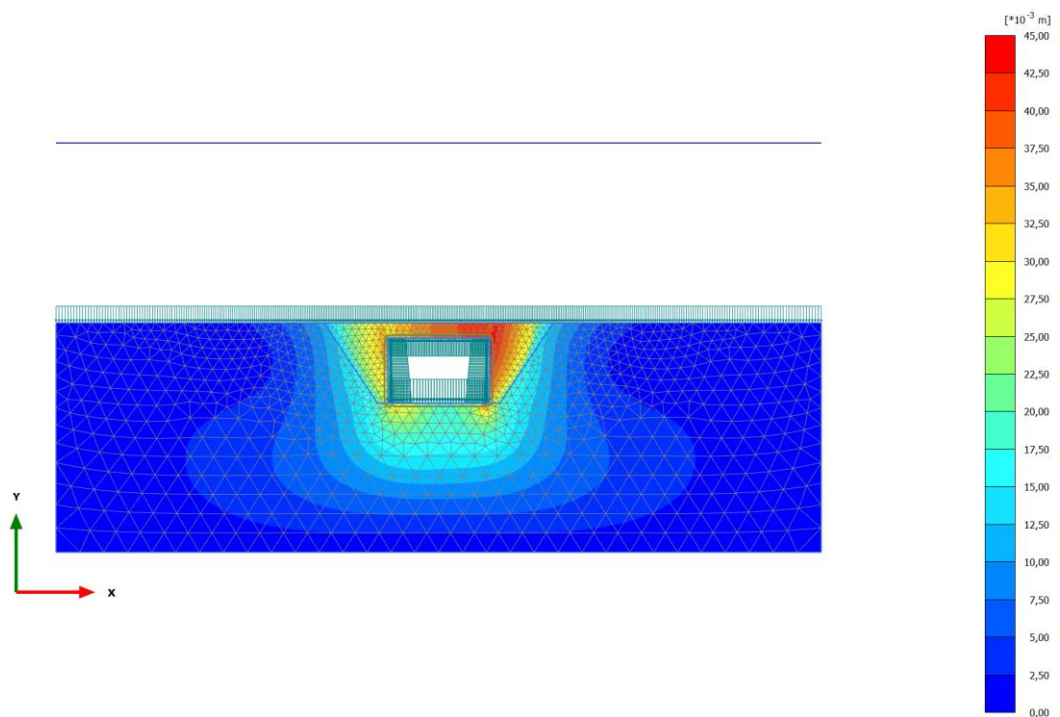


Рисунок 5. Стадия эксплуатации.

Как видно на стадии эксплуатации максимальная осадка в зоне обратной засыпки составляет 43 мм при условии, что секция выполнена из монолитного железобетона.

ВЫВОДЫ

В результате моделирования подводного тоннеля методом опускных секций видно, что по нормативам допустимая осадка в пределах нормы -50 мм, у нас получилось 43 мм, значит строительство данного тоннеля допустимо. Габариты тоннеля так же были выбраны из ГОСТ Р 57208-2016 «Тоннели и метрополитены», секция имеет размеры 13,3 м на 8,05 м, для однопутного тоннеля, выполненного из монолитного железобетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Учебное пособие «Подводные транспортные тоннели из опускных секций» /Маковский Л. В., Кравченко В. В., // 2020. С. 1-28
2. Подводные тоннели. Требования к проектированию, строительству, контролю качества и приемке работ. М. СТО «НОСТРОЙ», 2013. Курбацкий Е. Н. Преимущества тоннелей из опускных секций при сооружении транспортных переходов через протяженные водные (морские) преграды // Метро и тоннели. 2014. С. 28-32.
3. Маковский Л. В. Перспективы развития подводного транспортного тоннелестроения. // Наука и техника в дорожной отрасли. 2007. С. 18-20.
4. Фергуссен Р., Де-Вит Х., Ван-Путтен Е. Погружной тоннель или большепролетный мост // Мостостроение мира. 2014. С. 26-34.
5. Маковский Л. В., Меркии В.Е., Мостков В.М. Опыт строительства крупнейших подводных тоннелей // Подземное пространство мира. 1999. С. 11-16.
6. ГОСТ Р 57208-2016 «Тоннели и метрополитены»
7. СП 120.13330.2012. «Свод правил. Метрополитены»
8. Маковский Л. В. Совершенствование строительства подводных транспортных тоннелей способом опускных секций // Транспорт. Наука техника, управление. 1993. С. 20-27.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА И МКАД С ПОДЗЕМНЫМ СООРУЖЕНИЕМ

Виноградова В. А., Ганьшина А. А.

