

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

**СБОРНИК ТРУДОВ
АСПИРАНТОВ, МАГИСТРАНТОВ И
СОИСКАТЕЛЕЙ**

*Технические науки
Науки о Земле. Экология*

Нижегород
2014

ББК

Сборник трудов аспирантов, магистрантов и соискателей.
Технические науки. Науки о Земле. Экология. – Н.Новгород: ННГАСУ,
2014. – 176 с.

ISBN

В сборник вошли работы, выполненные магистрантами, аспирантами и соискателями ученой степени кандидата наук на кафедрах: архитектуры; водоснабжения и водоотведения; геодезии; геоэкологии и инженерной геологии; гидротехнических сооружений; железобетонных, каменных и деревянных конструкций; недвижимости, инвестиций, консалдинга и анализа; оснований и фундаментов; отопления и вентиляции; теории сооружений и технической механики; технологии строительства; теплогазоснабжения; экологии и природопользования.

Составители:

Н.Д. Жилина, Я.В. Давыдова (отдел аспирантуры и докторантуры)

Редакционная коллегия:

И.С. Соболев, В.И. Бодров, А.В. Васильев, Л.Н. Губанов,
В.И. Зверева, А.И. Колесов, О.П.Коробейников, А.Г. Кочев, А.В.Крицын,
Б.Б.Лампси, И.В. Молев, А.А. Яворский, Г.А. Шеховцов.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
СТРОИТЕЛЬНАЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

УДК 728

Ал Обайди Каван Таха Ибрахим

Выбор конструкции кровли энергоэффективного здания

Основные параметры и форма здания чаще всего в проектной практике назначаются исходя из функциональных и композиционных требований, при этом практически не учитываются требования энергосбережения. Вместе с тем общеизвестно, что здания равного объема и одинакового конструктивного решения при разных размерах ширины, длины и высоты могут иметь разные площади наружной теплоотдающей поверхности, а следовательно, и неодинаковую величину теплопотерь. Определяющим условием с точки зрения величины теплопотерь будет являться компактность здания, которая в конечном итоге зависит от конфигурации объемной формы (куб, шар, конус, пирамида, параллелепипед и т.д.), линейных параметров архитектурной формы (длина, ширина, высота). При этом важную роль играет форма и конструкция покрытия здания. Важную роль в энергосбережении имеет решение кровли. На данный момент существует множество различных приемов решений кровли энергоэффективных зданий. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

В конструкциях покрытий энергоэффективных зданий получили распространение чердачные (скатные) и плоские крыши, а также пространственные решения. В чердачном покрытии стропильной конструкции в качестве солнечного коллектора используется чердак. Скаты могут быть выполнены из стекла. На остекленной крыше для уменьшения теплопотерь целесообразно использовать теплоизолированные вставки.

Водоналивные крыши целесообразно устраивать для домов с плоским покрытием. Слой воды толщиной около 220 мм в баллонах из зачерненного пластика располагают поверх металлического настила. Защита баллонов с водой осуществляется теплоизолированными трансформируемыми экранами скользящего типа. Зимой днем солнце нагревает воду (щиты сдвинуты); с заходом солнца экраны для сохранения теплоты возвращают в исходное положение. Теплота, накопленная в воде, обогревает помещения. Металлический потолок обеспечивает радиационное и конвективное охлаждение помещений. Возможен вариант крыши с остеклением одного ската. Горизонтальная конструкция

аналогична основному решению водоналивной крыши, т. е. металлический настил, покрытый баллонами с водой.

Покрытие с теплоизолированным экраном, плавающим в контейнере. Экран всплывает вверх, а во время работы насоса на верхнюю поверхность экрана, нагретую солнцем, подается тонкий слой воды и щит опускается вниз. Верхний тонкий слой воды нагревается и перетекает под изоляцию. Указанный коллектор может быть сверху защищен остеклением. При этом верх теплоизолированного экрана зачерняют или выполняют металлическим.

Пространственные покрытия создают условия для образования сообщающихся с коллекторами замкнутых плоскостей, где может циркулировать тот или иной теплоноситель. Среди них наиболее эффективны для энергоактивных зданий волнистые своды, складки, мембраны, стержневые, пластинчато-стержневые и другие конструкции.

Геометрия пространственной конструкции влияет на тип теплоносителя и характер его циркуляции в гелиосистеме. Например, для плоских сводов в качестве теплоносителя используется вода, а при больших перепадах отметок пяты и замка – воздух. Пространственные конструкции покрытий создают условия для экономии энергии: на горячее водоснабжение (нагрев воды в гелиоколлекторах, размещаемых в конструкции покрытия); на вентиляцию (двойная оболочка с воздушной прослойкой-конвектором); на освещение (верхний свет). В зависимости от географического размещения здания, функционального назначения и принятой конструктивной схемы энергосберегающие пространственные приемы обеспечивают экономию энергозатрат от 30 до 60%. Применение пространственных конструкций в большинстве случаев ведет к уменьшению отапливаемого объема здания по сравнению с использованием стоечно-балочной каркасной системы, т. е. осуществляется экономия энергии.

Последнее время появился еще один метод тепло- и шумоизоляции кровель – создание «зеленых крыш». Зелеными крышами называют такие крыши, которые частично или полностью покрыты почвой и растительностью, а также особой растительной средой, выращиваемой во влагоудерживающих мембранах. Создание зеленых крыш выгодно по нескольким причинам:

1) на них можно выращивать фрукты, овощи и цветы (для себя или для реализации в торговые сети);

2) уменьшается нагрузка на климатические системы внутри здания за счет растительной массы, которая дает естественное охлаждение за счет испарения или служит пассивным накопителем для солнечного тепла. В 2005-м году сотрудники университета Торонто, в Канаде, установили, что зеленые крыши могут уменьшать теплопотери и энергозатраты – за счет растительного покрова происходит 26% снижение потребности в летнем

охлаждении (такой же процент снижения энергозатрат происходит в зимний период);

3) концентрация зеленых крыш в центральной части города помогает снизить среднюю температуру воздуха в летний сезон, приблизив ее к норме. Таким образом, уменьшается эффект перегретого острова, когда средняя температура воздуха в городе на порядок выше, чем в пригородах или прилегающей сельской местности;

4) зеленый покров увеличивает срок эксплуатации крыш в 2-3 раза, согласно исследованиям исследовательского центра Университета Пенсильвании, США;

5) зеленые крыши накапливают ливневую воду: ее можно очищать и применять в быту (сфера применения зависит от степени очистки). Также, растительность способна подготавливать к рециркуляции, то есть к повторному применению, хозяйственно-бытовые стоки, отфильтровывая из них вредные вещества;

6) зеленые крыши фильтруют воздух, борясь с различными его загрязнителями, в том числе CO_2 ;

7) растительность и почва обеспечивают хорошую шумоизоляцию (почва задерживает шумы низкой частоты, растения способны блокировать высокочастотные шумы);

8) зеленые крыши отфильтровывают тяжелые металлы и другие загрязняющие компоненты дождевой воды;

9) наличие зеленых крыш увеличивает количество представителей живой природы на застроенной городской территории.

Крыши с зеленым покровом зачастую выступают ключевым компонентом зданий с локальным автономным энергопитанием. При создании зеленые крыши могут иметь дополнительные прослойки, к примеру, дренаж, ирригационную систему, специальные заградительные барьеры. Так называемые контейнерные сады на крышах, когда растения выращиваются в горшочках, имеют отношение к зеленым крышам с натяжкой, в то время как искусственные водоемы на крышах, имеющие дело с хозяйственно-бытовыми или «серыми» стоками, являются одной из вариаций данной технологии. Существует два типа зеленых крыш. Первый представляет собой поверхность большой толщины, которая пригодна для выращивания нескольких видов растений сразу. Массивные зеленые крыши подходят только для зданий с укрепленными несущими конструкциями. Другой тип зеленых крыш представляет собой длинную и тонкую поверхность с небольшим слоем растительности. Такие покровы имеют малый вес.

Таким образом, живые покровы различаются по объему растительной среды, толщины покрова, а также по необходимому объему эксплуатационных расходов. Исходя из вышесказанного, конструкции кровли энергоэффективного здания необходимо использовать для снижения энергозатрат.

Современные технологии строительства: технология Хебель

В современном строительстве все более популярным становится использование технологии Hebel (Германия). Технология Hebel позволила поднять строительство коттеджей и других сооружений на новый уровень. Благодаря технологии Hebel были значительно повышены звукоизоляционные и экологические свойства строительных сооружений, а также увеличен показатель стойкости к температурным воздействиям и воздействиям влаги. В основе технологии Hebel лежит использование неорганических более легких материалов, таких, как газобетон.

Газобетон (или автоклавный ячеистый бетон) состоит из кварцевого песка, цемента, негашеной извести и воды. Газобетон изготавливается в промышленных условиях при помощи автоклавов, в которых поддерживаются определенные давление и температура. При смешивании в автоклаве всех компонентов с газообразователем – алюминиевой пудрой – происходит выделение водорода. Газ (водород), который возникает вследствие так называемого процесса вспучивания/расширения (этот процесс аналогичен процессу, который применяется для приготовления дрожжевого теста), увеличивает в 5 раз объем сырой смеси. Миллионы мельчайших воздушных ячеек, которые возникают в результате этого процесса, придают бетону характерную ячеистую структуру. Отсюда и происходит его название.

Блоки Хебель Hebel применяются для возведения наружных несущих стен малоэтажных домов с перекрытиями из железобетонных пустотных плит (до 3-х этажей), а также самонесущих стен и перегородок в монолитно-каркасных сооружениях. Этот материал производится на оборудовании и по технологии фирмы «Хебель» (Hebel), Германия, отвечает требованиям европейских стандартов.

Прочность. При относительно небольшом объемном весе ($400-500 \text{ кг/м}^3$) блоки Хебель Hebel обладают достаточно высокой прочностью (до 40 кгс/см^2). Это позволяет при малоэтажном строительстве отказаться от каркаса и, более того, перекрывать стены обычными железобетонными (пустотными) плитами. Блоки из газобетона имеют допуски на размеры $\pm 1,5 \text{ мм}$.

Теплоизоляция. Однослойная стена из ячеистобетонных блоков Hebel плотностью $400-500 \text{ кг/м}^3$ при толщине в 40 см имеет величину сопротивления теплопередачи равную $2,70-3,50 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$ и укладывается в норму. Теплопроводность современного ячеистого бетона равняется 0,12. Перемножив величины, получаем, что достаточной толщиной стены будет 37,8 см. Поэтому толщина стены в 400 мм не требует дополнительного утепления.

Звукоизоляция. Благодаря структуре с открытыми порами, блоки Хебель Hebel являются эффективным звукопоглощающим материалом. По результатам испытаний стена из блока Hebel Хебель марки 500 толщиной 200 мм, оштукатуренная с двух сторон, имеет звукоизоляцию 55 Дб, что соответствует современным требованиям для межквартирных стен.

Не возгорается и огнестоек. Ячеистый бетон относится к негорючим строительным материалам. По ДИН 4102 он относится к несгораемому строительному материалу класса А1. Ячеистый бетон может использоваться для утепления строительных конструкций и теплоизоляции оборудования при температуре изолирующей поверхности до +4000 °С. Многочисленные исследования, проведенные в Швеции, Финляндии и Германии, показали, что при повышении температуры до +4000 °С прочность ячеистого бетона увеличивается на 85%. Предел огнестойкости плит перекрытия и покрытия, согласно ГОСТ 30247.0-94, составляет 70 минут, т.е. соответствует REI 60.

Экология. Производство ячеистого бетона не требует больших затрат энергии, т.к. бетон затвердевает под воздействием пара при температуре всего лишь 1800 °С. Вторичное применение отработавшего пара и вторичная переработка обеспечивают возврат энергии и воды в производственном кругообороте. Отходы производства могут быть применены вторично или их превращают в гранулят, что является большим вкладом в дело охраны окружающей среды.

Технологичность. Большим преимуществом блоков Хебель является широкая номенклатура размеров. Блоки изготавливаются толщиной от 50 мм до 500 мм, что удовлетворяет потребности любых потребителей и позволяет возводить стены без использования дополнительных утеплителей. Это значительно упрощает монтаж и существенно удешевляет конструкцию.

Экономичность. Стена из ячеистого бетона по стоимости в 2-3 раза ниже, чем стена из кирпича, а по качеству значительно выше. Экономично используются транспортные мощности. Применение грузоподъемных механизмов минимально. Точные размеры и ровная поверхность блоков дает значительную экономию отделочных материалов.

Однако помимо достоинств пеноблоки имеют и недостатки. В частности пеноблоки несколько уязвимы на сгибах, поэтому из пеноблоков целесообразно строить в сейсмически благоприятных регионах. Еще один недостаток пеноблоков – это их относительно простое производство, что приводит к возникновению подделок на рынке. Между тем, если не выдерживать строгую пропорцию, в которой добавлять песок, цемент, пенообразователь, воздушные сферические пузырьки могут образоваться в недостаточном количестве – из-за этого такие свойства, как тепло- и звукоизоляция будут утрачены. Если же пузырьков будет слишком много или они будут не того размера (диаметр – 1-3 мм) вследствие недостаточного количества цемента, пеноблоки просто будут непрочными.

Конструктивные особенности фронтальных стеллажей

Настоящая статья явилась результатом анализа стальных конструкций фронтальных стеллажей ОАО «НМЖК», в складских помещениях которого обрушился один из стеллажей, изготовленных на ЗАО «Опытный завод «Микрон».

Оптимизация складского пространства – задача непростая, но решение ее необходимо любому производству. Современные складские системы позволяют реализовать проект оборудования склада таким образом, чтобы максимально задействовать площадь склада. В настоящее время происходит существенное увеличение складских мощностей, и стеллажи должны быть достаточно надежными, так как их расположение на складе может меняться для более удобного хранения и транспортировки продукции. Наиболее распространенным типом стеллажей, используемых при оборудовании склада, считаются фронтальные стеллажи, которые предполагают фронтальную загрузку товаров, грузов, предметов (рис.1).



Рис. 1. Фрагмент общего вида стеллажа

Модульная сборка конструкции стеллажей обеспечивает удобный доступ к грузам, позволяет производить оперативную обработку товаров. Секции стеллажей располагаются в складском помещении параллельными рядами, как правило, одиночными вдоль стен и сдвоенными – в середине помещения, с пространством между ними для свободного подъезда складской техники. Длина стеллажного ряда определяется количеством стеллажных секций. Высота стеллажей и количество уровней хранения могут быть различными. Размеры проездов между стеллажами определяются подъемно-погрузочной техникой, которая применяется для обслуживания данных стеллажей.

Легкосборная конструкция стеллажей, основанная на принципе безболтового соединения, позволяет легко и быстро в случае необходимости переставлять грузовые балки по высоте. Фронтальные стеллажи очень легко и быстро монтируются, и так же быстро демонтируются, для их транспортировки не потребуется больших финансовых и временных затрат.

Секции таких стеллажей представляют собой сборно-разборную многоярусную конструкцию из отдельных элементов, (рис.2) с количеством до 4 ярусов при максимальной нагрузке на ярус 2550кг и возможностью регулирования расположения балок по высоте.

Стеллажи производства ЗАО «Опытный завод «Микрон» состоят из вертикальных перфорированных стоек 1,5x85x6300 и горизонтальных балок MG 110x2700(Ст3), стандартных или усиленных крепежей для балок, если это необходимо, диагональных крепежей.



Рис. 2. Элементы фронтального стеллажа

Элементы стеллажей изготавливаются из холодногнутого тонколистового оцинкованного профиля. Пространственная рама отдельного стеллажа состоит из четырех стоек, восьми балок, вертикальных связей по торцам и подпятников, соединенных крепежными изделиями. Местоположение каждого яруса определяется фиксаторами, предохраняющими балки от случайного выбивания вилами погрузчика.

Стойка фронтального стеллажа представляет собой гнутый, металлический перфорированный профиль с шагом перфорации 50 мм. Грузовые балки – горизонтальные, жесткие элементы стеллажей для поддонов, на которых размещается груз. Балки устанавливаются в перфорационные отверстия стоек и обеспечивают жесткость узла фронтального стеллажа. Для защиты несущих элементов ряда фронтальных стеллажей от легких ударов грузоподъемной техники предусматриваются специальные устройства – продольная защита. Она представляет собой две профиль-балки, соединенные в вертикальной плоскости, образуя ограждение ряда, прикрепленное к полу. Две угловые защиты устанавливаются на стойки торцевых рам стеллажей для нижних поддонов, с целью исключения механических воздействий на них от грузоподъемной техники. Высота угловых защит - 420 мм, которые

окрашены в сигнальный цвет RAL 2009 (оранжевый). Все элементы защиты ряда также окрашены в сигнальный цвет RAL 2009 (оранжевый). Соединители секций применяются для соединения стеллажных рядов в единый блок (рис.3).

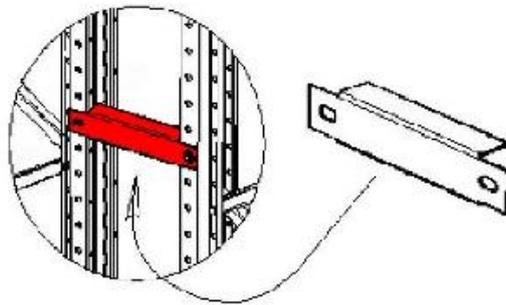


Рис. 3. Соединитель рядов стеллажей

Конструкция системы предусматривает многоярусное хранение грузов различного типа. Свободный доступ практически к каждой ячейке позволяет хранить широкий ассортимент товаров без необходимости строгой группировки по типам.

В настоящее время фронтальные стеллажи являются самым недорогим и доступным решением, к тому же предельно универсальным, они обладают достаточной несущей способностью и жесткостью при правильной эксплуатации, а также еще и высоким использованием высоты помещения склада. Загрузка стеллажей при этом достигает 95 процентов от максимально возможной, поскольку подобная стеллажная система использует не столько площадь, сколько объем склада, заполняя его, в том числе, и по высоте. Фронтальные стеллажи удобны в применении, но и у них есть свои недостатки. Основным минусом данных систем хранения по сравнению с другими стеллажными конструкциями, является недостаточная эффективность использования полезной площади складского помещения из-за необходимости выделения площадей под маневры складской техники.

В последнее время участились случаи обрушения конструкций стеллажей. Часто причинами обрушения являются несоблюдение требований по безопасной эксплуатации стеллажного оборудования, недостаточное количество вертикальных связей вдоль рядов стеллажей при загрузке их несимметричной нагрузкой, неправильная работа операторов напольной техники, создающих динамические нагрузки на конструкции стеллажей.

Недостаточно, на наш взгляд, исследована и несущая способность узловых соединений, особенно их работа на смятие и обеспечение жестких узлов (при шарнирных узлах такие системы являются геометрически изменяемыми). Действительная работа узлов скорее упругоподатливая, но не жесткая, и не шарнирная. Последние вопросы мы планируем сделать предметом последующих исследований.

Формообразующие и структурообразующие элементы в архитектурной бионике

Основные композиционно-конструктивные приемы формирования архитектурно-бионических моделей построены на принципах подобию биологическим объектам: живым организмам, растениям.

Идея применения знаний о живой природе для решения инженерных задач принадлежит Леонардо да Винчи, который пытался построить летательный аппарат, беря за прототип крылья птиц.

В истории архитектуры присутствует немало примеров, когда бионический характер сооружений был обнаружен только спустя какое-то время после их возведения. Таким памятником архитектуры является Эйфелева башня, бионический принцип которой воплощен в конструктивной схеме. Конструкция Эйфелевой башни имеет сходное строение с берцовой костью человека, и благодаря этому обладает достаточной прочностью.

Примером прочности и устойчивости бионических конструкций могут служить современные высотные промышленные сооружения. Данные сооружения состоят из труб, которые выдерживают сильные порывы ветра благодаря тому, что принцип их возведения совпал с «внутренним устройством» стеблей злаковых растений, которые при ветре гнутся, но не ломаются и быстро восстанавливают вертикальное положение.

Изучив строение и способ жизни растений и животных, архитекторы применяют в инженерных сооружениях те же формы и принципы построения. В настоящее время среди исследователей не существует единого мнения, творчество каких архитекторов следует отнести к направлению «живой архитектуры». И все же основоположником бионики можно считать Антонио Гауди, еще в девятнадцатом столетии построившего первые уникальные дома. Именно Гауди первым стал не просто привносить в архитектурные сооружения декоративные элементы природы, а придавал постройкам характер окружающей среды.

В 1921 году бионические идеи нашли отражение в сооружении Рудольфа Штайнера Гетеанум, и с этого момента зодчие всего мира взяли бионику на вооружение.

Архитектуре бионики присущи: мягкие, плавные линии стен, окон, перетекающие друг в друга формы, создающие ощущение движения. Внутри органического, живого дома создается впечатление нереального, сказочного мира.

Сегодня современное воплощение органической архитектуры можно наблюдать в Шанхае – дом Кипарис, в Нидерландах – здание правления

NMB Bank, Австралии – здание Сиднейской оперы, Монреале – здание Всемирного выставочного комплекса, Японии - небоскреб SONY и музей плодов.



Рис. 1. Дом Кипарис в Шанхае

При анализе бионических сооружений проявляется следующая особенность: бионика – это не просто искривленность очертаний форм, внешнее подобие природным формам, а прежде всего – более удобные, более гармоничные, более надежные пространства жизнедеятельности человека, которые естественно вливаются как в жизнь человека, так и в пространство окружающей среды. Бионика как наука объединяет в себе четкость структуры, конструктивность, системность с неопределенной, неясной формой. Она объединяет в себе абстрактное и конкретное, законы математики и эмоциональность. Бионика в архитектуре создает предпосылки для синтеза науки и искусства, стараясь вобрать в себя и использовать оптимальные решения биологических конструкций, перенося их на архитектурные сооружения.

Сторонники бионики полагают, что всякое природное создание – будь то дерево или птица – представляет собой оптимизированную, с точки зрения выживания и функциональности, структуру. Кроме того, постоянство форм и структур биологических систем обеспечивается за счет их непрерывного восстановления и адаптации к окружающей среде. Эти свойства характерны и для объектов мобильной архитектуры. По определению Н.А. Сапрыкиной, мобильная архитектура способна быстро

реагировать на изменяющиеся потребности и образ жизни людей, и сама постоянно готова к изменению своего местоположения в пространстве. Это яркий пример динамической адаптации архитектурного объекта, которая предусмотрена на всех стадиях его существования. Именно поэтому движущиеся силы процессов адаптации, восстановления и совершенствования природных форм представляют особый интерес при изучении генезиса форм мобильной архитектуры.

В трудах Ю.С. Лебедева проведена аналогия основных принципов формообразования в живой природе и архитектуре. Примечательны следующие принципы: принцип взаимодействия двух «конусов», принцип спирали, принцип дифференциации и интеграции, принцип структуризации пространства, принцип стандартизации.

Принцип взаимодействия двух «конусов» – конуса устойчивости, конуса роста и развития. Это своего рода взаимодействие двух начал. Первое начало, например, – стремление стебля растения или ствола дерева к устойчивости: отсюда форма организмов превращается в конус основанием вниз – конус устойчивости. Второе начало – рост из «точки», из семени вширь, в пространство: отсюда конус основанием вверх – динамическая форма конуса.

Принцип спирали. В живой природе наблюдается в форме раковин моллюсков, улиток, тонких стеблей растений. Спираль – одна из форм обеспечения свободного роста и придания большей устойчивости.

Принцип дифференциации и интеграции. Данное явление в архитектуре описано советским архитектором и академиком И.В. Жолтовским на основе аналогии между структурой дерева (ствол, ветки, листва) и членениями фасада здания. По теории Жолтовского, архитектурные формы развиваются из некоего «статического начала», которое, «подобно растительному семени, связи, узлам, порождает подчиненные ему формы». Принцип дифференциации помогает архитекторам выявить ядро композиции, а также ее развитие в вертикальном или горизонтальном направлении, иерархию форм и их масштабность.

Принцип структуризации пространства. В органическом мире структуризация описывается как «постепенность перехода от внутреннего пространства к наружному с целью сохранить постоянный температурно-влажностный режим внутри организма и одновременно осуществить водогазообмен и инсоляцию, а также предохранить от различных механических воздействий в целом».

Примером сборно-разборного сооружения, спроектированного на основе бионических принципов микроклиматической регуляции, является юрта кочевых народов Азии. Кроме оптимизированной для создания комфортного микроклимата формы, здесь немаловажную роль играют материалы конструкций. Например, войлок, используемый в качестве строительного материала юрты, представляет собой прекрасный

биологический материал, обладающий свойствами терморегуляции. Благодаря использованию войлока достигается эффект изоляции от летнего перегрева жарким летом и достаточного утепления зимой. Материал незаменим в условиях резких перепадов дневной и ночной температур воздуха в горах.

Ю. С. Лебедев также пишет о принципе «ящик в ящике», «пространство в пространстве», означающем не столько функциональную, сколько микроклиматическую дифференциацию архитектурного пространства. Из бионических архитектурных форм примечательны в данном отношении купола-оболочки, тентовые конструкции, имеющие возможность перекрывать большие территории и организовывать внутри дополнительные пространства.

