



СИБАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

XXXIV СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

№ 7(33)



НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

г. НОВОСИБИРСК, 2015



НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам XXXIV студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 7 (33)
Сентябрь 2015 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск
2015

УДК 62
ББК 30
Н 34

Председатель редколлегии:

Дмитриева Наталья Витальевна — д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович — канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка.

Н 34 «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:
Электронный сборник статей по материалам XXXIV студенческой международной научно-практической конференции. — Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». — 2015. — № 7 (33)/ [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.sibac.info/archive/Technic/7\(33\).pdf](http://www.sibac.info/archive/Technic/7(33).pdf).

Электронный сборник статей по материалам XXXIV студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Оглавление

Секция 1. Архитектура, Строительство	5
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕЛОСИПЕДНЫХ ДОРОЖЕК НА УЛИЦЕ ВОЗНЕСЕНСКИЙ ТРАКТ В ГОРОДЕ КАЗАНИ Зайнуллина Эльвина Ирековна Логинова Ольга Анатольевна	5
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ УЛИЦ ВОЗНЕСЕНСКИЙ ТРАКТ И ПРОСПЕКТ ПОБЕДЫ В ГОРОДЕ КАЗАНИ Замалетдинова Айсылу Ильдусовна Логинова Ольга Анатольевна	11
ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОТЛОВАНОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМОВ С МНОГОУРОВНЕВЫМИ ПОДЗЕМНЫМИ ПАРКИНГАМИ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНО ДЕФОРМИРУЕМЫХ ГРУНТОВ Комолов Василий Викторович Кутявин Дмитрий Владимирович Трушко Ольга Владимировна	16
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДПОРНЫХ СТЕН В ГОРОДЕ КРАСНОЯРСКЕ НА 2014 ГОД Хованский Максим Евгеньевич Мезенцев Владислав Вадимович Винтер Алиса Валерьевна Кушарина Валерия Константиновна	26
РЕГУЛИРОВАНИЕ НДС КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «SCAD» Мезенцев Владислав Вадимович Хованский Максим Евгеньевич Коробейников Александр Сергеевич Беличенко Максим Юрьевич Дроздов Виталий Андреевич Палагушкин Владимир Иванович	30
ОБСЛЕДОВАНИЕ ГОРОДСКОГО ПРУДА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО БЛАГОУСТРОЙСТВУ ТЕРРИТОРИИ Г. КУМЕРТАУ РБ Михелева Мария Николаевна Нуркубаева Лария Серикбаевна Рахимова Ольга Николаевна	35
ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЯХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ Низипова Алина Рустамовна Газизов Карим Ильдарович Хафизов Эдуард Радикович	40

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛЫ ОТВАЛА НОВО-ИРКУТСКОЙ ТЭЦ ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ Салтанова Юлия Владимировна	46
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ GEODOME (ГЕОКУПОЛ) В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА Мезенцев Владислав Вадимович Хованский Максим Евгеньевич Беличенко Максим Юрьевич Винтер Алиса Валерьевна Кушарина Валерия Константиновна	50
Секция 2. Информационные технологии	55
РАЗРАБОТКА КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИММЕТРИЧНЫХ И АССИМЕТРИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ Малахов Михаил Владимирович Максимов Алексей Иванович Сотникова Екатерина Владимировна	55
Секция 3. Электротехника	62
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ Темников Евгений Александрович Милютин Алексей Юрьевич Кузнецов Кирилл Геннадьевич	62
Секция 4. Энергетика	68
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОММЕРЧЕСКОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (АИИС КУЭ) Мацора Виктория Сергеевна Сорочкина Оксана Юрьевна	68
РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПОТОКА В БОЛЬШОМ ПРЯМОТРУБНОМ ПАРОГЕНЕРАТОРЕ С НАТРИЕВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ Фуртаев Алексей Игоревич Богословская Галина Павловна	74

СЕКЦИЯ 1.

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕЛОСИПЕДНЫХ ДОРОЖЕК НА УЛИЦЕ ВОЗНЕСЕНСКИЙ ТРАКТ В ГОРОДЕ КАЗАНИ

Зайнуллина Эльвина Ирековна

*студент 5 курса института транспортных сооружений КГАСУ,
РФ, г. Казань*

E-mail: loginova@kgasu.ru

Логинова Ольга Анатольевна

*научный руководитель канд. техн. наук, доцент, кафедра автомобильные
дороги, мосты и тоннели КГАСУ,
РФ, г. Казань*

Улицы городов являются очень сложными инженерными сооружениями. Строительство городских улиц сопряжено с устройством проезжей части, тротуаров, мостов, путепроводов, тоннелей, пешеходных переходов и т. п. Благоустройство улицы позволяет снизить уровень шума и вибрации, улучшает санитарно-гигиенические и эстетические показатели. Оборудование улицы новейшими средствами для регулирования движения транспорта и пешеходов, необходимыми знаками и маркировочными линиями позволяет снизить число дорожно-транспортных происшествий. Малые архитектурные формы, в виде остановочных павильонов, вазонов, скамеек, делают улицу более привлекательной для жителей города, позволяя совершать прогулки вместе с детьми.

До недавнего времени уличная сеть города Казани, как и большинства городов России, проектировалась с учетом движения только автомобильного транспорта. Пешеходы не являлись основным составляющим элементом улицы. Внимание к пешеходам уделялось только в местах массовых пешеходных потоков и в зонах отдыха (пешеходная улица Баумана). Велосипедный же транспорт не учитывался вовсе при планировании поперечника улицы.

Бурный рост автомобильного парка привел к тому, что практически вся территория города занята автотранспортом. Пешеходные зоны сужаются, а возможности для передвижения велосипедного транспорта практически не предусмотрено. Вместе с тем, перегруженность автомобильным транспортом, заторы и нехватка парковок привели к тому, что постепенно растет интерес к велосипедному транспорту, как наиболее быстрому, легкому и компактному при парковке, который часто превосходит автомобиль по средней скорости перемещения.

Из этого вытекает, что требуется организация движения для велосипедного транспорта, для его удобного и безопасного движения. И не только на вновь строящихся улицах, но и на застроенных территориях.

Проектируемая улица (Вознесенский тракт) находится на юго-западе города Казани, возле поселка Вознесение. Длина участка детальной разработки составляет 750 м.

В соответствии с заданием и СП 42.13330.2011 проектируемая улица относится к магистральной улице непрерывного движения [2]. Заданная ширина улицы составляет 66,5 метров. Прогнозируемая интенсивность движения составляет 9352 авто/час.

Указанные данные определяют значимость данной улицы, как магистральной улицы общегородского значения. Назначение магистральной улицы общегородского значения — связь между жилыми, промышленными районами и общественными центрами, с другими магистральными улицами. На проектируемой улице Вознесенский тракт необходимо предусмотреть движение общественного транспорта, в виде автобусов, тротуары и велосипедные дорожки.

Для современного человека велосипед играет очень важную роль. Он является средством активного отдыха. Он позволяет без ощутимых затрат отправиться в путешествие, поход или просто покататься на природе. Так как велосипедные маршруты проходят по городским территориям, то требуется обустроить такие маршруты. Это в свою очередь приведет к увеличению числа

велосипедистов. В последнее время велосипед всё чаще используется как прогулочное средство

Отсутствие велодорожек, которые позволяют безопасно добираться до зон отдыха или совершать ознакомительные поездки по городу, приводит к тому, что, население предпочитает использовать велосипеды в основном за городом.

При проектировании велосипедных маршрутов следует придерживаться следующих принципов проектирования [3].

Первое, это, прежде всего, безопасность. Велосипедисты не являются источником повышенной опасности. Наоборот, они наиболее уязвимыми. Особенно, если двигаются в общем потоке с автомобилями и общественным транспортом. И основная опасность заключается в разнице скорости у участников транспортного потока и велосипедиста. У автомобильного транспорта она намного выше. Безопасность велосипедиста может быть обеспечена за счет предоставления велосипедистам половины движения за пределами проезжей части. На перекрестках следует уделить большее внимание безопасности.

Второе, прямолинейность. Это означает, что велосипедист стремится достичь пункта назначения более прямым путем. Объезды и, соответственно, время в пути должны быть сведены к минимуму. Этот показатель делает велосипедиста конкурентоспособным по отношению к автолюбителю на коротких расстояниях. Велосипед становится наиболее быстрым видом транспорта на короткие расстояния.

Третье, непрерывность. Это значит, что велосипедист может добраться до пункта назначения без помех. Велосипедисты это высоко ценят. Особенно, если маршруты взаимосвязаны в единую сеть и позволяют им перемещаться, без остановок и скачков на бортовых камнях у переходов и перекрестках. Велосипедисты хотят быть уверены, что, им будут обеспечены удобные условия перемещения.

Четвертое, привлекательность. Велосипедные маршруты должны быть хорошо вписаны в окружающее пространство. Тут большое значение имеет,

озелененность, расстояние до проезжей части, освещенность. Особенно это актуально в вечернее и ночное время.

Пятое, эмоциональный комфорт. Это требование означает, что поездка на велосипеде должна проходить эмоционально спокойно. Например, узкие места и высокие бордюры могут усложнить обгон и удержание велосипеда в равновесии. Все это требует напряжения, лишает велосипедиста удовольствия от езды и может привести к неприятностям.

С учетом вышеизложенного, рассматривалось несколько вариантов размещения велосипедных полос. Проектируемая улица, Вознесенский тракт, расположена в лесопарковой зоне. Поэтому было предложено расположить велосипедные полосы в одном уровне с тротуарами, а в парковой зоне проложить велосипедные полосы, параллельно проектируемой улице.

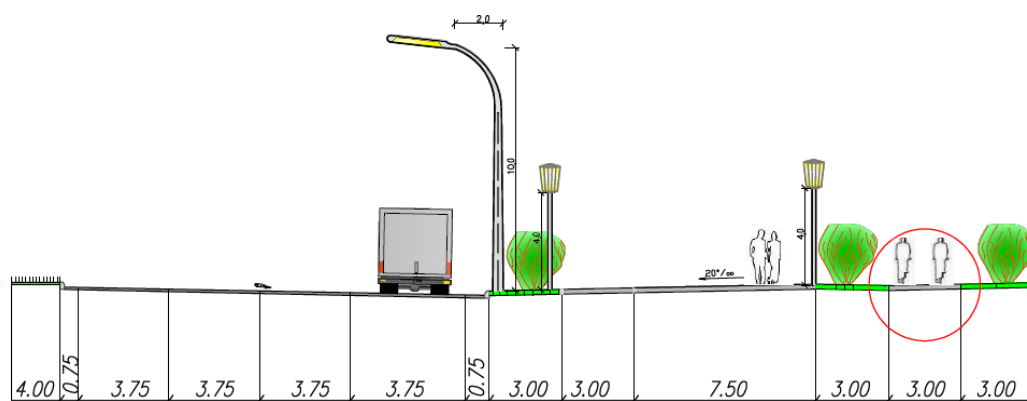


Рисунок 1. Расчетный поперечник улицы

Велосипедные дорожки приняты двухполосными, шириной 3,0 м. Это обосновывалось тем, что если на велопрогулку выезжает семья, то как правило, родители едут рядом с детьми, а для безопасной езды в таком порядке требуется две полосы для велодорожки. Для проезда на велосипеде внутри квартала не требуется выделения отдельной дорожки, достаточно информационного знака «жилая зона», ограничивающей скорость движения автомобилей. В перспективе велосипедные дорожки этой улицы привлекут велосипедистов в этот район для прогулок в парковой зоне, с возможностью выезда на автомобильную дорогу М7 «Волга».

Еще одна проблема возникает при пересечении перекрестков велосипедистами. На перекрестках фиксируется около 70 % всех дорожно-транспортных происшествий. Большинство из них происходят в результате столкновения поворачивающего автомобиля с двигающимся прямо велосипедистом. Вместе с тем, наличие перекрестков и их количество сильно влияет на комфортность и прямолинейность велосипедных маршрутов. Поэтому местам пересечения автомобильного и велосипедного движения следует уделять особенное внимание. Велосипедист должен пересекать перекрестки и поворачивать быстро, и комфортно. В связи с чем, была предложена схема движения, представленная на рис. 2.

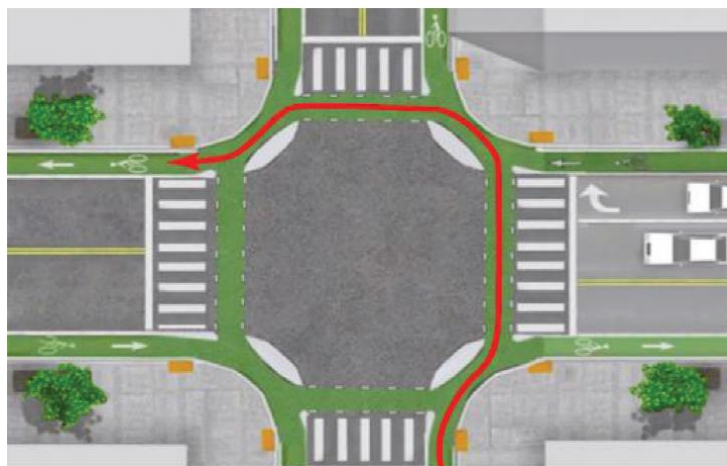


Рисунок 2. Организация движения велосипедного транспорта на перекрестке

Для плавного спуска с велосипедной дорожки на проезжую часть, при пересечении перекрестков и для обеспечения непрерывности движения все спуски запроектированы наклонными и оборудованы тактильными наземными указателями [1], для обеспечения безопасного движения маломобильных групп населения (рис. 3).

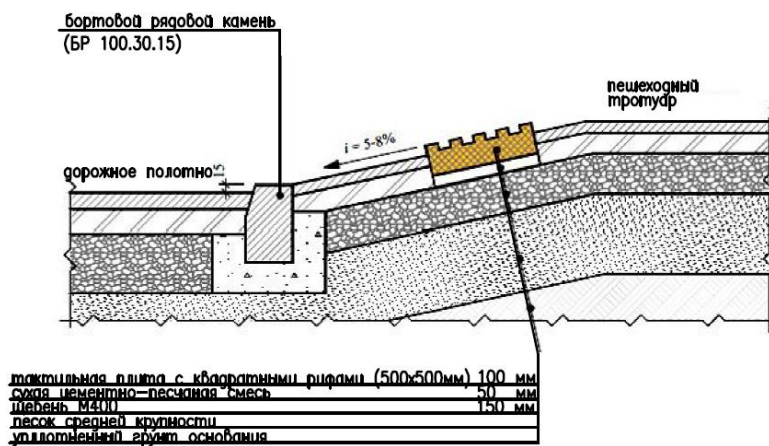


Рисунок 3. Сопряжение велосипедной дорожки с тактильной плиткой и проезжей частью

Список литературы:

1. Альбом типовых решений (стандартов) комплексного благоустройства территории «вылетных» магистралей города Москвы. Том 2. Глава 1. Линейный участок. Раздел 1. Пешеходная зона. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200119874> (дата обращения 23.04.2015).
2. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. М.: Минрегион России, 2010. — 109 с.
3. Характеристика существующего состояния, анализ предпосылок развития сети велодорожек и предложения по развитию велодорожной сети в г. Москве / Отчет о научно-исследовательской работе. Центральный научно-исследовательский институт проектирования велосипедного транспорта им. М. Валфиуса. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://netess.ru/3knigi/1123483-1-obschestvo-ogranichennoy-otvetstvennostyu-centralniy-nauchno-issledovatel'skiy-institut-proektirovaniya-velosipednogo-transpor.php#1> (дата обращения 23.04.2015).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ УЛИЦ ВОЗНЕСЕНСКИЙ ТРАКТ И ПРОСПЕКТ ПОБЕДЫ В ГОРОДЕ КАЗАНИ

Замалетдинова Айсылу Ильдусовна
студент 4 курса института транспортных сооружений КГАСУ,
РФ, г. Казань
E-mail: loginova@kgasu.ru

Логинова Ольга Анатольевна
научный руководитель канд. техн. наук, доцент, кафедра автомобильные
дороги, мосты и тоннели КГАСУ,
РФ, г. Казань

В соответствии с заданием на проектирование, требуется запроектировать пересечение на уже существующей улице Проспект Победы и вновь строящейся улицей Вознесенский тракт. Главная дорога имеет интенсивность движения $N = 10280$ авт/час., на проектируемой улице ожидается интенсивность движения $N = 4520$ авт/час. Пересечения осуществляется под углом 90° . По своей категории улицы являются магистральными [3]. Улица Проспект Победы входит в состав «Большого Казанского кольца». Проектируемая улица Вознесенский тракт, проектируется как «вылетная магистраль» с выходом на автомобильную дорогу М 7 «Волга» на северо-западе Казани.

На предварительном этапе проектирования рассматривалось два варианта пересечения: неполный клеверный лист (рис. 1) и развязка индивидуального проектирования (рис. 2).

В результате сравнения, по удобству и безопасности движения, коэффициентам аварийности [1], был выбран вариант неполного клеверного листа, с расположением пересечения улицы Вознесенский тракт под улицей Проспект Победы.

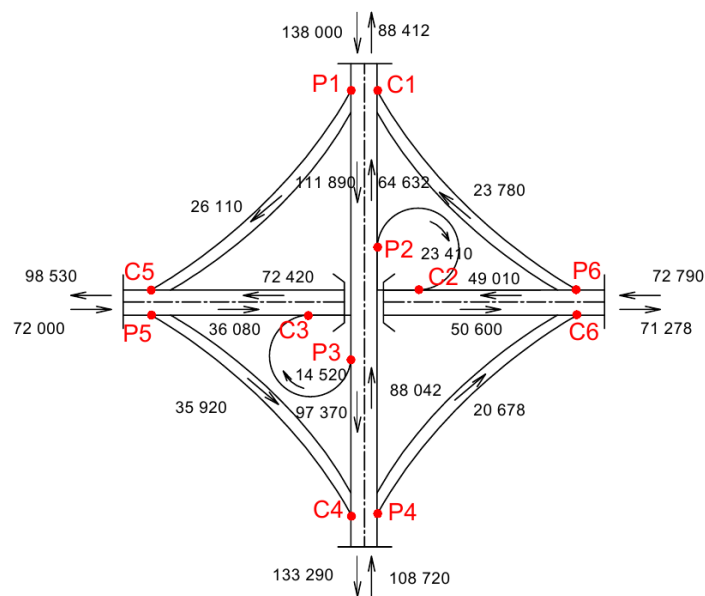


Рисунок 1. Пересечение по типу «неполный клеверный лист»

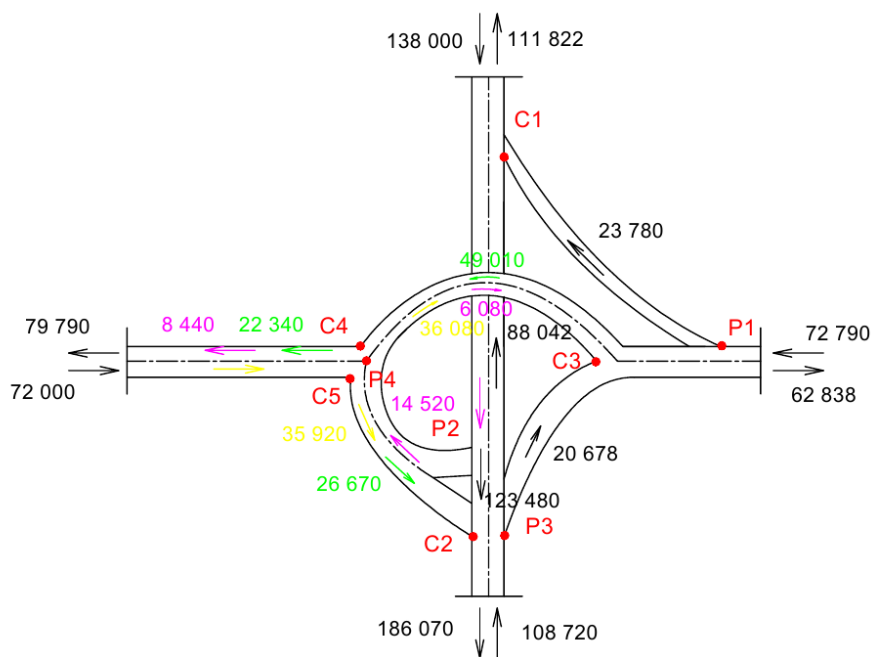


Рисунок 2. Пересечение индивидуального проектирования

На проектируемой развязке «неполный клеверный лист» для плавности движения и уменьшения площади занимаемых земель левоповоротные съезды были запроектированы с двумя центрами. А, прилегающие к ним, правоповоротные съезды были запроектированы вплотную к ним (рис. 3).