студентки 4 курса 12 группы ИГЭС НИУ МГСУ

Научный консультант: Манько А. В.

кандидат технических наук, доцент кафедры МГГ НИУ МГСУ

Аннотация

Предметом данного исследования является изучение напряженно-деформированного состояния систем «сооружение-массив-сооружение», а также оценка негативного воздействия нового строительства на существующую застройку. В ходе работы было учтено взаимное влияние строящегося здания, имеющего большие размеры в плане и развитую подземную часть, и расположенных по близости тоннеля и автодороги, а также были рассмотрены одни из возможных защитных мероприятий с целью уменьшения взаимного влияния и поддержания условий нормальной эксплуатации объекта.

Ключевые слова: подземное сооружение, взаимное влияние, негативное воздействие, защитные мероприятия.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире при возведении зданий и подземных сооружений не удастся полностью избежать влияния нового строительства на имеющиеся постройки ввиду стесненной городской застройки. В результате откопки котлованов и дальнейшем устройстве несущих конструкций строящихся объектов существующие сооружения могут претерпевать неравномерные осадки. Перед проектировщиком стоит важная задача - определение размеров зоны влияния строительства, т.е. такого участка, на котором возможны различные негативные процессы, вызываемые ведущими строительными работами. С целью обеспечить безопасность существующих объектов прогнозируются дополнительные деформации зданий и сооружений. Если прогнозируемые деформации превышают предельно допустимые значения, то проектировщиком разрабатывается комплекс специальных мероприятий, которые необходимы для защиты существующей застройки от негативного влияния нового строительства [1].

Актуальность данной работы состоит в том, что будет учтено взаимное влияние существующих транспортных сооружений и строящегося здания, имеющего развитую подземную

часть, а также будут рассмотрены способы минимизации негативного воздействия от нового строительства.

Целью исследования является изучение различных способов минимизации взаимного влияния новой и существующей застройки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследования для определения напряженно-деформированного состояния конструкций применялся метод конечных элементов. Для реализации данного метода был выбран программно-вычислительный комплекс PLAXIS 2D.

Расчетная схема отражает геологические особенности вмещающего массива, а также конструктивные особенности сооружений и технологию их возведения.

Для моделирования грунтов основания была выбрана модель упрочняющегося грунта (Hardening Soil). Модель HS может применяться для всех видов дисперсных грунтов, как песчаных, так и глинистых. Особенно эффективна она при расчетах сильно заглубленных сооружений со значительными дополнительными нагрузками, так как позволяет успешно моделировать нелинейность деформаций и остаточные перемещения при разгрузке. [2]

Для моделирования железобетонных конструкций была использована упругая модель. Среда, согласно положениям упругой модели, рассматривается как квазиоднородная и квазисплошная, а также характеризуется разными величинами модулей упругости при сжатии и растяжении.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В представленной работе была смоделирована гипотетическая ситуация: строительство нового здания, имеющего большие размеры в плане и развитую подземную часть, вблизи существующих транспортных коммуникаций - автодороги и тоннеля метрополитена.

Для исследования взаимного влияния проектируемого здания на транспортные коммуникации было взято наиболее опасное сечение, которое проходит через подземную часть строящегося здания, линию метрополитена и автодорогу.

Изначально было смоделировано первоначальное напряженно-деформированное состояние строящегося здания. Устойчивость ограждающих конструкций была обеспечена путем применения анкеров в 3 ряда.

Первый расчет был направлен на определение деформаций грунта и конструкций сооружений с учетом отсутствия защитных мероприятий. По итогам расчета были получены следующие результаты: максимальная деформация тоннеля составила - 21,1 мм, дороги - 33,2 мм.

Согласно Приложению А СП 474.1325800.2019 «Метрополитены. Правила обследования и мониторинга строительных конструкций подземных сооружений» [3] предельно допустимая дополнительная деформация тоннеля при его расположении в зоне нового строительства составляет 20 мм.

Осадка основания дорожной одежды в период эксплуатации составляет 20 мм в соответствии с табл. 7.6 СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» [4].

Сравнение показало, что результаты, полученные в ходе расчета, превышают предельно допустимые. Чтобы избежать возможности возникновения аварийных ситуаций в период строительства и обеспечить безопасную эксплуатацию сооружений, необходимо предпринять специальные защитные мероприятия.

Для обеспечения защиты подземных сооружений от возможного негативного воздействия, создаваемого новым строительством, могут быть применены различные защитные мероприятия. Несколько видов мероприятий могут быть скомпонованы и использованы совместно, но также могут выполняться и по отдельности [5].