Принцип стандартизации. Повторяемость однотипных элементов в формах живой природы – видовая и межвидовая унификация. В природе, к примеру, пчелиные соты – правильные шестигранные призмы, составленные вместе. В архитектуре – сборно-разборные геодезические купола (сферические поверхности) собираются из повторяющихся элементов различных геометрических форм и успешно применяются в проектах известными архитекторами Б. Фуллером, Ф. Отто, М.С. Туполевым, Г. Гюншелем.

Интересны некоторые проекты «городов будущего» 1920 годов. В проекте Г. Крутикова «Летающий город» (1928г.) стандартизированная подвижная жилая ячейка-кабина имела место, предусмотренное для причаливания в стационарный жилой комплекс.

В результате рассмотрения данных принципов можно сказать, что проектирование и строительство архитектурных объектов на основе бионического подхода открывает путь к познанию сложных систем, дает возможность глубже понять законы их структурного построения, объективные основы красоты природных и мобильных архитектурных форм.

Таким образом, архитектурная бионика открывает перспективы использования сложных формообразующих и структурообразующих элементов, создание архитектуры, способной адаптироваться к современным требованиям и условиям жизни.

Литература

1. Лебедев, Ю.С. Архитектура и бионика. Изд. 2-е, перераб. и доп. / Ю.С. Лебедев. – М.: Стройиздат. – 1977. – 221 с.
2. Липов, А.Н. У истоков современной бионики. Биоморфологическое формирование в искусственной среде [Текст] / А.Н. Липов // Полигнозис. – 2010. – №3(39).
3. Сапрыкина, Н.А. Основы динамического формирования в архитектуре: учебник для вузов [Текст] / Н.А. Сапрыкина.– М.: Архитектура – 2005. – 312 с.

4. [Электронный ресурс]. - Режим доступа. – <http://www.novate.ru/>
5. [Электронный ресурс]. - Режим доступа. – <http://www.archi-tec.ru/>
6. [Электронный ресурс]. - Режим доступа. – <http://www.arhitekto.ru/>

УДК 624.014

В.И. Зислин

Современное воплощение идей инженера В.Г. Шухова в строительстве башен

Валерий Григорьевич Шухов – великий инженер рубежа XIX-XX веков. Его конструкции безусловно считаются культурным наследием, а также примером гениальной инженерной мысли. Одним из его удивительных творений является гиперболоидная конструкция башни, запатентованная им в 1889 году.

В описании патента на «Ажурную башню» в качестве предмета изобретения было предложено использовать две системы прямолинейных «стержней из уголкового железа и труб». В местах пересечений направляющих стоек башен уголки склепывали друг с другом. Для достижения необходимой связности к ним с внутренней стороны остова прикрепляли горизонтальные кольца. Полученная таким образом поверхность представляет собой вполне жесткую систему.

Основная причина быстрого распространения в России башен системы Шухова заключалась в их низкой стоимости по сравнению с другими типами по критерию экономичности, легкости и устойчивости.

Практически башни Шухова оказались вдвое дешевле аналогичных сооружений для водоснабжения. Это открывало широкие перспективы для их использования в промышленном строительстве.

Водонапорная башня, построенная по этой системе, на Всероссийской выставке 1896 года стала настоящей сенсацией для специалистов и, как писали тогда, «одним из главных магнитов для публики». Удачно выбранные пропорции сооружения (высота 25 м, соотношение диаметров нижнего и верхнего колец 2,6) делали конструкцию очень изящной. Сооружение было рассчитано на то, чтобы выдержать самый сильный ураган.

Гиперболоидные башни сразу получили широкое распространение. За сравнительно короткое время они стали заметной деталью промышленного ландшафта России и архитектурного облика многих городов. В 1910-1911 гг. по заказу Морского ведомства Шухов спроектировал два гиперболоидных маяка для Херсонского порта: Аджигольский, высотой 68 м (до огня), и Станиславский, высотой 26,8 метров.

Начиная с 1908 года сетчатые башни системы Шухова стали использоваться в качестве корабельных мачт. Они были установлены на большинстве судов ВМФ США, а также на двух русских броненосцах – «Андрей Первозванный» и «Император Павел I». В 1919-1922 годах была возведена знаменитая сетчатая шестисекционная радиобашня на Шаболовке в Москве, а в 1928-1929 годах по той же системе построены трех- и пятисекционные опоры ЛЭП НИГРЭС [2].

Шухов с нескрываемым удовольствием использовал свойство гиперboloида принимать самые разные формы, например, изменяя положение раскосов или диаметры верхнего и нижнего колец секций.

Для башен большой высоты Шухов предложил конструкцию многоярусных башен, чтобы избежать возникновения неустойчивости стержней в башне большой высоты.

В настоящее время использование таких конструкций в отечественном строительстве неоправданно мало, несмотря на их неоспоримое достоинство. Архитектура шуховских башен одновременно выразительна и грациозна. Как свидетельствует внучка Валерия Григорьевича Елена Шухова о данных конструкциях : «Их ни на что прежде не похожий внешний облик органично вытекает из свойств материала и до конца исчерпывает его возможности в построении формы, и эта «чистая» инженерная идея никак не маскируется и не декорируется «лишними» элементами».

Благодаря необычайно широким возможностям формообразования они применяются сегодня такими именитыми архитекторами, как Ричард Бакминстер Фуллер, Фрай Отто, Норман Фостер, Ричард Роджерс, Сантьяго Калатрава, Франк О. Гери, Поль Андре, Ренцо Пьяно.

Кроме архитектурных, данная конструкция также обладает рядом конструктивных преимуществ, которые являются ключевыми в строительстве. Первая связана с тем, что седловидная форма придает даже тонкостенным пространственным конструкциям сравнительно высокую устойчивость. Второй практической причиной их применения в строительстве является то, что эти криволинейные поверхности можно просто изготовить из прямых элементов. Третья причина – это оптимальная по использованию прочности материала схема решетки, поскольку в направляющих гиперболоидной конструкции возникают одноосные, почти одинаковые по величине напряжения во всех ее точках.

Примером высокой надежности конструкций данного типа является Шуховская башня на берегу Оки у города Дзержинска высотой 128 метров. Из 40 несущих опорных стержней 16 было вырезано вандалами и, несмотря на это, благодаря высокому запасу прочности и устойчивости, башня устояла (рис.1).

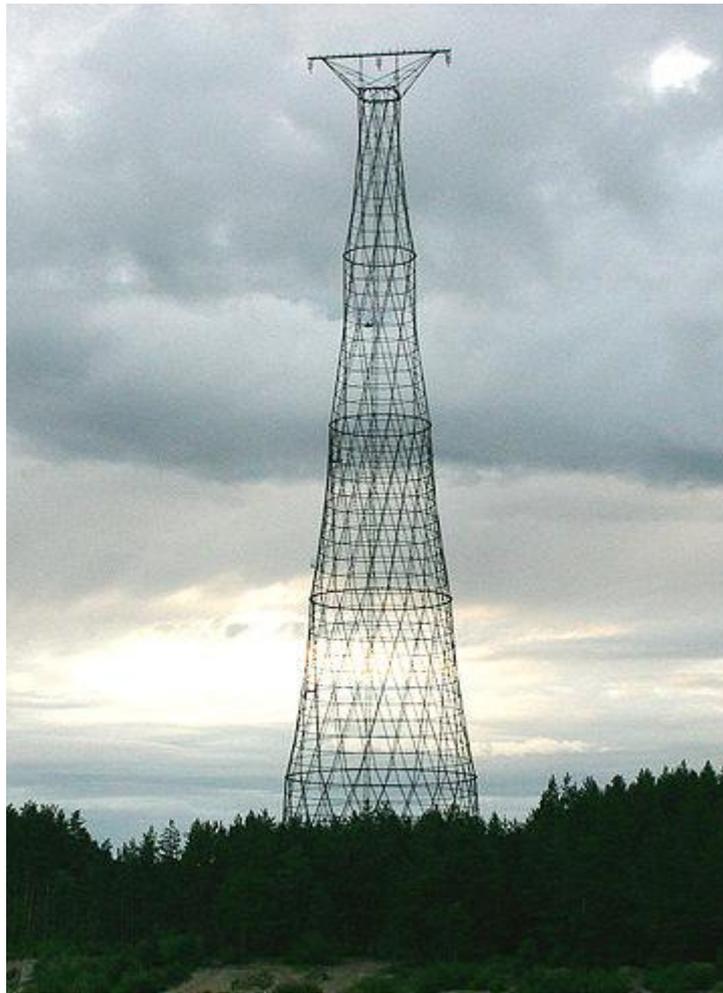


Рис. 1. Шуховская башня на Оке

Преимущество гиперboloидных вертикальных сетчатых конструкций инженера В.Г. Шухова заключается и в том, что они обладают высокой несущей способностью при небольшой металлоемкости.

В зарубежном строительстве в последнее время все больше стали применять шуховские гиперboloиды. В 1963 году в порту города Кобе в Японии по проекту компании *Nikken Sekkei* была построена 108-метровая гиперboloидная шуховская башня (*Kobe Port Tower*). В 1968 году в Чехии по проекту архитектора Карела Хубачека была построена подобная башня «Йештед» высотой 100 метров. В 2003 году была построена аналогичная башня Шухова в Цюрихе. 610-метровую гиперboloидную сетчатую шуховскую башню возвели в 2010 году в Гуанчжоу в Китае компанией *Arup* (рис.2).

Рассмотрение истории создания гиперboloидных Шуховских башен и более глубокое изучение данного вида конструкции позволяет убедиться в уникальности этой конструктивной системы. Использование ее при строительстве современных высочайших сооружений доказывает эффективность и оптимальность гиперboloидной формы.



Рис. 2. Слева: телебашня Гуанчжоу в Китае, справа: Шуховская башня в порту города Кобе в Японии

При том, что за рубежом все больше интересуются и используют данный тип конструкции, в России, на родине великого инженера В.Г.Шухова, уделяют гораздо меньше внимания использованию таких систем. Необходимо разрабатывать методики проектирования подобных конструкций для того, чтобы наследие В.Г. Шухова, 160-летний юбилей которого мы недавно отметили, воплощалось в современном отечественном строительстве.

Литература

1. Р. Грефе. Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции / Р. Грефе, М. Гаппоева, О. Перчи. – М.: Мир, 1995. – 192 с.
2. Леонидова, Е. Гиперболоид инженера Шухова / Е. Леонидова // Белгор. изв. – 2010. – 3с.
3. Лескова, Н. Человек-фабрика/ Н. Лескова// Наука и жизнь – 2013. – № 12. – С. 97-109.
4. Металлоконструкции системы В. Г. Шухова – скорость, прочность, красота// Мир металла. – 2013. – N3/4. – С. 16-21.
5. Виноградова, Т.П. Башня Шухова на р.Оке – техническое и напряженно-деформированное состояние существующих конструкций/ Т.П.Виноградова, А.И.Колесов, И.В.Молев, И.А.Ямбаев, Е.К.Никольский, С.А.Санкин, Н.А.Василяко// Великие реки – 2007: Тр. Междунар. науч.-промышлен. конгресса. - Н.Новгород, 2007. – 712 с.

К вопросу об учете редуцированных площадей в изгибаемых тонкостенных гнутых профилях

Стремление к экономии веса ведет к широкому использованию тонкостенных холодногнутых стержней и анализ потери устойчивости таких элементов имеет большое значение.

Существенного прогресса в решении задач устойчивости плоской формы изгиба тонкостенных стержней открытого профиля не происходит. Связано это с трудностями интегрирования уравнений устойчивости, которые содержат переменные коэффициенты. По этой причине известны решения только для случаев, когда поперечная нагрузка вызывает лишь один закон изменения изгибающего момента по длине стержня. Под эти условия подводятся и задачи устойчивости при симметричной эпюре изгибающего момента.

Известно несколько способов учета изменения жесткостных характеристик пластин при местной потере устойчивости. Одна из первых формул для определения коэффициента редуцирования площади сжатого тонкостенного элемента предложена Т. Карманом:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_{кр}}{\sigma_{max}}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{кр}$ – напряжение в сжатом элементе при местной потере устойчивости; σ_{max} – максимальные напряжения в сжатом элементе.

Накопленный экспериментальный материал по исследованию закритического поведения тонкостенных конструкций позволил уточнить выражение (1.1). Дж. Винтер в своей работе предложил формулу:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_{кр}}{\sigma_{max}}} \left(1 - 0,22 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{кр}}{\sigma_{max}}} \right). \quad (2)$$

При использовании формул Кармана и Винтера равновесная ветвь $P = f(w)$ имеет два участка. На первом участке редуцирование не выполняется, т.е. $\eta = 1$. На втором участке жесткость редуцируется по (1) или (2). Условие начала редуцирования получаются из (1) и (2) при $\eta = 1$. Редуцирование поперечного сечения по формуле Кармана начинается при уровне напряжений в догружаемом элементе, соответствующем напряжениям местного выпучивания $\sigma_{max} = \sigma_{кр}$. Редуцирование при использовании формулы Винтера начинается при напряжениях в догружаемом элементе $\sigma_{max} = 0,453\sigma_{кр}$.

Для определения редуцированного коэффициента В. Койтером предложена формула:

$$\eta = 1 - \frac{g^2}{g^4}, \quad (3)$$

где $g(x)$ – поперечный профиль местной формы, а черта сверху обозначает среднее значение соответствующей величины.

Формулы Кармана (1) и Винтера (2) дают непрерывное изменение коэффициента редуцирования (с ростом нагрузки). По Койтеру (3) коэффициент η изменяется в момент местной потери устойчивости резко, скачкообразно.

Важным моментом является распределение «эффективной» площади по сечению сжатых элементов тонкостенных стержней при различных условиях опирания пластин на ненагруженных краях, а также в зависимости от направления общего изгиба стержня.

При рассмотрении вопроса расчета металлических тонкостенных конструкций с определением редуцированной площади профиля, основным современным нормативным техническим документом является Еврокод-3. Основные положения расчета редуцированной площади применимы для тонкостенных холодногнутых профилей с одинарным и двойным краевым отгибом (рис. 1).

В связи с тем, что продольно сжатые участки тонкостенного профиля могут потерять местную устойчивость при напряжениях, не достигших предела текучести стали f_y , расчетные геометрические характеристики сечения следует определять с учетом его редукции, т.е. снижения рабочей площади. Редуцирование поперечного сечения при местной потере устойчивости выполняется путем выключения из работы части сжатых элементов профиля с дальнейшим использованием в расчете «эффективного» сечения.

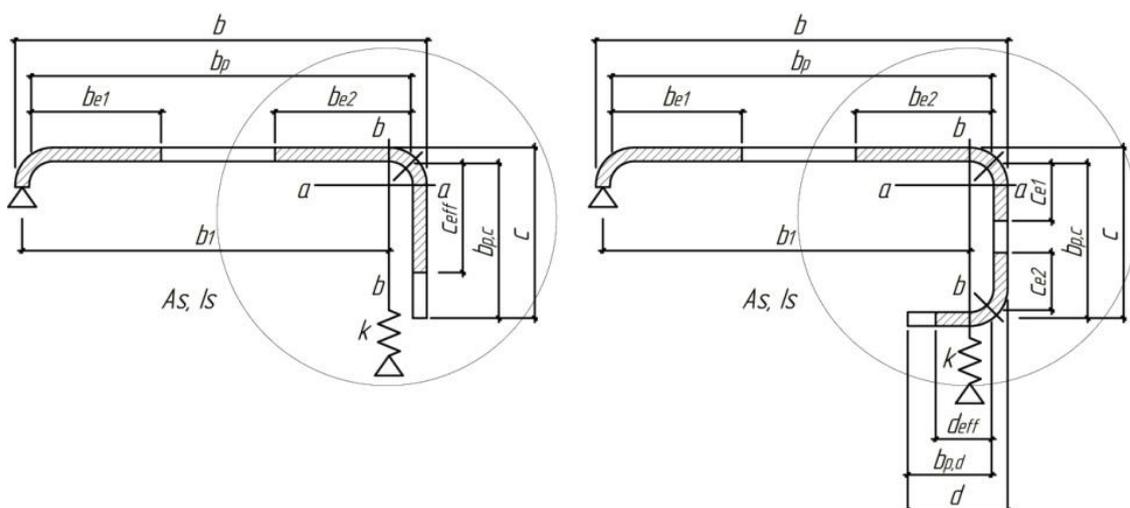


Рис. 1. Увеличение жёсткости в результате перехода от одинарного отгиба к двойному

Эффективная площадь поперечного сечения A_s краевого отгиба определяется по формулам: $A_s = t \sqrt{e_2 + c_{eff}}$ – для одинарного краевого отгиба и $A_s = t \sqrt{e_2 + c_{e1} + c_{e2} + d_{eff}}$ – для двойного краевого отгиба, где: c_{eff} и d_{eff} – значения эффективных ширин определяются по формулам (4, 5):

$$c_{eff} = \rho b_{p,c} \quad (4)$$

$$d_{eff} = \rho b_{p,d}, \quad (5)$$

где ρ – понижающий коэффициент при потере устойчивости пластины определяется по СП 16.13330.2011 Стальные конструкции, с учетом коэффициента потери устойчивости k_σ .

$$k_\sigma = 0,5, \quad \text{если } b_{p,c} / b_p \leq 0,35$$

$$k_\sigma = 0,5 + 0,83 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{b_{p,c}}{b_p} - 0,35\right)^2}, \quad \text{если } 0,35 \leq b_{p,c} / b_p \leq 0,60. \quad (6)$$

Для сжатой пластины с односторонним закреплением (свес листа):

$$\begin{aligned} \rho &= 1,0 && \text{для } \bar{\lambda}_p \leq 0,748 \\ \rho &= \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0 && \text{для } \bar{\lambda}_p > 0,748. \end{aligned} \quad (7)$$

Для сжатой пластины с двухсторонним закреплением:

$$\begin{aligned} \rho &= 1,0 && \text{для } \bar{\lambda}_p \leq 0,673 \\ \rho &= \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055 \cdot \sqrt{\psi}}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0 && \text{для } \bar{\lambda}_p > 0,673, \text{ где } \sqrt{\psi} \geq 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Существующие нормы не учитывают действительную работу тонкостенных гнутых профилей толщиной $t \geq 5$ мм. В Еврокод-3 рассматривается определение редуцированной площади с учетом идеализации граничных условий пластин, составляющих поперечное сечение, а также с учетом распределения напряжений по сечению.

Вышеизложенный материал рассматривался только для центрально-сжатых тонкостенных конструкций.

Одним из методов расчета, позволяющих учесть действительную работу элементов, является численный метод, основанный на методе конечных элементов (МКЭ). В данной статье изложено определение редуцированной площади тонкостенного гнутого изгибаемого стержня численным методом на примере пространственной конечно-элементной модели, рассчитанной с учетом физически-нелинейной работы материала.

В данной статье изложено определение редуцированного поперечного сечения для тонкостенных конструкций при изгибе.

В качестве поперечного сечения рассчитываемого изгибаемого стержня принят профиль ПС-100-1,0 с элементом повышенной жесткости стенки.

Характеристики материала задаваемые в Nastran (безразмерные):

- модуль Юнга или модуль упругости: $E=210000$;
- модуль сдвига: $G=79300$;
- коэффициент Пуассона: $\nu=0,3$.

В качестве материала стержней принята сталь марки С345 со следующими расчётными характеристиками:

- предельное напряжение на растяжение: $R_y=345$;
- предельное напряжение на сдвиг: $R_s=200$;
- толщина элементов 1,0 мм.

К рассчитываемой к.э. модели (рис. 2) приложена распределенная нагрузка по длине стержня к верхнему поясу.

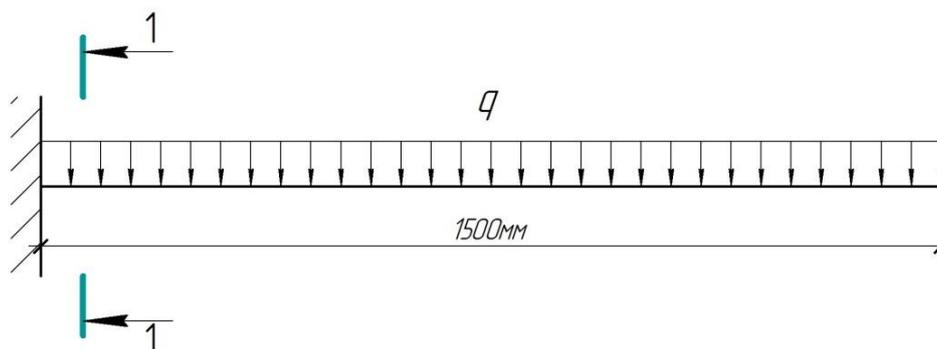


Рис. 2. Расчетная схема тонкостенного стержня

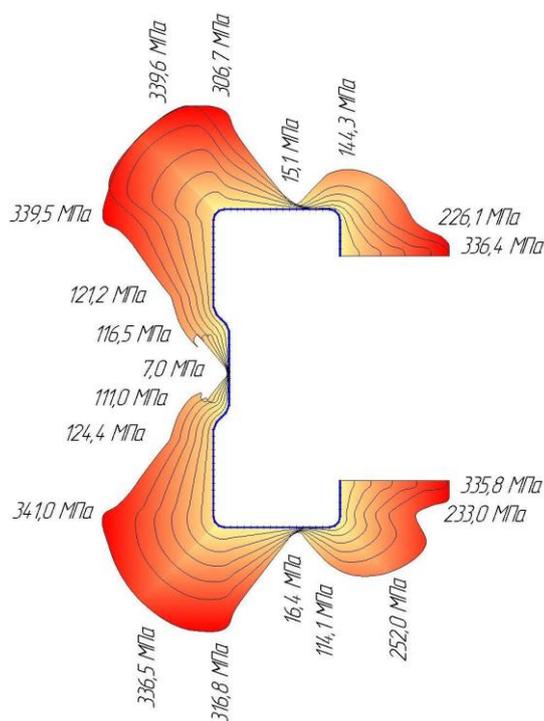


Рис. 3. Эпюр эквивалентных напряжений в поперечном сечении профиля ПС-100-1,0 (разрез 1-1)

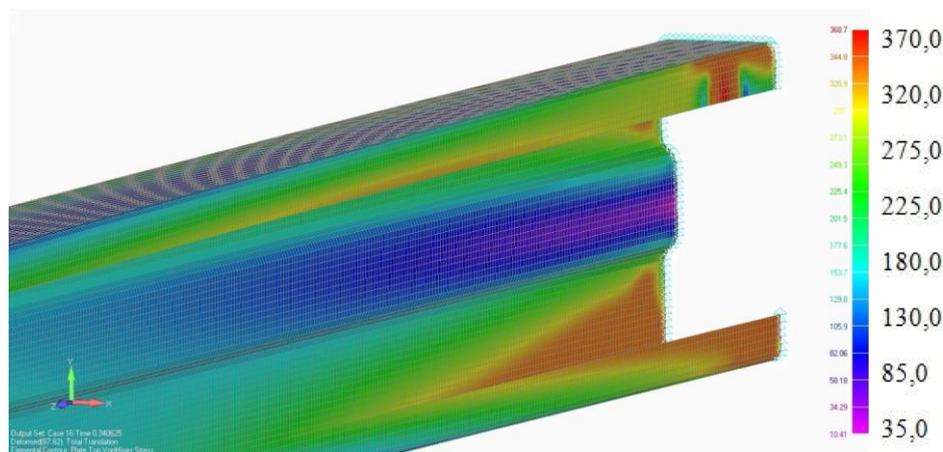


Рис. 4. Деформированная схема фрагмента расчетной модели профиля ПС-100-1,0 с элементом повышенной жесткости вблизи защемленной опоры, при расчете на общую устойчивость

В результате линейного расчета получено значение усилий в заделке, равное 1194,0 Н. С целью выявления возможной потери местной устойчивости стенки и полок стержня от критической нагрузки выполнен нелинейный расчет с учетом геометрической нелинейности и физически нелинейной работы материала. В результате нелинейного расчета получено значение усилий, равное 368,7 Н, соответствующее потере общей устойчивости изогнутого стержня, при обеспечении местной устойчивости.

На основании сравнения результатов расчетов других конечно-элементных моделей (ПС-150-1,0 и ПС-200-1,0), выполненных по методике, приведенной в Еврокод-3 и МКЭ, можно сделать следующие выводы:

1) изгиб конечно-элементной модели с кручением профиля приводит к изменению положения эффективного центра жесткости и жесткостных характеристик сечения стержня, что, в свою очередь, сказывается на общей устойчивости стержня в закритической области;

2) редуцированная площадь для рассматриваемого типа профиля определяется численным методом и по методике, изложенной в Еврокод-3. Из результатов численного расчета наблюдается отсутствие потери местной устойчивости поясов и стенки, и отсутствие редуцированного поперечного сечения, а по методике, изложенной в Еврокод-3, редуцированное поперечное сечение определяется и составляет 26,7% от полной площади поперечного сечения;

3) численный расчет тонкостенного гнутого профиля на местную устойчивость с учетом нелинейных свойств материала показывает неравномерное распределение эквивалентных напряжений по поперечному сечению с исключением из работы участков сечения, удаленных от мест загиба.

Литература

1. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции: свод правил, актуализированная редакция СНиП II-23-81*: утв. Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря № 791: дата введ. 20.05.2011. – М., 2011. – 177 с.
2. Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций. Часть 1-3: Общие правила. Дополнительные правила для холодногнутых элементов и листов. СЕН. 2004. – 124 с. (EN 1993-1-3:2004 E).
3. Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций. Часть 1-5: Пластинчатые элементы конструкций. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск – 2010. – 60 с. (ТКП EN 1993-1-5-2009 (02250)).