Рисунок 3. Неполный клеверный лист с двуцентренными левоповоротными съездами

Для данного пересечения был запроектирован металлический путепровод длиной 56,0 м. Пикет начало путепровода ПК 27+11,14, конец ПК 27+67,14. При размещении его на местности учитывались градостроительные и архитектурные требования, природно–климатические и грунтово-гидрологические условия. Сваи под опоры путепровода запроектированы железобетонные, под опорами эстакад устроен монолитный железобетонный ростверк (в деревометаллической опалубке), опоры путепровода монолитные, подферменники и ригели сборные железобетонные, пролетное строение металлическое с шагом 24 м. Сопряжение путепровода с проезжей частью производится с помощью подпорных железобетонных стенок (рис. 4). Протяженность, которых составляет на подходе 116,0 м, на конечном участке путепровода 78,0 м.

Так как продольный профиль улицы под путепроводом описывается вогнутой вертикальной кривой, то встает проблема отвода стока ливневых и талых вод с прирамповых участков.

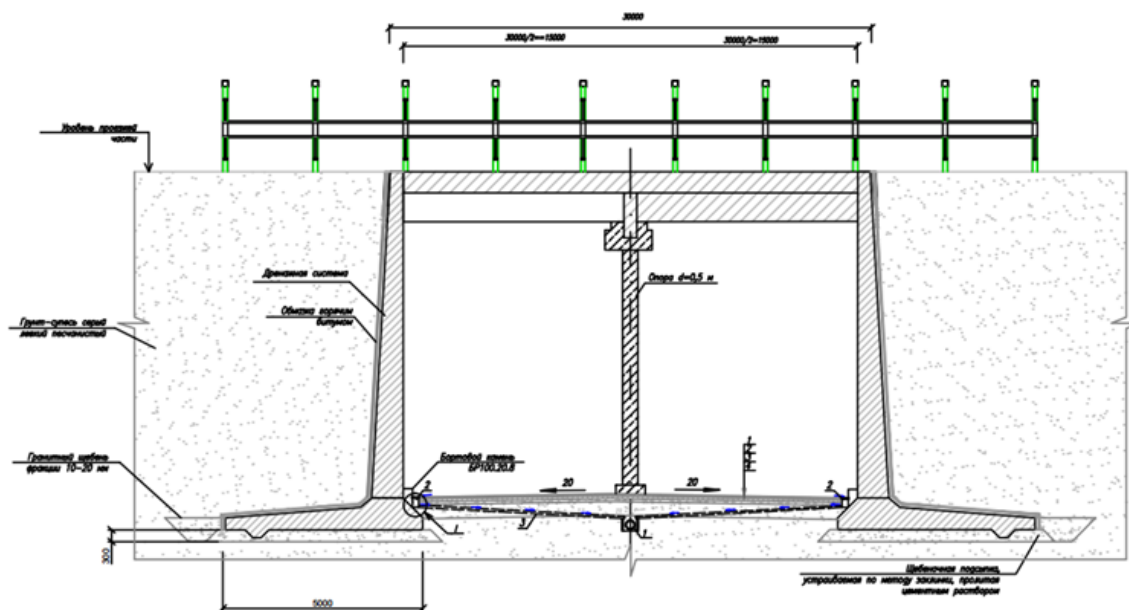


Рис. 4. Конструкция подпорных стен

Поперечные уклоны 20 % отводят воду к лоткам, расположенных вдоль края подпорных стен. Далее вода, за счёт продольных уклонов и ливнеприёмников, поступает в ливневую канализацию.

Такое решение требует дополнительных затрат на переукладку инженерных сетей, которые были расположены под улицей Проспект Победы. Подземные коммуникации следует расположить под улицей Вознесенский тракт в месте пересечения улиц. Таким образом, отвод воды из-под путепровода будет находиться значительно ниже, чем на всей остальной улице. Для решения этой проблемы, предлагается устроить станцию для перекачки воды [2; 4], которая будет находиться в техническом помещении, расположенным за рамповой стеной. И ливневые воды из-под путепровода будут перекачиваться в ливневой коллектор, расположенный на улице Проспект Победы (рис. 4).

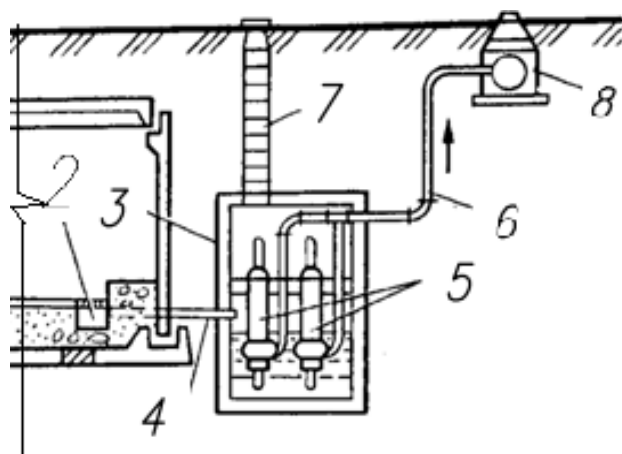


Рисунок 4. Схема устройства перекачки ливневых вод: 2 — ливнеприемник; 3 — станция перекачки; 4 — перепускная труба; 5 — насосы; 6 — напорный трубопровод; 7 — смотровой колодец; 8 — коллектор ливнестока

Список литературы:

1. Гохман В.А. Пересечение и примыкание автомобильных дорог: учеб. пособие для автодорожных специальностей ВУЗов / В.А. Гохман, В.М. Визгалов, М.П. Поляков — 2-е издание. Высшая школа, 1989. — 319 с.
2. Реферат. Тоннели. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.studmed.ru/docs/document25868/content> (дата обращения 20.05.2015).
3. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. М.: Минрегион России, 2010. — 109 с.
4. СП (проект, первая редакция). Тоннели и путепроводы тоннельного типа городские автотранспортные с длиной перекрытой части до 300 метров. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.nsopb.ru/fck_editor_files/files /%20_06_04_2012-1. pdf](http://www.nsopb.ru/fck_editor_files/files/%20_06_04_2012-1.pdf) (дата обращения 20.05.2015).

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОТЛОВАНОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМОВ С МНОГОУРОВНЕВЫМИ ПОДЗЕМНЫМИ ПАРКИНГАМИ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНО ДЕФОРМИРУЕМЫХ ГРУНТОВ

Комолов Василий Викторович

*студент 4 курса, кафедры строительства горных предприятий и подземных сооружений Национального минерально-сырьевого университета «Горный»,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Кутявин Дмитрий Владимирович

*студент 4 курса, кафедры строительства горных предприятий и подземных сооружений Национального минерально-сырьевого университета «Горный»,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: ov_trushko@mail.ru*

Трушко Ольга Владимировна

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент
Национального минерально-сырьевого университета «Горный»,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Сегодня во всем мире наблюдается увеличение масштабов и объёмов подземного строительства в крупных мегаполисах, развивающихся как торгово-промышленные и культурно-исторические центры.

И в первую очередь это связано с постоянно возрастающей концентрацией населения и постоянным ростом количества автомобильного транспорта, которые ведут к городским проблемам территориального, экологического и энергетического характера.

Мировая практика показывает, что комплексное освоение подземного пространства мегаполисов, является, наиболее эффективным путём решения этих проблем.

В последнее время, и крупных мегаполисах России увеличился рост объёмов и масштабов подземного строительства. Активно ведётся строительство подземных комплексов различного назначения, это и подземные паркинги, транспортные и коммуникационные тоннели, а также складские и производственные помещения.

Сложность строительства подземных сооружений и высокий уровень их ответственности, оказывают большое влияние на уже существующие здания и сооружения в условиях плотной городской застройки, и ведет к необходимости использования специальных способов строительства этих сооружений.

В условиях исторической застройки центров крупных мегаполисов одним из наилучших решений является устройство многоуровневых подземных паркингов, так как оно обеспечивает наиболее рациональное использование подземного пространства под строящимися или реконструируемыми зданиями.

В данный момент особое значение приобрёл такой специальный способ, как шпунтовое ограждение (шпунтовые сваи) в связи с тем, что он позволяет вести застройку в плотных городских условиях, не вредя окружающим зданиям и сооружениям.

Для устройства шпунтовых свай используются металлические прокатные профили различной формы и размеров поперечного сечения, которые обеспечивают легкость установки шпунта в замок, необходимую прочность и плотное соединение шпунтовых элементов между собой.

Зарубежный и отечественный опыт применения металлических шпунтовых свай позволил выявить области их эффективного использования в качестве постоянных элементов подземных (заглубленных и полузаглубленных) зданий и сооружений. Области использования профилированных стальных шпунтовых свай в качестве постоянных конструктивных элементов распространяются на все сферы строительства.

В последнее время накопился опыт применения шпунтовых свай в гражданском и промышленном строительстве в качестве подпорных стен, ограждений котлованов, траншей, шахт и в качестве противодиффузионных завес при строительстве заглублённых паркингов, технических, торговых, развлекательных и спортивных помещений [3].

Так, например при строительстве жилого комплекса (рисунок 1), состоящего из трёх жилых семиэтажных домов, высотой до 27,0 м с многоуровневыми паркингами в условиях сильно деформируемых грунтов, принят

свайный фундамент, с нагрузкой на сваю 120—150 т и нагрузкой на куст свай — более 300 т, глубина погружения свай — 25—30 м от поверхности земли.

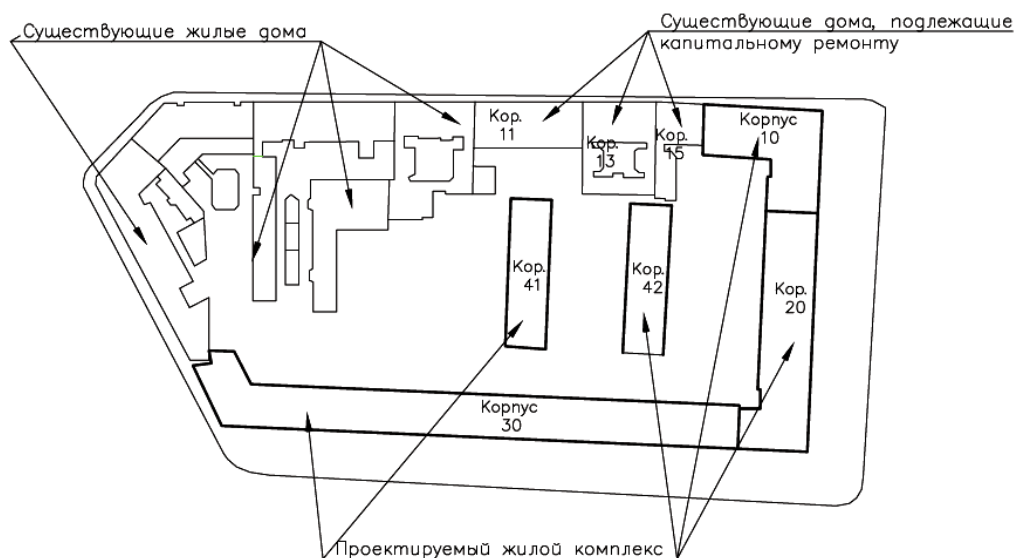


Рисунок 1. Жилой комплекс в плане

Поскольку проектируемый комплекс будет примыкать к сооружениям второй/третьей категории технического состояния, допустимые воздействия на которые ограничены величиной осадок, равной 2—3 см, фундаменты сооружения должны обеспечивать небольшую величину собственных осадок [1].

По результатам инженерно-геологических изысканий в качестве надежного опорного слоя для заглубления нижних концов свай рекомендуется использовать ледниковые супеси твердые и пески пылеватые, плотные залегающие на глубине 19,8—24,9 м (абс. отм. минус 14,7 — минус 22,0 м), подстилаемые ниже по разрезу ледниковыми и озерно-ледниковыми грунтами от тугопластичной до твердой консистенции.

Слой характеризуется крайней неравномерностью залегания на участке изысканий: резкими перепадами отметок кровли и подошвы слоев, выклиниваниями, и не могут рассматриваться в качестве слоев для опирания острия свай. Кроме того, опирание свай на верхние слои моренных отложений

будет малоэффективно из-за низкой несущей способности свай. Заглубление нижних концов свай целесообразно в грунты, залегающие на глубине более 30 м от поверхности.

На рисунках 2 и 3 изображены изолинии отметок кровли слоев, используемых в качестве опорного слоя для заглубления нижних концов свай.

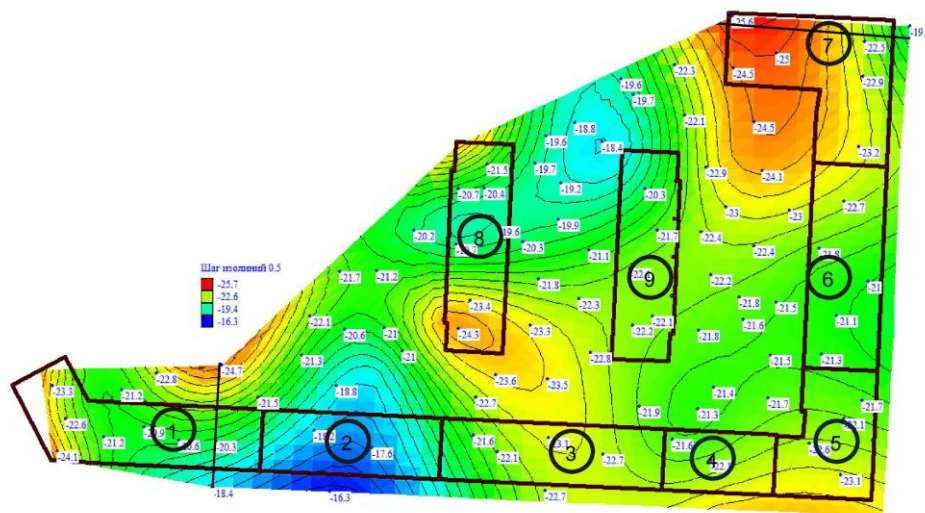


Рисунок 2. Изолинии отметок кровли слоя пластичных супесей с прослоями твердых, используемого в качестве опорного слоя для заглубления нижних концов свай в блоках 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9

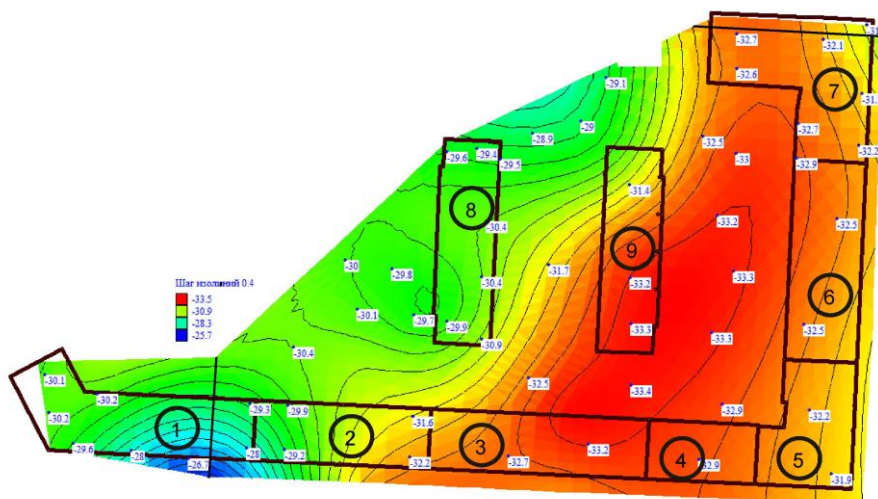


Рисунок 3. Изолинии отметок кровли слоя твердых супесей с прослоями пластичных и суглинков твердых, используемых в качестве опорных слоев для заглубления нижних концов свай в блоках 1,7

Для расчета была использована программа Plaxis 2D. Этот программный комплекс, предназначен для расчета напряжений и деформаций в массиве методом конечных элементов.

Для обеспечения минимального воздействия строительства на существующие здания и сооружения приняты следующие конструктивно-технологические решения:

- до начала работ по устройству котлована выполняется усиление оснований, фундаментов и надземных конструкций домов № 11, 13 и 15, расположенных вблизи проектируемого объекта;

- для ограждения котлованов используется шпунтовая стена. Длина шпунтовых свай — 24 м. Шпунт является не извлекаемым (за исключением некоторых внутренних шпунтовых стен);

- разработка котлована ведется с устройством 1 или 2-х ярусов распорной металлической системы из труб;

- до начала строительства на опытных площадках произведены испытания свай для усиления фундаментов и основных свай, а также погружен шпунт и отрыт пионерный котлован. В итоге получена подробная информация воздействию погружения на прилегающую территорию.

- в процессе строительства производится мониторинг осадок окружающей территории и зданий, мониторинг уровня вибрации и горизонтальных отклонений шпунтового ограждения [2; 4].

Одноуровневый котлован ограждается шпунтовыми сваями зетового профиля AZ 42-700N. Его характеристики: площадь сечения $S=259 \text{ см}^2/\text{м}$, масса стенки $m=203 \text{ кг/м}^2$, момент инерции $I=104930 \text{ см}^3/\text{м}$, упругий момент сопротивления $W=4205 \text{ см}^3/\text{м}$, модуль упругости $E=200000 \text{ МПа}$.

Распорки представляют собой металлические трубы 720x10, установленные на высоте +4,700 м.

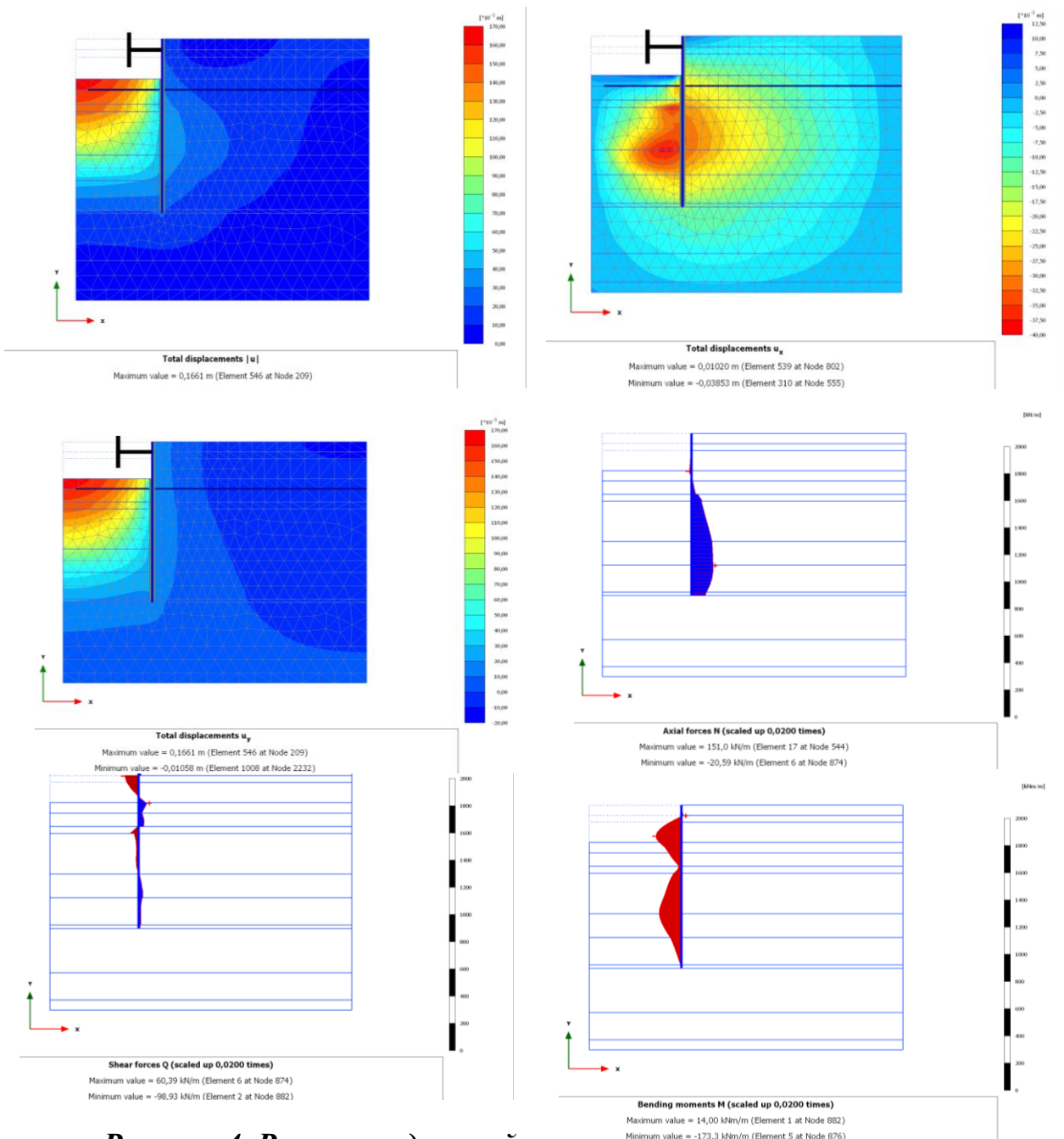


Рисунок 4. Расчет подпорной стенки котлована на отметке +0,560 м с помощью программы Plaxis 2D: а — полные перемещения; б — эпюры перемещений по оси x ; в — эпюры перемещений по оси y ; г — эпюры продольных сил; д — эпюры перерезывающих сил; е — эпюры моментов

Для данных задач использовались плоские расчетные схемы и выполнена серия расчетов.