В качестве защитных мер в данной работе были рассмотрены такие методы, как укрепление грунтов (силикатизация, цементация, криотропное гелеобразование), а также использование дополнительных конструкций, снижающих возможное негативное влияние (геотехнический экран).

В ходе работы были выполнены два расчета с применением защитных мероприятий. В первом расчете деформации тоннеля было принято снижать, применяя метод закрепления грунта цементацией. Сущность данной технологии заключается в использовании энергии высоконапорной струи водоцементного раствора для разрушения и одновременного перемешивания грунта с раствором.

Для уменьшения осадки дорожного полотна был установлен геотехнический экран. Геотехническим экраном называется сплошная или прерывистая конструкция (стена в грунте, шпунт...), которая устраивается в грунтах между будущим котлованом и сооружением, подлежащим защите [6].

По результатам расчета деформации тоннеля снижены с 21,1 до 12,6 мм, что не превышает предельно допустимой деформации – 20 мм, деформации дороги снижены с 33,2 до 25,7 мм. Данная величина все еще остается больше предельно допустимой, следовательно, данного защитного мероприятия недостаточно для того, чтобы была обеспечена нормальная эксплуатация (рис. 1).

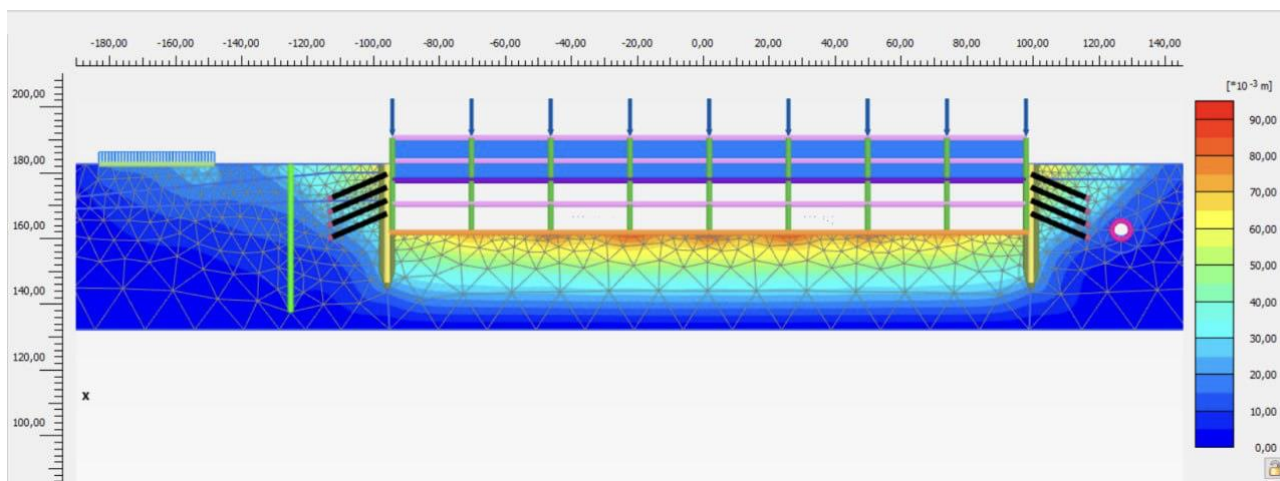


Рисунок 1. Изополя абсолютных перемещений для первого расчета

Второй расчет выполнялся с применением метода закрепления грунта вокруг тоннеля силикатизацией. Данный метод обеспечивает достаточные прочностные физико-механические свойства при относительно небольших радиусах и заключается в нагнетении силикатных растворов в грунт [7].

Грунт основания дорожного полотна был закреплен при помощи криогеля.

В последние годы широкое распространение в дорожном строительстве получило применение криогеля для увеличения прочности грунтов основания земляного полотна автомобильных дорог на участках распространения грунтов, деформирующихся и дающих неравномерную осадку под воздействием нагрузок. Полимерный состав для осуществления способа включает поливиниловый спирт - структурообразователь, борную кислоту и воду.

Способ криотропного гелеобразования подразумевает под собой нагнетание в грунт основания земляного полотна через скважины полимерного состава в виде геля (криогеля) с двух сторон земляного полотна так, что в результате образуется упрочняющая опорная система, представляющая собой пространственную решетчатую структуру из грунта, связанного полимерным составом [8].

Использование данных защитных мероприятий позволило снизить деформации тоннеля с 21,1 до 12,2 мм и максимальную осадку дорожного полотна с 33,2 до 10,1 мм. Данные результаты не превышают предельно допустимых величин, обозначенных выше. (рис. 2).