УДК 692.445

Н.М. Исаева

Закономерности изменения массы металлических односетчатых звездчатых куполов

Опыт проектирования и строительства показывает, что купольные системы являются одной из наиболее эффективных конструктивных форм и наилучшим образом отвечают решению важной народно-хозяйственной задачи, связанной с экономией всех видов ресурсов. Поэтому поиск решений рациональных купольных систем актуален в настоящее время.

Результатом магистерской работы является формулировка кратких рекомендаций по назначению рациональных проектировочных параметров металлических односетчатых звездчатых куполов на ранних стадиях проектирования и разработка методики определения расхода материала куполов без предварительного расчета системы. Выявленные в ходе работы зависимости массы несущих конструкций купольных покрытий от основных геометрических проектировочных параметров и величин действующих нагрузок позволяют сократить начальный этап проектирования купольных покрытий, упростить выбор конкурентоспособных куполов при их вариантном проектировании.

Для исследования закономерностей массы рассматриваемых куполов выбран метод перебора вариантов с анализом полученных результатов, предполагающий рассмотрение значительного числа куполов, отличающихся друг от друга одним и более параметрами. Оптимальное проектирование звездчатых куполов напрямую связано с исследованием относительной значимости различных факторов, колебание величин которых существенно влияет на их технико-экономическую эффективность. Для односетчатых звездчатых куполов такими параметрами являются: диаметр купола, стрела подъема или отношение

стрелы подъема к диаметру, количество ярусов и кольцевых элементов или длина стержневых элементов, а также нагрузки от веса кровли и снегового покрова.

За показатель экономичности решения принят показатель массы купола g , определяющийся как отношение расхода материала в килограммах к перекрываемой площади. Значения показателя массы определяются после подбора сечений конструктивных элементов в программном комплексе SCAD на основании действующих нагрузок, заданных согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».

Наиболее характерными закономерностями изменения показателя массы рассматриваемых куполов при тех или иных переменных параметрах являются следующие.

1) Зависимость показателя массы g от диаметра d , изменяющегося в пределах от 24 до 96 м, при удельном весе покрытия 1кН/м^2 , 4-м снеговом районе, при числе ярусов $m=7$, числе кольцевых элементов $n=18$ и отношении f/d от $1/2$ до $1/9$ представлена на рис. 1 (показатель массы купола диаметром 42 м принят за 100%).

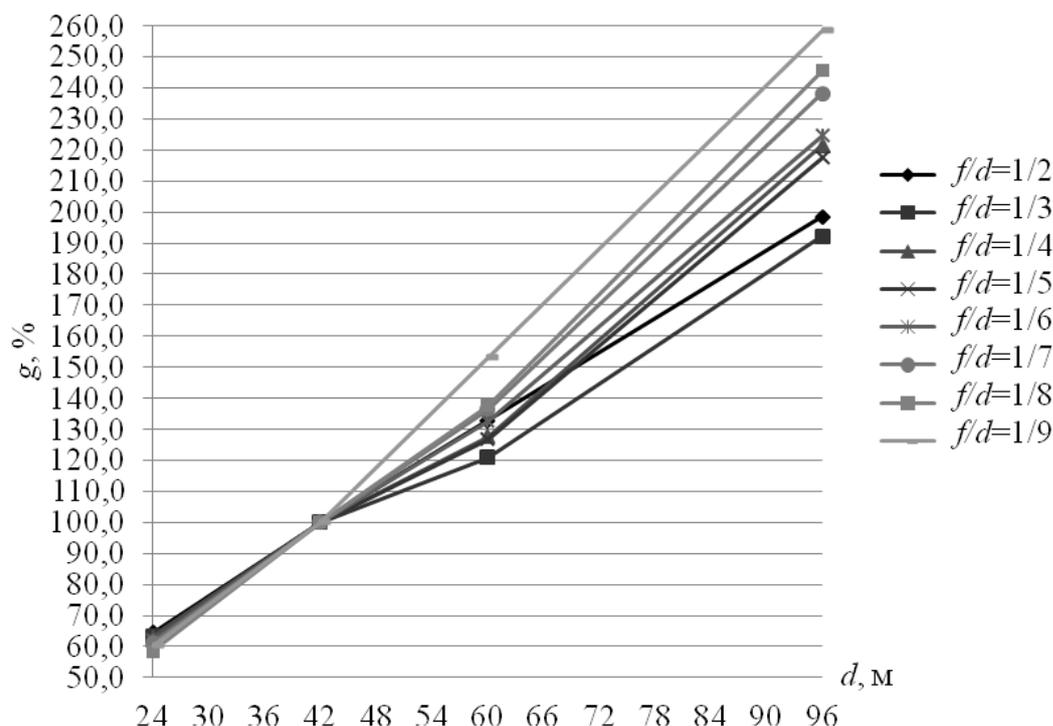


Рис. 1. Графики зависимости «показатель массы g – диаметр купола d »

При изменении пролета реальных куполов их конструкции не меняются пропорционально во всех элементах, и поэтому зависимость «показатель массы – диаметр купола» нелинейная. Это объясняется тем, что в рассматриваемых куполах при увеличении количества элементов появляются мелкие стержни с небольшими усилиями, сечения которых нельзя принимать меньше минимальной площади, обусловленной конструктивными требованиями. Эти стержни обладают некоторым

запасом прочности, и при увеличении усилия с возрастанием диаметра купола изменяется только запас прочности при постоянной площади поперечного сечения. Поскольку количество стержней, площадь которых принимается из конструктивных соображений, в каждом куполе зависит от общего числа стержней и величины нагрузки, то от этих же факторов зависит и степень нелинейности зависимости «показатель массы – диаметр купола».

2) Соотношение между стрелой подъема и диаметром купола влияет не только на расход материалов на несущие конструкции, но и на эксплуатационные расходы. Общая закономерность изменения показателя массы от соотношения f/d , изменяющегося в пределах от $1/2$ до $1/9$, при диаметре $d=24, 42, 60, 96$ м, при удельном весе покрытия 1кН/м^2 , 4-м снеговом районе, при числе ярусов $m=7$, числе кольцевых элементов $n=18$ показана на рис. 2.

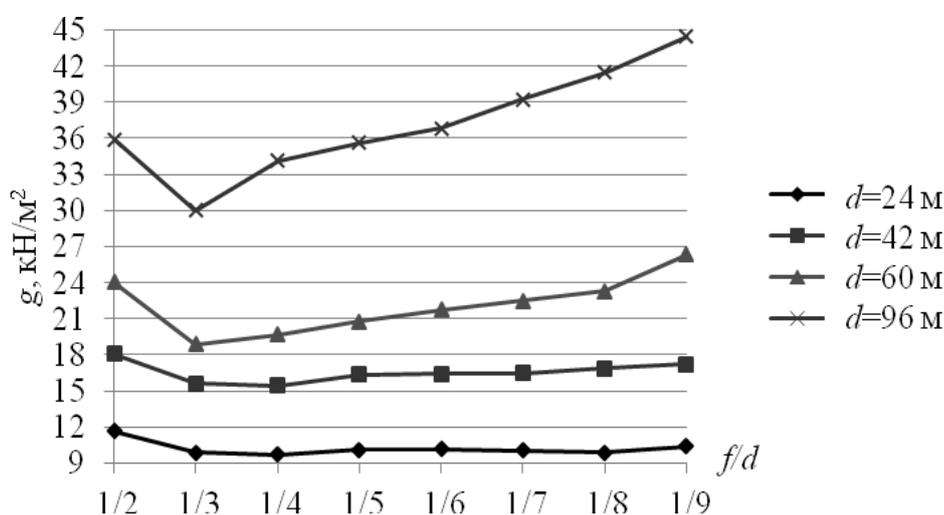


Рис. 2. Влияние степени пологости купола на показатель массы g

Из приведенных графиков видно, что при уменьшении отношения f/d от $1/2$ до $1/3$ для куполов любого диаметра наблюдается значительное уменьшение массы. Это обусловлено следующим: при определении сечений элементов, имеющих большую длину, лимитирующей является предельная гибкость, поэтому уменьшение площади поверхности купола, а, следовательно, и длин элементов при уменьшении стрелы подъема с $1/2$ до $1/3$ диаметра вызывает резкое уменьшение массы, так как возросшие усилия не приводят к изменению сечений элементов. Для куполов диаметром 24 м и 42 м наименьшее значение показателя массы достигается при отношении $f/d=1/4$, а для диаметров 60 м и 96 м выраженное минимальное значение показателя массы - при $f/d=1/3$. Следует отметить, что при заданных начальных условиях для куполов диаметром 24 м и 42 м показатели массы при $f/d=1/4$ не намного меньше соответствующих показателей при $f/d=1/3$.

3) Зависимость показателя массы g от величины отношения f/d и количества элементов у куполов диаметром 42 м представлена на рис. 3.

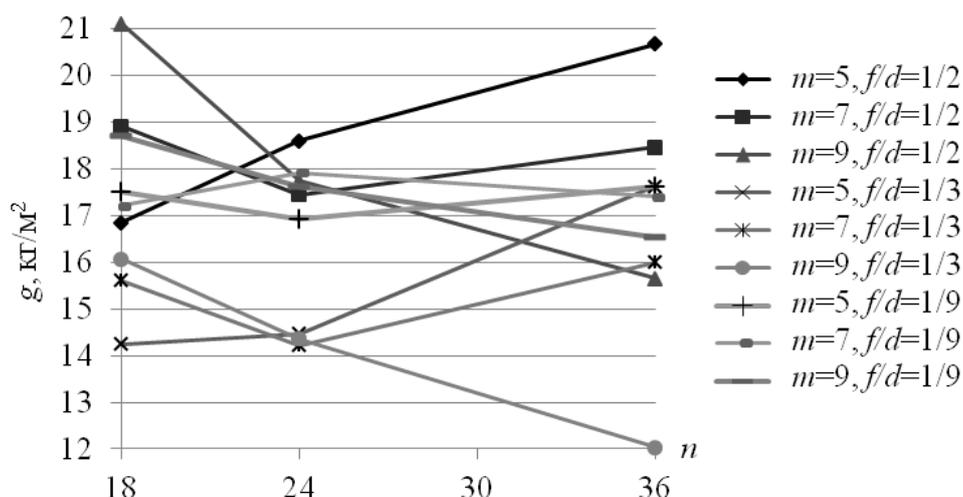


Рис. 3. Зависимость показателя массы g от величины отношения f/d и количества элементов у куполов диаметром 42 м

Наименьший показатель массы для куполов диаметром 42 м при соотношении $f/d=1/3$ для $n=18$ достигается при $m=5$, для $n=24$ при $m=7$, а для $n=36$ при $m=9$. Причем значение показателя массы для этих куполов уменьшается с увеличением n , однако, при дальнейшем увеличении n до 42 и пропорциональном изменении m до 11, масса купола уже начинает возрастать. Общим для данных куполов является то, что длины меридиональных и кольцевых стержней первых ярусов практически равны, а наименьшее значение показателя массы достигается при отношении длины элементов к диаметру купола близком к 0,085.

4) Зависимость показателя массы g от величины постоянной нагрузки веса кровли и отношения f/d купола диаметром 42 м близка к линейной и показана на рис. 4.

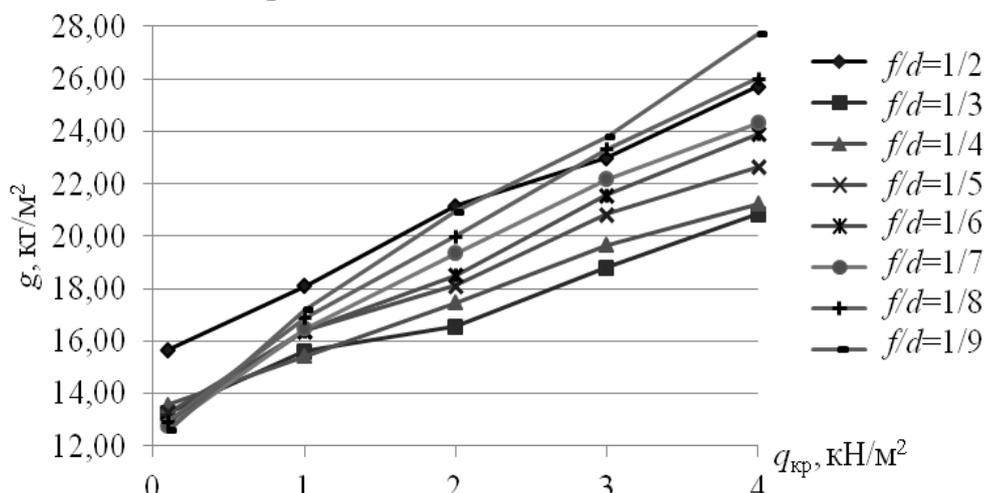


Рис. 4. Зависимость показателя массы g от величины постоянной нагрузки веса кровли и отношения f/d купола диаметром 42 м

Наиболее интенсивное увеличение массы с увеличением постоянной нагрузки от веса кровли наблюдается у пологих куполов.

5) Зависимость показателя массы g от величины снеговой нагрузки и отношения f/d купола диаметром 42 м показана на рис. 5.

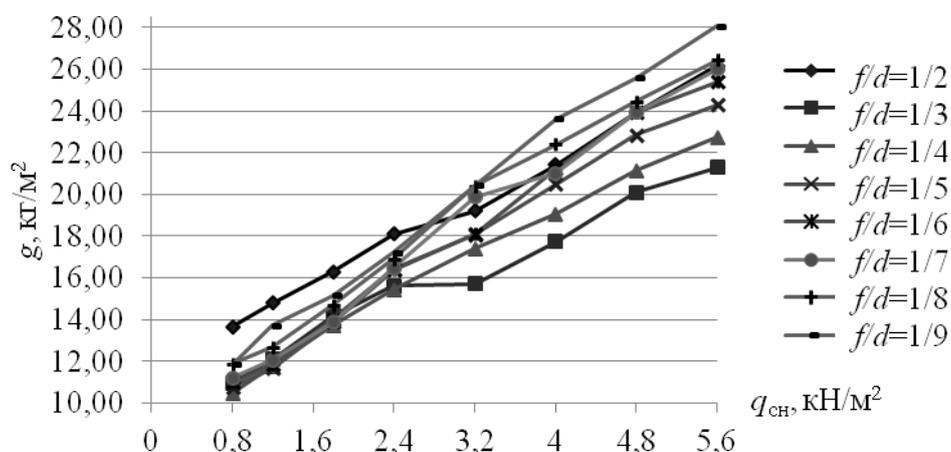


Рис. 5. Зависимость показателя массы g от величины снеговой нагрузки и отношения f/d купола диаметром 42 м

Наиболее интенсивное увеличение массы с увеличением снеговой нагрузки наблюдается у пологих куполов.

На основании полученных закономерностей изменения массы можно составить общие рекомендации по выбору рациональных параметров односетчатого звездчатого купола.

1) Диаметр купола обычно задается исходя из функционального назначения и геометрических параметров здания. Верхняя граница рациональной величины пролета составляет порядка 90 м, но при больших пролетах возникают значительные технические трудности, связанные с обеспечением общей устойчивости системы и выполнением монтажа. По сравнению с односетчатыми куполами двухсетчатые обладают большей пространственной устойчивостью, и как было установлено в предыдущих работах, посвященных данной теме, они экономичнее односетчатых куполов по расходу материала при пролетах свыше 60 м. Нижняя граница пролетов односетчатых куполов составляет порядка 20 м, так как для исследуемых куполов с наименьшим рассматриваемым диаметром 24 м показатели массы конкурентоспособны по материалоемкости в сравнении с плоскостными конструкциями.

2) Для большинства рассчитанных куполов с разными параметрами наименьшее значение показателя массы наблюдается при отношении стрелы подъема к диаметру купола $f/d=1/3$, поэтому такое соотношение между стрелой подъема и диаметром в большинстве случаев является рациональным с точки зрения расхода материала на несущие конструкции купола. Однако на показатель высоты значительное влияние оказывает стоимость ограждения, поэтому с точки зрения наименьшей стоимости рациональны более пологие купола.

3) У куполов с небольшим числом ярусов ($m=5$) масса увеличивается с увеличением количества ребер тем больше, чем выше купол. С возрастанием числа ярусов масса с увеличением числа ребер уменьшается тем значительнее, чем меньше стрела подъема купола.

С увеличением пролета куполов наиболее выгодными по материалоемкости будут купола с более короткими элементами, а с уменьшением диаметра наиболее экономичными становятся купола с более длинными элементами.

Наименьшими по стоимости будут купола из более длинных стержней, поскольку в них меньше число монтажных узлов.

Литература

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия / Госстрой России, Москва 2011 г.
2. Молев, И. В. Стержневые звездчатые купола. Техико – экономический анализ : учеб. пособие / И. В. Молев. – Горький: ГИСИ им. В. П. Чкалова, 1990. – 76 с.

УДК 711.57

Я.К. Крутовский

Типологическое разнообразие университетских городков как полифункциональных градостроительных образований

Университеты как учебные комплексы первоначально не предполагали единого пространства для обучения, но в процессе роста и интеграции учебного процесса, усложнялись структуры, возникали новые типологические свойства университетских пространств.

Университетский кампус как типологическая градостроительная единица и форма его физического и пространственного существования возникли относительно недавно. КАМПУС – имущественный комплекс, который может включать в себя учебные, научно-лабораторные, опытно-производственные, общественно-рекреационные и жилые объекты и пространства на единой обособленной территории, принадлежащей одной организации, с преимущественно пешеходной доступностью всех объектов комплекса. Понятие «кампус» впервые было применено в описании Принстонского университета в Принстоне, США (XVII в.). Этимология этого слова указывает на пространственную протяженность и обособленность территорий первых университетов.

В различных регионах и странах университетские комплексы как градостроительные объекты, объединенные общей функцией, бывают нескольких типов, которые формировались на протяжении истории. Все университетские комплексы, как совокупности образовательных объектов,

можно разделить на 3 основных типа:

- городские комплексы распределенного типа;
- городские локальные комплексы интегрированного, или «кампусного», типа;
- загородные (или пригородные) университетские кампусы.

Тип первый: городские распределенные комплексы. По сути, этот тип университетского комплекса представляет собой не кампус, а совокупность университетских объектов, рассредоточенных или рассеянных в городской среде. Эффективен и исключительно хорошо «работает», если городская среда, в которой размещены объекты университета, представляет собой большую ценность в культурном и социальном смысле этого слова, например, Нью-Йоркский университет в Гринвич-Вилладж, Сорбонна в Латинском квартале Парижа, Сити Колледж Нью-Йорк в Гарлеме.

Второй тип: городские локальные университетские комплексы, которые представляют собой кампусы высокой плотности в городской застройке. Обособленность территории такого типа ограничивает возможности пространственного развития и нового строительства, порождает проблемы социального комфорта и трудности с размещением сооружений специального назначения (например, лабораторных), требующих обособленного и специального зонирования. Эффективен, как и первый тип, только в социально-комфортной урбанистической среде крупного города.

Примерами комплексов такого типа могут служить МИТ в Кембридже, Бостон, соседствующий с Гарвардом, хотя и он имеет большие трудности с поисками резервных территорий для своего развития. Негативным примером может быть кампус «Жюссье» Парижского университета в Латинском квартале, который в настоящее время полностью реконструируется.

Третий тип: пригородные (загородные) локальные университетские кампусы, расположенные за пределами плотной городской застройки. Это наиболее современная и признанная на сегодняшний день эффективная стратегия кампуса университета (поскольку даже старые университеты сейчас вынуждены основывать новые кампусы на границе или за пределами городской черты). Характеризуется несколькими отличительными чертами: четкой обособленной и защищенной территорией, архитектурно-акцентированным публичным пространством-«входом» на территорию кампуса и более приватным характером пространства кампуса; наличием сильной пространственной и транспортной связи с центром города и другими транспортными системами; низкой плотностью освоения и высоким качеством ландшафтной среды. Примерами могут служить такие американские кампусы, как Калифорнийский университет в Беркли и Принстонский университет в Принстоне, университеты мегакампуса в Гуанчжоу.

На основе анализа территорий кампусов университетов из верхних строчек мировых рейтингов формулируются основные требования к созданию комфортной пространственной среды и градостроительной стратегии развития успешного образовательного пространства университета, которая бы способствовала повышению активности учащихся и исследователей.

Кратко признаки современного кампуса и критерии, необходимые для его устойчивого развития, можно сформулировать следующим образом.

1. Наличие *концепции и программы развития*, поскольку современный университетский кампус – это не здания, а учебные программы и актуальные научные исследования, под которые пространство трансформируется и меняется, которые интегрированы в архитектуру и пространственную структуру ландшафта, т.е. реализуются в планировке, функциональном зонировании и в архитектурном облике зданий и сооружений.

2. Автономия кампуса, предполагающая *наличие обособленной территории и резервных территорий* для развития (площадь которых во многих случаях значительно превышает площадь освоенной территории). Значимым фактором для развития университета является наличие в территориальной близости технопарка, особой экономической зоны для реализации инновационных концепций.

3. Высокие требования к *привлекательности архитектурно-пространственной среды* кампуса, которая должна соответствовать повышенным требованиям к качеству жизни и учебы. И, в то же время, эта среда призвана привлекать лучших специалистов и студентов (в том числе иностранных), преимущественно с пешеходной доступностью всех объектов учебного, научного, социального и жилого назначений. С этой целью необходимо наличие внутренних общественных пространств и открытой для посетителей и горожан «публичной зоны» для формирования связи кампуса с городом.

4. *Интеграция в природный ландшафт* – «зеленый кампус». Современная концепция кампуса как многофункционального градостроительного объекта в природной среде предполагает интеграцию в природное окружение и существование в симбиозе с природным окружением. Ландшафт кампуса в обязательном порядке включает парковые территории, леса, водные пространства, и является одной из наиболее перспективных концепций - концепция «зеленого кампуса». Она основана на широком *применении энергоэффективных технологий* и подразумевает максимально озелененные территории, которые служат одновременно рекреационным целям и являются резервами для дальнейшего развития.

5. Для полноценного функционирования пространства кампуса университета особенно необходима развитая надежная современная

система инженерной и транспортной обеспеченности. Это предполагает наличие устойчивых транспортных связей с центром города, значимыми транспортными узлами, общественно значимыми объектами, а также существование внутреннего транспорта и своей, в какой-то степени автономной, системы инженерного обеспечения.

6. Для многих успешных университетских кампусов характерна низкая плотность освоения территории – в среднем не более 80 чел. на 1 га и низкая плотность застройки – 3–4 уровня для лабораторий и учебных зданий, 4–5 этажей для жилых зданий (при наличии свободной территории). Такие показатели считаются необходимыми для создания комфортной архитектурной среды университета.

7. *Безопасность территории* (как технической, так и социальной) и *социальный комфорт*. В качестве вопросов обеспечения технической безопасности каждый кампус решает проблемы контроля доступа и безопасности внутреннего пространства, а в вопросах социальной безопасности большое значение имеет задача создания условий для развития толерантных отношений между студентами, между преподавателями и студентами. Создание атмосферы без агрессии основано в первую очередь на воспитании культурной идентичности и формировании университетской культурной традиции.

Университетские городки сегодня являются наиболее современной формой организации вузовского образования, поскольку обеспечивают совмещение функций учебы, отдыха и работы на единой территории.

Литература

1. Кропотова, О.В. Качество архитектурной организации современной жилой студенческой среды/ О.В. Кропотова // Вестник ТГАСУ. Архитектура и градостроительство. – Томск, 2008. – №1.

2. Stephen, A.K. Building type basics for College and University Facilities / A.K. Stephen // David J. Neuman. KAIA. Series Founder and Editor, 2003.

3. Птичникова, Г.А. Взаимодействие архитектурного образа и философско-этических идей (на примере развития архитектуры университетских комплексов США)/ Г.А. Птичникова // Вестник ВолгГАСА, серия: «Строительство и архитектура». – Волгоград, 2002. – Вып. 2(5) – С. 206-249.

4. Кулешова, Г.И. Образы науки и архитектура научных комплексов/ Г.И. Кулешова // Вопросы философии. - М.: Наука, 1992. –№ 4, – С.24.

Водные системы и малые архитектурные формы в формировании промышленных усадебных комплексов

Наиболее известные усадебно-парковые комплексы всегда обладали обширными водоемами. Постоянно развивающаяся наука способствовала появлению водопровода – в качестве источника водоснабжения, транспортных путей – в виде водных каналов, а также малых архитектурных форм, напрямую связанных с водой, – в виде элементов благоустройства.

Каждый российский сад, даже провинциальный, должен был изумлять посетителя какими-либо редкими водными устройствами, экзотическими растениями, птицами, животными, павильонами, скульптурой. Поэтому при них устраивались обширные оранжереи, парники, вольеры и зверинцы, лаборатории, обсерватории, библиотеки, кухни, купальни, которые отнюдь не были «подсобными» помещениями – помещениями второстепенного значения. Они были главной гордостью их хозяев. К ним приводили гостей, их с гордостью показывали, ими «угощали». Они поднимали престиж владельцев, свидетельствовали об их знаниях и интересах, об их вкусе, а потому на них затрачивались огромные средства, при них держали инженеров, огромное число садовников и садовых рабочих, их воздвигали не на задворках, а на парадных местах.