В расчетной схеме применена нелинейная модель Кулона-Мора. Известно, что она дает завышенные значения перемещений при анализе задач

по разработке котлованов, но, тем не менее, позволяет оценить геотехническую ситуацию.

Выполнив анализ результатов расчёта получено, что горизонтальные перемещения стенки шпунта составляют 12 мм, помимо этого наблюдается перемещение грунта вверх на дне котлована на 166 мм, что можно объяснить низкими механическими характеристиками грунтов. Максимальная осадка грунта рядом с котлованом составляет 20 мм, что соответствует предъявляемым требованиям.

Затем был выполнен расчет усиления протяженной стенки котлована. Данный расчет произведен для отдельных захваток.

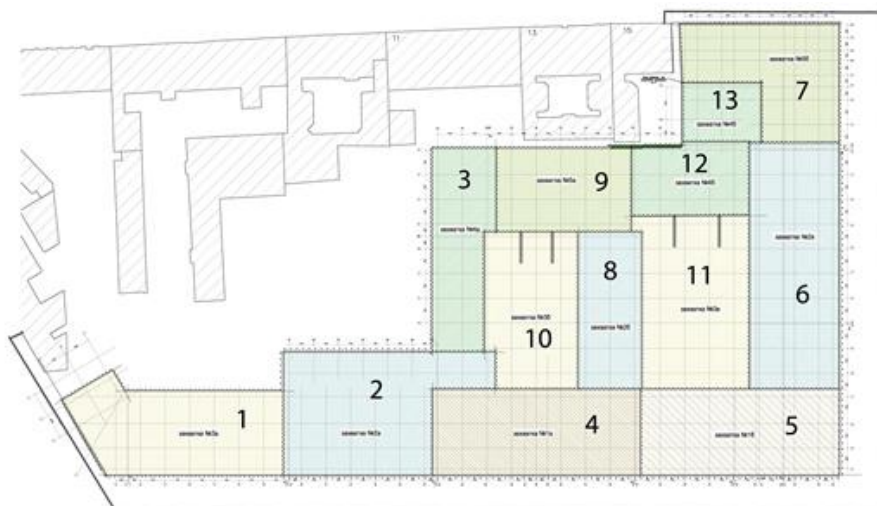


Рисунок 5. Система захваток

Общая длина стены — 30480 мм. Для обеспечения устойчивого состояния стенок котлована было рекомендовано установить распорки. Максимальное горизонтальное перемещение стенки котлована составляет 5 см.

Для решения данной задачи было рассмотрено два варианта:

- установка косых распорок, опирающихся на распределительный пояс с одной стороны и в бетонные перекрытия сооружений нулевого цикла с другой стороны (рисунок 6).
- возведение дополнительной подпорной стены из труб с упорами в них косых распорок (рисунок 7).

Для более простого решения данная задача была представлена в виде плоской схемы многопролетной балки, на которую действует распределенная нагрузка (давление грунта). Нагрузка от грунта была найдена с помощью расчета в программе Plaxis.

Критерием для выбора наилучшего решения стал максимальный прогиб балки, т. е. максимальное горизонтальное перемещение стенки шпунта.

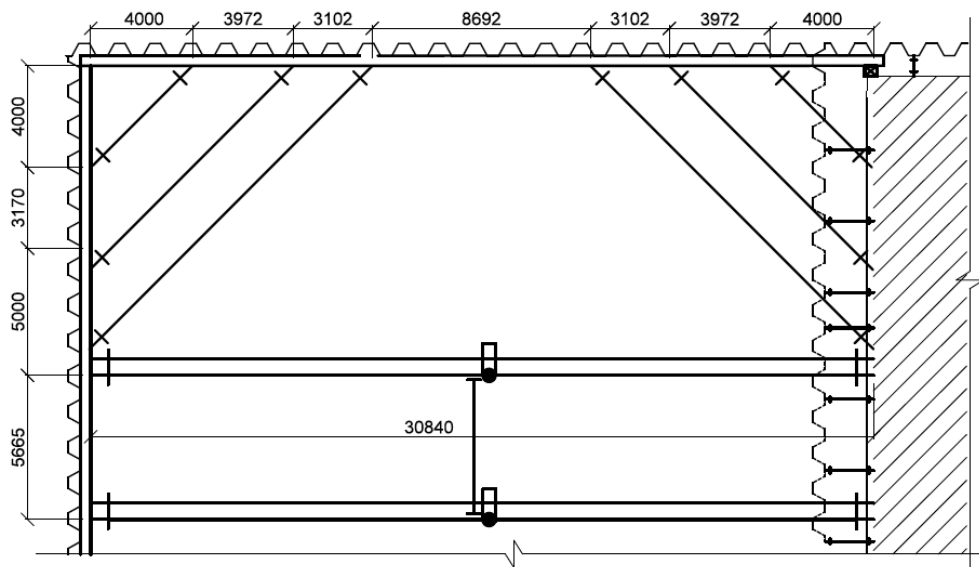


Рисунок 6. Вариант 1

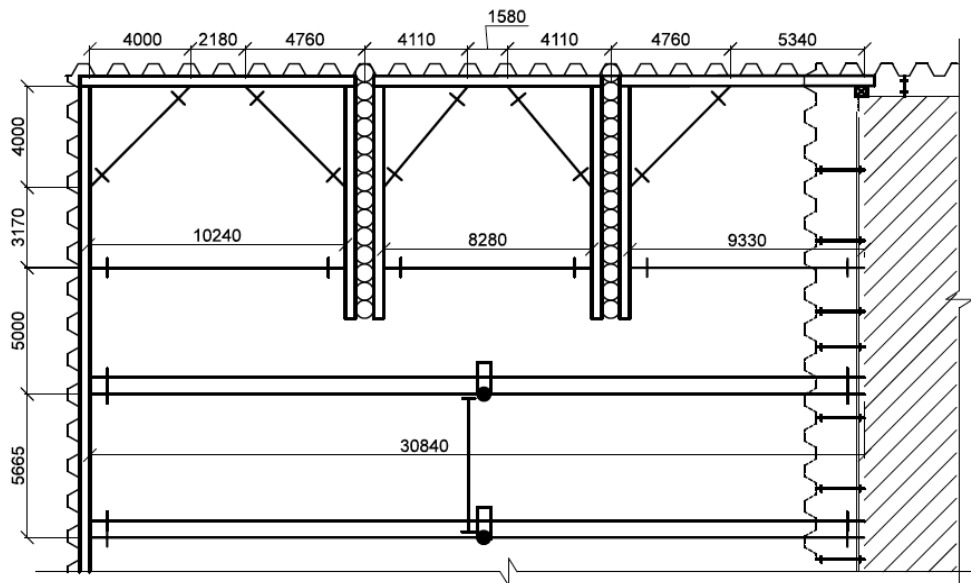


Рисунок 7. Вариант 2

Расчет прогиба балки был произведен в программе Veam 2.05. Решение варианта 1 представлено на рисунках 8 и 9. Решение варианта 2 представлено на рисунках 10 и 11.

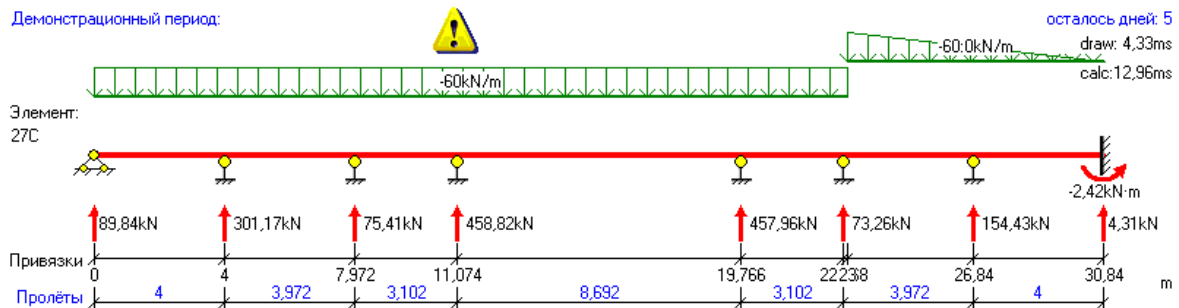


Рисунок 8. Расчетная схема для первого варианта

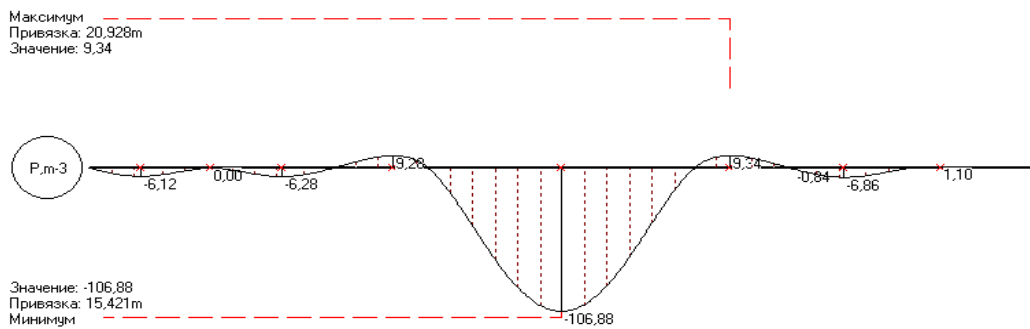


Рисунок 9. Эюра прогиба (m^3) для первого варианта

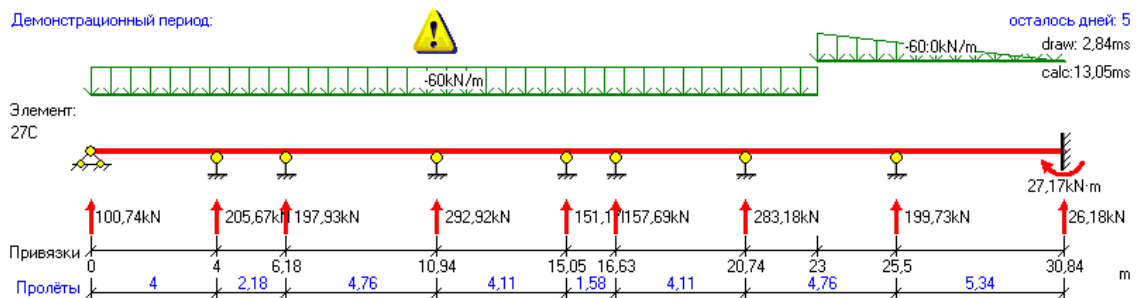


Рисунок 10. Расчетная схема для второго варианта

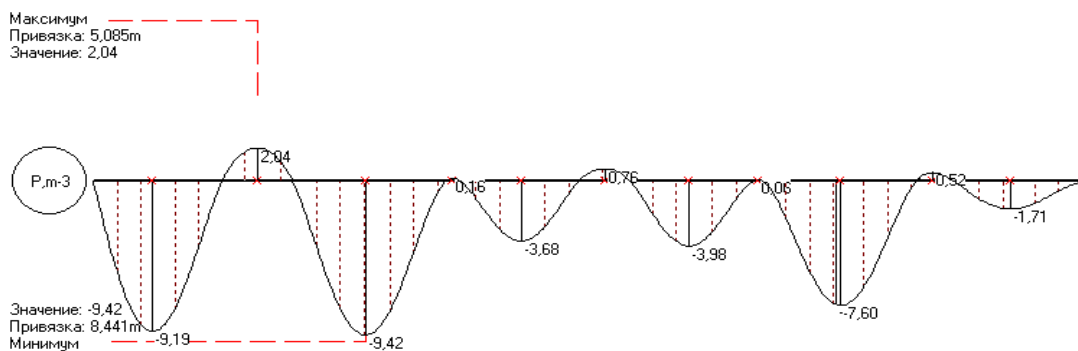


Рисунок 11. Эюра прогиба (m^3) для второго варианта

Из рисунка 9 можно сделать вывод, что максимальные перемещения стенки составят 10,6 см, что недопустимо.

Из рисунка 11 видно, что максимальные перемещения стенки составят около 1 см.

Следовательно, на основе выполненного расчёта можно принять решение о необходимости устройства стены из труб. Это увеличит количество стоек и, как следствие уменьшит длину пролетов.

На основе выполненных расчётов, можно сделать достоверный прогноз абсолютных величин и неравномерностей осадок, что является чрезвычайно важной задачей. Особую актуальность данный вопрос обретает при применении совместных расчетов основания и надземных конструкций здания, усилия в которых напрямую зависят от характера деформирования основания.

Список литературы:

1. ВСН 490-87. Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки. М.: Ведомственные строительные нормы, 1987. — 21 с.
2. Ренгач В.Н. Шпунтовые стенки (Расчет и проектирование): книга. Л.: Издательство литературы по строительству, 1970. — 113 с.
3. СТО 48937526-001-2012. Применение стальных шпунтовых свай в подземных конструкциях зданий и сооружений массового строительства в обычных условиях эксплуатации, подпорных стенах и транспортных тоннелях. М.: Стандарты организаций, 2012. — 65 с.
4. Chang-Yo Ou. Deep Excavation. Theory and Practice. Taiwan, Taipei: Department of Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Tecnology, 2006. — 551 с.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДПОРНЫХ СТЕН В ГОРОДЕ КРАСНОЯРСКЕ НА 2014 ГОД

Хованский Максим Евгеньевич

Мезенцев Владислав Вадимович

*студенты 4 курса, кафедра СКУС, ИСИ СФУ,
РФ, г. Красноярск*

Винтер Алиса Валерьевна

*студент 3 курса, кафедра ПЗиЭН, ИСИ СФУ,
РФ, г. Красноярск*

Кушарина Валерия Константиновна

*студент 2 курса, кафедра СКУС, ИСИ СФУ,
РФ, г. Красноярск
E-mail: maximko222@mail.ru*

На данный момент в Красноярске построены 203 подпорные стены, из них: 61 конструкции находятся в аварийном состоянии, 83 требуют дополнительного инструментального обследования, 27 подпорных стенок — в удовлетворительном состоянии. В 2014 году реконструировано 20 подпорных стен, а в 2015 году власть города обещает реконструировать 8 конструкций. Как минимум 4 стены полностью разрушены. Средний возраст подпорных стен в Красноярске — 50 лет.

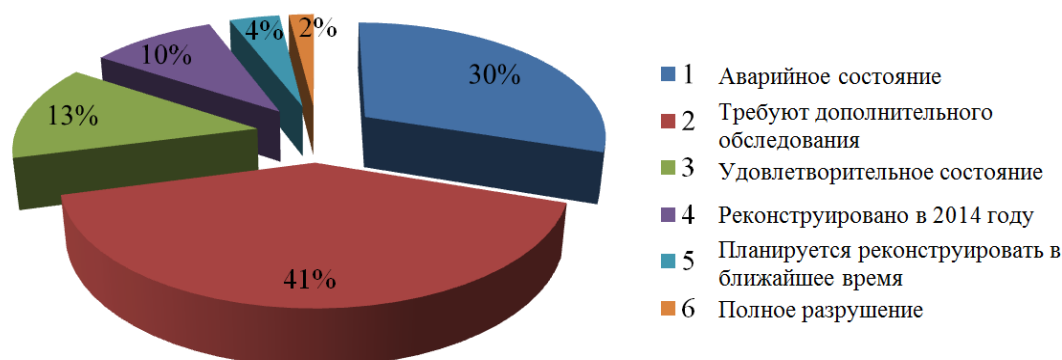


Рисунок 1. Анализ состояния подпорных стен в городе Красноярске

Из всего этого мы можем сделать вывод, что практически все стены нуждаются в срочном ремонте и укреплении. В случаях, когда реконструкция

подпорной стены становится экономически нецелесообразной, требуется её демонтаж с последующим строительством новой стенки. На рисунке 1 представлена диаграмма состояния подпорных стен в 2015 году.

Основными причинами деформации подпорных стен являются:

- процессы физического выветривания из-за проникновения влаги в тело стенки;

- давление на стенку со стороны подпора — действие гравитационных сил (выдавливание). Стенка подпирает собой часть тротуара, на котором всегда довольно интенсивное движение. Тем самым, грунты, которые находятся под основной дорогой, давят на подпорную стенку. Она начинает крениться, бетон, из которого она сделана, трескается;

- оседание грунтов основания подпорной стенки — действие суффозионных процессов. Суффозионные процессы — вынос мелких минеральных частиц породы фильтрующейся через неё водой.

Следует заметить, что отсутствие своевременной реконструкции или неправильная реконструкция также становятся наиболее частыми причинами отказа подпорных стен и их разрушения. Следствием чего могут стать человеческие жертвы.

Примером этому может послужить неправильная реконструкция и дальнейшее разрушение подпорной стены на проспекте Свободный в 2013 году. Подробно рассмотрим эту ситуацию.

Обрушение стены произошло в 11 часов 55 минут 2 августа 2013 года при морозящем дожде и безветренной погоде. В результате обрушения стены на проезжий участок проспекта Свободный погиб водитель и пассажир. По материалам предварительного следствия установлено, что отклонение составляло до 180 мм, длина трещины 40 м, глубина оценивалась до 1 м, а провалы до 1,5 м шириной и глубиной около 1 м.

Причинами разрушения являются:

- нарушение требований СП 48.13330.2011 «Организация строительства»;

- несоответствие фактического исполнения монолитной железобетонной конструкции подпорной стены, представленным проектным решениям по геометрическим параметрам;

- нарушение требований ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Фактически 27 июля 2013 года работниками муниципального предприятия «Красмостдоринж» были проведены работы по ремонту тротуара на высоте 5,6 м. рядом с подпорной стеной, а не ремонт непосредственно ее самой. В месте образования трещины и провала удалили часть асфальта, расчистили площадку, после чего засыпали трещину и провал тротуара 5—6 кубами асфальтобетонной крошки (вырубки), что составляет около 6—7 тонн асфальтобетонного покрытия на место указанного провала и трещины вдоль тротуара подпорной стены. Вследствие этого появилась дополнительная горизонтальная нагрузка из-за замачивания грунтов, обратной засыпки и подсыпки с уплотнением грунта. На рисунке 2 представлена картина фактического состояния подпорной стены на проспекте Свободный на 23.08.2013 и фотография стены после разрушения.