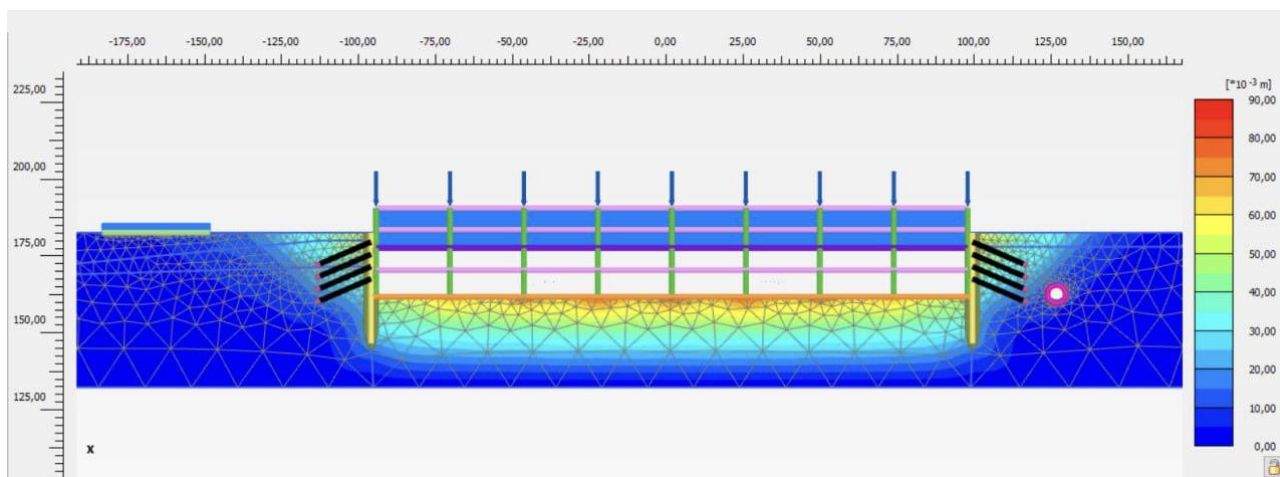


Рисунок 2. Изополя абсолютных перемещений для второго расчета

ВЫВОДЫ

Применяя метод численного моделирования, становится очевидно, что в условиях стесненной городской застройки избежать влияния от нового строительства зданий и сооружений с развитой подземной частью без использования дополнительных защитных мер практически невозможно. Поэтому важно не только выявлять возможное негативное воздействие, нарушающее условия нормальной эксплуатации, но и знать, какие защитные мероприятия нужно применить, чтобы предотвратить это воздействие.

Анализ полученных результатов, дает основание утверждать, что планируемый объект невозможно строить без применения специальных защитных мероприятий. Проведенные расчеты показали, что наиболее эффективными из рассмотренных методов являются криотропное гелеобразование для автодороги и силикатизация для тоннеля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разводовский Д.Е., Шулятьев О.А., Никифорова Н.С. Оценка влияния нового строительства и мероприятия по защите существующих зданий и сооружений. // РАСЭ. Т. XII. Строительство подземных сооружений. - М., 2008. - С. 230-239.
2. Мирный А.Ю., Тер-Мартirosян А.З. Механические модели грунтов hardening soil и soft soil – области применения // Геоинфо. 11.04.2017. URL: <https://geoinfo.ru/product/mirnyj-anatolij-yurevich/mekhanicheskie-modeli-gruntov-hardening-soil-i-soft-soil-oblasti-primeneniya-35132.shtml> (дата обращения: 24.02.2023)
3. СП 474.1325800.2019. Метрополитены. Правила обследования и мониторинга строительных конструкций подземных сооружений. - Москва, 2020 г.
4. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. – Москва, 2013 г.

5. Далидовская А.А., Пастушков В.Г. Защитные мероприятия при строительстве наземных сооружений над существующими подземными // Наука и техника. - 2020 г.
6. Никифорова Н.С., Внуков Д.А. Защита зданий вблизи глубоких котлованов и коллекторов геотехническими экранами // Вестник МГСУ. 2011. № 5. С. 108-112.
7. Смагулова Л. К. Виды и способы закрепления грунтов // Молодой ученый. – 2017 г. С. 80-83.
8. Патент РФ №2474651, 15.07.2010. Способ укрепления слабых грунтов основания земляного полотна и состав для его осуществления // Патент России №2474651. 2013. / Алтунина Л.К., Благоразумов И.В., Коньшев С.С. [и др.].