Расцвет усадебного строительства в России произошел в XVIII веке, в связи с развитием промышленности, архитектуры и науки. Водная энергия в то время активно использовалась для работы металлургических и металлообрабатывающих заводов. При формировании таких комплексов важную роль играли сооружения, непосредственно связанные с созданием водоемов: шлюзы, водоспуски, перепады, водосбросы, плотины, дамбы.

Старинные гидротехнические сооружения и водосбросы создавали каскад прудов, который постоянно питал заводы для бесперебойной работы. Такая система, например, была применена при устройстве усадьбы Баташевых-Шепелевых. С 1767 по 1815 гг. Выксунские заводы использовали гидроэнергию на всех трудоемких операциях. Но и после вода плотин долгое время крутила механизмы, охлаждала детали и прочее. Насыпь (тело плотины) имела несколько прорезов, через которые вода поступала в вешняки для холостого пропуска избыточных вод или в капитальный ларь (деревянный канал). От него шла разветвленная система труб и желобов к находящимся в разных производственных корпусах водяным колесам завода, а потом через внутризаводские протоки шла дальше и могла использоваться еще и еще, образуя каскад прудов.

Для начала XVIII в. плотины были весьма крупными сооружениями и представляли собой насыпи с водосбросами, по которым проходили

дороги для движения конного транспорта. Нередко для подачи воды использовались колодцы, которые с помощью внутреннего механизма собирали воду из ключей. Искусственные пруды создавались путем перегораживания оврагов, а также выкапывались вручную. Они были необходимы для противопожарной безопасности, водоснабжения, а также для промысловой деятельности, такой, как ловля рыбы. Помимо прямых функций, все эти сооружения художественно оформлялись для эстетического восприятия композиции. Рядом с ними для отдыха, защиты от дождя и солнца устраивались беседки, купальни, павильоны и др., как правило, у открытой водной глади, что улучшало зрительное восприятие всего ландшафта усадебного комплекса.

Для переправы через водоемы, овраги или другие преграды сооружались разнообразные мосты и мостовые переходы. Условиями для расположения мостов являлись как размеры и формы водоемов, так и архитектурно-планировочное решение территории. При создании мостов-водосбросов и мостов-водовыпусков часто решалась задача пространственного построения пейзажей. Как правило, материалом служили камень и металл.

В парковом строительстве применялось и сейчас применяется большое разнообразие фонтанов. Они различаются по величине и конфигурации бассейнов, количеству ниспадающих струй, по приемам их архитектурного обрамления, а также по высоте, числу, форме и мощности. В исторических парках размещались многочисленные фонтаны и фонтаны-шутихи, которые при помощи трубчатых насадок выбрасывали под напором струи воды. Также, в число сооружений по благоустройству водоемов входили такие устройства, как причалы, лестницы и спуски, деревянные мостики, обеспечивающие удобный подход к лодкам и воде. Для облегчения передвижения по значительным территориям усадебных комплексов с различными уклонами устраивались лестницы и пандусы, которые органично вписывались в природный ландшафт. Помимо укрепительных функций в условиях сложного рельефа, они также могли выполнять декоративные функции.

Литература

1. Рыжова, Т. С. Малые архитектурные формы в благоустройстве городских территорий : учеб. пособие / Т. С. Рыжова. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2008. – 138 с.

2. Паспорт объекта культурного наследия (памятника истории и культуры) – Усадебно-промышленный комплекс: Три пруда с плотинами и водосбросами (Усадебно-промышленный комплекс Баташевых. Три пруда с плотинами и водосбросами). – Упр. гос. охраны объектов культ. наследия Нижегород. обл. 2.1 (3.1.7) №-1.16.17. Инв. № 2409.

Экспериментальное исследование изгибаемых элементов из тонкостенных холодногнутых профилей в форме швеллера

Использование холодногнутого оцинкованного профиля толщиной до 3 мм в качестве несущих конструкций в зданиях и сооружениях с небольшими нагрузками на покрытие позволяет получить значительный экономический эффект по сравнению с традиционными стальными конструкциями из горячекатаных и гнутых профилей.

Основными задачами совершенствования стальных конструкций является уменьшение трудоемкости их изготовления и монтажа, а также снижение металлоемкости за счет совершенствования существующих методик расчета.

Существенного прогресса в решении задач устойчивости плоской формы изгиба тонкостенных стержней открытого профиля не происходит. Связано это с трудностями интегрирования уравнений устойчивости, которые содержат переменные коэффициенты.

При рассмотрении вопроса расчета металлических тонкостенных конструкций с определением редуцированной площади профиля, основным нормативным техническим документом в настоящее время является Еврокод-3. Вторым методом расчета, позволяющим учесть действительную работу элементов, является численный метод, основанный на методе конечных элементов (МКЭ). Третий метод – это проведение экспериментального исследования.

Для проведения экспериментальных исследований в центральной лаборатории ННГАСУ была разработана конструкция испытательного стенда. Испытания проводились на 2-х моделях (ПС-1, ПС-2) тонкостенных холодногнутого стоечных профилей из оцинкованной стали. В моделях ПС-1 и ПС-2 длина профиля принята 1,5 м. Испытание модели ПС-1 проведено на кручение с изгибом, а модели ПС-2 – только на изгиб.

Нагрузки производились ступенями до потери местной устойчивости с регистрацией показаний прогибомеров, угла закручивания, перемещении полок и измерения ширины раскрытия полок профиля.

Модель 1: принят стержень ПС-100-1,0 длиной $l=1500$ мм, для обеспечения закрепления левый торец поместили в заранее изготовленный деревянный ящик с последующим замоноличиванием гипсовым раствором. Полная площадь поперечного сечения $A_{п.с.}=2,0$ см², гибкость по полной площади $\lambda=98,04$. В результате пошагового (ступенями) приложения нагрузки получены значения закручивания стенки, изгиб и деформация полок от первоначального положения.

Анализ полученных результатов показывает, что при последовательном нагружении с шагом 120 Н до нагрузки 1320 Н идет

пропорциональное увеличение угла закручивания стенки профиля и изгиба полки от первоначальной устойчивой формы. Нагружение профиля до величины нагрузки, соответствующей 1440 Н привело к увеличению интенсивности перемещений, изменению характера деформаций и потере несущей способности стержня, которая сопровождалась появлением пластических деформаций полки и стенки вблизи жесткой защемленной опоры. При этом общая характеристика деформации закрученного профиля соответствует результатам, полученным численным методом (рис. 1), характерным для потери общей устойчивости закрученного стержня.

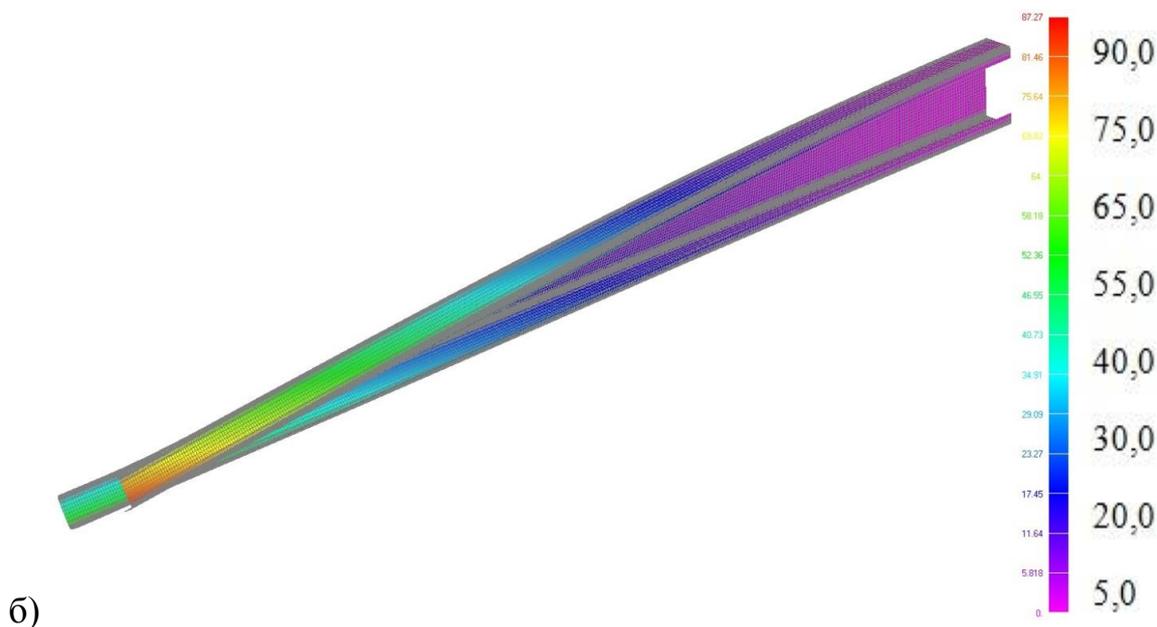
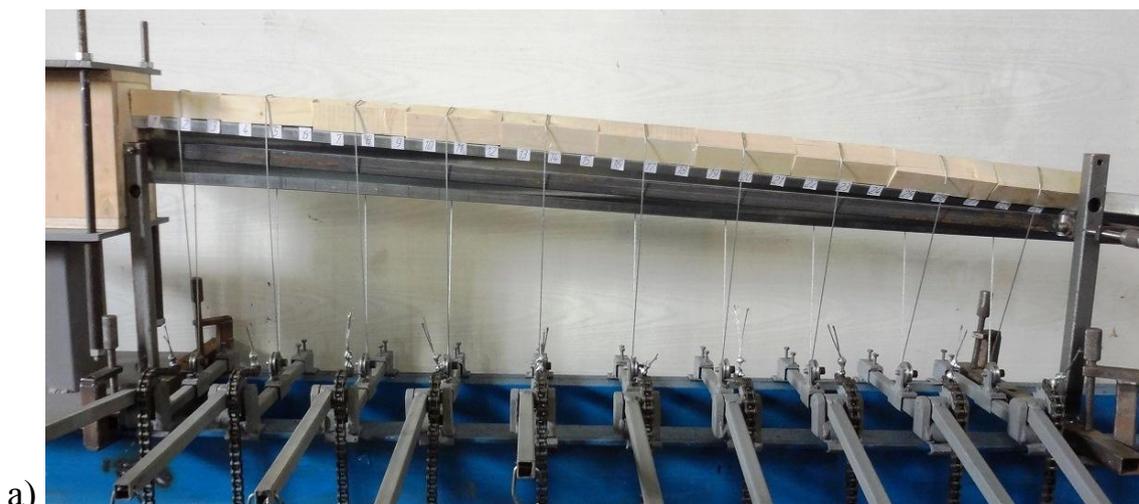


Рис. 1. Деформация профиля ПС-100-1,0 от изгибающей нагрузки
а) результат эксперимента; б) численно полученная схема деформации

Модель 2: принят стержень ПС-100-1,0 длиной $l=1500$ мм с закреплением левого торца аналогично модели 1 и закреплением от перемещений по горизонтали при помощи п-образной опоры правого торца с шароподшипниками скольжения для возможности вертикального

перемещения. Полная площадь поперечного сечения $A_{п.с.} = 2,0 \text{ см}^2$, гибкость по полной площади $\lambda = 98,04$. В результате пошагового (ступенями) приложения нагрузки получены значения изгиба и деформация полки от первоначального положения.

Анализ полученных результатов показывает, что при последовательном нагружении с шагом 330 Н до нагрузки 2310 Н идет пропорциональное увеличение изгиба полки от первоначальной устойчивой формы. Нагружение профиля до величины нагрузки, соответствующей 2640 Н привело к увеличению интенсивности перемещений, изменению характера деформаций и потере несущей способности стержня, которая сопровождалась появлением пластических деформаций полки и стенки вблизи жесткой заземленной опоры. При этом общая характеристика деформации закрученного профиля соответствует результатам, полученным численным методом (рис. 2), характерным для потери общей устойчивости закрученного стержня.

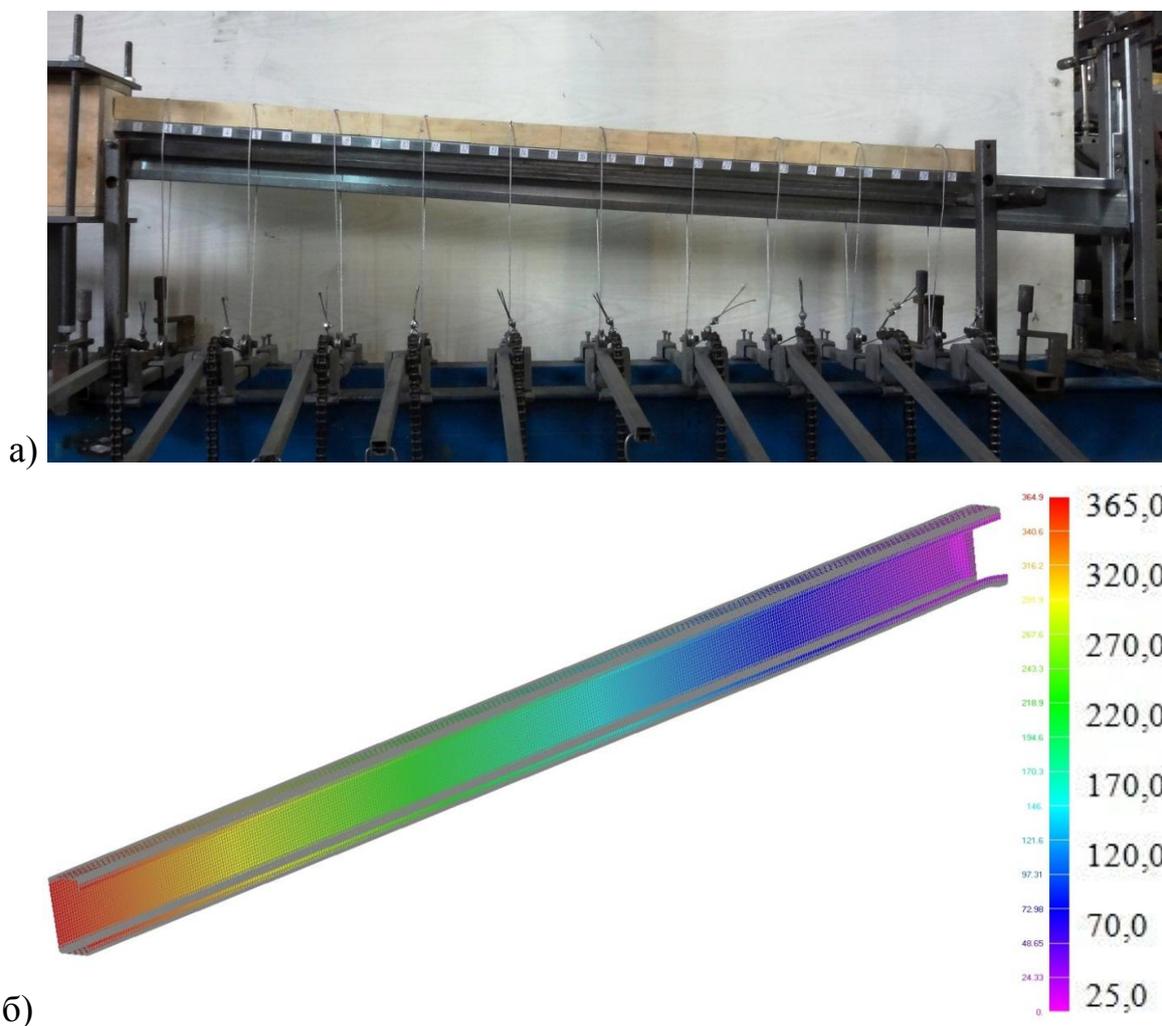


Рис. 2. Деформация профиля ПС-100-1,0 от изгибающей нагрузки
а) результат эксперимента; б) численно полученная схема деформации

Экспериментальные нагрузки приняты такие, при которых показатели индикаторов не менялись в процессе снятия показаний, но при этом форма поперечного сечения имела существенное отклонение от первоначального состояния по результатам измерений.

На основании проведенных экспериментов профилей на изгиб с кручением было выявлено отсутствие местной потери устойчивости профиля ПС-100-1,0 без элемента повышенной жесткости и отсутствие редуцированной площади.

По результатам проведенных экспериментальных исследований можно сделать выводы.

1. Результаты проведенных экспериментальных исследований закрученного тонкостенного гнутого профиля типа ПС без элемента повышенной жесткости в зоне стенки показали, что превалирующим критерием потери несущей способности консольного стержня без раскреплений от перемещения из плоскости является критерий потери общей устойчивости, сопровождающийся изгибно-крутильной деформацией. Только на последнем шаге нагружения появляются пластические деформации в зоне жесткой защемленной опоры.

2. Результаты проведенных экспериментальных исследований изогнутого тонкостенного гнутого профиля типа ПС без элемента повышенной жесткости в зоне стенки показали, что потеря несущей способности происходит по критерию общей устойчивости. Только на последнем шаге нагружения появляются пластические деформации в зоне жесткой защемленной опоры.

Литература

1. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции: свод правил, актуализированная редакция СНиП II-23-81*: утв. Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря № 791: дата введ. 20.05.2011. – М., 2011. – 177 с.

2. Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций. Часть 1-3: Общие правила. Дополнительные правила для холодногнутых элементов и листов. CEN. 2004. – 124 с. (EN 1993-1-3:2004 E).

УДК 711.73

И.В. Курбатов

Средства комплексного инженерного благоустройства городских набережных

История развития большинства городов мира неразрывно связана с входящими в их структуру водными пространствами – реками, озерами или морями. Поэтому неотъемлемой частью городов, имеющих выход к водным пространствам, являются прибрежные территории. Широкие

водные пространства оказывают наибольшее воздействие на образ города. К наиболее распространенным естественным водоемам в городах относятся реки. Такие города, как Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Лондон, Гамбург, Париж и др., напрямую ассоциируются с реками, на которых расположены. Крупные водные и озелененные пространства являются не только эстетическим местом отдыха населения, но и выполняют важнейшую оздоровительную функцию.

Для защиты прибрежных территорий от разрушений, от оползневых явлений, а также для украшения фасада города строят набережные и проводят берегоукрепительные работы. Строительство набережных ведется с учетом будущего градостроительного использования окружающей территории, а планировка набережной должна увязываться с архитектурно-планировочным решением всего городского района. Объективным фактором, влияющим на проектирование набережной, является величина и конфигурация акватории в пределах городской черты.

Однако набережная – это не только берегоукрепительное сооружение. Набережные – это объемно-планировочные комплексы у водоемов, занимающие значительные городские территории и непосредственно связанные с городской застройкой и акваторией. Роль каждого компонента в формировании ансамбля набережной различна. Специфическое сочетание их может создать бесконечное разнообразие объемно-планировочных решений набережных. Большое значение при этом наряду с гидрологическими характеристиками водоема имеют природно-климатические и почвенно-геологические условия местности.

Важнейшими элементами инженерного благоустройства набережных являются различные *сооружения* – наземные, на воде и подземные. Наземные сооружения находятся на террасах набережной и ее откосах. На воде размещаются пирсы, рестораны-поплавки и т. д. Подземные сооружения (водозаборные устройства, водовыпуски и т. д.) строятся в толще береговых склонов и террас. Для береговых откосов характерны видовые площадки, малые архитектурные формы, беседки, лестницы, торговые павильоны, рекламные стенды, павильоны на транспортных остановках и т. д.

К важнейшим элементам комплексного инженерного благоустройства набережных относятся:

- подпорные стенки;
- террасы набережной от линии регулирования до красной линии застройки или до берегового склона;
- благоустройство набережной и прилегающей территории;
- зеленые насаждения;
- малые архитектурные формы;
- элементы освещения.

Наиболее ответственным компонентом являются сооружения у воды и прежде всего *подпорные стенки*. Они в значительной степени

определяют фасад набережной с реки. При этом профиль таких стенок может быть: откосным, полуоткосным, вертикальным. Эстетические характеристики их не равноценны. Так, большие бетонные поверхности откосов отнюдь не украшают город. Гораздо лучше выглядит этот элемент, решенный в виде вертикальной стенки. Кроме того, при вертикальной стенке легче сделать различные членения вдоль набережной, которые разнообразят кордон (линию регулирования) и создадут характерный абрис ее в плане, организуя тем самым прибрежное пространство акватории.

Следующим компонентом набережной являются ее *террасы*, т. е. территории от линии кордона до линии застройки или подошвы берегового склона. Их планировка и профиль определяются функциональным назначением набережной. Имеются и такие набережные, на которых террасы отсутствуют, и фронт городской застройки совмещен с подпорной стенкой.

Одним из важнейших компонентов набережных является их *благоустройство*. Оно состоит из нескольких элементов. Сюда относится, прежде всего, инженерная подготовка территории и оформление инженерного оборудования. Кроме того, благоустройство включает и другие детали, создающие комфортную среду, например: площадки для отдыха, бордюры, мозаичные панно и т. п. Благоустройство набережных включает создание пешеходных аллей и транспортных дорог, озеленение и освещение, прокладку подземных коммуникаций, устройство защитных дренажных сооружений и т. д.

Если набережные превращены в транспортные артерии, они должны иметь плотное защитное озеленение со стороны жилой застройки. В этих условиях необходимо предпринимать все возможные меры к тому, чтобы это вынужденное решение минимально влияло на прибрежный ландшафт, а в перспективе использовать набережные в основном для отдыха городских жителей.

Для кратковременного отдыха и прогулок на набережных следует создавать условия среди зелени у воды, на площадках отдыха, с которых открываются наиболее выразительные живописные панорамы городского ландшафта. Огромная роль в оформлении набережных отводится *зеленым насаждениям*, при подборе которых следует обращать внимание на высоту деревьев и кустарников, их форму, на окраску листвы и изменения ее цвета, на время цветения. Ассортимент деревьев, кустарников, цветов и их композиции в сочетании с газонами, малыми архитектурными формами могут быть самыми разнообразными. Газоны и цветники широко применяют при оформлении откосных набережных, создавая плотный зеленый ковер с яркими пятнами цветов.

Озеленение набережных производится с сохранением существующих взрослых деревьев и кустарников рядами, отдельными деревьями или группами свободных очертаний с тем, чтобы насаждения не мешали

обзору водоема, а обрамляли и подчеркивали открывающиеся перспективы на водную гладь. Зеленые насаждения высаживают с учетом общего архитектурно-планировочного решения территории, которое зависит от функционального назначения набережной, ее формы и размеров, конструкции береговых откосов и подпорных стенок. Зачастую их размещают симметрично, по сторонам проезжей части, или асимметрично, как правило, с преобладанием посадок, устройством бульвара непосредственно у воды.

В комплексном инженерном благоустройстве набережных важнейшую роль играют *малые архитектурные формы*. Они помогают достигнуть стилистического единства между оформлением набережной и прилегающей к ней городской средой. Одна из задач внешнего благоустройства – повышение разнообразия и художественной выразительности набережной и открытых пространств. Она решается формированием функционально-пространственной структуры и предметного оборудования открытого пространства на набережной. Своеобразие и индивидуальность, сомасштабность архитектурно-пространственной среды набережной в сочетании с озеленением обеспечивают такие средства внешнего благоустройства, как геопластика, подпорные стенки, лестницы, пандусы, плоскостные сооружения (видовые площадки, для кратковременного отдыха и т.п.). Поэтому художественные качества, тщательность изготовления, целесообразность приемов размещения и состав малых архитектурных форм влияют на конечный результат – создание гармоничной пространственной среды на набережной.

Малые архитектурные формы, используемые в благоустройстве набережных, традиционно разделяют по функциональному назначению на:

- утилитарно-массового назначения (лестницы, пандусы, скамьи, урны, ограждения, элементы освещения и др.);
- декоративного назначения (скульптуры, вазоны и др.).

Малые архитектурные формы утилитарно-массового назначения, несомненно, должны подчеркивать стилистику зданий и сооружений, около которых они расположены. Использование декоративных малых архитектурных форм имеет огромное значение при формировании пешеходной зоны на набережной. Во-первых, использование различных по стилистике скульптур может подчеркнуть общую идею места и одновременно служить ярким акцентом. Во-вторых, использование мобильного озеленения в вазонах позволяет включить интересные растительные композиции в ансамбль набережной.

Для того, чтобы пребывание на набережной в вечернее и ночное время было безопасным и комфортным, необходимо максимально продумать освещение набережной. Освещение набережной должно составлять единую систему функционально-декоративного освещения, органично вписываясь в концепцию прилегающей застройки.

Сами светильники не должны нарушать естественный облик территории как в темное время суток, так и днем. Эстетичный вид ночного города определяется правильностью решений в декоративном и архитектурном освещении. Освещение береговых линий относится к наиболее важному виду искусственного света. Как и в любом другом освещении, свет для набережной это не только функциональная предназначенность, но и достижение целей в создании эффективного эстетического образа.

Отдавая дань декоративности, освещение береговой линии может осуществляться при использовании различных средств, а изготовление приборов освещения для нее базируется на самых разнообразных дизайнерских подходах. Эффективность в освещении не только самой набережной, но и воды достигается при использовании в системах специальных приборов, создающих динамический свет, а подсветку сооружений зачастую выполняют с помощью различных прожекторов, характеризующихся направленным светом. Для единой световой системы набережной, состоящей из множества компонентов, важна согласованность между освещением различных ее частей.

Ландшафтное проектирование общегородских комплексов набережных формирует архитектурный образ города. Такое проектирование дает в руки градостроителя мощное средство, при помощи которого можно буквально формировать индивидуальное лицо города, создавая акценты там, где их наметила сама природа.