Яркими примерами стен, находящихся в аварийном состоянии, являются подпорные стены, расположенные по адресу:

- ул. Петра Словцова, 4;
- ул. Гусарова, 14;
- пер. Боготольский, 6;
- ул. Карла Маркса, 6.

Безусловно, это не все стены в городе, состояние которых можно оценить как аварийное.

Во многих случаях наблюдается бездействие и безответственность со стороны власти. По их словам, у нашего города не хватает бюджета на снос и новое строительство подпорных стен, хотя даже небольших реконструкций для увеличения сроков службы стен практически не проводится. На рисунке 3 представлены подпорные стены, находящиеся в аварийном состоянии.

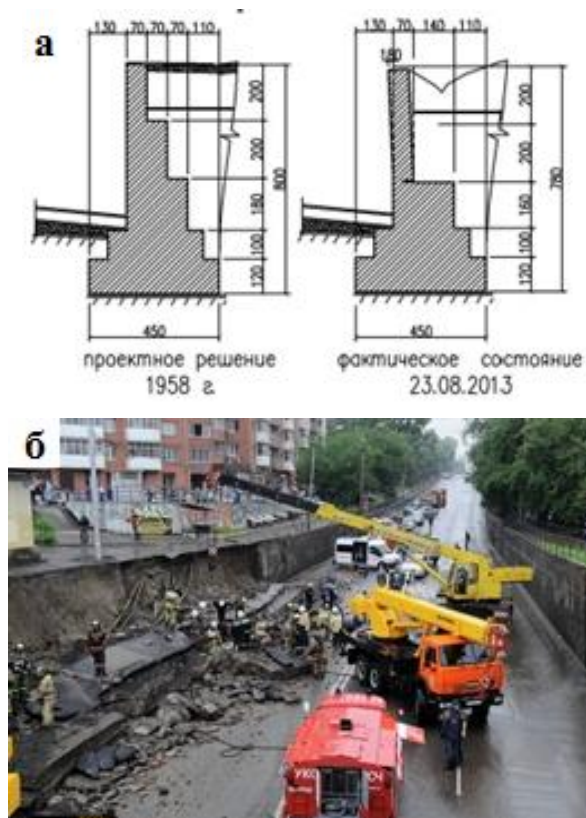


Рисунок 2. Разрушение подпорной стены на проспекте Свободный: а) анализ состояния на 23.08.2013; б) разбор завалов после разрушения



Рисунок 3. Подпорные стены, находящиеся в аварийном состоянии: а) ул. Петра Слоцова, 4; б) ул. Гусарова, 14; в) пер. Боготольский, 6; в) ул. Карла Маркса, 6

Список литературы:

1. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. Под ред. С.Б. Ухова. — 4-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2007. — 566 с.

РЕГУЛИРОВАНИЕ НДС КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «SCAD»

Мезенцев Владислав Вадимович

Хованский Максим Евгеньевич

Коробейников Александр Сергеевич

Беличенко Максим Юрьевич

Дроздов Виталий Андреевич

студенты 4 курса, кафедра СКУС, ИСИ СФУ,

РФ, г. Красноярск

E-mail: maximko222@mail.ru

Палагушкин Владимир Иванович

научный руководитель, канд. тех. наук, доцент кафедры СКУС, ИСИ СФУ

РФ, г. Красноярск

Регулирование усилий и перемещений в элементах конструкций на различных стадиях их работы — одна из задач оптимального проектирования. Поскольку регулирование НДС применяют для улучшения качества конструкции, то его можно считать частичной оптимизацией.

Управление конструкциями имеет целью подчинение их НДС желаемым требованиям на различных стадиях функционирования. Концепция традиционного проектирования на самые невыгодные комбинации нагрузок и воздействий во многих случаях неэффективна. Управление НДС открывает новые качественные возможности для многих конструкций.

Задача регулирования НДС конструкций возникает в связи с необходимостью улучшить качество конструкций, повысить их эффективность, работоспособность, как в процессе создания новых сооружений, так и при усилении и реконструкции существующих сооружений.

Актуальность этих задач в настоящее время возросла в связи с тем, что большое число построенных зданий и сооружений подлежат реконструкции.

Регулирование НДС означает его улучшение за счет изменения или добавления некоторых параметров конструкции, которые называют параметрами регулирования (регуляторами).

Сегодня, в эру научно-технического прогресса, каждый человек имеет в своем распоряжении ПЭВМ, способную облегчить задачи регулирования. В данном докладе мы хотели бы рассказать о методе регулирования НДС конструкций, максимально удобном и простом для современного пользователя.

Рассмотрим регулирование напряженно-деформированного состояния конструкций при действии статических нагрузок. Для решения задачи регулирования НДС используем универсальный программный комплекс расчета конструкций SCAD (при этом могут быть использованы и другие программные комплексы, такие как LIRA, COSMOS, ANSYS, NASTRAN). Данные программные комплексы обладают огромным потенциалом для задач расчета конструкций. Синтез этих комплексов с методологией решения задач регулирования конструкций позволяет использовать их расчетные возможности для регулирования НДС различных сооружений и конструкций.

Данным методом нами были решены задачи регулирования НДС различных плоских стержневых систем, таких, как многопролетные балки, фермы и рамы различных форм и с различными нагружениями. Во всех случаях метод показал свою высокую эффективность.

Задача 1. Регулирование НДС четырехпролетной неразрезной бетонной балки

Дано: четырехпролетная неразрезная бетонная балка постоянного двутаврового поперечного сечения (двутавр №60), которая находится под действием нагрузки $P_1=P_2=200$ кН. Материал балки бетон тяжелый класса В30.

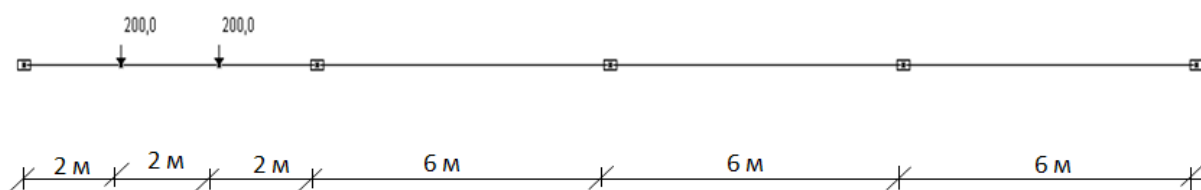


Рисунок 1.1. Расчетная схема

Задача регулирования заключается в уменьшении максимального момента в балке путем выравнивания его с моментами над промежуточными опорами.

Решение

Результат расчета балки по ПК SCAD в виде эпюры изгибающих моментов

$M(\text{кН}\cdot\text{м})$

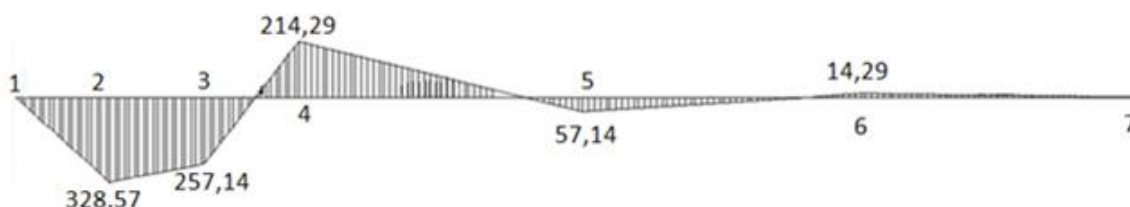


Рисунок 1.2. Эпюра изгибающих моментов

Как видно из эпюры, максимальный момент возникает в первом пролете под силой P (в узле № 2). Задача регулирования состоит в уравнивании этого момента с величиной момента над промежуточной опорой (моментом в узле 4).

В качестве регулятора Δ выбираем вертикальное смещение (осадку) промежуточной опоры (узел 4).

После решения задачи отрегулированная эпюра изгибающих моментов выглядит следующим образом

$M_{\text{рег}}(\text{кН}\cdot\text{м})$

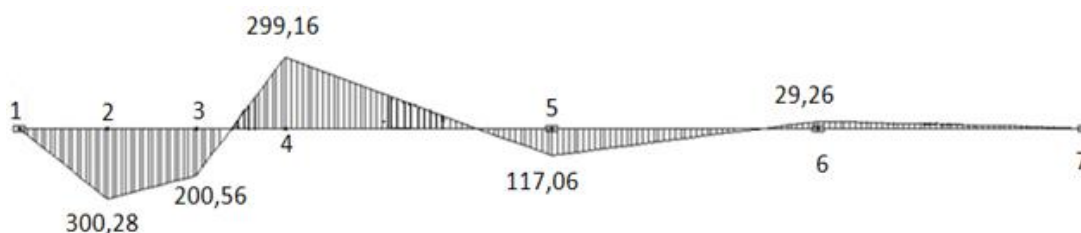


Рисунок 1.3. Конечная эпюра изгибающих моментов после регулирования

Вывод: из конечной эпюры видно, что цель регулирования достигнута, т. е. величины моментов в узле № 2 и № 4 уравнились.

Задача 2. Регулирование НДС двухпролетной трехэтажной плоской рамы с жесткой заделкой.

Дано: двухпролетная трехэтажная плоская рама с жесткой заделкой.
Сечение: ригель 20x20 см, колонна 20x20 см. Рама находится под действием симметричной снеговой нагрузки $Q = 5$ тонн. Материал: бетон В20.

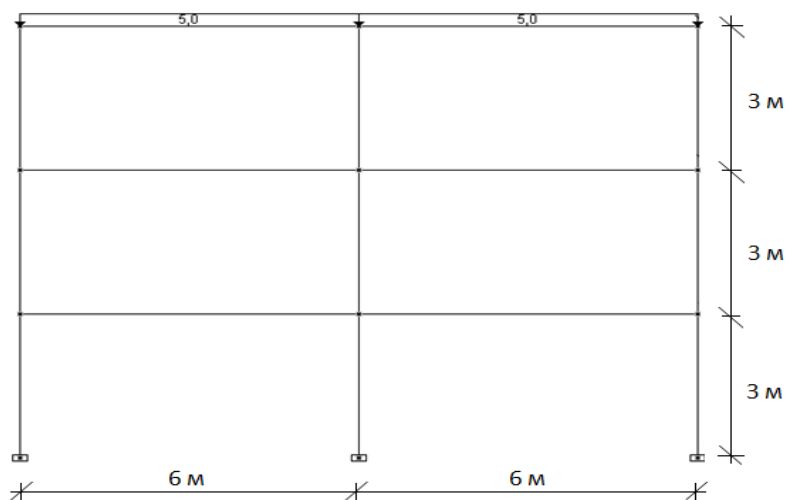


Рисунок 2.1. Расчетная схема

Задача регулирования заключается в уравнивании величины момента в верхних ригелях.

Решение

Результат расчета по ПК SCAD в виде эпюры изгибающих моментов

М (тм)

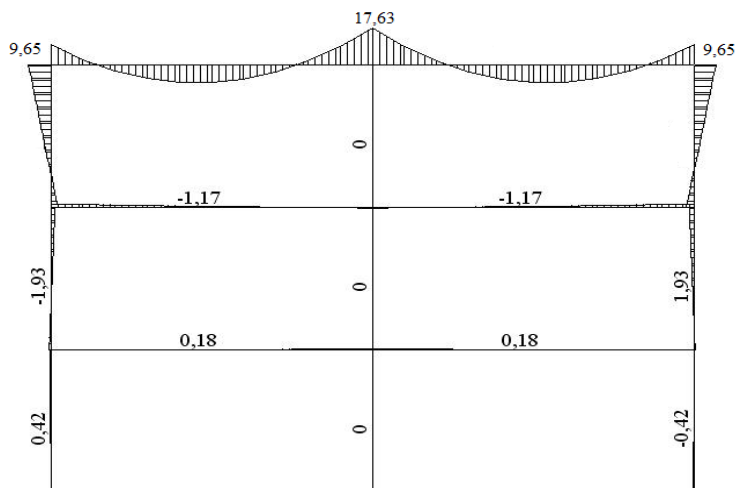


Рисунок 2.2. Эпюра изгибающих моментов

В качестве регулятора Δ выбираем вертикальное смещение (осадку) центральной колонны.

После решения задачи отрегулированная эпюра продольных сил выглядит следующим образом

$M_{\text{РЕГ}}(ТМ)$

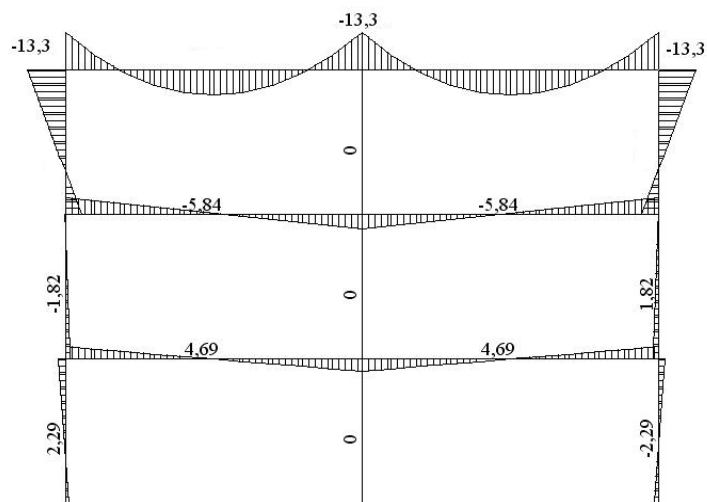


Рисунок 2.3. Конечная эпюра изгибающих моментов после регулирования

Вывод: из конечной эпюры видно, что цель регулирования достигнута, т. е. моменты верхних ригелей уравнились.

Подводя итоги, можно сказать, что рассмотренный нами метод регулирования с помощью программного комплекса SCAD оправдал себя и показал высокую эффективность. Представленные нами задачи наглядно демонстрируют простоту и точность данного метода.

Список литературы:

1. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П., Марчук Н.И., Стерехова Г.А., Палагушкин В.И., Андреев Н.П., Светашков П.А., Максимова О.М. Современные аспекты активного обучения. Строительная механика. Теория упругости. Управление строительными конструкциями. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т; Ин-т архитектуры и стр-ва, 2007. — 472 с.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ГОРОДСКОГО ПРУДА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО БЛАГОУСТРОЙСТВУ ТЕРРИТОРИИ Г. КУМЕРТАУ РБ

Михелева Мария Николаевна

Нуркубаева Лария Серикбаевна

*студенты, строительный факультет, кафедра ГСХ,
Кумертауский филиал ОГУ,
РФ, г. Кумертау
E-mail: sestrenki233@yandex.ru*

Рахимова Ольга Николаевна

*научный руководитель, канд. пед. наук, кафедра ГСХ,
Кумертауский филиал ОГУ,
РФ, г. Кумертау*

Целью проекта благоустройства является: приведение пруда в эстетичный вид, в соответствии с зонированием прилегающей территории, выделение акцентов на особенностях пруда, заложение основы для дальнейшего развития, благодаря чему, он станет одной из визитных карточек г. Кумертау и Куюргазинского района РБ.

Историческая справка. Городской пруд был построен в 1976 году. Полный объем составляет 63 тыс. м³; площадь водного зеркала 2,1 га; глубина максимальная 3,0 м; средняя — 1,9 м. Основное назначение пруда — противоэрозионное, противопаводковое. Кроме того пруд используется для рекреации и любительского рыбозаведения [1].

В состав существующего гидроузла входит:

- земляная плотина насыпная скрепленным верховым откосом. Гребень плотина проезжий. Высота плотины 4,0—6,0 м, длина плотины 85 м. Ширина по гребню 6,5—9,0 м.
- донный водовыпуск из стальных труб D=400 мм.
- водосборное сооружение — трубчатое из ж/бетонной трубы D= 1500 мм.
- ледозащитное сооружение (разрушено).

Пруд находится на юго-восточной части ГО г. Кумертау РБ. В геоморфологическом отношении участок работ приурочен к долине р. Уралка, которая является левым притоком р. Юшатырь.

Из неблагоприятных физико-геологических явлений на участке изысканий отмечаются эрозионные процессы берегов, заболачивание пойменной части долины р. Уралка, а также оврагообразование по правому склону долины.

Исходя из геолого-литологического строения и физико-механических свойств грунтов в пределах активной зоны проектируемых сооружений выделено 2 инженерно-геологических элемента:

ИГЭ-1 — глины мягкопластичные,

ИГЭ-2 — глины твердые.

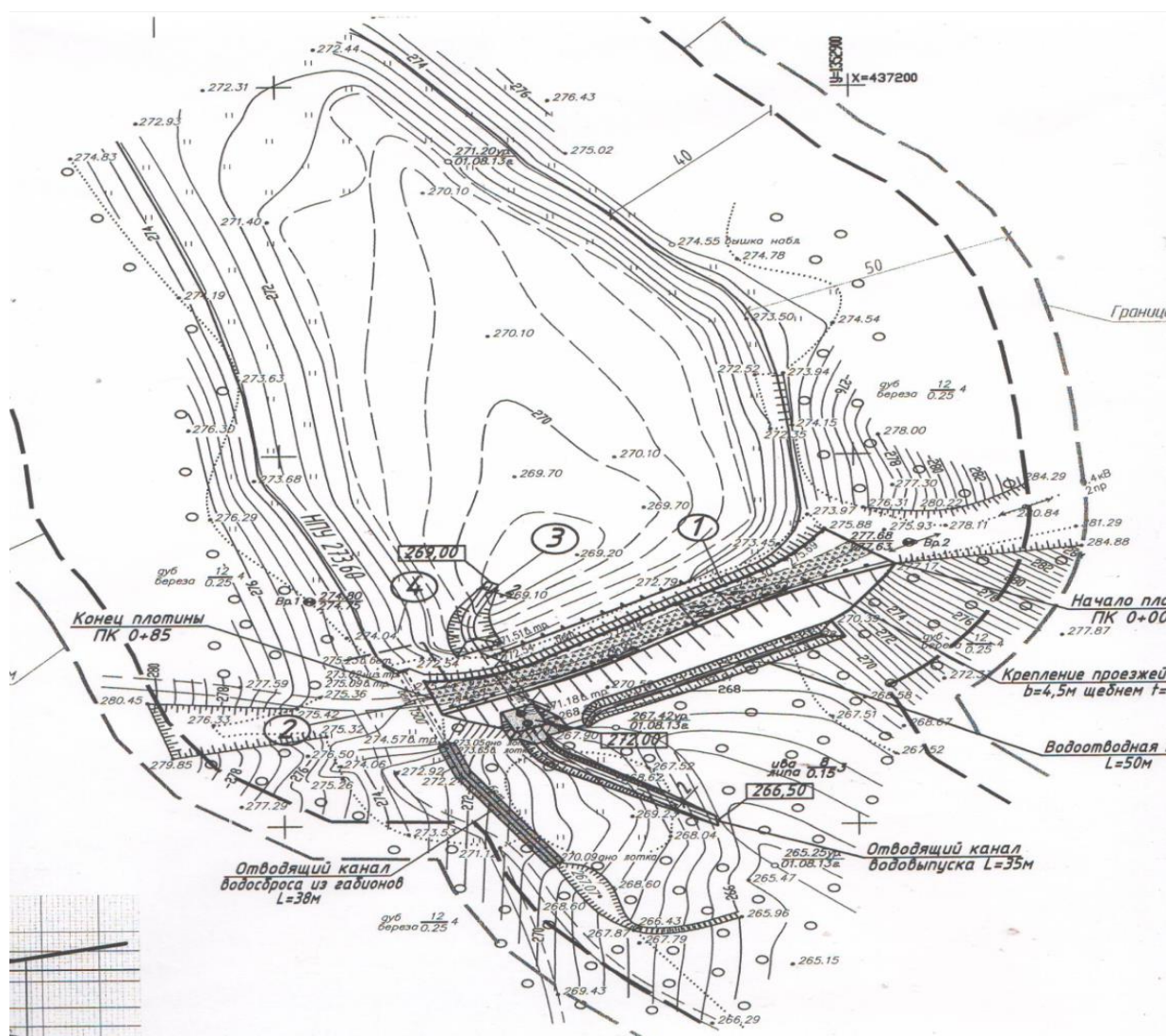


Рисунок 1. Разрез старого пруда

На основании визуального обследования гидроузла были выявлены следующие недостатки:

- Плохое состояние флоры;
- непригодные дороги;
- Нехватка освещения;
- Отсутствие мусорных контейнеров;
- Дефицит мест для отдыха;
- Нехватка финансирования.