Литература

1. Аксельрод, Л.С. Городские набережные / Л.С. Аксельрод. М.: Министерство коммунального хозяйства РСФСР, 1952.
2. Владимиров, В.В. Город и ландшафт / В.В. Владимиров, Е.М. Микулина, З.Н. Яргина. – М.: Мысль, 1986.
3. Денисов, М. Ф. Набережные / М. Ф. Денисов. – М.: Стройиздат, 1982. – 149 с.
4. Горохов, В. А. Набережные [Электронный ресурс] / В. А. Горохов – Режим доступа: <http://landscape.totalarch.com/node/25>

УДК 539.3

Д.А. Ламзин

Развитие модификации метода Кольского для испытаний хрупких материалов в жесткой обойме на основе теоретико-экспериментального анализа

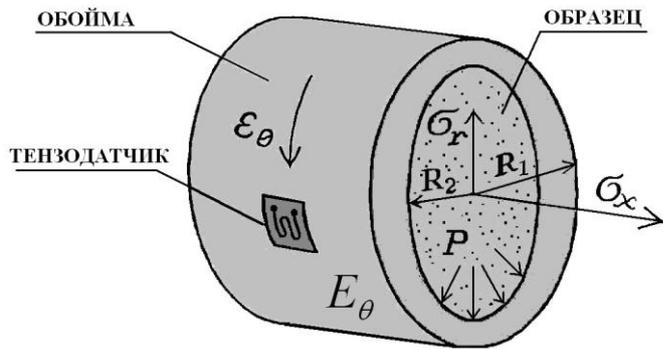
Исследование процессов высокоскоростного деформирования и разрушения конструкционных материалов является одним из развивающихся направлений современной инженерной науки. Данное направление приобретает особую актуальность в свете недавних событий,

поскольку довольно часто стали происходить различного рода природные катастрофы, технологические аварии, террористические акты, несчастные случаи и другие ситуации, сопровождающиеся интенсивными ударными и взрывными воздействиями. Кроме того, в последние годы активно развивается проектирование и строительство промышленных объектов, при эксплуатации которых возникают разнообразные динамические воздействия на конструкции. При современном проектировании и расчете строительных конструкций широко используются компьютерные программы (например, SCAD, ANSYS, NASTRAN, ABAQUS, LS-DYNA и др.), в основу которых положены численные методы решения уравнений механики деформируемого твердого тела. При этом напряженно-деформированное состояние (НДС) моделируемой конструкции определяется математической моделью материала, набором параметров и констант, заложенных в расчет. Поэтому для определения разнообразных механических характеристик материалов и оснащения математических моделей материальными функциями, а также для построения предельных поверхностей (поверхности текучести, поверхности разрушения и др.) с целью разработки новых и проверки существующих гипотез прочности, необходимо развивать методическую базу динамических экспериментов. При этом в литературе отмечается, что уровень имеющихся экспериментальных методик и технических средств не позволяет всесторонне и напрямую решать обозначенные задачи для хрупких, разносопротивляющихся материалов. Поэтому в данной работе было проведено развитие модификации метода Кольского для испытаний хрупких материалов в условиях пассивного ограничения радиальной деформации на основе теоретико-экспериментального анализа. Получена формула для определения радиальной деформации образца. Отмечено, что данную формулу нужно использовать, когда изменяется одномерное деформированное состояние образца при увеличении степени и скорости деформации.

1. Модификация метода Кольского для испытаний хрупких материалов в жесткой обойме

При испытании хрупких материалов с помощью модификации метода Кольского – сжатие в жесткой обойме, испытываемый образец располагается между торцами мерных стержней в ограничивающей его радиальную раздачу металлической обойме (рис. 1). При этом предполагается, что радиальной деформацией образца по сравнению с продольной можно пренебречь и считать деформированное состояние одномерным, а напряженное состояние трехмерным, то есть:

$$\sigma_1 = \sigma_x; \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_r; \varepsilon_1 = \varepsilon_x; \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_r \approx 0.$$



$$\sigma_x(t) = \frac{EA}{A_s} \varepsilon^T(t);$$

$$\varepsilon_x(t) = -\frac{2c}{L_s} \int_0^t \varepsilon^R(t) \cdot dt;$$

$$\dot{\varepsilon}_x(t) = -\frac{2c}{L_s} \varepsilon^R(t);$$

$$\sigma_r(t) = \frac{1}{2R_2^2} \left[E_\theta (R_1^2 - R_2^2) \varepsilon^\theta(t) \right].$$

Рис. 1. Схема образца в обойме и формулы для определения его НДС. В формулах: E , A , c – модуль Юнга, площадь поперечного сечения и скорость звука в мерных стержнях соответственно; A_s и L_s – площадь сечения и длина образца соответственно; $\varepsilon^I(t)$, $\varepsilon^R(t)$, $\varepsilon^T(t)$ – падающий, отраженный и прошедший импульсы деформации мерных стержней соответственно

Продольные напряжения $\sigma_x(t)$, деформации $\varepsilon_x(t)$ и скорость продольной деформации $\dot{\varepsilon}_x(t)$ определяются по формулам традиционной методики Кольского, а радиальные напряжения $\sigma_r(t)$ определяются по импульсу деформации, зарегистрированному на металлической обойме. Давление $P(t)$, объемная деформация $\theta(t)$, интенсивность напряжений $\sigma_i(t)$ и деформаций $\varepsilon_i(t)$ как функции времени при испытании образца в обойме определяются следующим образом:

$$P(t) = \frac{\sigma_x(t) + 2\sigma_r(t)}{3}, \theta(t) \approx \varepsilon_x(t), \sigma_i(t) = \sigma_x(t) - \sigma_r(t), \varepsilon_i(t) \approx \frac{2}{3} \varepsilon_x(t).$$

Далее из полученных параметрических зависимостей после их взаимной синхронизации исключается время как параметр, строится диаграмма одноосного деформирования образца $\sigma_x \sim \varepsilon_x$, кривая объемной сжимаемости $P \sim \theta$, диаграмма «в интенсивностях» $\sigma_i \sim \varepsilon_i$ и другие зависимости, а также определяется коэффициент бокового давления, коэффициент Пуассона и другие характеристики.

2. Теоретико-экспериментальный анализ методики

Поскольку при нагружении образца, размещенного в металлической обойме, происходит его некоторая радиальная раздача, представляет определенный практический интерес определить величины радиальных деформаций и их вклад в объемную деформацию и интенсивность деформаций. Поэтому данная методика была проанализирована и получена теоретическая формула, позволяющая определять радиальную деформацию образца по импульсу деформации, зарегистрированному на наружной поверхности обоймы. На основании проведенных экспериментов с мелкозернистым бетоном с использованием полученной формулы были построены временные зависимости радиальных деформаций в процессе нагружения образца, а также оценен вклад радиальной деформации в объемную деформацию и интенсивность деформаций.

2.1. Вывод теоретической формулы

Рассмотрим НДС жесткой металлической обоймы, которая представляет собой толстостенный упруго деформируемый цилиндр, находящийся под действием внутреннего давления p , причем радиальные напряжения образца и являются давлением p . Обозначим наружный радиус цилиндра R_1 , а внутренний – R_2 (рис. 2 а). Значения растягивающих напряжений и деформаций удлинения примем со знаком «плюс», и, наоборот, примем отрицательными значения сжимающих напряжений и деформаций укорочения. Величины напряжений в точках, лежащих на окружности радиуса R внутри стенки цилиндра, которые действуют в плоскости чертежа вдоль радиуса σ_r и перпендикулярно ему σ_t , определяются по формулам:

$$\sigma_r = \frac{pR_2^2}{R_1^2 - R_2^2} \left[1 - \frac{R_1^2}{R^2} \right]; \quad \sigma_t = \frac{pR_2^2}{R_1^2 - R_2^2} \left[1 + \frac{R_1^2}{R^2} \right].$$

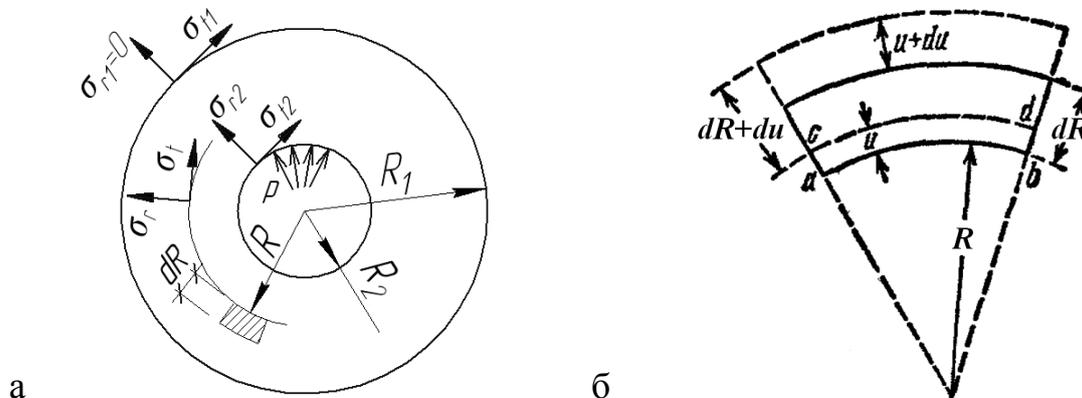


Рис. 2. К определению НДС толстостенного цилиндра

Поскольку рассматриваемый цилиндр не имеет днища, третье главное напряжение σ_z , действующее в обойме перпендикулярно плоскости чертежа (рис. 2 а) и вызванное давлением на днище, равно нулю.

Деформация цилиндра заключается в его удлинении и в радиальном перемещении всех точек его поперечных сечений. Рассматривая упругую деформацию части узкого кольца материала радиусом R и толщиной dR внутри стенки цилиндра (рис. 2 б), можно получить величины относительных перемещений точек, лежащих на окружности радиуса R внутри стенки цилиндра ε_r и ε_t в направлении соответствующих напряжений σ_r и σ_t :

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dR} = \frac{1}{E} \left[\sigma_r - \nu \sigma_t \right]; \quad \varepsilon_t = \frac{u}{R} = \frac{1}{E} \left[\sigma_t - \nu \sigma_r \right],$$

где u – радиальное перемещение точек, лежащих на окружности радиуса R внутри стенки цилиндра, du – увеличение толщины выделенного элемента, а E и ν – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала обоймы соответственно.

Таким образом, значения напряжений σ_{r1} и σ_{t1} в точках наружной поверхности стальной обоймы и соответствующих относительных удлинений ε_{r1} и ε_{t1} будут равны (в обозначениях физических величин для точек на наружной поверхности обоймы примем индекс 1):

$$\sigma_{r1} = \frac{pR_2^2}{R_1^2 - R_2^2} \left[1 - \frac{R_1^2}{R_1^2} \right] = 0, \quad (1)$$

$$\sigma_{t1} = \frac{pR_2^2}{R_1^2 - R_2^2} \left[1 + \frac{R_1^2}{R_1^2} \right] = \frac{2pR_2^2}{R_1^2 - R_2^2}, \quad (2)$$

$$\varepsilon_{r1} = \frac{1}{E} [\sigma_{r1} - \nu \sigma_{t1}] = -\frac{\nu}{E} \sigma_{t1}, \quad (3)$$

$$\varepsilon_{t1} = \frac{1}{E} [\sigma_{t1} - \nu \sigma_{r1}] = \frac{\sigma_{t1}}{E}. \quad (4)$$

В точках на внутренней поверхности стальной обоймы значения напряжений σ_{r2} и σ_{t2} и соответствующих относительных деформаций ε_{r2} и ε_{t2} будут равны (в обозначениях физических величин для точек на внутренней поверхности обоймы примем индекс 2):

$$\sigma_{r2} = \frac{pR_2^2}{R_1^2 - R_2^2} \left[1 - \frac{R_1^2}{R_2^2} \right], \quad (5)$$

$$\sigma_{t2} = \frac{pR_2^2}{R_1^2 - R_2^2} \left[1 + \frac{R_1^2}{R_2^2} \right], \quad (6)$$

$$\varepsilon_{r2} = \frac{1}{E} [\sigma_{r2} - \nu \sigma_{t2}], \quad (7)$$

$$\varepsilon_{t2} = \frac{1}{E} [\sigma_{t2} - \nu \sigma_{r2}]. \quad (8)$$

Поскольку образец в процессе нагружения находится в плотном соприкосновении с внутренней поверхностью обоймы, величина $\varepsilon_{t2} = \frac{u_2}{R_2}$ и будет являться искомой радиальной деформацией образца $\varepsilon_{r,specimen}$. Величину относительного удлинения ε_{t1} можно определить по показанию тензодатчика, приклеенного на наружной поверхности обоймы ε_θ . Таким образом, для вычисления ε_{t2} через ε_{t1} выполним следующие математические преобразования. Подставим выражения (5) и (6) в (8). Тогда

$$\begin{aligned} \varepsilon_{t2} &= \frac{1}{E} \left[\frac{pR_2^2}{R_1^2 - R_2^2} \cdot \left[1 + \frac{R_1^2}{R_2^2} \right] - \frac{\nu pR_2^2}{R_1^2 - R_2^2} \cdot \left[1 - \frac{R_1^2}{R_2^2} \right] \right] = \frac{pR_2^2}{E(R_1^2 - R_2^2)} \left[1 + \frac{R_1^2}{R_2^2} - \nu + \frac{\nu R_1^2}{R_2^2} \right] = \\ &= \frac{p \left[R_2^2 (-\nu) + R_1^2 (+\nu) \right]}{E(R_1^2 - R_2^2)} \end{aligned}$$

Откуда

$$p = \frac{E(R_1^2 - R_2^2)}{R_2^2(-\nu) + R_1^2(+\nu)} \varepsilon_{r2}. \quad (9)$$

Выразим p из (2), учитывая (4)

$$p = \frac{E(R_1^2 - R_2^2)}{2R_2^2} \varepsilon_{r1}. \quad (10)$$

Приравнивая правые части уравнений (9) и (10) получим

$$\frac{E(R_1^2 - R_2^2)}{R_2^2(-\nu) + R_1^2(+\nu)} \varepsilon_{r2} = \frac{E(R_1^2 - R_2^2)}{2R_2^2} \varepsilon_{r1}$$

или окончательно

$$\varepsilon_{r,specimen}(t) = \frac{R_2^2(-\nu) + R_1^2(+\nu)}{2R_2^2} \varepsilon_{\theta}(t). \quad (11)$$

Последняя формула (11) позволяет определять радиальную деформацию образца $\varepsilon_{r,specimen}$ по импульсу деформации, зарегистрированному на наружной поверхности обоймы ε_{θ} . Учитывая наличие радиальной деформации, величины объемной деформации и интенсивности деформаций образца определяются по формулам:

$$\theta = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = \varepsilon_x + 2\varepsilon_r;$$

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2} = \frac{2}{3} (|\varepsilon_x| + |\varepsilon_r|).$$

2.2. Результаты экспериментов

Были проведены динамические испытания образцов мелкозернистого бетона в металлической обойме. Подбор состава бетонной смеси производился в соответствии с ГОСТ 27006-86 и рекомендациями к нему. Для приготовления смеси использовался цемент марки 400, песок с модулем крупности 2, а также пластифицирующая добавка Muraplast FK-63 и стабилизатор Реостаб. Соотношение компонентов: цемент, вода и мелкий заполнитель составляло Ц:В:П=1:0,6:3. Класс бетона по прочности на осевое сжатие В25 был установлен в результате испытаний образцов-кубов по ГОСТ 10180-90. Для динамических испытаний были изготовлены образцы-таблетки диаметром 20 мм и толщиной 10 мм. Металлическая обойма имела наружный диаметр 30 мм, внутренний диаметр 20 мм и длину 10 мм. Были проведены серии экспериментов при скоростях продольной деформации 800 с^{-1} и 1300 с^{-1} . Полученные в результате испытаний характерные зависимости давления от объемной деформации и интенсивности напряжений от интенсивности деформаций с учетом радиальной деформации и без ее учета показаны на рис. 3. При построении экспериментальных кривых значения растягивающих напряжений и деформаций удлинения были приняты со знаком «минус», а значения сжимающих напряжений и деформаций укорочения – со знаком «плюс».

Видно, что при увеличении степени и скорости деформации радиальная деформация вносит некоторый вклад в величину объемной деформации, вызывая изменение одномерного деформированного состояния образца.

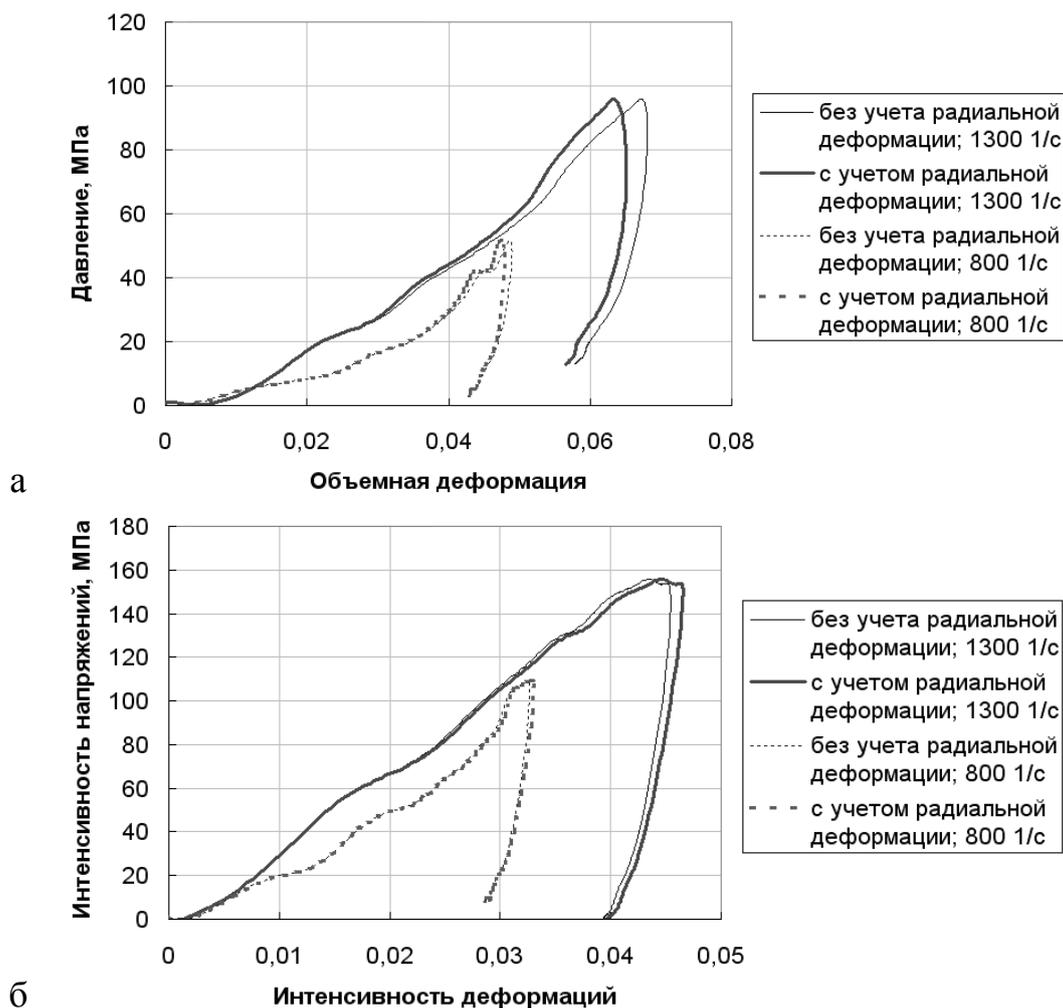


Рис. 3. Результаты экспериментов

Выводы

Проведен теоретико-экспериментальный анализ модификации метода Кольского, использующейся для получения механических свойств хрупких материалов при сложном напряженном состоянии. Получена аналитическая формула для вычисления радиальной деформации образца по импульсу деформации, зарегистрированному на наружной поверхности обоймы. На основании экспериментальных результатов установлено, что данную формулу нужно применять, когда изменяется одномерное деформированное состояние образца при увеличении степени и скорости его деформации.

Литература

1. Гениев, Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона/ Г.А. Гениев, В.Н.Киссюк, Г.А. Тюпин. – М.: Стройиздат, 1974. – 316 с.
2. Садырин, А.И. Компьютерное моделирование деформирования образца бетона, заключенного в обойму/ А.И.Садырин, С.В.Зефирова, С.А.

Пирогов// Проблемы прочности и пластичности: межвуз. сб. – Н. Новгород: изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2009. – Вып. 71. – С. 122-128.

3. Садырин, А.И. Внедрение жестких ударников в малопластичные хрупко разрушающиеся среды/ А.И. Садырин, С.А. Пирогов //Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – Н. Новгород, 2011. – № 4, ч. 4. – С. 1747-1749.

4. Park, S.W. Dynamic behavior of concrete at high strain rates and pressures: II. numerical simulation/ S.W.Park, Q. Xia, M.Zhou // International Journal of Impact Engineering 25 (2001) – P. 887-910.

5. Брагов, А.М. Новые возможности метода Кольского для исследования динамических свойств мягких грунтов/ А.М.Брагов, В.П.Гандурин, Г.М.Грушевский, А.К. Ломунов// Прикладная механика и техническая физика. 1995. – Т. 36, № 3. – С. 179–186.

6. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов/ Н.М. Беляев. – М.: Наука, 1976. – 608 с.

7. ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава».

8. Рекомендации по подбору составов тяжелых и мелкозернистых бетонов (к ГОСТ 27006-86). Москва. ЦИТП. 1990.

9. ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».

УДК 624.011.2

Д.М. Лобов

Область возможного применения углеродного волокна при усилении деревянных изгибаемых элементов

Углеволокно при усилении деревянных конструкций применяется в качестве элемента внешнего армирования и наносится на нижнюю кромку элемента, в зону растягивающих напряжений. Сцепление композита с поверхностью деревянных конструкций осуществляется при помощи эпоксидного клея.

Методика расчета деревянных элементов, усиленных углеродным волокном, основана на методике расчета армированных деревянных конструкций.

При усилении деревянных элементов углеродным волокном несущая способность по нормальным напряжениям увеличивается до 40%, в зависимости от коэффициента армирования в расчетном сечении балки.

Данная степень усиления является оптимальной, т.к. при проектировании усиления, несущая способность не усиленной конструкции должна быть достаточной для восприятия постоянной и ограниченной временной нагрузки в случае повреждения системы

усиления при пожаре и от действия других причин. Появившийся резерв прочности можно использовать, увеличив приложенную равномерно распределенную нагрузку q , действующую на балку, так же порядком на 40%. Увеличение несущей способности на действие касательных напряжений в уровне нейтрального слоя древесины происходит на 5-10%.

При применении углеволокна в качестве элемента внешнего армирования деревянного элемента, с целью восстановления несущей способности по нормальным напряжениям и дальнейшей эксплуатацией с прежней нагрузкой, дополнительных мер по усилению на действие касательных напряжений применять не нужно, т.к. в этом случае значения касательных напряжений уменьшатся на 5-10%.

Если же углеволокно применяется с целью повышения несущей способности деревянной балки и дальнейшей ее эксплуатацией с большей нагрузкой, то в этом случае может потребоваться выполнение дополнительных мер по усилению конструкции в опорных зонах, в местах действия максимальных касательных напряжений.

В данной статье планируется определить, при каком значении геометрических параметров усиливаемой конструкции (соотношений высоты сечения к пролету балки h/l , высоты сечения к ширине балки h/b и коэффициенте армирования μ), расчет на действие касательных напряжений является определяющим. Т.к. в некоторых случаях, несмотря на существенное увеличение значений касательных напряжений, величины расчетного сопротивления древесины скалыванию они так и не достигают.

На практике наиболее распространенным видом загрузки является распределенная нагрузка. В качестве примера усиливаемой конструкции рассмотрим однопролетную деревянную балку пролетом l , нагруженную равномерно распределенной нагрузкой q , с размерами поперечного сечения $b \times h$ (рис. 1).

Значения нормальных напряжений, в расчетном сечении балки, определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad (1)$$

где $M = \frac{q \cdot l^2}{8}$ – изгибающий момент в расчетном сечении элемента;

$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ – момент сопротивления поперечного сечения.