Рисунок 2. Зона отдыха до благоустройства



Рисунок 3. Спортивная зона

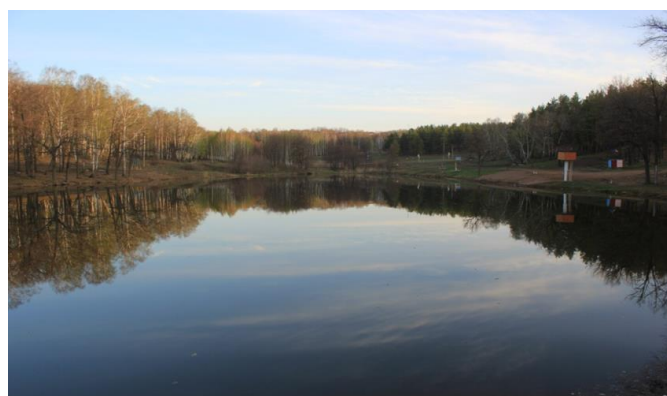


Рисунок 4. Общий вид Старого пруда

В связи с дефицитом водных объектов в данной засушливой части Башкирии благоустройство такого водоема дает возможность использования его в рекреационных целях для массовых видов отдыха населения:

- отдых у воды,
- любительская рыбалка,
- территория для спортивного отдыха,
- удобное место для пробежек,
- хорошее место для проведения времени с детьми.

Количество людей, проживающих в г. Кумертау РБ составляет 66,5 тыс. человек. Если принять наименьший из используемых проектной практики коэффициент расчета потребности к кратковременном отдыхе у воды различных категорий населения $K=0,15$, то расчетный поток отдыхающих в наиболее благоприятные дни может составить 9,8 тыс. человек.

В ходе проектирования мы предложили следующие мероприятия, устраняющие недостатки благоустройства территории:

- Разделение пруда на зоны в зависимости от основных групп пользователей;
- Улучшение состояния дорог и тропинок;
- Установка освещения;
- Установка контейнеров для мусора;
- Замена лавочек;
- Установка кормушек для птиц;
- Оборудование спортивной площадки;
- Оборудование площадки для выгула собак;
- Оборудование детской площадки;
- Установка дорожек для пробежек, велосипедов, роликов;
- Оборудование причала для прогулочных лодок.

Правый берег крайне удобен для занятия спортом, поэтому предлагаем установить поле для мини-футбола, баскетбола и волейбола, а рядом с ним

расположить современную и единственную площадку для воркаута в г. Кумертау РБ [2].

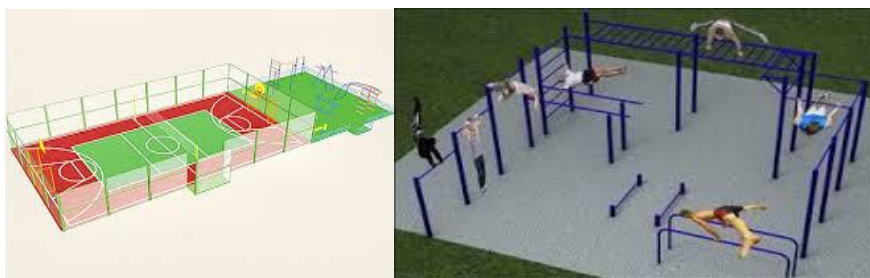


Рисунок 5. Спортивная зона после реконструкции

Внутренние участки и прибрежная зона пруда является центром времяпровождения, идеально подходят для прогулок с детьми, так как они находятся вдали от шумных дорог, но отсутствие освещения мешает возможность их использования. Необходимы следующие работы: установка освещения, контейнеров для мусора, ремонт и обустройство беседок, ревизия состояния лавочек и детских площадок.

Берег со стороны с. Ермолаево РБ является наиболее заброшенным. Предлагаем произвести замену покрытия автодорог, стоянок на асфальтовое, прогулочные аллеи на тротуарную плитку, существующие старые лавочки заменяются на лавочки с урнами для мусора, установка световых фонарей.

Множество собаководов использует территорию пруда для прогулок со своими питомцами, поэтому целесообразно сделать специальную зону для выгула собак. Мы предлагаем запроектировать данную зону в стороне от популярных маршрутов прогулок с колясками и маленькими детьми. В отмеченном на карте месте есть пустующая поляна, хорошо подходящая для размещения площадки для выгула собак.

Список литературы:

1. Архивные документы г. Кумертау РБ.
2. Площадки для воркаута (от 150 000 руб.) [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://kenguru.pro/>
3. Спортивные площадки (от 260 000 руб.) [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://sportmen.ru/?utm_source=google&utm_medium=cpc/#platforms

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЯХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Низипова Алина Рустамовна

*студент 5 курса, кафедра автомобильные дороги КГАСУ,
РФ, г. Казань*

Газизов Карим Ильдарович

*студент 4 курса, кафедра автомобильные дороги КГАСУ,
РФ, г. Казань*

Хафизов Эдуард Радикович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент КГАСУ,
РФ, г. Казань*

E-mail: hafizov@ksaba.ru

Срок службы асфальтобетонных покрытий в большей мере зависит от физико-механических свойств используемых асфальтобетонных смесей, конструкции дорожной одежды автомобильной дороги, уровня технологии ее строительства, состава и интенсивности движения, качества эксплуатации дорог.

Одним из основных способов повышения сроков службы асфальтобетонных покрытий в силу физической природы и структурных особенностей асфальтобетона является изменение структуры и свойств органических вяжущих материалов, используемых для его приготовления.

Наиболее распространенными такими способами является модификация полимерными добавками и поверхностно-активными веществами. В последние 15—20 лет полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) стали применяться особенно широко, поскольку, во-первых возрос объем промышленного выпуска синтетических полимерных материалов, во-вторых, при такой модификации битуму передается ряд ценных свойств, присущих полимерам: эластичность в широком интервале положительных и отрицательных температур, прочность, стойкость к старению и агрессивным средам.

В работе были подобраны составы ПБВ, исследована их структура и проведен сравнительный анализ показателей их свойств. В качестве исходных

материалов применялись битум БНД 60/90 производства ОАО "ТАИФ-НК" и модифицирующие полимерные добавки: LG Chem и Кратон Д-1101.

Для выбора оптимального состава ПБВ, была изготовлена серия образцов вяжущих, модифицированных: 2, 3, 4 и 5 масс. % полимерных добавок различного вида.

Исследования, проведенные в соответствии с ГОСТ [1], показали, что совмещение добавок LG Chem и Кратон с битумом приводит к повышению вязкости и теплостойкости ПБВ во всем диапазоне концентраций добавок. При этом наблюдаются повышение температуры размягчения, снижение пенетрации, растяжимости, и главное — проявление эластических свойств, характерных для полимеров, что коррелирует с дисперсным характером структуры ПБВ и образованием физической полимерной сетки.

Введение полимерных добавок приводит к существенному повышению температур размягчения ПБВ, а их концентрационные зависимости носят линейный характер. Наиболее высоким показателем (до 70...87,7 °С) обладает вяжущее, модифицированное 3...5 % полимера Кратон. Интенсивность же роста температур размягчения ПБВ, модифицированных эквивалентными концентрациями LG Chem несколько ниже.

Концентрационные кривые пенетрации ПБВ при 25 °С имеют убывающий характер. Показатели монотонно снижаются с увеличением процентного содержания добавок, в среднем на 50 %, что свидетельствует об увеличении вязкости вяжущего и снижению его пластических свойств.

Показать пенетрации при 0 °С с увеличением содержания полимеров незначительно возрастает. Объясняется это вероятным снижением температурной чувствительности ПБВ и улучшением их низкотемпературных свойств.

Растяжимость ПБВ при 25 °С снижается с 76,0 до 40 и 24 см при концентрации 5 масс. % добавок Кратон и LG Chem соответственно.

При 0 °С дуктильность ПБВ содержащих добавки Кратон и LG Chem незначительно увеличивается, что коррелирует с данными пенетрации при

аналогичной температуре и еще раз подтверждают предположение о снижении температурной чувствительности в области низких температур.

В таблице 1 приведены сравнительные показатели физико-механических свойств экспериментальных составов ПБВ.

Таблица 1.

Показатели физико-механические свойства полимерно-битумных вяжущих

№	Вид вяжущего	Показатели свойств						
		P_{25} , мм·0,1	P_0 , мм·0,1	T_p , °C	D_{25} , см	D_0 , см	Δ , %	T_{xp} , °C
1	БНД 60/90 + 2 % LG Chem	58,6	23,0	59,6	41,4	8,7	75,2	-23
2	БНД 60/90 + 3 % LG Chem	55,1	22,7	66,8	32,8	7,5	88,5	-25
3	БНД 60/90 + 4 % LG Chem	46,5	20,0	73,2	27,6	9,0	90,0	-25
4	БНД 60/90 + 5 % LG Chem	36,3	19,0	82,5	24,3	3,5	90,9	-25,5
5	БНД 60/90 + 2 % Кратон Д-1101	41,3	22,7	64,7	53,3	9,0	84,8	-23
6	БНД 60/90 + 3 % Кратон Д-1101	33,7	21,7	70,7	44,5	6,5	96,0	-24
7	БНД 60/90 + 4 % Кратон Д-1101	27,0	22,6	77,0	41	7,5	96,4	-24
8	БНД 60/90 + 5 % Кратон Д-1101	24,3	24,6	87,7	40,0	8,3	97,6	-24,2
9	ТАИФ НК 60/90	61	31	50,2	76	4,1	0	-15
ГОСТ 22245-90		60-90	не менее 20	не ниже 47	не менее 55	не менее 3,5	-	-

Анализ зависимостей показателей физико-механических свойств ПБВ от концентрации различных видов полимеров, приготовленных на битуме марки БНД 60/90 показал, что их характер идентичен, а различие заключается, как правило, лишь в абсолютных значениях показателей свойств.

Приведенные данные наглядно показывают что, варьируя содержанием полимера в ПБВ можно добиться любых требуемых эксплуатационных показателей. Последнее предопределяет возможность и необходимость регламентирования и реализации региональных требований к вяжущим [4].

Разработанные составы ПБВ могут быть весьма эффективными в производстве асфальтобетонов с высокими техническими показателями, удовлетворяющих требованиям условий эксплуатации автомобильных дорог.

Исследования проводились с приготовлением асфальтобетонных смесей относящихся к типам Б и ЩМА, которые изготавливались и испытывались по стандартной методике.

В качестве вяжущих применялись составы ПБВ, содержащие оптимальное количество полимерных добавок LG Chem и Кратон. Содержание вяжущего в составе асфальтобетонной смеси варьировалось в пределах: 5...6,5 масс. % для типа Б и 6...7,5 масс. % для ЩМА. Эффективность асфальтобетонов оценивалась путем анализа концентрационных зависимостей показателей их физико-механических свойств и сравнения с асфальтобетонами на исходном битуме.

Результаты определения физико-механических свойств асфальтобетонов типа Б и ЩМА с различными добавками полимеров на битуме производства ОАО «ТАИФ-НК» приведены в таблицах 2 и 3.

Анализ зависимостей физико-механических свойств асфальтобетонов показал, что введение добавок полимеров улучшает деформативную способность асфальтобетонов при низких температурах. Это подтверждается снижением показателя предела прочности при сжатии при 0 °С (R_0). Так, для типа Б показатель R_0 уменьшается в среднем на 15 %, в сравнении с асфальтобетоном на исходном битуме, для ЩМА данный показатель уменьшается в среднем на 18 %. В тоже время прочность асфальтобетонов всех типов при 20 °С (R_{20}) возрастает на 25—35 %, прочность при 50 °С (R_{50}) увеличивается на 35-38 % для типа Б и на 25—40 % для ЩМА. Важно отметить, что величина прочности при сжатии для асфальтобетонов с применением ПБВ при положительной температуре выше, чем при применении обычных битумов, а при низких температурах (0 °С) наблюдаются иные соотношения между прочностями.

Таблица 2.

**Физико-механические показатели асфальтобетона типа Б на ПБВ
с использованием LG Chem**

Содержание ПБВ, %	Водонасыщение, %	Предел прочности при сжатии, МПа				К _В	Сдвигоустойчивость	
		R ₀	R ₂₀	R _{20^B}	R ₅₀		по коэффициенту внутреннего трения, МПа	по сцеплению при сдвиге при 50С, Мпа
5,0	1,03	8,38	4,38	4,38	1,41	1,00	1,00	0,37
5,5	0,77	7,38	4,33	4,34	1,65	1,00	0,93	0,36
6,0	0,67	7,97	4,08	4,08	1,49	1,00	0,94	0,28
6,5	0,64	7,60	3,90	3,90	1,40	1,00	0,94	0,27
5,0—6,5 по ГОСТ 9128	1,0 – 4,0	< 11,0	> 2,5	-	> 1,2	> 0,90	> 0,81	> 0,37

Таблица 3.

Физико-механические показатели щебеночно-мастичного асфальтобетона на ПБВ с использованием Кратон

Содержание ПБВ, %	Водонасыщение, %	Предел прочности при сжатии, МПа				К _В	Сдвигоустойчивость	
		R ₀	R ₂₀	R _{20^B}	R ₅₀		по коэф. внутреннего трения, МПа	по сцеплению при сдвиге при 50С, Мпа
6,0	1,23	7,33	4,34	4,30	1,49	0,99	0,87	0,29
6,5	1,12	6,50	5,14	4,93	1,56	0,96	0,94	0,26
7,0	1,09	7,57	4,72	4,48	1,45	0,95	0,94	0,28
7,5	1,06	7,20	4,60	4,32	1,32	0,94	0,94	0,26
6,5—7,5 по ГОСТ 31015	1,0 – 4,0	-	> 2,2	-	> 0,65	-	> 0,93	> 0,18

Показатель водонасыщения (W) асфальтобетонов типа Б с увеличением содержания ПБВ в смеси с 5 до 6,5 % снижается в среднем на 30 %, а для ЩМА с увеличением содержания ПБВ с 6 до 7,5 % на 20 %. При этом возможно уменьшение показателя водонасыщения в образцах асфальтобетонов ниже требуемых ГОСТ 9128 для образцов, отформованных из исходных смесей, что не снижает прочностных характеристик и является положительным фактором,

повышающим устойчивость асфальтобетона к воздействию воды. Это связано с высокой исходной структурированностью вяжущего и с повышенной долей закрытой пористости в асфальтобетоне, обусловленной присутствием полимерных добавок.

Коэффициент водостойкости (K_B) асфальтобетонов при введении добавок полимеров остается высоким в режиме водонасыщения под вакуумом. Введение добавок полимеров в асфальтобетон типа Б приводит к повышению коэффициента водостойкости с 0,88 до 0,95—1,00, а для ЩМА с 0,92 до 0,99.

Таким образом, сравнительный анализ изменения физико-механических свойств асфальтобетонов типа Б и ЩМА приготовленных на ПБВ показал, что показатели асфальтобетонов превосходят аналогичные показатели для асфальтобетонов на исходном битуме, а также минимально допустимые требования ГОСТ [2; 3].

Список литературы:

1. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1992, — 13 с.
2. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2014, — 55 с.
3. ГОСТ 31015-2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия. М.: ГУП ЦПП, 2002, — 22 с.
4. Хафизов Э.Р., Фомин А.Ю. Применение модифицированных битумов для дорожного строительства Республики Татарстан. // Известия КГАСУ. Казань.: КГАСУ — 2014. — № 4(30). — С. 303—307.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛЫ ОТВАЛА НОВО-ИРКУТСКОЙ ТЭЦ ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ

Салтанова Юлия Владимировна

*магистрант 2 курса, кафедра строительное производство, НИИрГТУ,
РФ, г. Иркутск*

E-mail: Saltanova.1991@mail.ru

Зола уноса — это несгораемый остаток минерального происхождения, который образуется в процессе горения твердого топлива на тепловых электростанциях. Зола улавливается электрофильтрами, а затем в сухом состоянии отбирается специальным отборником для производственных нужд, либо со шлаком и водой отправляется на отвал.

Состав и строение золы зависит от ряда факторов: морфологических особенностей и вида топлива, тонкости помола, зольности топлива, температур в зоне сжигания, химсостава минеральных компонент топлива, времени горения частиц в данной зоне. Значительное содержание карбонатов в минеральной доле исходного топлива в процессе горения обуславливает образование силикатов, алюминатов и ферритов кальция — способных к гидратации минералов. Такая зола при затворении способна схватывать и самостоятельно твердеть. В ней содержится окись магния, кальция в свободном состоянии [1].

Зола может применяться для производства сборных и монолитных ЖБ конструкций. Это позволяет управлять структурообразованием, подвижностью и жизнеспособностью, скоростью твердения и прочностью бетонной смеси. Эффективность применения золы в равной степени зависит от показателей исходного сырья (цемента и золы) и правильного похода к определению путей ее использования. Технологии компании позволяют применять золу в 3 направлениях:

- Добавка вместо части цемента.
- Зола вместо части песка.
- Самостоятельный компонент

Проведенные исследования видов строительных материалов произведенных с применением золы подтвердили эффективность использования

данного наполнителя, который улучшает эксплуатационные свойства строительных материалов и дает ощутимый экономический эффект.

Использование золы для улучшения свойств тяжелых бетонов. Добавку можно применять при изготовлении, как монолитных, так и сборных бетонных и железобетонных конструкций. Использование золы позволяет управлять процессами структурообразования, регулировать подвижность и жизнеспособность бетонной смеси (интервал времени до потери смесью подвижности) скорость твердения и прочность в заданном возрасте. Эффективность использования золы в одинаковой степени зависит, как от характеристик исходных материалов, так и от правильного подхода к выбору направления ее использования [2].

За исследование брали Зола отвала Ново-Иркутская ТЭЦ. Химический состав приведен в таблице № 1.

Таблица 1.

Химический состав Ново-Иркутской ТЭЦ зола уноса

Содержание элементов в расчете на оксиды	Нормативный документ на метод испытания	Величина, %
П.п.п.	Гост 11022-95	Не более 5
SiO ₂	Гост 10538-87	58,1-51,4
TiO ₂	Гост 10538-87	0,5-0,7
Al ₂ O ₃	Гост 10538-87	20,3-34,5
Fe ₂ O ₃	Гост 10538-87	11,5-8,5
CaO	Гост 10538-87	4,1-8,4
MgO	Гост 10538-87	3,2-1,3
K ₂ O	Гост 10538-87	0,4-0,5
Na ₂ O	Гост 10538-87	0,4-0,1
SO ₃	Методика №30-07	0,5-1,2
CaO св.	Гост 23227-78	нет

Исследование заключалось в том, что делали образцы из цементно-зольного вяжущего при разной дозировке золы: 20 %, 30 %, 40 %. Образцы изготавливаются по три штуки на каждую дозировку меняя лишь изотермии: 6 ч, 8 ч, 10 ч, при этом температура изотермии на каждую партию остается const=85 °С и так же подъем температуры остается const= 1,5 ч. Полученные результаты приведены в таблице № 2.

Таблица 2.

Таблица прочности цементно-золяного вяжущего от дозировки золы

Дозировка зол %	Время пропаривания, ч	Масса образца, гр.	Площадь поверхности, см ²	Плотность образца, кг/см ³	Прочность при сжатии, Мпа	Прочность при сжатии средняя, Мпа
20	6	15,36	4	1920	17,13	22,35
	6	15,05	4	1881,25	22,91	
	6	15,35	4	1919,75	27,03	
30	6	15,19	4	1898,75	10,87	13,08
	6	14,82	4	1852,5	6,84	
	6	14,51	4	1813,75	21,53	
40	6	14,98	4	1872,5	13,14	12,16
	6	14,92	4	1865	8,97	
	6	14,94	4	1867,5	14,37	

Из полученных результатов выбираем наиболее эффективную дозировку 20 %. Следующая задача состояла в том увидеть какая механоактивация лучше взаимодействует с цементом, был подобран оптимальный состав для Ново-иркутской золы отвалы — 20 % золы и оптимальная изотермия 8 часов.