Подставив в формулу (1) выражения изгибающего момента и момента сопротивления, получим:

$$\sigma = \frac{q \cdot l^2}{8} \cdot \frac{6}{b \cdot h^2} = \frac{3}{4} \cdot \frac{q \cdot l^2}{b \cdot h^2} \quad (2)$$

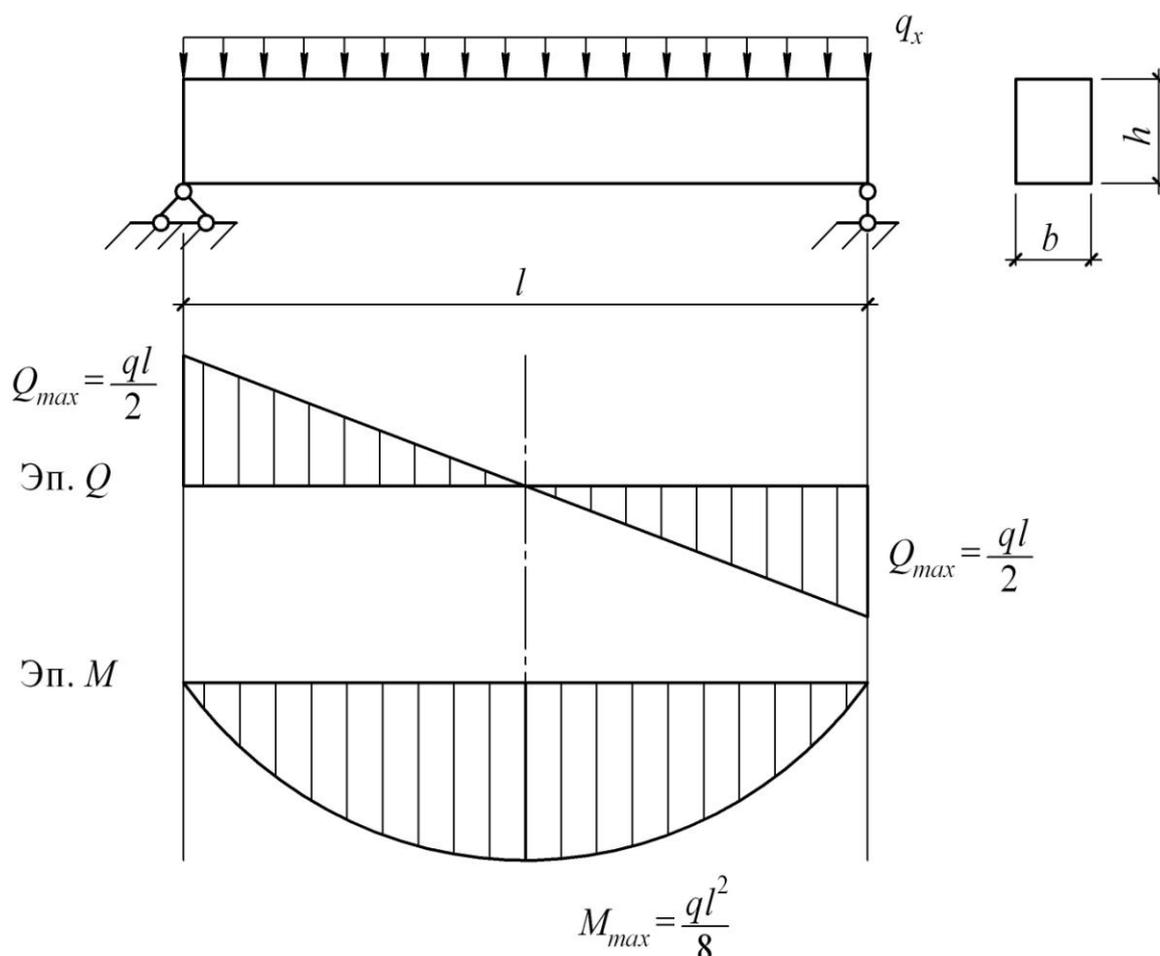


Рис. 1. Расчетная схема деревянной балки

Значения касательных напряжений, в расчетном сечении балки, определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b}, \quad (3)$$

где $Q = \frac{q \cdot l}{2}$ – значение поперечной силы в расчетном сечении;

$S = \frac{b \cdot h^2}{8}$ – статический момент инерции поперечного сечения относительно нейтральной оси;

$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$ – момент инерции поперечного сечения;

b – ширина поперечного сечения.

Подставив данные выражения в формулу (3), получим:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} = \frac{3}{4} \cdot \frac{q \cdot l}{b \cdot h} \quad (4)$$

Найдем соотношение нормальных и касательных напряжений изгибаемого элемента, нагруженного равномерно распределенной нагрузкой:

$$\frac{\sigma}{\tau} = \frac{3}{4} \cdot \frac{q \cdot l^2}{b \cdot h^2} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{b \cdot h}{q \cdot l} = \frac{l}{h} \quad (5)$$

В результате получаем:

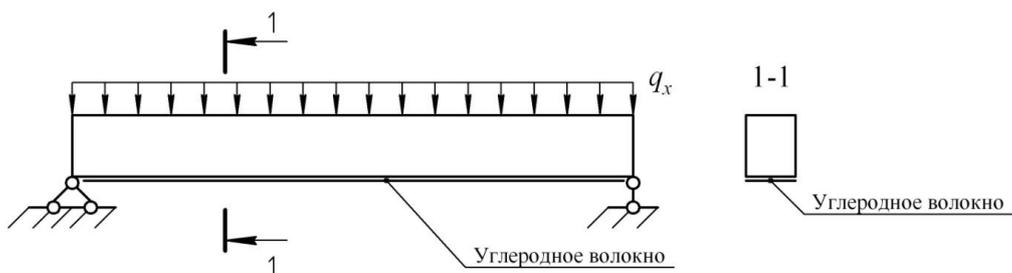
$$\frac{\sigma}{\tau} = \frac{l}{h} \quad (6)$$

Из соотношения (6) следует, что соотношение нормальных напряжений к касательным деревянного изгибаемого элемента, нагруженного равномерно распределенной нагрузкой, зависит главным образом от соотношения пролета конструкции к высоте поперечного сечения. В зависимости от изменения соотношения l/h , будет изменяться характер разрушения конструкции, от разрушения в пролете по нормальным напряжениям, до разрушения на опоре по касательным напряжениям. При этом «низкие» балки будут разрушаться по нормальным напряжениям в пролете, а «высокие» – по касательным на опоре.

Следовательно, усилить по нормальным напряжениям с использованием углеродного волокна можно только «низкие» балки, с таким отношением l/h , разрушение которых, несмотря на увеличившуюся после усиления нагрузку, происходит по нормальным напряжениям. При усилении по нормальным напряжениям «высоких» балок, необходимо также выполнить дополнительные меры по усилению опорных зон на действие касательных напряжений. Это можно осуществить путем приклеивания углеродного волокна к боковым граням элемента вдоль площадок главных растягивающих напряжений. Усиление деревянных конструкций по нормальным напряжениям, а также комбинированный способ усиления, как по нормальным, так и по касательным напряжениям, приведены на рис. 2.

Также необходимо иметь в виду, что при длительной эксплуатации конструкций происходит образование усушечных трещин, направленных вдоль оси элемента, что приводит к ослаблению поперечного сечения и уменьшению несущей способности на действие касательных напряжений. Вследствие чего, необходимость применения комбинированного способа усиления возникает также и при усилении «низких» балок, ослабленных на опоре.

Схема усиления на действие нормальных напряжений



Комбинированное усиления на действие нормальных и касательных напряжений

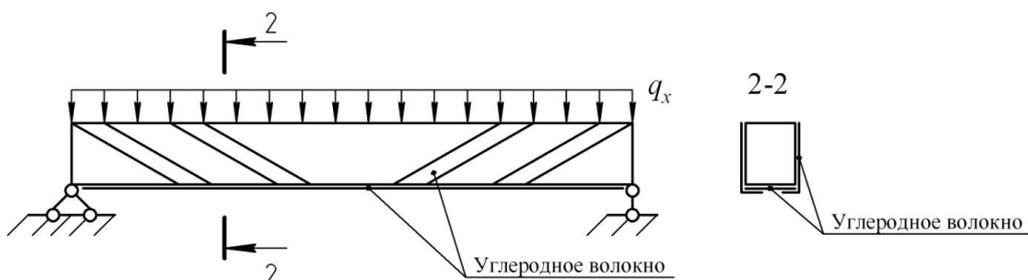


Рис. 2. Схемы усиления деревянного изгибаемого элемента с использованием углеродного волокна

Литература

1. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции: утв. Минрегион России 28.12.2010 : взамен СНиП II-25-80 : дата введ. 20.05.2011. – М. [б.и.], 2011. – 88с.
2. Щуко, В.Ю. Клееные армированные деревянные конструкции: учебное пособие / В.Ю. Щуко, С.И. Рощина – СПб.: ГИОРД, 2009г. – 128с.
3. Лобов, Д.М. Сравнительный анализ несущей способности изгибаемых деревянных элементов, усиленных углеродным волокном, при различном варианте армирования/ Д. М. Лобов, А.В. Тихонов// Технические науки: сб. тр. аспирантов, магистрантов и соискателей.– Н.Новгород: ННГАСУ, 2013. – Т.1. – С. 41-46.

УДК 692

А.К. Мархаюк

Факторы, влияющие на формирование высотных зданий

Анализ существующих высотных зданий позволяет определить факторы, которые влияют на формирование данного типа зданий. Их можно разделить на две основные группы факторов – внешние и внутренние. В группе внешних факторов выделяются следующие составляющие, приведенные в таблице 1.

Основные внешние факторы, влияющие на формирование высотных зданий

Фактор	Основные составляющие фактора	Мероприятия, необходимые для учета фактора
Градостроительный	- Транспортная нагрузка; - Инженерные сети; - Территориальное размещение участка	1) Целесообразное размещение объекта; 2) Адаптация с природным окружением; 3) Оптимизация пешеходных и транспортных связей; 4) Адаптация с существующей застройкой
Природно-климатический	- Инсоляционный режим территории; - Ветровой режим; - Количество осадков; - Температурно-влажностный режим	1) Обеспечение оптимальных условий эксплуатации здания; 2) Выбор соответствующих инженерных систем обеспечения здания; 3) Выбор ограждающих конструкций здания
Экологический	- Снижения выбросов CO ₂ ; - Взаимосвязь природной и искусственной среды; - Антропогенное влияние на окружающую среду	1) Уменьшение техногенной нагрузки; 2) Применение экологических материалов и технологий; 3) Сохранение экосистемы
Социально-экономический	- Наличие государственных программ; - Заинтересованность инвесторов; - Нормативная база; - Уровень научного развития	1) Льготные условия инвестирования; 2) Предоставление разрешительной документации; 3) Оптимизация стадий согласования проекта; 4) Наличие проектных решений

К внутренним факторам относятся следующие составляющие, приведенные в таблице 2.

Основные внутренние факторы, влияющие на формирование высотных зданий

Фактор	Основные составляющие фактора	Мероприятия, необходимые для учета фактора
Архитектурно-художественный	- Архитектурный замысел; - Материалы; - Цвет застройки	1) Создание эстетического образа; 2) Использование долговечных и качественных материалов; 3) Современность и целесообразность
Функционально-планировочный	- Коммуникация между помещениями; - Организация основных групп помещений;	1) Рациональное использование площади земельного участка; 2) Эффективная организация внутреннего пространства;

	- Организация технических помещений; - Связь здания с внешней средой	3) Использование вертикальных коммуникаций
Инженерно-технический	- Инженерные системы открытого типа; - Инженерные системы закрытого типа; - Инженерные системы комбинированного типа	Подготовка и взаимосвязь обеспечения инженерных систем здания
Конструктивный	- Оптимальность конструктивного решения; - Современность конструктивного решения; - Уникальность конструктивного решения	1) Расчет и моделирование нагрузок; 2) Рациональное использование материалов; 3) Сочетание архитектурно-конструктивных и инженерно-технических решений

Проектирование высотных зданий – это достаточно сложная многогранная задача, для решения которой необходим комплексный подход. Качественные объемно-планировочные решения высотных зданий – это результат выявления приоритетных проектных задач и выбора оптимальных методов их решения. Анализ факторов позволяет предложить соответствующие мероприятия по обеспечению эффективного возведения данных объектов.

Литература

1. Генералов, В. П. Особенности проектирования высотных зданий : учеб. пособие / В. П. Генералов. – Самара : СГАСУ, 2009. – 296 с.
2. Маклакова, Т. Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно- конструктивные проблемы проектирования : монография / Т. Г. Маклакова. – М. : АСВ, 2006. – 160 с.

УДК 691:662

Д.А. Новожилов

Влияние теплопроводных включений на сопротивление теплопередачи вентилируемого фасада

Согласно ФЗ №261 «Об энергосбережении...» повышены требования энергоэффективности к зданиям, строениям и сооружениям, которые определяются нормируемым показателем суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Закон требует уменьшить этот показатель к 2015 г. на 15% по сравнению с 2009 г., а приказ № 224 Минрегионразвития – на 40% к 2020 году. Эти требования невозможно выполнить без внедрения

прогрессивных конструктивно-технологических решений, к которым можно отнести: повышение термического сопротивления ограждающих конструкций, внедрение автоматизированных систем отопления и вентиляции и т.д.

В настоящий момент для сокращения расхода тепловой энергии, в основном, повышают термическое сопротивление ограждающих конструкций. Добиться этого можно, применяя эффективные фасадные теплоизоляционно-отделочные системы. Они представлены системами штукатурного типа и с вентилируемым воздушным зазором, которые наиболее часто называют системой навесного вентилируемого фасада (СНВФ). Ежегодные объемы применения последних в России стабильно растут и приближаются к 30 млн кв.м. Принципиальное конструктивное решение СНВФ представлено на рис. 1.

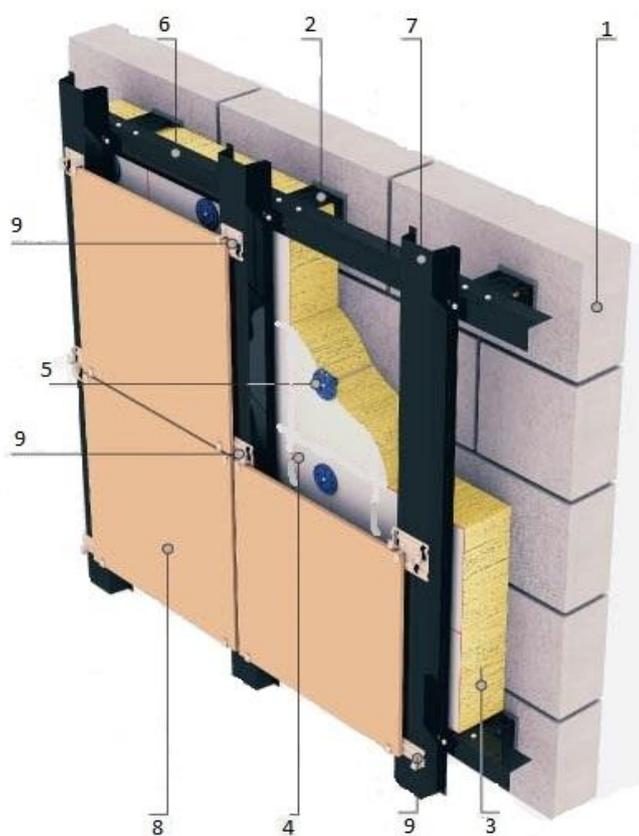


Рис. 1. Фрагмент СНВФ и его элементы:

- 1- основание (несущая или ограждающая стена); 2 - несущий кронштейн;
- 3 - утеплитель из минераловатной плиты; 4 - ветро-влагозащитная пленка;
- 5 - тарельчатый дюбель; 6 - направляющий горизонтальный профиль;
- 7 - направляющий вертикальный профиль; 8 - облицовочная панель; 9 - кляммер (крепежный элемент, предназначенный для фиксации облицовочной плиты)

Основопологающим нормативным документом при теплотехническом расчете СНВФ является СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», в котором изложена методика расчета.

Основной характеристикой теплозащиты ограждающих конструкций является приведенное сопротивление теплопередачи $R_0^{пр}$. На стадии проектирования СНВФ эта характеристика является расчетной и определяется по формуле:

$$R_0^{пр} = R_0^{усл} \cdot r + R_{зазора}^{эф}$$

где $R_0^{усл}$ – сопротивление теплопередаче по глади конструкции, определяется как сумма термических сопротивлений слоев конструкции и сопротивлений теплоотдачи внутренней и наружной поверхности;

$R_{зазора}^{эф}$ – эффективное термическое сопротивление воздушного зазора;

r – коэффициент теплотехнической однородности, который влияет на потери теплоты через теплопроводные элементы и определяется по формуле:

$$r = \frac{Q_0}{Q_n}$$

где Q_n – поток теплоты через неоднородную конструкцию;

Q_0 – поток теплоты через однородную конструкцию той же площади.

Конструкция СНВФ сложна, слой утеплителя пререзают теплопроводные элементы (кронштейны, дюбели, оконные откосы, крепления для кондиционеров и рекламных щитов и другие элементы), которые являются «мостиками холода», что приводит к снижению коэффициента теплотехнической однородности, увеличивая теплопотери и снижая уровень теплозащиты здания.

Сложные формы кронштейна, разнообразные вставки, клепки, болты, направляющие, кляммеры настолько усложняют расчетную схему, что при расчете коэффициента теплотехнической однородности, учитывая трехмерное температурное поле рассматриваемой части конструкции, принять во внимание все факторы не представляется возможным. Поэтому для решения практических задач расчетная схема становится непригодной. В связи с этим приходится делать ряд упрощений при замене реальной конструкции ее упрощенной моделью. Главное требование к упрощениям - адекватное описание исследуемых физических свойств объекта при значительном сокращении вычислений. Переход к упрощенной модели сложен и требует высокой квалификации проектировщиков, по этой причине организации, не имеющие высококвалифицированных кадров, при обосновании проектных решений считают, что фасады почти не имеют теплофизических проблем, и нормативные требования по теплозащите легко выполняются. Например, при расчетах сопротивления теплопередаче часто принимают значение коэффициента теплотехнической однородности равным 0,9. Между тем, конструкция насыщена металлическими деталями в сочетании с эффективным теплоизоляционным материалом, процесс теплопередачи осложнен лучистым и конвективным теплообменом в зазоре, поэтому принимаемое значение коэффициента теплотехнической

однородности должно определяться на основании теплотехнического расчета.

Рассмотрим конструктивные и материаловедческие особенности, влияющие на значения коэффициента теплотехнической однородности СНВФ.

Существует около 80 систем фасадов и, соответственно, у каждой своя разновидность кронштейнов. Кронштейны могут быть выполнены из стальных и алюминиевых сплавов. Сталь имеет коэффициент теплопроводности $52 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, а алюминий $230 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$. Поперечное сечение кронштейнов и их количество на м^2 могут также отличаться в несколько раз. При увеличении числа кронштейнов коэффициент теплотехнической однородности снижается. В связи с этим и потери теплоты через кронштейны для различных систем могут существенно различаться, что необходимо учитывать в расчетах. В месте крепления кронштейна к основанию, для сокращения теплопотерь, часто устанавливается прокладка из поливинилхлорида, паронита или иного материала. Считается, что эта прокладка является теплоизоляционной, разрывает «мостик холода» и, следовательно, повышает коэффициент теплотехнической однородности системы, что очень существенно при применении алюминиевых кронштейнов. Однако расчеты показали, что при изменении термического сопротивления теплоизоляционной прокладки в 5 раз, коэффициент теплотехнической однородности изменяется на 1,5-2 %. Такое влияние нельзя признать существенным. Незначительное влияние теплоизоляционной прокладки объясняется малой, по сравнению с металлом, теплопроводностью материала основания, а также значительной площадью основания кронштейна.

Теплопроводность основания, к которому крепится конструкция СНВФ, также влияет на значение коэффициента теплотехнической однородности. При применении основания из ячеистого или особо легкого бетона, несущая способность которых невелика, требуется специальный анкер. Или необходимо больше точек крепления к основанию, чтобы распределить равномерно нагрузку от конструкции СНВФ. В результате подконструкция становится более металлоемка, что снижает коэффициент теплотехнической однородности.

Для крепления теплоизоляционного слоя к основанию служит тарельчатый дюбель, конструкция которого состоит из гильзы и распорного элемента. Распорный элемент изготовлен в основном из металла и является теплопроводным включением. Существуют различные решения дюбелей, в основном они отличаются решением теплоизоляции распорного элемента. Одним из решений может быть защита полый головкой из полиамида и специальной конструкцией тарельчатого держателя с достаточно низкой теплопроводностью. В зависимости от выбора конструкции тарельчатого дюбеля тепловые потери могут

составлять 7-25% от общих, что необходимо учитывать при расчетах коэффициента теплотехнической однородности.

Проведенный анализ существующих проблем проектирования СНВФ показал, что в ходе теплотехнического расчета необходимо учитывать как каждый элемент отдельно, так и всю систему в целом. Для качественного проектирования СНВФ желательно разработать соответствующие дополнительные нормативные документы, основанные на многолетнем отечественном и зарубежном опыте проектирования, эксплуатации и мониторинга СНВФ.

Литература

1. Приказ Министерства регионального развития РФ №224 от 17.05.2011г. Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений.

2. Яворский, А.А. Анализ надежности фасадных тепло-изоляционно-отделочных систем с вентилируемым воздушным зазором/ А.А. Яворский, С.А. Киселев // Приволжский научный журнал. – 2012. – №4. – С.80-84.

3. Гагарин, В.Г. Теплозащита фасадов с вентилируемым воздушным зазором. Ч. 1/ В.Г. Гагарин, В.В. Козлов, Е.Ю. Цыкановский// АВОК. – 2004. – № 2. – С.20-26.

4. Гагарин, В.Г. Теплозащита фасадов с вентилируемым воздушным зазором. Ч. 2/ В.Г. Гагарин, В.В. Козлов, Е.Ю. Цыкановский// АВОК. – 2004. – № 3. – С.20-26.

5. Протасевич, А.М. Классификация вентилируемых фасадных систем. Влияние теплопроводных включений на их теплозащитные характеристики/ А.М. Протасевич, А.Б. Крутилин// Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 8. – С.57-62.

6. Козлов, В.В. Влияние тарельчатого дюбеля на теплофизические свойства теплоизоляционной системы с тонким штукатурным слоем/ В.В. Козлов // СтройПРОФИль. – 2009. – №3(73). – С. 20-24.

УДК 621.31

Е.М. Ратц

Индустриализация бетонных работ при возведении монолитных конструкций энергоблоков АЭС

Одним из наиболее важных показателей для проекта АЭС является продолжительность строительства, основной период времени которого занимают строительно-монтажные работы. Увеличение сроков строительства приводит к существенному удорожанию проекта. Для того, чтобы избежать существенных экономических потерь, необходима

разработка прогрессивных технологических решений, направленных на сокращение продолжительности работ по возведению объектов АЭС.

Методом индустриализации возведения монолитных железобетонных конструкций реакторного здания, находящегося на критическом пути строительства энергоблоков с водо-водяным энергетическим реактором (ВВЭР-1000), является технология арматурно-опалубочных блоков. Армоблоки, включающие полностью арматурный каркас стены, а также несъемную опалубку в виде тонких (~100 мм) железобетонных плит, изготавливаются в цеховых условиях на строительной базе и в готовом виде подаются на монтаж, после чего производится их бетонирование с применением самоуплотняющейся бетонной смеси.

Для проекта АЭС с ВВЭР-ТОИ (типовым, оптимизированным, информатизированным) разработаны армоблоки новой конструкции с использованием фибробетонной несъемной опалубки малой толщины (30 мм), позволяющей снизить массу армоблока. Соединение блоков между собой по вертикали предусмотрено на петлевых стыках, разработанных проф. Г. П. Передерием.

Соединение горизонтальных стержней армоблоков в СССР традиционно выполнялось с помощью ванной сварки. Однако ванная сварка требует значительных затрат времени – на один стык уходит около одного часа работы квалифицированного специалиста-сварщика. С целью сокращения сроков строительства возможно использование механических соединений арматуры на резьбовых муфтах, прошедшее успешное пробирование на НВАЭС-2. Данный метод требует повышения точности изготовления армоблоков в пределах нормативных допусков. Для решения этой проблемы в настоящее время проводятся научно-исследовательские и опытные проработки проектно-конструкторским филиалом ОАО «Концерн Росэнергоатом».

Важным вопросом индустриализации строительства является вопрос о степени укрупнения монтажных блоков реакторного здания. Создание рационального проекта организации строительства (ПОС) АЭС с ВВЭР-ТОИ требует рассмотрения различных вариантов степени укрупнения монтажных блоков и выбора оптимального варианта по комплексу технико-экономических показателей.

Интерес представляет подход, используемый при строительстве АЭС компаниями Японии и США, заключающийся в создании на специальных площадках объемных монтажных блоков (модулей) массой 600 – 800 т и более, в том числе комплексных, включающих не только строительные конструкции, но также элементы оборудования и блоки трубопроводов. Такой подход позволяет перенести на строительную базу также определенный объем работ по монтажу оборудования.

Необходимо рассмотреть преимущества и недостатки схем монтажа крупных блоков строительных конструкций и тяжеловесного

оборудования в условиях компактного генплана АЭС с ВВЭР-ТОИ с применением гусеничных и башенных кранов ведущих фирм, включая Liebherr, Kroll.

Большой интерес представляет отечественный опыт строительства Балаковской АЭС с использованием козлового крана большой грузоподъемности. В настоящее время ведутся проработки варианта организации строительства АЭС с ВВЭР-ТОИ с использованием этой схемы механизации.

Важнейший вопрос разработки рационального ПОС – разработка и внедрение эффективной технологии монтажа оборудования. Рассмотрим два альтернативных подхода к данному вопросу.

Первый подход состоит в использовании для монтажа крупногабаритного оборудования (реактора, парогенераторов и др.) штатных кранов реакторного здания: крана транспортного портала и полярного крана грузоподъемностью по 360 т. При этом подача сосудов в гермозону осуществляется в горизонтальном положении через транспортный шлюз с последующей кантовкой и установкой в проектное положение полярным краном. Недостатком этого подхода является то, что монтаж основного оборудования может начаться только после завершения строительных работ и установки на проектные места штатного кранового оборудования. Преимуществом данного подхода является то, что для монтажа тяжеловесного оборудования не требуется привлекать дорогостоящие строительные краны большой грузоподъемности, а смонтированное ответственное оборудование оказывается защищенным от атмосферных воздействий. Однако при этом подходе строительные работы и основной монтаж выстраиваются в последовательную цепочку, что увеличивает сроки строительства.

Альтернативой является совмещение строительных и монтажных работ, при котором монтаж основного оборудования осуществляется строительными кранами параллельно с выполнением строительных работ через открытый верх сооружаемой защитной оболочки. Данный подход позволяет сократить сроки строительства, но требует жесткой увязки графиков строительных и монтажных работ.

В случае оборудования, как и в случае строительных конструкций, важным средством сокращения сроков и трудоемкости монтажа является переход на крупноблочный монтаж. В ПОС ВВЭР-ТОИ заложена поставка оборудования и трубопроводов в комплектно-блочном исполнении полной заводской готовности, укрупнение на строительной базе и подача на монтаж крупных блоков оборудования максимальной готовности с обвязкой трубопроводами и пр. Вопрос об оптимальной степени укрупнения должен решаться на основе технико-экономического анализа вариантов с учетом логистики и требований по провозным габаритам, грузоподъемности имеющихся на площадке монтажных кранов, а также с учетом затрат на развитие строительной базы.

Проведенный анализ выполненных Проектно-конструкторским филиалом ОАО «Концерн Росэнергоатом» мероприятий по выявлению передовых строительно-монтажных технологий и их внедрению в проект организации строительства АЭС с ВВЭР-ТОИ свидетельствует о том, что дальнейшее совершенствование индустриальных методов возведения железобетонных конструкций требует продолжения исследований и внедрения технологии безвибрационного бетонирования строительных конструкций, использования автоматической и роботизированной сварки, применения муфтовых соединений арматурных стержней, оптимизации размеров укрупнения монтажных блоков с учетом имеющегося кранового оборудования, наличия необходимой строительной базы и т.д.

Литература

1. Комаровский, А. Н. Строительство ядерных установок/ А. Н. Комаровский. – М.: Госэнергоиздат, 1989. – 336 с.
2. СТО НОСТРОЙ 63-2013. Работы бетонные при строительстве защитной оболочки реакторной установки атомных электростанций. [Текст] : утв. М-вом энергетики Рос. Федерации 13.04.12 : ввод в д. с 01.01.13. – М.: ЭНАС, 2001. – 43 с.

УДК 624.014:624.04

А.С. Романов

Использование программного комплекса «SCAD Office» для статического расчета высотного здания с металлическим каркасом

Здание по своему функциональному назначению является отелем общего типа, большой вместимостью и повышенной этажности.

Причины, по которой возводятся многоэтажные и высотные здания, хорошо известны. Это, прежде всего, плотная городская застройка, нехватка и дороговизна земли в деловых центрах крупных городов.

Отель проектируется на 1500 мест. Число этажей равно 44. Общая высота здания от уровня чистого пола первого этажа – 147 м. Высота первого этажа принимается 4,5 м, а остальных жилых этажей – 3,3 м.

В плане имеет сложную форму, меняющуюся по высоте. Первый этаж имеет форму правильного 8-угольника с размерами сторон у основания 18 м. В результате размеры здания в осях 43,46x43,46 м.

Архитектурная выразительность и уникальность высотной гостиницы достигнута использованием металлического каркаса.

Конструктивная схема здания представляет собой систему колонн, опоясывающую здание снаружи и внутри (рис. 1). Сечения колонн приняты из труб стальных бесшовных горячедеформированных по ГОСТ 8732-78. Также несущим элементом являются лифтовые шахты, выполненные из цельнометаллических труб диаметром 3 м.

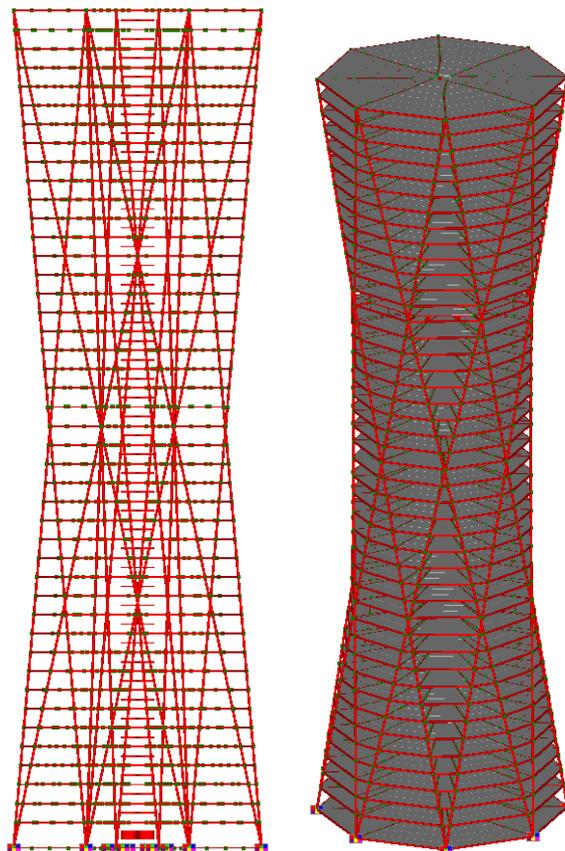


Рис. 1. Пространственная конечно-элементная модель здания

Перекрытия выполнены из монолитного железобетона. Несущими элементами здесь служат стальные главные и второстепенные балки, выполненные в уровне с перекрытием. Сечения балок приняты из двутавров широкополочных по ГОСТ 26020-83.

Перегородки выполнены в виде гипсокартонных листов по профилям. Система KNAUF.

Статический расчет выполнялся в программном комплексе «SCAD Office». Конструктивная схема создавалась в пятом типе схемы – система общего вида. Узлы сопряжения балок между собой и балок с колоннами жесткие. Также колонны жестко заделаны в фундамент. Предварительно был произведен сбор нагрузок на здание:

- собственный вес несущих конструкций (из стали);
- ветровая нагрузка (с учетом пульсационной составляющей);
- снеговая нагрузка на покрытие;
- полезная нагрузка на перекрытия.

Для таких высотных зданий наиболее опасными являются ветровые нагрузки, а также нагрузки от собственного веса конструкций.

В результате построения конечно-элементной модели здания количество узлов составило 3644, а элементов – 11249.

Полученные в SCAD-е результаты перемещений получились меньше максимально допустимых по СП.

Критерии оценки выбора конструкции тепловой сети

В настоящее время разработка схем теплоснабжения городов и населенных пунктов очень актуальная и важная задача, поскольку дальнейший рост экономики России невозможен без соответствующего роста энергетики, который может быть спрогнозирован на перспективу на основе разработки схем теплоснабжения.

Современные методы и средства управления проектами включают вариантное проектирование и методы оценки проектных решений. Выбор экономически целесообразного (оптимального) варианта развития системы теплоснабжения требует принятия во внимание большого количества факторов и условий функционирования системы.

В практике оценивания все большее значение приобретают многокритериальные оценки объектов, которые во многих случаях обеспечивают получение более достоверной информации. Естественно, что оценив предварительно значения частных критериев для объекта, с большей уверенностью в достоверности мы можем говорить об оценке качества объекта в целом.

Перечень критериев, характеризующих сравнительную предпочтительность объектов, должен удовлетворять ряду естественных требований. В качестве критериев могут быть использованы как экономические, так и критерии другой природы. Например, критерии, характеризующие технические особенности, экологическую безопасность, социальную значимость и т.д.

С другой стороны, формируемая оценочная система должна быть удобной для практического использования, а, следовательно, не слишком громоздкой. Поэтому совокупность критериев должна определять основные характеристики объекта.

Критерии, используемые при формировании оценочной системы, должны быть измеримыми. То есть должна иметься возможность оценки любого рассматриваемого объекта по каждому из критериев.

Выделим основные критерии оценки выбора конструкции тепловой сети.

1. Оценка местоположения объекта.

Оценка местоположения объекта включает в себя определение характеристик окружающей среды, внешней по отношению объекту. К ним относятся:

- климатические показатели в зоне строительства (наличие особых природных и климатических условий для строительства);
- инженерно-геологические и инженерно-геодезические изыскания;
- характер застройки местности.

2. Технический критерий оценки.

При выборе конструкции тепловой сети по данному критерию необходимо оценить возможные технологические, конструктивные и объемно-планировочные решения. Данные решения должны учитывать:

- место размещения и мощность источников тепла (котельная, ТЭЦ, ИТП), график отпуска теплоносителя;
- особенности теплотехнических систем зданий;
- необходимость применения того или иного вида теплоносителя;
- параметры теплоносителя.

Применяемые решения должны обосновываться с экономической, экологической точки зрения следующее:

- способ прокладки тепловой сети;
- выбранную схему тепловой сети;
- применение труб, арматуры, теплоизоляционных конструкций, строительных материалов;
- гидравлический режим тепловой сети;
- сооружения на тепловой сети.

3. Критерий надежности тепловой сети.

Повышение надежности – свойство объекта сохранять во времени в повышенных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Способность проектируемых и действующих источников теплоты, тепловых сетей и в целом СЦТ обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения следует определять по трем показателям (критериям): вероятности безотказной работы, коэффициенту готовности, живучести.

Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для каждого потребителя.

4. Экономический критерий оценки.

Для проведения сравнительного анализа затрат в процессе всего жизненного цикла различных вариантов компоновки системы используется метод чистой приведенной (дисконтированной) стоимости (ЧПС). Метод ЧПС заключается в том, что годовые издержки дисконтируются в обратном порядке в процессе сооружения участка тепловой сети. При использовании метода ЧПС должны быть четко обозначены временные границы проведения экономического анализа.

Для проведения оценки рассматривают следующие показатели экономической эффективности инвестиций в системы теплоснабжения:

- показатели коммерческой (финансовой) эффективности, учитывающие финансовые последствия реализации инвестиционного проекта для его непосредственных участников;

- показатели экономической эффективности, учитывающие связанные с проектом затраты и результаты, выходящие за пределы прямых финансовых интересов его участников и допускающие стоимостное измерение: затраты, связанные с проектированием, согласованием проектов, прохождением экспертизы, сметную стоимость строительства.

5. Эксплуатационный критерий оценки.

Удобство в эксплуатации определяется психофизиологическим состоянием обслуживающего персонала. На этапе проектирования удобство в эксплуатации определяется правильным выбором дизайна машин и правильно спроектированным рабочим местом пользователя.

Это приводит к уменьшению числа обслуживаний в год, численности обслуживающего персонала, снижению времени обслуживания и ремонта оборудования.

Снижение времени обслуживания и ремонта оборудования – качественная оценка, характеризующая уменьшение временного интервала и трудозатрат оперативного и ремонтного персонала при эксплуатации систем, машин, оборудования.

6. Критерии энергетической оценки.

В настоящее время энергосбережение относится к важнейшим приоритетам энергетической политики России. Особенно велики резервы энергосбережения в городском (районном) теплоснабжении. Это вызвано как самой масштабностью этой сферы, так и тем, что как раз в городском теплоснабжении практически отсутствует исходная база для осуществления энергосбережения, то есть учет и контроль производимого, передаваемого и потребляемого тепла. Кроме того, в системах городского (районного) теплоснабжения массово используются технические средства, разработанные более 40 лет назад.

Поэтому необходимо, чтобы технологии, применяемые при новом строительстве и реконструкции тепловых сетей, были энергетически эффективны. К мероприятиям для эффективной работы тепловых сетей можно отнести:

- проведение гидравлической наладки теплотрасс потребителей по фактически потребляемой ими тепловой нагрузке;
- восстановление или усиление теплоизоляции теплотрассы, применение трубопроводов с заводской изоляцией;
- обеспечение современного контроля и автоматического управления процессом транспортировки тепла, диспетчеризации в системах теплоснабжения.

7. Экологический критерий оценки.

Показатели экологического критерия основаны на определении уровня загрязнения окружающей среды по основным ингредиентам (и специфическим выбросам), а также шумовых воздействий на среду. По этим материалам строится карта загрязнения территории.

Тепловые сети, независимо от способа прокладки и системы теплоснабжения, не должны проходить по территории кладбищ, свалок, скотомогильников, мест захоронения радиоактивных отходов, полей орошения, полей фильтрации и других участков, представляющих опасность химического, биологического и радиоактивного загрязнения теплоносителя.

8. Социальный критерий оценки.

Социальный критерий – количественно выраженный, поддающийся формальному описанию, показатель качества соответствия среды, устанавливающий связь между пространственной организацией, функциональными процессами и деятельностью населения.

Показатель социального качества выражает степень соответствия окружения удовлетворенности населения, его поведению, принимаемому решению, включая возможность приспособить окружение к будущим действиям.

Ключевое значение этого критерия состоит в том, что от его решения, выбора человеком различной ситуации в большой мере зависит жизнедеятельность города.

Социальная значимость определяется тяжестью возможных социально-экономических последствий аварийных вытеканий из трубопроводов при возникновении дефектов (значение этого фактора зависит, в первую очередь, от ситуационного положения трассы прокладки теплопровода).

Литература

1. СНиП 2.04.07–86*. Тепловые сети : строит. нормы и правила : утв. Госстроем СССР 30.12.86 : взамен СНиП II-Г.10-73* : дата введ. 01.01.88. – М.: [б. и.], 2003. – 61 с.

2. Р НП «АВОК» 5-2005. Рекомендации по экономической эффективности инвестиционного проекта теплоснабжения : утв. и введ. приказом Президента НП «АВОК» : 17.04.06. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2006. – 28 с.

3. Коробейников, О. П. Инвестиционный инжиниринг: учеб. пособие для вузов/ О. П. Коробейников, В. А. Бочаров, А. Н. Крестьянинов [и др.]. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2013. – 108 с.

4. Нижний Новгород [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gendocs.ru>.

Принципы формирования энергоэффективных жилых зданий

Мировой многовековой народный опыт строительства жилых зданий базируется на максимальном учете всех параметров климата. В современном проектировании зданий на стадии предпроектного анализа огромную значимость приобретает оценка всех факторов климата наряду с исследованием традиционного народного опыта строительства и модернизированном применении его положительных тенденций.

Практика разработки и строительства энергоэффективных, экологических домов в мире насчитывает уже не один десяток лет. Наиболее широко применяются дома и застройка с использованием солнечной энергии, которая, в основном, используется для отопления и горячего водоснабжения, а в ряде случаев полностью восполняет энергетические потребности проживающих.

Из мероприятий, способствующих повышению энергоэффективности, в отечественной практике проектирования чаще всего находят применение учет климата (солнце и ветер), компактность архитектурной формы, определение внутренней планировки по принципу теплового зонирования с использованием «буферных» зон, использование энергии Солнца и биоэнергии для инженерного обеспечения зданий, выбор ограждающих конструкций с учетом требований теплоизоляции, экологичности.

В результате анализа отечественной и зарубежной практики проектирования и строительства энергоэффективных жилых зданий (ЭЖЗ) сформулированы мероприятия, направленные на экологизацию жилой среды и восстановление экологического равновесия, осуществляемые при строительстве ЭЖЗ:

- минимизация вредных выбросов в атмосферу;
- экологичные водопровод и канализация;
- удаление и повторное использование отходов;
- применение экологичных материалов;
- максимальное использование естественных возобновляемых технологий – от отопления до вентиляции и освещения;
- освоение подземного пространства и неудобных для обычной застройки территорий для сохранения естественных природных участков;
- сохранение гармонии между строительным объектом и естественной природной средой;
- повышение качества жизни и комфортности среды в местах расселения и здания путем экореставрации природной среды, максимального приближения к природной среде;

- экологичная оптимизация архитектурных, конструктивных и технологических решений путем исключения негативных воздействий их на окружающую природу;

- экономия всех ресурсов, их устойчивое потребление с целью уменьшения влияния на окружающую среду.

В целом, методология проектирования энергоэффективных зданий должна основываться на системном анализе здания как единой энергетической системы, все элементы которой – форма, ориентация, ограждающие конструкции, солнцезащитные устройства, система климатизации и т. д. – энергетически взаимосвязаны между собой. Представление энергоэффективного здания как суммы независимых инновационных решений нарушает принципы системности и приводит к потере энергетической эффективности проекта.

В ходе анализа принципов формирования архитектурных решений ЭЖЗ сформулированы методические рекомендации к процессу архитектурного проектирования ЭЖЗ, которые излагают действия архитектора на стадии градостроительного, архитектурного и конструктивного проектирования ЭЖЗ.

Градостроительный принцип:

- принцип выбора местоположения здания с учетом климатических особенностей;

- принцип выбора местоположения здания с учетом местности;

- принцип выбора местоположения здания с учетом существующей застройки в районе предполагаемого строительства.

Архитектурно-планировочный принцип:

- принцип компактности формы здания;

- принцип определения общей архитектурно-планировочной концепции здания;

- принцип определения внутренней планировки здания;

- архитектурно-композиционный принцип.

Конструктивный принцип:

- принцип выбора конструкции наружной облицовки стены;

- принцип выбора конструкции кровли;

- принцип выбора материала наружной облицовки;

- принцип выбора остекления здания (площади, конструкции, расположения светопроемов) и солнцезащиты.

Принцип использования возобновляемых источников энергии:

- принцип использования энергии Солнца;

- принцип использования энергии ветра;

- принцип использования биоэнергии;

- принцип использования тепла верхних слоев земли;

- принцип использования вторичной энергии.

Литература

1. Табунщиков, Ю. А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений/ Ю.А. Табунщиков, Д. Ю. Хромец, Ю. А. Матросов. – М. : Стройиздат, 1986.
2. Свенссон, Р. Социальное планирование в градостроительной практике / Р. Свенсон. – М. : Стройиздат, 1991.
3. Семичева, Н.Е. Пути снижения энергозатрат в системе теплоснабжения здания / Н. Е. Семичева, О. А. Гнездилова, В. Н. Кобелев [и др.] // Известия ЮЗГУ. – 2011. №5-2. – С. 97-100.
4. Горшков, А. С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий/ А. С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 1. – С.9-13.

УДК 624.014

Я.А. Смышляева

Исследование сетчатой панели кровли двояковыпуклой кривизны прямоугольного плана 14x14 м из холодногнутых замкнутых профилей

Данное исследование выполнено в развитие дипломного проекта «Спортивный комплекс на 7000 человек в г. Мурманске».

Основной каркас спортивного комплекса состоит из пространственной сквозной арки пролетом 160 м и высотой подъема 50 м с шагом 18 м. По статической схеме арки – двухшарнирные. По конструктивной схеме арка является решетчатой четырехгранного очертания. На арки опираются сетчатые панели двояковыпуклой кривизны, выполняющие роль несущей кровли, идея которых была предложена еще в 20-х годах XX в. на листопрокатном цехе в г. Выкса академиком Шуховым В.Г.

Статический расчет сетчатой панели выполняется программным комплексом «Structure CAD» (версия 11.3), основанным на методе конечных элементов (рис.1, 2).

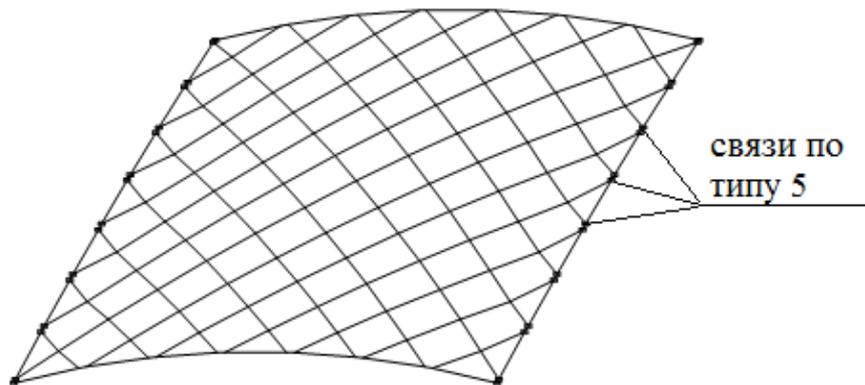


Рис. 1. Модель сетчатой панели в ПК SCAD

Предпосылки расчета:

- в расчетной модели сетчатое покрытие заменяется отдельными стержнями эквивалентной формы;
- 5-ый тип схемы, 5-ый тип элементов;
- опорные контуры сетчатой панели, опирающиеся на смежные арки, жестко закреплены своими узлами с верхними поясами арок.

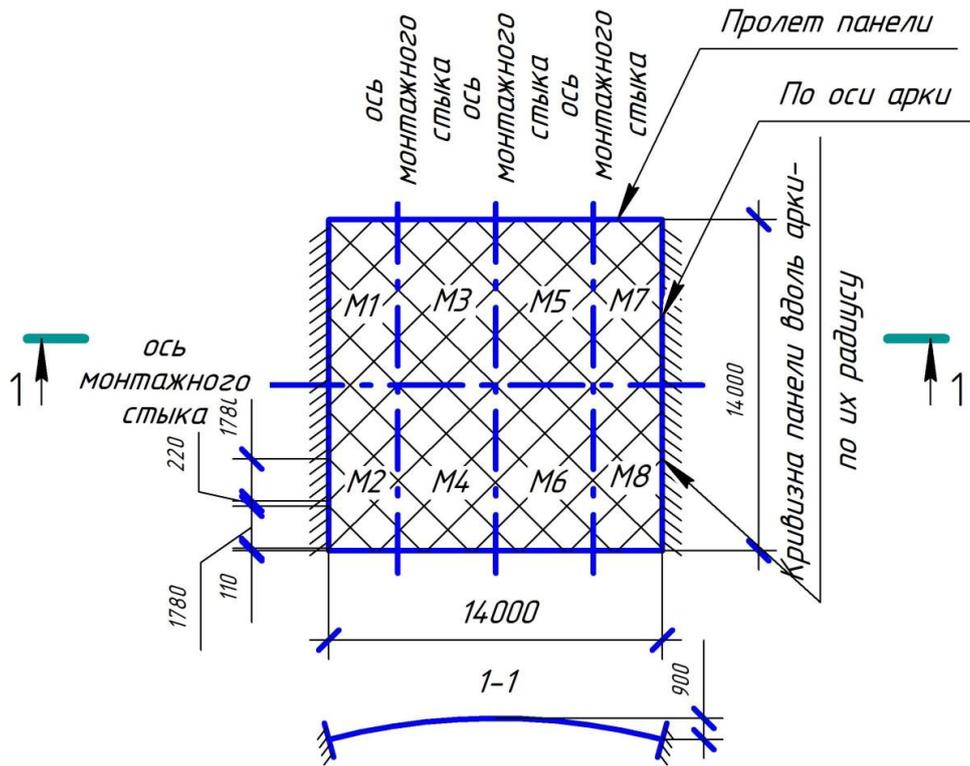
При сборе нагрузок на сетчатую панель учитывается коэффициент надежности по ответственности здания $\gamma_n=1,1$ согласно № 384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Расчетная нагрузка задается в каждый узел сетчатой панели (рис.3) от:

- собственного веса панели – из $\square 120 \times 4$ по ТУ 36-2287-80;
- снеговой нагрузки – по СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*;
- нагрузки от кровли. В качестве кровли принят сотовый поликарбонат, вес которого составляет $1,7 \text{ кг/м}^2$ (17 Н/ м^2).

Конструктивно сетчатая панель имеет два опорных контура и решетку. При проверке на устойчивость опорного квадрата (расчетные длины стальных стержней принимаются равными их геометрическим длинам $l_x=l_y=l_0$) предварительное сечение $\square 120 \times 4$ не прошло, поэтому сечение было уточнено из $\square 120 \times 8$ по ГОСТ 25577-83*, решетка из $\square 100 \times 6$ по ТУ 36-2287-80. Затем проводился повторный расчет на ЭВМ в ПК Skad с получением новых РСУ и уточнением сечений. Таким образом мы получили усилия, представленные на рис. 4.