Было принято 3 механоактивации; Вибро-центробежная мельница, шаровая мельница, планетарная мельница. На каждой мельнице меняли лишь время активации: Вибро-центробежная мельница (1 мин -1 циклу; 2 мин- 2 циклу; 3 мин- 3 циклу); шаровая мельница (20 мин; 40 мин; 60;) планетарная мельница (3 мин; 6 мин; 9 мин). Полученные данные приведены в таблице № 3.

Таблица 3.

Прочность цементно-золяного вяжущего от разных механоактиваторов

Тип мельницы	Время работы, мин	Время пропаривания	Масса образца, гр.	Площадь поверхности, см ²	Плотность образца, кг/м ³	Прочность при сжатии, Мпа	Средняя прочность при сжатии, Мпа
Вибро-центробежная	1	6	15,84	4	1980	32,2	41,2
		6	15,78	4	1972,5	48,4	
		6	15,49	4	1936,2	42,86	
	2	6	15,42	4	1927,5	35,95	35,21
		6	15,41	4	1926,2	31,96	
		6	15,08	4	1885	37,72	
	3	6	15,66	4	1957,5	39,63	40,34
		6	15,08	4	1885	53,1	
		6	15,56	4	1945	28,3	

Шаровая	1	6	14,93	4	1866,2	25,87	28,66
		6	15,1	4	1887,5	26,58	
		6	15,27	4	1908,7	33,54	
	2	6	16,08	4	2010	31,8	33,28
		6	15,79	4	1973,7	31,88	
		6	15,73	4	1966,2	36,16	
	3	6	15,3	4	1912	33,45	36,28
		6	15,83	4	1978	43,2	
		6	15,78	4	1972	32,2	
планитарная	1	6	15,16	4	1895	24,1	23,6
		6	15,44	4	1930	27,6	
		6	15,18	4	1897	19,3	
	2	6	14,26	4	1782	23,91	23,5
		6	14,56	4	1820	22,5	
		6	14,82	4	1852	24,2	
	3	6	15,49	4	1936	32,7	23,9
		6	15,57	4	1946	18,5	
		6	15,44	4	1930	20,5	

Из таблицы видно что механоактивация на золу особо не повлияла, тем самым нет смысла ее доламывать. Зола отвала показала, что при большом времени активации растет прочность цементно-зольного камня [3]. Тем самым принимаем для производства Ново-Иркутскую золу отвала на вибро-центробежной мельнице при 3 минутах активации и при дозировке 20 % золы. Тем самым еще и снижается себестоимость продукции.

Список литературы:

1. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
2. Миронов С.А. Ускорение твердения бетона. СБ. трудов НИИЖБ, 1964.
3. Широков В.С. Развитие и совершенствование производства железобетонных труб// Бетон и железобетон. — 2005. — № 5. — С. 9—15.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ GEODOME (ГЕОКУПОЛ) В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Мезенцев Владислав Вадимович

Хованский Максим Евгеньевич

Беличенко Максим Юрьевич

*студенты 4 курса, кафедра СКиУС, ИСИ СФУ,
РФ, г. Красноярск*

Винтер Алиса Валерьевна

*студент 3 курса, кафедра ПЗиЭН, ИСИ СФУ,
РФ, г. Красноярск*

Кушарина Валерия Константиновна

*студент 2 курса, кафедра СКиУС, ИСИ СФУ,
РФ, г. Красноярск*

E-mail: maximko222@mail.ru

При работе вахтовым методом в отдаленных районах, широко применяются мобильные здания и сооружения. Согласно стандарту (ГОСТ 25957-83) мобильное здание или сооружение определяется как здание или сооружение комплектной заводской поставки, конструкция которого обеспечивает возможность его передислокации.

Организация внутренней инфраструктуры мобильного здания (электроснабжение, отопление, водоснабжение и т. д.) должна обеспечивать его автономность.

Основными преимуществами мобильных зданий являются:

- возможность передислокации с использованием наиболее массового транспорта;
- высокая оборачиваемость зданий и сооружений за счет минимальных размеров безвозвратных потерь;
- высокий уровень заводской готовности объекта;
- ввод объекта в эксплуатацию в минимальные сроки;
- малый вес, простота конструктивного решения, легкость монтажа и демонтажа.

Северные районы объединяют специфические климатические и территориальные особенности, требующие специального подхода.

Суровость природных условий характеризуется сочетанием таких неблагоприятных факторов, как:

- длительность зимнего периода 130—250 дней в году;
- низкие температура воздуха (до -60°C);
- мощный снежный покров;
- сильные ветры до 25—30 м/сек.

Специфика применения мобильных зданий, связанная с их транспортировкой и использованием в экстремальных условиях, зачастую диктует необходимость поиска новых пространственных форм.

В строительной практике широко используют прямоугольную форму объемного блока (рисунок 1). Это обусловлено прежде всего:

- простота технологии изготовления;
- простотой монтажа;
- рациональной планировкой пространства.



Рисунок 1. Контейнерный тип здания

К сожалению, традиционная форма не обладает высокой обтекаемостью, что сильно влияет на транспортировку и использование при сильных ветровых нагрузках.

Плохо обтекаемые традиционные формы зданий вызывают значительные аэродинамические силы уже на малых скоростях, не позволяя вертолету

развивать скорость более 80 км/ч. При этом резко возрастает расход горючего (почти в 2 раза). Для снижения аэродинамических сил, действующих на здание в процессе его транспортировки, целесообразно проектировать его в форме хорошо обтекаемого тела.

При транспортировке грузовым автотранспортом присутствует ограничение по габаритам здания, так как здание должно быть не больше ширины дорожного полотна (3 м).

В настоящий момент разработаны системы, которые помогают решить проблемы, связанные с транспортировкой мобильных конструкций. Одной из таких систем является конструктивное решение GEODOME (рисунок 2).

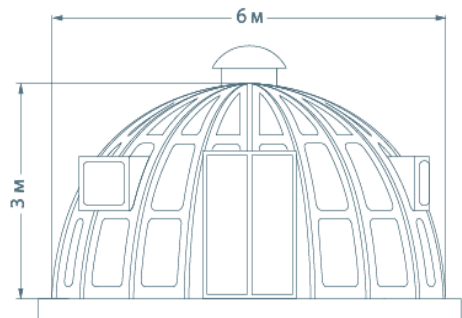


Рисунок 2. Система GEODOME

Данная технология обладает рядом отличных технических и эксплуатационных характеристик. Кроме того, обладает необычным архитектурным стилем.

Купол обладает свойством естественной вентиляции. Именно поэтому все древние жилища человека (юрта, вигвам, иглу) имели круглую форму и небольшое отверстие на макушке строения. За счет круглой формы и разности давления создается естественный воздушный поток, который вентилирует пространство внутри купола.

Современная адаптация этой технологии была представлена Ричардом Бакминстером Фуллером в 1940 году (США).

Конструкции ребристых куполов состоят из отдельных плоских или пространственных рёбер в виде балок, ферм или полуарок, расположенных в радиальном направлении и связанных между собой прогонами.

Для обеспечения общей жёсткости купола в плоскости прогонов устраиваются с определённым шагом скатные связи между рёбрами, а также вертикальные связи для развязки внутреннего пояса арки — между вертикальными связями устраивают распорки.

Расчётными элементами купольного покрытия являются: рёбра, опорное и центральное кольцо, прогоны, скатные и вертикальные связи.

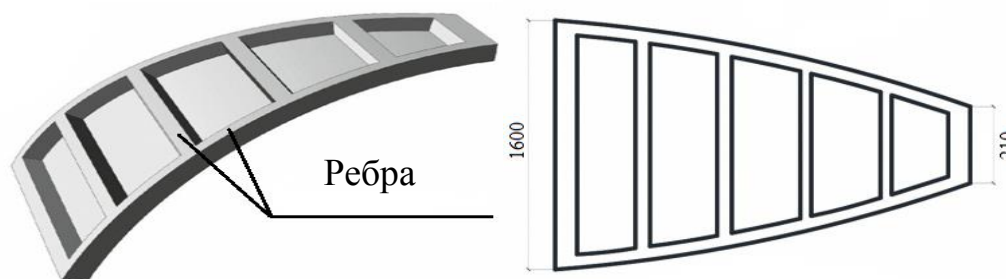


Рисунок 3. FRP панель системы GEODOME

Технология мобильных зданий GEODOME разработана Южной Кореей.

Технология GEODOME позволяет в кратчайшие сроки возводить бескаркасные самонесущие куполообразные сооружения из FRP (Fiber-ReinforcedPlastic) панелей (рисунок 3), изготовленных из армированного стекловолокна с тепло- и гидроизоляцией.

Конструкция оказывает минимальная нагрузку на фундамент), низкая (вплоть до нулевой) усадка.

Прочность конструкции обеспечена используемым материалом, а жесткость — продольными и поперечными ребрами жесткости.

Армированное стекловолокно состоит из комбинации полиэфирной смолы, стекловолокна и усиливающих материалов из стальной сетки.

Крепление панелей между собой осуществляется болтовыми соединениями. Герметичность стыков предусмотрена конструктивным решение (используются резиновые прокладки).

Основными характеристиками зданий GEODOME являются:

- долговечность конструкции (до 50 лет);
- возведение в кратчайшие сроки в условиях северных районов;
- выдерживает ветровую нагрузку до 28 м/с (испытания в аэродинамической трубе);
- устойчивость к температурным колебаниям от минус 70 °С до плюс 120 °С;
- панели GRP огнестойки и не подвержены коррозии, плесени, ржавчине, не подвержены воздействию микроорганизмов, химически не активны;
- возможность сборки-разборки до 5 раз;
- идеальная форма для внутренних воздушных потоков, что позволяет быстро отапливать или охлаждать помещение, затрачивая при этом на 30—50 % меньше энергии, чем в модульных зданиях прямоугольной формы.

Подводя итоги, можно сказать, что быстровозводимые здания — современное решение для обустройства жизнедеятельности вахтовым рабочим, строителям, а также для оперативного решения ситуаций с временным жильем.

Климатические и технологические особенности возведения и эксплуатации зданий и сооружений в районах севера с суровым климатом предъявляют к конструкциям «северного исполнения» повышенные требования по несущей способности, надежности, максимальной заводской готовности и сочетанию с другими конструкциями.

Список литературы:

1. Енджиевский Л.В., Надеяев В.Д., Петухова И.Я. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы: учеб. пособие — 2-е изд., перераб. и доп. — Красноярск: ИПК СФУ, 2010. — 248 с.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИММЕТРИЧНЫХ И АССИМЕТРИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ

Малахов Михаил Владимирович

E-mail: cat000000@yandex.ru

Максимов Алексей Иванович

E-mail: ahebпри3та@yandex.ru

Сотникова Екатерина Владимировна

*студенты 2-го курса, факультет оптико-информационных систем
и технологий, МИИГАиК,*

РФ, г. Москва

E-mail: katya.sotnikova999@mail.ru

В современном интернете использование стойкой криптографии должно стать общеустановленным правилом для каждого пользователя. В настоящее время существует крайне мало программ, способных обеспечить передачу данных между двумя пользователями с шифрованием криптостойкими алгоритмами.

Большинство существующих проектов базируются на использовании как минимум промежуточного звена — сервера. Все популярные мессенджеры (jabber, viber, skype) зачастую не используют элементарной проверки подлинности сервера по обычному SSL сертификату. Если говорить о web-приложениях или чатах в социальных сетях, то, например, самая популярная в России социальная сеть «ВКонтакте» по умолчанию использует шифрование только при авторизации, а все впоследствии передающиеся данные никак не шифруются. Ввиду специфики протокола TCP перехват таких данных (если злоумышленник находится в одной локальной сети с вами) не составит труда. Пример этому — любая открытая WI-FI сеть в публичных местах, которыми сейчас пользуются уже миллионы людей.

Цель работы заключается в исследовании и создании клиент-серверного программного приложения (один компьютер пользователя становится сервером, другой к нему подключается), использующего асимметричный алгоритм шифрования RSA [3] — криптографический алгоритм с открытым ключом, основывающийся на вычислительной сложности задачи факторизации больших целых чисел.

В качестве замены SSL сертификату будет использован статичный сеансовый ключ на основе криптографического алгоритма AES [1] для дополнительной защиты данных во избежание подмены сервера и атаки “man in the middle” (*англ.* — «человек по середине»), который будет оговорен участниками диалога заранее.

Криптографические системы с открытым ключом используют так называемые односторонние функции, которые обладают следующим свойством [2]:

- если известно x , то $f(x)$ вычислить относительно просто (по прямой формуле);
- если известно $y = f(x)$, то для вычисления x нет простого (эффективного) пути.

Под односторонностью понимается не теоретическая одно направленность функции, а практическая невозможность вычислить ее обратное значение, используя современные вычислительные средства за обозримый интервал времени.

Данная программное приложение написано на языке программирования C#. Этот язык изначально основан на платформе Net Framework [5], которая уже имеет в себе встроенные средства шифрования [4]. Но поскольку данная платформа разрабатывалась корпорацией Microsoft и не имеет открытой лицензии, то и исходные коды этих функций не были опубликованы. Для наглядности, изучения и анализа мы реализовали целиком весь алгоритм.

При запуске программы появляется «Стартовая форма» (рис. 1) и пользователю предлагается выбрать будет ли он клиентом или сервером. Так же имеется дополнительная возможность выбора языка всей программы.



Рисунок 1. Стартовая форма

Для клиента реализовано окно с возможностью ввода IP адреса, номера порта, имени (аналог логина). Кроме того, в программе реализован пункт дополнительных настроек с выбором длины ключа для алгоритма RSA и вводом статического ключа для дополнительного шифрования AES (рис. 2). После ввода и перехода к основному окну чата все настройки будут сохранены в файл, и таким образом при следующем запуске не придется все настраивать заново.

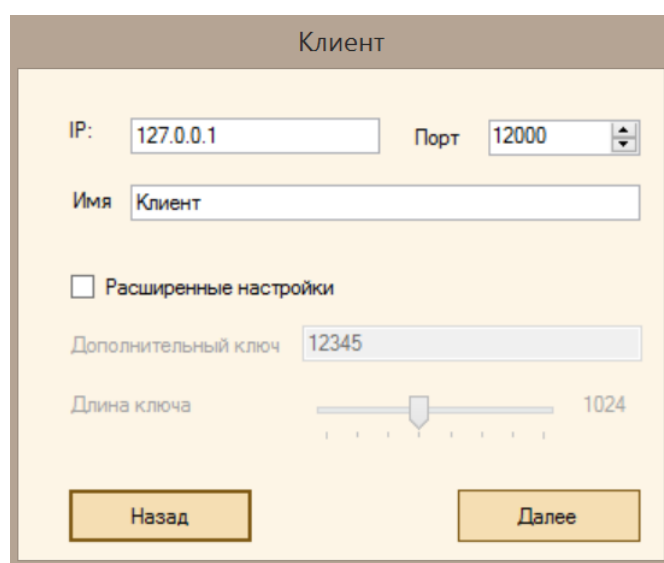


Рисунок 2. Настройки клиента

После нажатия на кнопку «Далее» откроется окно чата (рис. 3). Для удобства в меню «Файл» реализованы функции очистки окна диалога, его сохранения, загрузки ранее сохраненной переписки, а также возможности экспорта диалога в различные форматы (html, txt).

В меню «Инструменты» располагаются пункт доступа к настройкам дизайна и возможность просмотра служебного лога программы.

В меню «Справка» располагаются пункты «Помощь» и «Информации о разработчиках».

Для удобства предусмотрена возможность закрытия окна чата с сохранением диалога при нажатии на крестик.

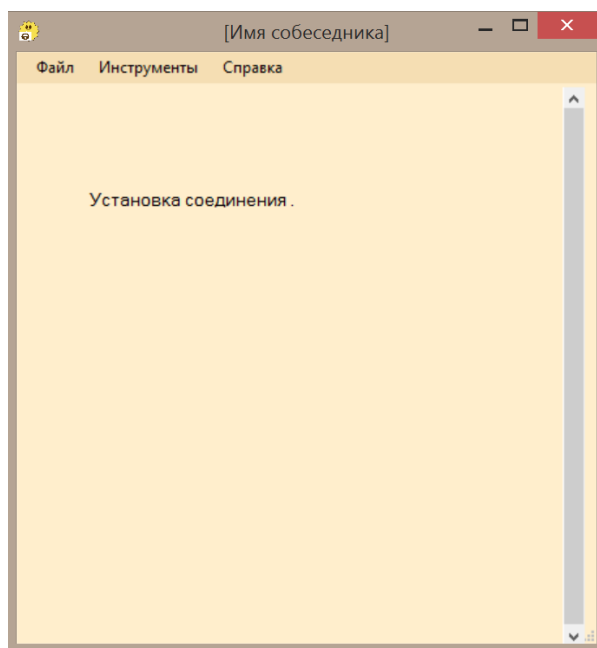


Рисунок 3. Диалог клиента

Рассмотрим форму настройки сервера (рис. 4). Здесь также присутствует поле ввода имени (аналог логина), номера порта, а также возможность определения вашего внешнего IP адреса.

Стоит учесть, что для работы приложения в режиме сервера, в случае использования маршрутизатора, необходимо выполнить проброс порта во внутреннюю сеть и «белый IP» (отсутствие nat и внутренней локальной сети)

у вашего провайдера. В форме присутствует пункт «Расширенные настройки» для ввода дополнительного ключа и установки длины ключа RSA.

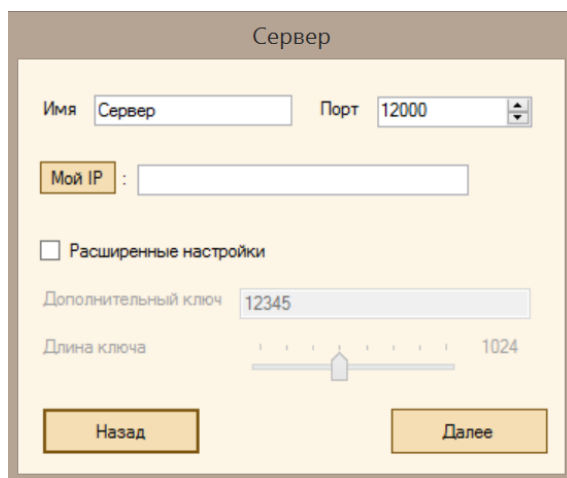


Рисунок 4. Настройки сервера

Окно чата для сервера практически идентично окну чата для клиента (рис. 5).

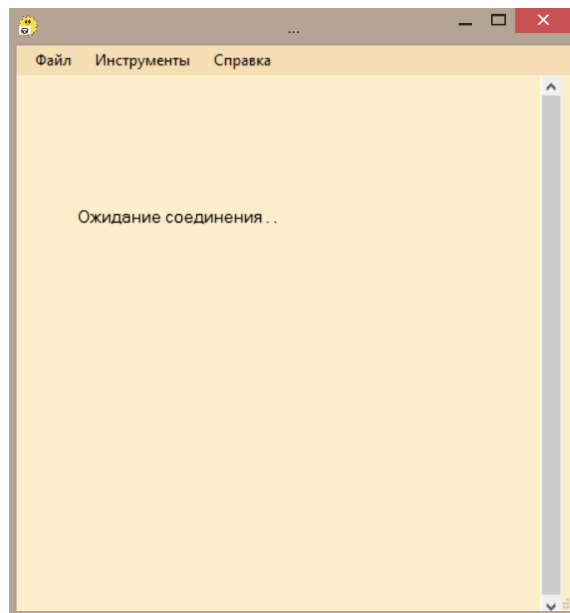


Рисунок 5. Диалог сервера

Ниже представлено окно настроек (рис. 6):

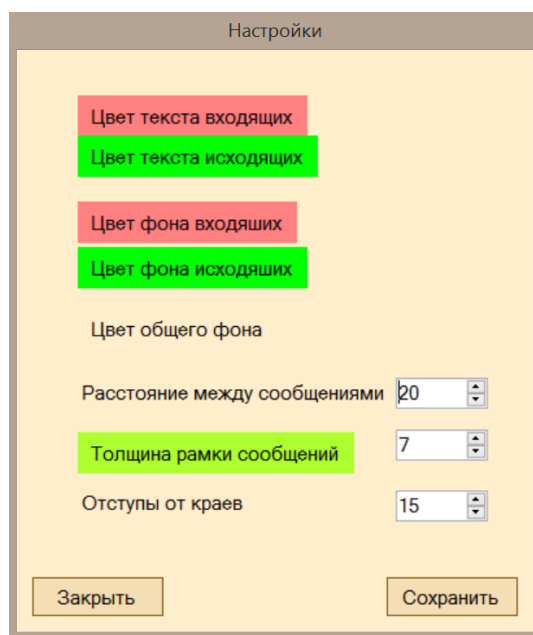


Рисунок 6. Настройки

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ

Таблица 1.

Время генерации ключей

Длина ключа (бит)	256	512	768	1024	1280	1536	1792	2048
Время (с)	0,234	0,582	1,272	4,421	9,720	14,590	25,635	66,769

Недостаточная длина ключа
Приемлемая длина ключа
Оптимальная длина ключа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрена задача шифрования переписки пользователей с использованием симметричного (AES) и асимметричного (RSA) алгоритма шифрования. Для этого разработаны алгоритмы, реализованные в программном продукте «Crypto» и исследовано время генерации ключей. Программный продукт создан в среде визуального программирования Visual Studio 2013 на языке C#, отлажен и протестирован.

Преимуществом реализации полной специфики заявленных алгоритмов является то, что на данный момент текущий программный продукт — наиболее

гарантированное средство защиты информации. Для правильной пользовательской настройки предусмотрена инструкция для пользователя.

Таблица 2.

Сравнение основных показателей работы «Crypto» с программными аналогами

Показатель	Вконтакте	Telegramm	Viber	Skype	наша программа Crypto
Простота в настройке	да	да	да	нет	да
Работа через firewall	нет	нет	нет	частично	да
Отсутствие промежуточного сервера	нет	частично	нет	нет	да
Ассиметричное шифрование (RSA)	да	да	да	да	да
Симметричное шифрование по паролю (AES)	нет	нет	нет	нет	да
Необходимость установки	нет	нет	да	да	нет
Необходимость наличия браузера	желательно	нет	нет	нет	нет

Список литературы:

1. Баричев С.Г., Гончаров В.В., Серов Р.Е. 2.4.2. Стандарт AES. Алгоритм Rijdael. Основы современной криптографии. 3-е изд. Учебное издание 2011. — 175 с.
2. Брюс Шнайер. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. Издательство «Триумф» 2002. — 816 с.
3. Венбо Мао. Современная криптография. Теория и практика. Издательство «Вильямс», 2005. — 768 с.
4. Кристиан Нейгел и др. С# 5.0 и платформа .NET 4.5 для профессионалов. Издательство «Диалектика», 2013. — 1440 с.
5. Рихтер Д. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#. 4-е изд. Издательство «Питер», 2015 — 896 с.

СЕКЦИЯ 3. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Темников Евгений Александрович

Милютин Алексей Юрьевич

*студенты 4 курса, энергетического института,
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск*

Кузнецов Кирилл Геннадьевич

*студент 1 курса, энергетического института,
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск*

E-mail: EvgenTemnikov@mail.ru

Введение

Электрические печи сопротивления и электронагревательные приборы получили широкое распространение в промышленности, транспорте, строительстве, сельском хозяйстве, медицине и быту благодаря таким достоинствам, как простота, надежность, относительно высокий КПД, экологичность. В промышленности электрические печи сопротивления (ЭПС) применяют для плавления цветных металлов, нагрева металлических изделий перед пластической деформацией, термообработки, сушки. ЭПС обеспечивают сравнительно точный и равномерный нагрев при высоком КПД и скорости нагрева, могут работать с защитной атмосферой и вакуумом, что позволяет применять их для широкого круга технологических процессов. В данной работе проведем электрический расчет электропечи периодического действия камерной конструкции

1. Исходные данные:

$$P_{\text{п}} = 50 \text{ кВт}, L_{\text{п}} = 1,2 \text{ м}, B_{\text{п}} = 0,9 \text{ м}, t_{\text{н}} = 1000 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Материал изделия: Сталь

Конструкция нагревателя: Проволочный зигзаг на керамической полочке

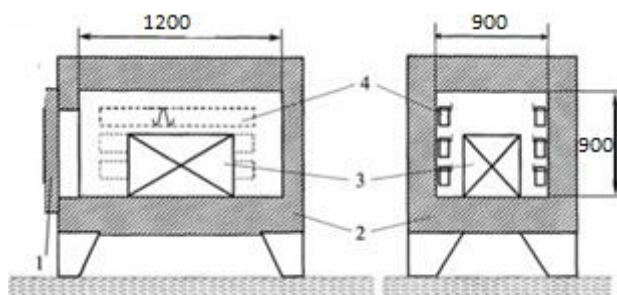


Рисунок 1. Камерная электропечь: а) вид сбоку; б) вид спереди; 1 — дверца; 2 — футеровка; 3 — изделие; 4 — нагреватель. Принимаем схему соединения нагревателей «звезда»

2. Определяют удельную поверхностную тепловую мощность $P_{уд}$ на внутренней поверхности печи $F_{фут} = 2 \cdot L_{п} \cdot B_{п} + B_{п}^2 = 2,97 [м^2]$, где расположен нагреватель.

$$P_{уд} = P_{п}/F_{фут} = 50/2,97 = 16,84 [кВт/м^2].$$

Зная конечную температуру изделия $t_{и}$ и $P_{уд}$, определим необходимое значение температуры нагревателя. $t_{н} = 1075 [^{\circ}C]$

3. Выбирают материал нагревателя из условия

$$t_{м.р.} > t_{н} + 50 \text{ } ^{\circ}C .$$

Наименование материала:

двойной нихром ОХ23Ю5А

$$\gamma = 7270 [кг/м^3]$$

$$\rho = (1,4 + 5 \cdot 10^{-5}t) 10^{-6} [Ом \cdot м]$$

$$T_{м.р.} = 1200 [^{\circ}C]$$

4. Определим $W_{\text{ид}}$ для заданного материала изделия, используя известные значения t_n и $t_n \cdot W_{\text{ид}} = 3,0 \cdot 10^4 \text{ [Вт/м}^2\text{]}$

5. Определяют удельную поверхностную мощность реального нагревателя $W = \alpha \cdot W_{\text{ид}} = 3,0 \cdot 10^4 \cdot 0,68 = 20400 \text{ [Вт/м}^2\text{]}$, где коэффициент $\alpha = 0,68 \text{ e}'/\mathbf{d} = 3,0$; $\epsilon = 0,8$.

6. Мощность одного НЭ $P_{\text{НЭ}} = P_{\text{п}} / (m_{\text{ф}} \cdot n) = 50 / 3 \cdot 1 = 16,67 \text{ [кВт]}$, где $m_{\text{ф}} = 3$ — число фаз, $n = 1$ — число параллельных ветвей.

7. Определяют размеры нагревательного элемента.

Для проволочного нагревателя круглого сечения, диаметром \mathbf{d} :

$$d = \sqrt[3]{\frac{4\rho P_{\text{НЭ}}^2}{\pi^2 \cdot U_{\text{НЭ}}^2 \cdot W}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,45 \cdot 10^{-6} \cdot 16670^2}{\pi^2 \cdot 220^2 \cdot 20400}} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ [м]}$$

После расчета \mathbf{d} , выберем ближайшее стандартное значение: $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ [м]}$

после чего определяют длину $L_{\text{НЭ}}$ и массу $G_{\text{НЭ}}$ нагревательного элемента.

$$S_{\text{НЭ}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 24,6 \cdot 10^{-6} \text{ [м}^2\text{]},$$

$$L_{\text{НЭ}} = \frac{U_{\text{НЭ}}^2 \cdot S_{\text{НЭ}}}{P_{\text{НЭ}} \cdot \rho} = \frac{220^2 \cdot 24,6 \cdot 10^{-6}}{16670 \cdot 1,45 \cdot 10^{-6}} = 49,258 \text{ [м]},$$

$$G_{\text{НЭ}} = \gamma S_{\text{НЭ}} L_{\text{НЭ}} = 7270 \cdot 24,6 \cdot 10^{-6} \cdot 49,258 = 8,809 \text{ [кг]}$$

где $\gamma = 7270$ — плотность материала нагревателя, кг/м^3 .

Для определения общей длины $L_{\text{Н}}$ и массы $G_{\text{Н}}$ нагревателя печи для трех фаз умножаем $L_{\text{НЭ}}$ и $G_{\text{НЭ}}$ на число нагревательных элементов:

$$L_{\text{Н}} = L_{\text{НЭ}} \cdot 3 = 49,258 \cdot 3 = 147,774 \text{ [м]}, G_{\text{Н}} = G_{\text{НЭ}} \cdot 3 = 8,809 \cdot 3 = 26,427 \text{ [кг]}.$$

8. Эскиз размещения нагревателя в печи.

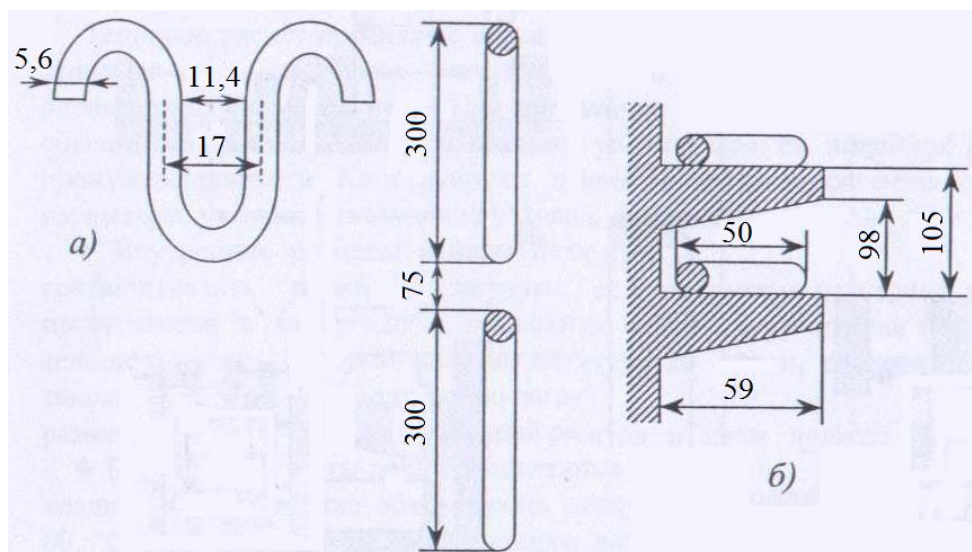


Рисунок 2. Проволочный зигзагообразный нагреватель: а) общий вид; б) проволочный зигзаг на полочке

Для зигзагообразного нагревателя общая длина зигзага в свёрнутом виде

$$e' = 3,0 \cdot d = 3,0 \cdot 5,6 \cdot 10^{-3} = 0,017 \text{ [м]}, B = 0,3 \text{ [м]}$$

$$L_3 = L_H \cdot \frac{e'}{B} = 147,774 \cdot \frac{0,017}{0,3} = 8,4 \text{ [м]}.$$

Проверка температуры нагревателя в работе

Температуру нагревателя в работе определим из уравнения:

$$P_{\text{и}} = \frac{5,76 \cdot F_{\text{и}}}{\varepsilon_{\text{и}} + \frac{F_{\text{и}}}{F_{\text{акт}}} \cdot (\frac{1}{\varepsilon_{\text{и}}} - 1)} \cdot \left[\left(\frac{T_{\text{н}}}{100} \right)^2 - \left(\frac{T_{\text{и}}}{100} \right)^4 \right];$$

где $P_{\text{и}} = P_{\text{п}} \cdot (1 - \gamma)$, причем $\gamma = 0,25$ — расчетный коэффициент тепловых потерь; $T_{\text{и}}$ и $T_{\text{н}}$ - абсолютная температура соответственно нагревателя и изделия; $\varepsilon_{\text{н}} = 0,8$ и $\varepsilon_{\text{и}} = 0,8$ — степень черноты поверхности соответственно нагревателя и изделия; $F_{\text{и}} = 0,4 \cdot F_{\text{фут}} = 0,4 \cdot 2,97 = 1,188 \text{ [м}^2\text{]}$ — площадь поверхности изделия; $F_{\text{акт}}$ — активная поверхность нагревателя.

Площадь поверхности нагревателя:

$$F_H = \frac{\pi \cdot d \cdot B' \cdot L_3}{e'} = \frac{3,14 \cdot 5,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05 \cdot 8,4}{0,017} = 0,435 \text{ [м}^2\text{]};$$

Коэффициент: $\varphi_{12H} = 0,5$;

Коэффициент: $\varphi_{12HH} = 0,325$;

Взаимные поверхности облучения: F_{12}, F_{13}, F_{32} :

$$F_{12} = F_{13} = F_H \cdot \varphi_{12H} \cdot \varphi_{12HH} = 0,435 \cdot 0,5 \cdot 0,325 = 0,0707 \text{ [м}^2\text{]};$$

$$F_{32} = F_{\text{фут}} - F_H \cdot \varphi_{12H} \cdot \varphi_{12HH} = 2,97 - 0,435 \cdot 0,5 \cdot 0,325 = 2,899 \text{ [м}^2\text{]}.$$

Площадь активной поверхности нагревателя:

$$F_{\text{акт}} = (1 - \gamma) \cdot \frac{F_{13} \cdot (F_{12} + F_{32}) + F_{12} \cdot F_{32}}{F_{13} \cdot (1 - \gamma) + F_{32}};$$

$$F_{\text{акт}} = (1 - 0,25) \cdot \frac{0,0707 \cdot (0,0707 + 2,899) + 0,0707 \cdot 2,899}{0,0707 \cdot (1 - 0,25) + 2,899} = 0,105 \text{ [м}^2\text{]};$$

$$P_H = W \cdot F_H = 20400 \cdot 0,435 = 8874 \text{ [кВт]};$$

Абсолютная температура изделия: $T_{\text{изд}} = t_{\text{изд}} + 273 = 1000 + 273 = 1273$

[K];

Абсолютная температура нагревателя в работе:

$$T_H = 100 \cdot \sqrt[4]{0,335 \cdot P_H \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_H \cdot F_{\text{фут}}} + \frac{1}{10 \cdot F_{\text{акт}}} \right) + \left(\frac{T_{\text{изд}}}{100} \right)^4};$$

$$T_H = 100 \cdot \sqrt[4]{0,335 \cdot 8874 \cdot \left(\frac{1}{0,8 \cdot 2,97} + \frac{1}{10 \cdot 0,105} \right) + \left(\frac{1273}{100} \right)^4} = 1320 \text{ [K]}$$

$$t_H = T_H - 273 = 1320 - 273 = 1047 \text{ [}^{\circ}\text{C]};$$

Выбранный нагреватель удовлетворяет условию заданного срока службы и является работоспособным нагревателем для электрической печи сопротивления.

Список литературы:

1. Коврижин Б.Н., Седов А.В., Харченко М.С. Электрический расчет электрической печи сопротивления: Методические указания к расчетно-графической работе. Изд-во ОмГТУ, 2001. — 26 с.

СЕКЦИЯ 4. ЭНЕРГЕТИКА

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОММЕРЧЕСКОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (АИИС КУЭ)

Мацора Виктория Сергеевна

*студент 1 курса, отдел магистратуры, ДГТУ,
РФ, г. Ростов-на-Дону
E-mail: vika.mats@mail.ru*

Сорочкина Оксана Юрьевна

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Технология
технического регулирования», ДГТУ,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Энергетика одна из немногих отраслей народного хозяйства, которая не может функционировать без наличия потерь электроэнергии. Во все времена, во всех странах мира постоянно возникает вопрос повышения эффективности энергопроизводства сетевых организаций. Наряду с направлениями повышения эффективности деятельности сетевых организаций связанных со снижением затрат на ремонты, эксплуатацию, внедрения новейших экономичных технологий, снижение потерь электроэнергии в электрических сетях до экономически обоснованного уровня, остается одним из основных вопросов этого направления. Кроме того, данное направление имеет государственные цели и задачи которые отражены в Федеральном Законе РФ «Об энергосбережении» № 261ФЗ.

Эффективно управлять потерями возможно только при их качественном и оперативном учете, что невозможно без применения автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого и технического учета электроэнергии (АИИС КУЭ). И если в сегменте оптовой торговли электроэнергией развертывание АИИС КУЭ ведется активно, что определено в первую очередь требованиями администратора торговой системы,

то в сегменте розничной торговли массовой автоматизации учета не наблюдается [1].

АИИС КУЭ необходима для автоматизации торговли электроэнергией. Также АИИС КУЭ выполняет технические функции контроля за режимами работы электрооборудования.

Автоматизированные системы разрабатываются и внедряются с целью облегчения и сокращения времени сбора и систематизации данных, увеличение эффективности труда персонала предприятия за счёт перехода от выполнения сбора данных вручную к полностью автоматизированному. Результатом внедрения АИИС КУЭ в сетевой компании должна стать возможность с одного или нескольких автоматизированных рабочих мест быстро и качественно получать всю необходимую информацию для принятия решений, а также оперативно и надёжно выполнять управляющие действия. Автоматизация должна быть оптимальной, не вызывать дополнительного роста параметров потока отказов и чётко решать ряд конкретных задач. В идеале пользователь любой АИИС КУЭ независимо от типа решаемой задачи, должен иметь возможность с помощью своего автоматизированного рабочего места в любой момент времени быстро получить достоверную информацию в необходимом формате.

Современная качественная АИИС КУЭ должна отвечать следующим требованиям:

- поддерживать наиболее эффективные современные коммуникационные возможности каналобразующего оборудования;
- поддерживать механизм поддержки во всех элементах системы единого астрономического времени с минимальным рассогласованием;
- позволять использовать приборы учёта различных производителей. АИИС КУЭ не должна обязывать заказчика работать с приборами учёта одного конкретного производителя;
- собирать и хранить необходимые показания различных приборов учёта без потери точности и приведёнными к единицам измерения, принятым

в системе сбора, причём показания, фигурирующие в системе должны соответствовать показаниям приборов учёта, отображаемым на их индикаторах для обеспечения возможности точной верификации данных;

- показания приборов учёта должны отображаться в отчётах с учётом коэффициентов трансформации. При этом показания должны храниться без учёта коэффициентов, чтобы исключить возможные ошибки при вводе информации о трансформаторах;

- хранить и отображать информацию о технологических операциях по установке и снятию приборов учёта и трансформаторов тока и напряжения и применять её при составлении отчётов;

- предусматривать возможность ручного ввода показаний приборов учёта на момент установки и на момент снятия;

- обеспечивать просмотр с помощью простых (без расчётов) отчётов всех показаний, считанных с приборов учёта в ходе выполнения заданий на опрос;

- обеспечивать возможность расчёта балансов по произвольным центрам питания и фидерам;

- предусматривать возможность экспорта всех данных системы, во внешние информационные системы с помощью стандартных общедоступных программных средств;

- реализовывать функцию централизованной смены тарифного расписания в приборах учёта;

- реализовать функцию дистанционной и автоматической по условию ограничения нагрузки потребителей;

- обеспечивать возможность контроля показаний приборов учёта электроэнергии на предмет нарушения заданных уставок. Зафиксированные факты выхода контролируемых параметров за заданные уставками пределы должны сохраняться в специальном журнале и отображаться в отчётах;

- позволять при необходимости администрирование системы с различных автоматизированных рабочих мест (АРМ) сети;

- предусмотреть возможность распределения вычислительной нагрузки при опросе большого количества объектов учёта между несколькими компьютерами, объединёнными локальной сетью или применение облачных технологий;

- допускать защищённый доступ у хранящейся в системе информации через Интернет с помощью Web-интерфейса, работающего в любых распространённых браузерах [2]; [3].

К аппаратным средствам АИИС КУЭ, позволяющим наблюдать и учитывать потери электроэнергии, относят однофазные многотарифные счетчики Матрица NP515, NP71L.1-1-3, NP523.

Счетчики электрической энергии однофазный статический Матрица NP51 NP71L.1-1-3, NP5235 — многофункциональные приборы, предназначенные для измерения активной и реактивной (NP71L.1-1-3) электрической энергии и мощности (активной, реактивной, полной) в однофазных двухпроводных электрических цепях переменного тока промышленной частоты, а также для дистанционного отключения / подключения абонента.

В настоящее время счётчик NP515 уже сняты с крупносерийного производства, его заменил NP71L.1-1-3, который дополнительно к имевшимся получил следующие функции:

- наличие встроенной батарейки;
- измерение активной и реактивной энергии в обоих направлениях;
- возможность считывания 15, 30 и 60 минутных профилей;
- встроенный датчик обнаружения магнитного поля;

Добавлены дополнительные датчики, позволяющие регистрировать:

- вскрытие корпуса счетчика;
- вскрытие крышки клеммника;
- обратное подключение счетчика;
- регистрация сильного внешнего магнитного поля;
- подсветка локального дисплея счетчика;
- расширенный объем встроенной памяти.

Счетчики имеют встроенный тарификатор и реализуют многотарифный учет активной электрической энергии. Так же имеют ряд технических особенностей, выполняют все необходимые функции, которые помогают выявить потери электроэнергии. Данные приборы учета соответствуют нормативно-правовой документации: ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.21-2012, ГОСТ 31819.23-2012, ГОСТ 31819.23-2012. Счетчики сертифицированы в России и внесены в Государственный реестр средств измерений России.

Технические особенности:

- работа как автономно, так и в составе АИИС КУЭ;
- Отключение потребителя дистанционно либо автоматически.

Счетчик обеспечивает:

- Учет активной электроэнергии по восьми тарифам;
- Отдельный учет потребленной активной электрической энергии при превышении установленного порога мощности (если предусмотрено);
- Ведение месячного и суточного журналов.
- Ведение журнала включений/выключений;
- Ведение журнала коррекций;
- Ведение журнала параметров качества электроэнергии [4].



Рисунок 1. Внешний вид однофазных электросчётчиков Матрица слева направо: NP515 ,NP71L.1-1-3,NP523

Таким образом, автоматизация учёта — процесс безальтернативный, имеющий наибольшую перспективу из всех известных методов эффективного управления потерями электроэнергии [5].

Список литературы:

1. Гуртовцев А.Л. «Измерительные системы: где заканчивается измерение?». — Новости электротехники, 2007 г., № 4.
2. Гуртовцев А.Л. «Метрология цифровых измерений. Часть 1». СТА, 2008 г. № 1.
3. Гуртовцев А.Л. «Метрология цифровых измерений. Часть 2». — СТА, 2008 г., № 2.
4. Журнал «ИСУП». — 2012 г., № 5.
5. Пономаренко И.С. «Функциональные требования к приборам для комплексных энергетических обследований электрических сетей». — Электрические станции. 2003 г., № 9.

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПОТОКА В БОЛЬШОМ ПРЯМОТРУБНОМ ПАРОГЕНЕРАТОРЕ С НАТРИЕВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

Фуртаев Алексей Игоревич

студент 6 курса, кафедра ОиЭ ЯЭУ,

РФ, г. Обнинск

E-mail: leshkafurta@rambler.ru

Богословская Галина Павловна

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры ТФ,

РФ, г. Обнинск

Выбор наиболее оптимальной конструкции парогенераторов определяется, в основном, обязательными международными требованиями и стандартами безопасности. Специфичность жидких металлических теплоносителей в аварийных ситуациях может привести к химическим реакциям взаимодействия этих металлов с водой из другого контура и конструкционными материалами в зоне реакции. За более чем тридцатилетнюю историю изучения такого вида парогенераторов в США, СССР и ФРГ была явно доказана их надёжность и вместе с тем некоторая экономическая неэффективность.

В последнее время возникает интерес к подобным исследованиям применительно к реакторам большой мощности с крупными парогенераторами. Парогенераторы малой мощности требуют большого количества модулей для отведения максимального количества выработанного тепла, что усложняет конструкцию.

Целесообразность использования двойных трубок в парогенераторе реактора на быстрых нейтронах будет определяться сочетанием показателей безопасности и экономичности. «Основным стимулом к развитию этих работ является положительный опыт эксплуатации ДПГ, высокие показатели надёжности и безопасности, перспективы перехода к двухконтурной схеме АЭС» [1, с. 46].

Парогенераторы с натриевым теплоносителем обязаны быть очень надёжными, из-за вероятности реакции натрия с водой. Различные виды трубок

(U-образная и J-образная) были исследованы на прочность, теплогидравлические характеристики, и простоту изготовления. В последнее время используются трубки спирального и прямого видов. Выбор между спиральной трубкой и прямой будет определяться с учетом их особенностей и общей схемой системы станции.

По сравнению со спиральной трубкой, прямые имеют такие преимущества, как отсутствие сварки в соединении с дистанционирующей решёткой, и облегчение обследования трубок. Прямая трубка экономически выгодна для производства благодаря простой конструкции. Сильфон, однако, необходим, чтобы скомпенсировать разницу в тепловом расширении между трубным пучком и корпусом. Неравномерное распределение температуры также может повлиять на структурную прочность трубки.

В ходе ранних исследований и разработки реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем (БН), были приняты ПГ малой мощности в системе подачи пара, т. к. такой ПГ легко отремонтировать или заменить в случае реакции натрия с водой. После того как происходит протечка воды в натрий, реактивная струя повреждает множество трубок за достаточно короткое время. В небольших ПГ, утечка может быть обнаружена раньше, и область возле испорченной трубки может быть ограничена. Система с такими ПГ нуждается во многих модулях, чтобы отводить всё необходимое тепло от реактора. Таким образом, система усложняется, и его производственная стоимость увеличивается.

По мере дальнейших исследований и разработок ПГ с натриевым теплоносителем, их надежность была повышена, и вероятность отказа трубок снижена. Таким образом, исследования ПГ с натриевым теплоносителем с недавнего времени сосредоточены на крупных ПГ для экономии.

Такой ПГ имеет большую мощность, чтобы уменьшить свои производственные затраты за счет экономии на размерах. Тепловая мощность такого ПГ 1765 МВт, которая больше чем обычный эксплуатируемый, или разработанный ранее ПГ с прямыми трубками.

“One of the significant challenges facing makers of large heat exchange components is to make the flow and the temperature distribution in the heat transfer tube bundle region uniform because large heat-exchanging components are prone to have uneven flow and temperature distributions” [2, с. 104]. Одной из существенных проблем, стоящих перед конструкторами крупных теплообменных частей ПГ — выровнять поток и распределение температуры теплоносителя в области трубного пучка, т.к. крупные теплообменные компоненты склонны иметь неравномерное распределение потока и температуры. Если неоднородность распределения потока или температуры имеется в прямой трубке, могут произойти неравномерные тепловые расширения среди рядом стоящих трубок, изгибы или нарушение соединения трубок с дистанционирующими решётками. Чтобы оценить большой ПГ с точки зрения структурной прочности, были проанализированы распределения потока и температуры с помощью двумерного (2D) кода MSG (Multidimensional Thermal-hydraulics Analysis Code for Steam Generators) и трехмерного (3D) тепло-гидравлического кода FLUENT.

Программа MSG была разработана, чтобы предсказать тепловую гидравлику в ПГ с натриевым теплоносителем в Агентстве по атомной энергии Японии (JAEA). Аналитическая модель должна быть улучшена, чтобы получить точные профили температур в широком диапазоне скоростей теплообменника. Точность расчета была оценена с помощью экспериментальных данных тестирования ПГ 50 МВт со спиральными трубками, спроектированного в промежутке 1970-х и 1980-х годов в Японии. Рассчитанные профили температур сравнили с экспериментальными данными, собранными при работе на 20—100 % мощности. Данные программы MSG близки к экспериментальным результатам, с учётом конвективного перемешивания натрия и теплообмена в слоях трубы. После этого, похожие модели конвективного теплообмена потока для прямых трубок были получены из результатов испытаний тестирования прямотрубного ПГ с двойной стенкой 1-МВт (тепловых), выполненного JAEA в 1990—1994 годах.

Программа MSG была использована для изучения теплогидравлических свойств прямотрубного ПГ с двойной стенкой, проектируемой системы БН. Условия эксплуатации, принятые в расчетах, были: работа на стационарном уровне (100%) и на неполной мощности (30%). В дополнение проанализировали состояние с одной заваренной трубкой. Расчет был сделан с различными значениями коэффициента температуропроводности, чтобы выяснить его влияние на распределение температуры.

Конечная цель данного исследования была оценка структурной прочности соединений трубок с дистанционирующими решётками, на основе рассчитанных распределений температур. Структурный код FENAS был использован для расчета тепловых нагрузок на трубки и соединения.



Рисунок 1. Реактор на быстрых нейтронах петельного типа с натриевым теплоносителем ($N_{т}=3530$ МВт, $N_{э}=1500$ МВт)

Данная система БН контурного типа. Тепловая мощность 3530 МВт и электрическая 1500 МВт. ПГ установлены во втором контуре. Хотя БНы и имеют высокую вырабатываемую мощность, система охлаждения натрия состоит лишь из двух петель, чтобы уменьшить затраты на строительство завода.

Рис. 2 иллюстрирует внутреннюю структуру ПГ. В таблице приведены основные технические характеристики ПГ. ПГ состоит из 7230 трубки, а диаметр трубного пучка составляет 3,5 м. Вход натрия в реактор осуществляется в верхней части ПГ. Входная полость содержит цилиндрическую пробку и две перфорированные пластины, которые действуют как распределители потока. Цилиндрическая пробка разделяет входную полость на две области: внешнее и внутреннее кольца.

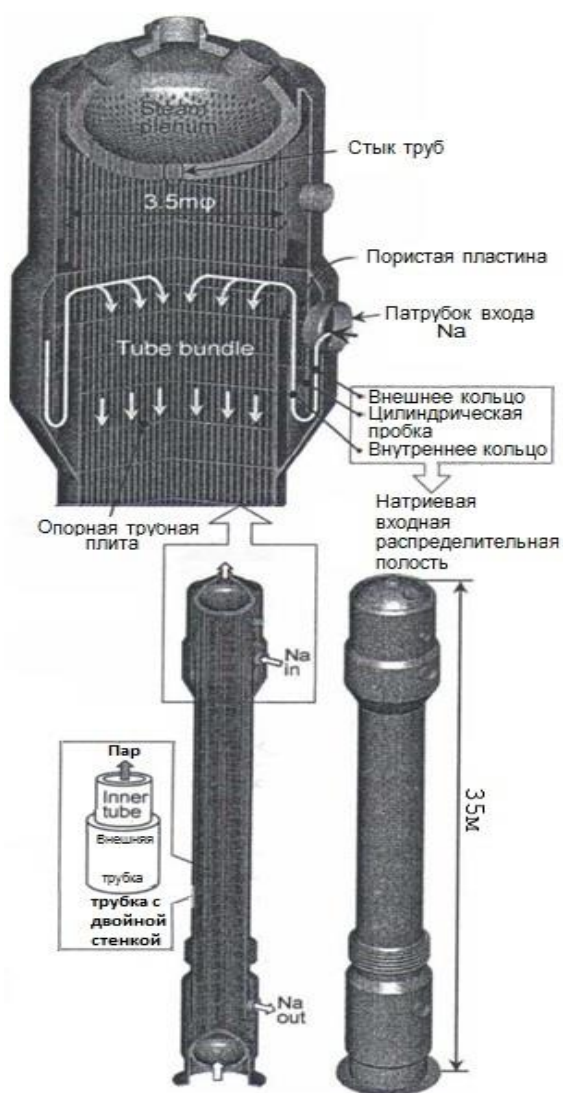


Рисунок. 2. Большая прямая трубка ПГ с двойной стенкой

Сначала, натрий горизонтально входит в патрубок входа натрия во входной полости. Далее натрий течёт вниз во внешнее кольцо, и затем поднимается вверх во внутреннее кольцо после прохождения под пробкой.

Натрий проникает в перфорированные пластины, и по бокам входит в область трубного пучка. Потом боковой поток натрия текущий из внутреннего кольца постепенно смещается вниз в область трубного пучка. Вспомогательные трубные пластины способствуют равномерности распределения потока натрия текущего вниз. Конструкция ПГ создаёт модель потока натрия текущего параллельно, а не зигзагообразно как в трубном пучке. Хотя зигзагообразный поток и предпочтителен для смешивания натрия, проток может уменьшить вызванные движением потока вибрации труб и понизить требования к мощности натриевого насоса из-за небольших потерь давления.

Таблица 1.

Основные характеристики

Характеристика	Значение
Тип ПГ	Двойная стенка, прямая трубка, проток
Тепловая мощность	1765
Трубки	
Внешняя трубка	d=19 мм/s=1,5 мм (s — толщина)
Внутренняя трубка	d=16 мм/s=1,1 мм
Длина	29 м
Количество	7230
Шаг	38 мм
Температура	
Na $t_{вх}$	520° C
Na $t_{вых}$	335° C
Вода $t_{вх}$	240° C
Пар $t_{вых}$	497° C (19,7 Мпа)
Расход	
Na	2,7e7 кг/ч
Вода/Пар	2,88e6 кг/ч
Материал	12Cr
Диаметр трубного пучка	3,5 м

Вода течет в нижнюю полость и входит в каждую трубку с восходящим потоком. Нет установленных отверстий на входе в трубках. Теплообмен между натрием и водой/паром происходит при протокке и противотоке. Пар выходит к верхней паровой полости, и затем идёт на турбину.

Поток натрия был разделен на две части: на натриевую входную распределительную полость и трубный пучок. Каждая часть будет отдельно проанализирована далее.

“The vertical, radial, and circumferential component, the 3-D flow analysis code FLUENT was necessary to calculate the plenum flow” [2, с. 106]. Из-за отсутствия в ней теплообменной области, аналитическая модель посчитала только поток натрия. Верхняя область трубного пучка была включена в сетку для учёта падения давления в пучке в области, где поток входит в этот пучок. Был выбран всесторонний периферийный (360°) расчет ячейки. Количество ячеек сетки составляет ~ 900 000. Максимальный, минимальный, и средний объёмы клеток сетки были 610, 9.7 и 130 см³, соответственно.

Перфорированные пластины были смоделированы с различным количеством ячеек для определения соответствующих перепадов давления. Корпус и пробка были смоделированы так, чтобы иметь минимальное трение. Объем трубки и перепад давления в пучке были учтены при моделировании пористости сетки. Величины падения давления на прямой и поперечной компонентах потока в пучке были взяты с учётом расчета угла течения потока к трубам. Цель анализа входной области — оценить, насколько распределительные устройства потока могут сделать этот поток натрия достаточно однородным.

$$\Delta P = \frac{\xi}{2} \rho W_b^2 \quad (1)$$

где: ξ — коэффициент падения давления;

ρ — плотность натрия, кг/м³;

W_b — скорость потока натрия, м/с;

$$\Delta P = \lambda \frac{L}{d_h} \rho W_h^2 \quad (2)$$

где: λ — коэффициент трения;

L — длина трубки, м;

d_h — эквивалентный диаметр, м;

При условии, что окружная составляющая потока натрия не велика на входе в пучок, всю область трубного пучка можно посчитать с помощью двумерной модели (r - z). Поскольку поток натрия был относительно одинаков в окружном направлении, была использована двумерная модель с цилиндрическими координатами, показанная на рис. 3. Изображение сетки в поперечном направлении было увеличено здесь в пять раз, для удобства при рассмотрении. Для этого была применена программа MSG. Расчет был проведён в области между верхней поверхностью натрия и нижней дистанционирующей решеткой. Диаметр ячейки - 38 мм и количество ячеек

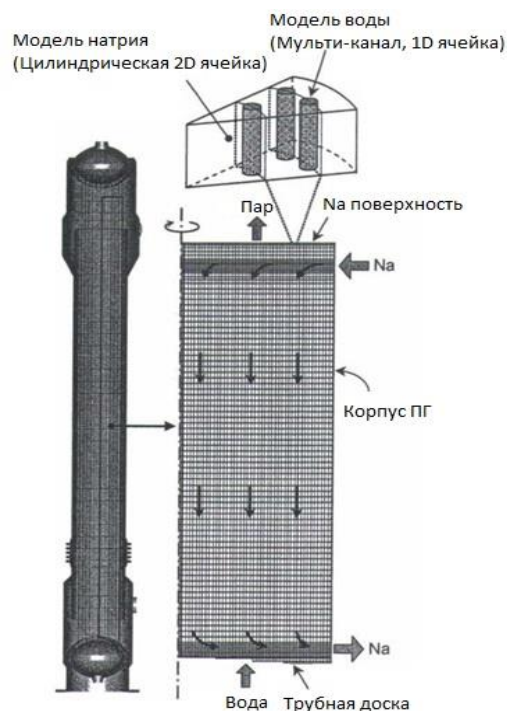


Рисунок 3. Двухмерный анализ ячейки трубного пучка для программы MSG

на диагонали сетки — 47. Высота от 30 до 45 мм и количество ячеек сетки по вертикали — 775. Общее количество ячеек в сетке ~ 36000. Скорость натрия на входе, рассчитанная программой FLUENT, дала граничное условие на входе в пучок.

$$Nu = 0.25 + 6.2 \frac{P_c}{D} \cdot \left(-0.007 + 0.032 \frac{P_c}{D} \right) \cdot (Re \cdot Pr)^A \quad (3)$$

где: Nu — число Нуссельта;

Re — число Рейнольдса;

Pr — число Прандтля;

P_c — шаг между трубками, м;

D — гидравлический диаметр, м;

$$A = 0.8 - 0.024 \frac{P_c}{D} \quad (3)$$

$$a = 0.25 + 6.2 \frac{\lambda}{D} \cdot (4.03 + 0.228 \cdot Re^A) \quad (4)$$

где: a — коэффициент теплопередачи, Вт/м²·К;

λ — теплопроводность, Вт/м·К;

Для воды была использована одномерная многоканальная однородная модель. Количество каналов воды соответствует количеству трубок на диагонали. Теплогидравлические расчеты были выполнены с учётом теплопередачи.

Число Нуссельта для перегретой области:

$$Nu = 0,0073 Re^A Pr^A \quad (5)$$

Число Нуссельта для области плёночного кипения:

$$Nu = 0,0193 Re^{0,83} Pr^{1,23} \cdot \left(X + (1-X) \frac{V_L}{V_G} \right)^{0,68} \cdot \left(\frac{V_L}{V_G} \right)^{0,68} \quad (6)$$

где: X — степень сухости;

V_L — удельный объем (жидкость), м³/кг;

V_G — удельный объем (пар), м³/кг;

Падение давления для воды/пара:

$$\Delta P = f \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho}{2} u^2 \quad (7)$$

где: f — коэффициент трения;

l — длина трубки, м;

d — эквивалентный диаметр, м;

ρ — плотность воды/пара, кг/м³;

u — скорость потока воды/пара, м/с;

Важно, что поток натрия в поперечном сечении выравнивают с помощью перфорированных пластин. Необходимо также рассчитать радиальное распределение температуры в трубке для оценки структурной прочности соединения трубок с дистанционирующими решётками.

Список литературы:

1. Кокорев Б.В., Фарафонов В.А. Парогенераторы ядерных энергетических установок с жидкометаллическим охлаждением/ Под общ. Ред. П.Л. Кириллова. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 264 с.
2. Kishohara N., Moribe T., Sakai T. Temperature and flow distributions in sodium-heated large straight tube steam generator by numerical methods // Nuclear Technology Volume 164. Number 1. October 2008. — P. 103—118.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**«НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

*Электронный сборник статей по материалам XXXIV студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 7 (33)
Сентябрь 2015 г.

В авторской редакции

Издательство АНС «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 4.
E-mail: mail@sibac.info



СибАК
www.sibac.info