а)



б)

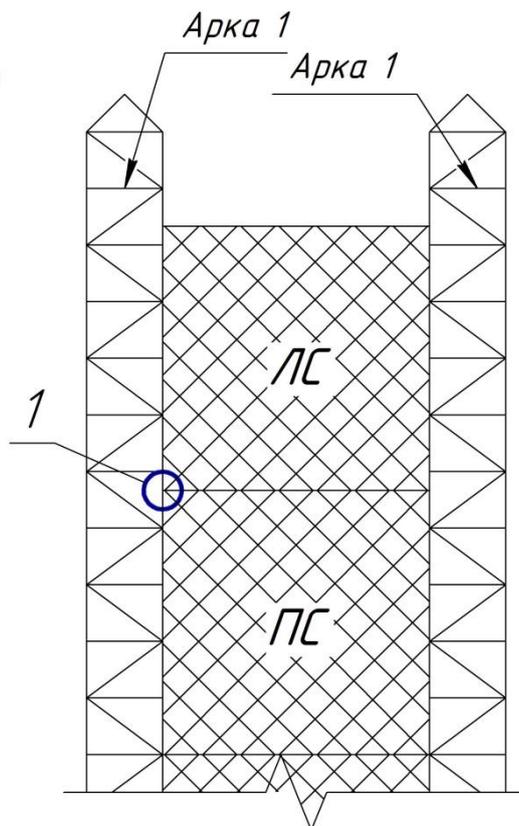


Рис. 2. а) геометрическая схема марок сетчатой панели;
б) схема стыков готовых сеток на смежных арках

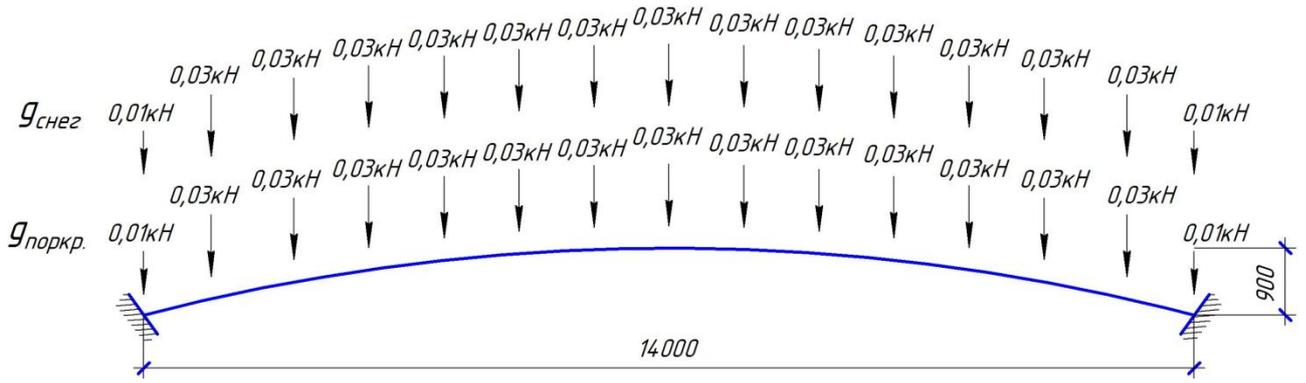


Рис. 3. Расчетная нагрузка на сетчатую панель

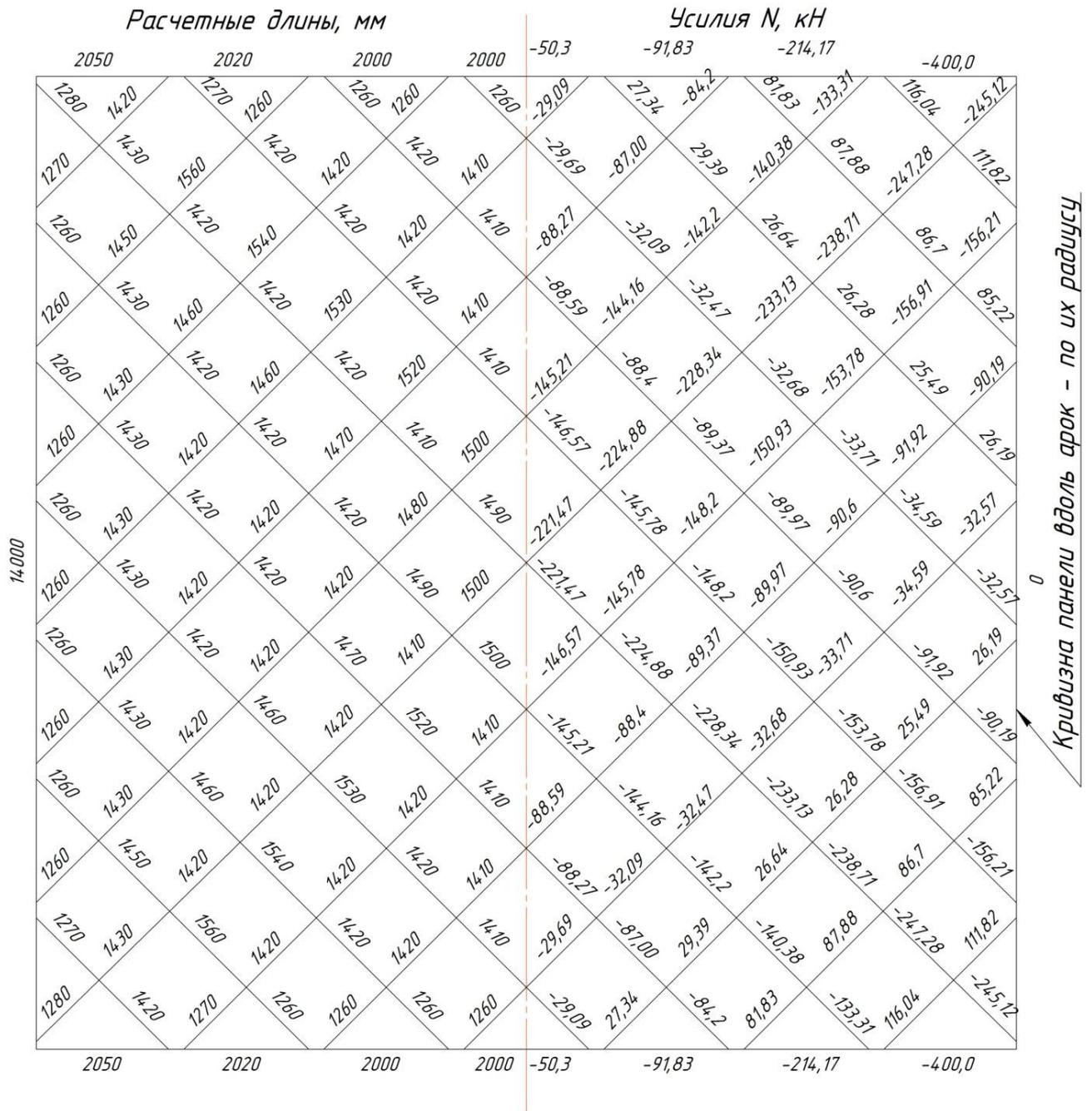


Рис. 4. Усилия и расчетные длины сетчатой панели

После получения усилий от очередного РСУ – $g_{\text{собств.вес}} + g_{\text{снег.}} + g_{\text{покр.}}$, выполняется конструктивный расчет сетчатой панели. Сталь для сетчатой панели принимаем С245 по ГОСТ 27772-88.

Решетка и опорный квадрат панели разбивается на 5 типов сечений:

- □ 120×8 по ГОСТ 25577-83* при $N = -400$ кН ($l_o = 2050$ мм);
- □ 120×4 по ТУ 36-2287-80 при $N = -247,33$ кН ($l_o = 1430$ мм);
- □ 100×4 по ТУ 36-2287-80 при $N = -156,91$ кН ($l_o = 1430$ мм);
- □ 70×5 по ГОСТ 12336-66 при $N = -91,92$ кН ($l_o = 1430$ мм);
- □ 63×3 по ГОСТ 12336-66 при $N = -34,59$ кН, $N = 116,04$ кН ($l_o = 1430$ мм).

Часть опорного квадрата, которая опирается на арку, принята конструктивно □160х4 по ТУ 36-2287-80 (рис. 5).

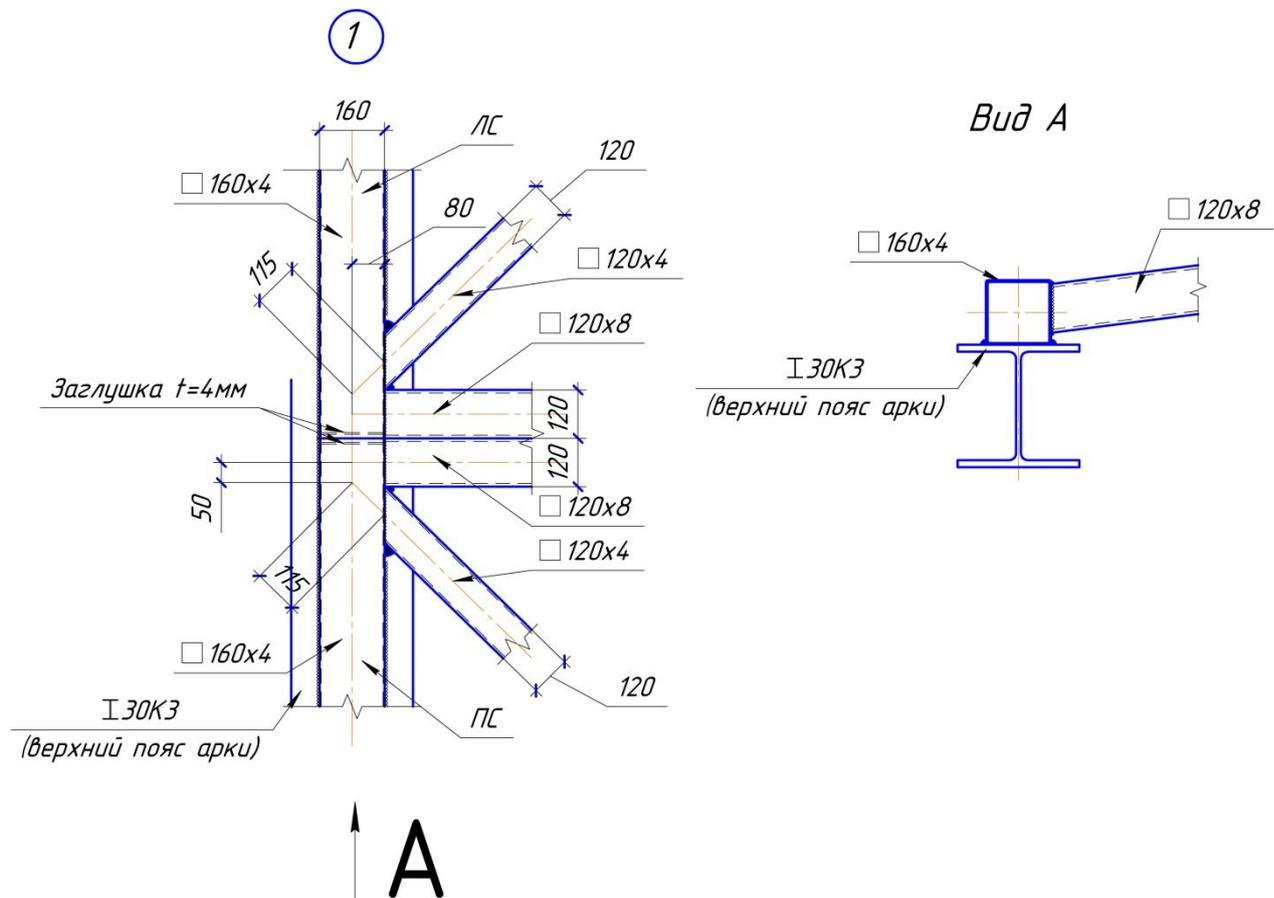


Рис. 5. Узел опирания сетчатой панели на арку

При проверке жесткости сетчатой панели требование второго предельного состояния выполняется. Все узлы законструированы жесткими.

Для повышения качества изготовления сетчатой панели, последнюю разбивают на отправочные марки (рис. 2а), которые собираются на строительной площадке в сборочную монтажную единицу 14х14 м в кондукторе полуавтоматической сваркой ($k_f = 6$ мм) перед монтажом.

Расход стали сетчатой панели на единицу площади составляет 14,17 кг/м² по линейной расчетной КЭ-модели в ППК Structure CAD.

Литература

1. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Свод правил. – Введ. 2011-05-20. – М., 2011. – 172 с.
2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. Свод правил. – Введ. 2011-05-20. – М., 2011, – 81 с.

УДК 624.014

П.С. Тестоедов

Особенности расчета висячего сетчатого покрытия на прогрессирующее обрушение в программном комплексе SCAD

Термин «прогрессирующее обрушение» относится к ситуации, когда разрушение или повреждение какой-либо малой части конструкции ведет к полному или почти полному разрушению всей конструкции. Поскольку невозможно полностью исключить вероятность возникновения аварийных воздействий или ситуаций, вызванных деятельностью человека или природными явлениями, необходимо обеспечить определенную степень безопасности находящихся в зданиях людей и сохранности их имущества за счет уменьшения вероятности прогрессирующего обрушения при локальных разрушениях несущих конструкций.

Существует три способа проектирования зданий, чтобы предупредить прогрессирующее обрушение: общее упрочнение всего здания, местное усиление и взаимосвязь элементов. В большинстве американских норм предпочтение отдается первому способу, при котором разрушение одного из элементов здания не приводит к разрушению всего строения. Местное усиление, т.е. упрочнение наиболее чувствительных мест, трудно поддается стандартизации для включения в нормы проектирования, т.к. для этого нужно четко представлять характер возможных воздействий на здание, в т.ч. террористических атак. Конструктивная взаимосвязь элементов или непрерывность конструкции, также является способом общего или местного упрочнения.

Одним из документов, определяющих правила проектирования для предотвращения прогрессирующего обрушения, являются Рекомендации, разработанные МНИИТЭП и НИИЖБ, утвержденные и введенные в действие приказом Москомархитектуры в 2005 г.

При реализации данного режима авторами принималась во внимание очевидная условность исходных предпосылок, заключающаяся в следующем:

- нет достоверной информации о месте и причине возникновения процесса и характере его протекания;
- реальные параметры разрушения могут далеко отстоять от условий прочности, приведенных в нормах, т.к. известно, что расчетные значения параметров прочности могут существенно отличаться от наблюдаемых в натуре.

Кроме того, следует учесть, что «...невозможно запроектировать и построить сооружение абсолютно безопасным и при этом не учитывать стоимость предотвращения аварийных ситуаций...», а также «...сооружения не могут быть совершенно свободными от риска обрушения из-за неопределенностей требований к системе, разброса технических свойств строительных материалов, трудностей адекватного моделирования поведения системы даже с использованием современных программных комплексов...».

Таким образом, в результате численного моделирования можно получить качественную оценку характеристик устойчивости конструкции по отношению к прогрессирующему обрушению, а также сопоставить несколько возможных сценариев обрушения с целью выявления слабых мест конструкции.

Реализованный в комплексе SCAD режим предназначен для моделирования поведения конструкции зданий и сооружений в случае аварийных воздействий, вызвавших локальные разрушения отдельных несущих элементов. Основные расчетные предпосылки приняты в соответствии с указанными выше Рекомендациями.

В основу расчета на прогрессирующее обрушение положены следующие положения:

- в качестве исходной модели конструкции здания для расчета на прогрессирующее обрушение принимается модель, полученная по результатам прочностного анализа и последующего подбора арматуры в элементах железобетонных конструкций и сечений элементов стальных конструкций;
- элементы расчетной схемы, моделирующие внезапно удаляемые элементы сооружения, объединяются в группы; количество элементов сооружения, одновременно вышедших из строя (обрушившихся), не ограничивается;
- расчет выполняется для комбинации нагрузок, включающей постоянные нагрузки и длительные части временных нагрузок с коэффициентом 1;
- для учета внезапности удаления элементов конструкции и эффекта падения обрушившихся конструкций вводятся коэффициенты динамичности;

- проверка элементов железобетонных и стальных конструкций, входящих в состав расчетной схемы после внезапного удаления элементов, выполняется только с учетом первого предельного состояния;
- расчетные прочностные и деформационные характеристики материалов принимаются равными их нормативным значениям;
- поскольку в результате расчета на прогрессирующее обрушение чаще всего возникают большие перемещения, рекомендуется выполнять расчет в геометрически нелинейной постановке.

Расчет на прогрессирующее обрушение выполняется в два этапа. Первый этап включает следующие действия:

- статический и динамический (если это необходимо) расчеты с целью определения напряженно-деформированного состояния конструкции в нормальных условиях эксплуатации;
- определение расчетных сочетаний усилий (PCY);
- подбор арматуры в элементах железобетонных конструкций с учетом первого и второго (трещиностойкость) предельных состояний;
- проверка и подбор прокатных сечений элементов стальных конструкций.

На первом этапе исследования была построена конечно-элементная модель висячего покрытия, выполненного из перекрещивающихся между собой жестких нитей гнутого прямоугольного профиля. Нити опираются на два опорных кольца, выполненных из сварного двутавра. Диаметр внешнего опорного кольца 68,3 метра, внутреннего – 25 метров. Вверху здание имеет купол высотой 4,95 м и пролетом 25 метров. В расчетной схеме были использованы конечные элементы типа 5 – пространственный стержень. Нити покрытия были заданы с помощью конечных элементов типа 310 – жесткая нить без предварительного напряжения. Данный тип конечного элемента учитывает геометрическую нелинейность при проведении нелинейного расчета.

Далее на конструкцию были заданы постоянные (собственный вес, вес покрытия) и временные (снеговая) нагрузки. Ветровая нагрузка задана не была, так как по рекомендациям для покрытий, постоянная нагрузка которых составляет 1.5...2 кН/м², а края по всему периметру закреплены, проверку на ветровую нагрузку можно не производить.

После задания расчетных нагрузок на конструкцию было сформировано 5 комбинаций загружений и расчетные сочетания усилий (новые).

Сечения нитей покрытия были подобраны из условия второго предельного состояния по табл. Е.1 пункт 2. Нити были выполнены из прямоугольных стальных труб 350x300x10 по ГОСТ 30245-2003.

Сечения остальных элементов конструкции были подобраны с помощью постпроцессора «Проверка сечений из металлопроката» в программном комплексе SCAD Office. Были назначены группы конструктивных элементов, для каждой группы были назначены: марка

стали, коэффициенты расчетной длины в плоскостях XoY и XoZ (в зависимости от условий закрепления), коэффициент условий работы и предельная гибкость.

В результате расчета были подобраны поперечные сечения всех элементов конструкции. Расчет производился по критическому фактору K_{max} . Критический фактор должен быть не более 1, это будет означать, что сечение элемента удовлетворяет расчету.

Для выполнения второго этапа необходимы дополнительные данные, которые задаются в диалоговом окне «Прогрессирующее обрушение». Они включают:

- список конечных элементов, входящих во внезапно удаляемый элемент конструкции;
- проверочную комбинацию нагрузжений, в которую входят постоянные нагрузки и длительная часть временных нагрузок с коэффициентом 1;
- группу нагрузок, определяющую вес обрушившихся конструкций;
- коэффициент перегрузки (динамичности) — для корректировки реакции системы при внезапном удалении элемента конструкции;
- коэффициенты перегрузки — для корректировки реакции системы на обрушение вышедших из строя конструкций;
- значение интервала неопределенности.

Если выполняется нелинейный расчет, то следует назначить метод расчета и задать соответствующие методу параметры.

Окно «Прогрессирующее обрушение» будет доступно только в том случае, если в составе исходных данных есть группы элементов (списки внезапно удаляемых элементов), а также комбинации нагрузжений (набор постоянных и длительных нагрузок, на действие которых выполняется проверка поврежденной конструкции).

В программе принят следующий порядок выполнения расчета:

- определяются реакции в узлах вышедших из строя элементов, примыкающих к остальной части схемы, от проверочной комбинации нагрузок;
- полученные значения реакций добавляются в расчетную комбинацию с коэффициентом динамичности;
- в проверочную комбинацию добавляется группа нагрузок от веса обрушившихся конструкций с коэффициентом перегрузки;
- формируется новая расчетная схема, в которой разрушенные элементы будут неактивны;
- выполняется расчет полученной схемы на проверочную комбинацию; формируются расчетные сочетания усилий;
- выполняется экспертиза несущей способности элементов стальных и железобетонных конструкций.

Результаты расчета на прогрессирующее обрушение отображаются в графической форме в двух и трехцветной цветовой шкале.

В двухцветной шкале элементы разделяются по цвету на работающие, у которых значение максимального по величине коэффициента использования ограничений меньше единицы, и вышедшие из строя, у которых значение коэффициента использования превышает единицу. В трехцветной шкале третий цвет используется для указания элементов, попавших в интервал неопределенности, т.е. таких, которые, по мнению расчетчика, с одинаковой вероятностью могут быть отнесены и к выбывшим из строя, и к работающим.

Найденные неработающие элементы – это те, которые отказали на первом же шаге процесса лавинообразного распространения обрушений. Если их включить в список конечных элементов, входящих во внезапно удаляемый элемент конструкции и определить, куда передается нагрузка с этих элементов после их разрушения, то можно получить картину разрушений на втором шаге и т.д. Однако, чаще потребуется выполнить усиление элементов (может быть не всех), попавших в неработающие по результатам первого шага, и повторить расчет уже для усиленной конструкции.

Расчет на прогрессирующее обрушение был проведен для исследуемого висячего сетчатого покрытия. Были проведены расчеты с обрушением различных частей покрытия с обрушением внешней колонны и с обрушением внутренней колонны. Результаты оценивались по трехцветной шкале с учетом интервала неопределенности, который задавался равным 15%. При обрушении внешней колонны в интервал неопределенности попадали все колонны (некоторые из них обозначились серым цветом), а часть внутреннего опорного кольца оказалась неработающей. При обрушении части покрытия в интервал неопределенности также попали все колонны, часть обрушившихся стержней попали в группу работающих, а неработающим оказался тот же участок внутреннего опорного кольца, что и при обрушении колонны. Из этого следует вывод, что результаты расчета на прогрессирующее обрушение оказались недостаточно достоверными, и необходимы другие методы моделирования отказа части конструкции.

Литература

1. СП 20.13330.2011. «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*: утв. ЦНИИСК им. Кучеренко 20.05.2011. – М. – 81с.
2. СП 16.13330.2011. «Стальные конструкции». Актуализированная редакция СНиП II-23-81*: утв. ЦНИИСК им. Кучеренко 20.05.2011. – М. – 178с.
3. Горев, В.В. Металлические конструкции : учебник для строит. вузов : в 3 т. / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов [и др.] / под ред. В. В. Горева. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2004. – Т. 1 – С. 3.

4. Карпиловский, В.С. SCAD для пользователя / В.С.Карпиловский, Э.З.Криксунов, М.А.Перельмутер. – К.:ВВП «Компас», 2000. – 332с.

5. Перельмутер, А.В. Реализация расчета монолитных жилых зданий на прогрессирующее (лавинообразное) обрушение в среде вычислительного комплекса «SCAD Office»/ А.В.Перельмутер, Э.З.Криксунов, Н.В.Мосина// Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 2 – С.6.

6. Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях. – М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2008.

УДК 624.011.2

А.В. Тихонов

К вопросу изучения характеристик деревянных конструкций усиленных материалами из углеродного волокна

При усилении деревянных конструкций углеродным волокном, приклеенным к боковым граням элемента, необходимо быть уверенным, что разрушение данного соединения будет происходить исключительно по древесине, что является обязательным требованием к клеевым соединениям. Это позволит в расчете опорного узла использовать расчетное сопротивление скалыванию древесины, как вдоль волокон, так и под углом. Данное требование может быть достигнуто четко выстроенной технологией склеивания данных соединений, которой пока в нормативных документах нет.

Для подтверждения возможности использования известных расчетных характеристик скалывания древесины необходимо провести ряд экспериментов, результаты которых, в любом случае, можно будет использовать при расчете данных соединений (рис. 1).

Немаловажным фактором также является толщина слоя наносимого углеродного волокна. С одной стороны, толщина слоя приклеиваемого углеродного волокна не должна влиять на само клеевое соединение, поскольку площадь приклеиваемой боковой поверхности волокна должна быть одинакова. Однако, существует вероятность того, что в слоях ткани с большей толщиной усилия распределяются более равномерно и разрушение может происходить при больших нагрузках.

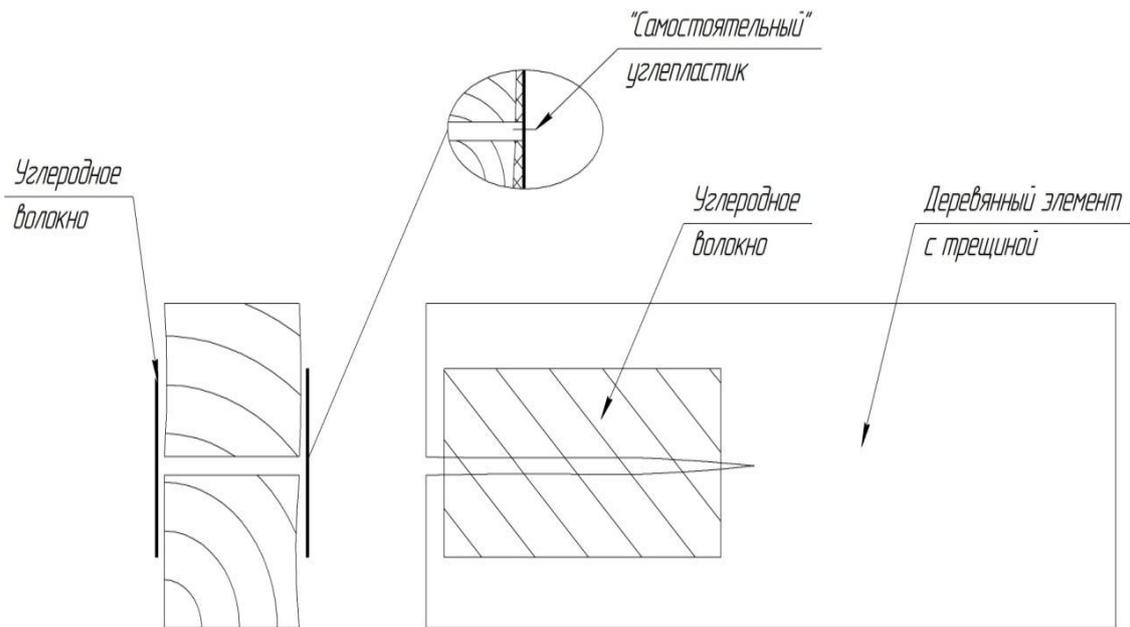


Рис. 1. Усиление деревянных конструкций путем приклеивания углеродного волокна к боковым граням элемента

Если говорить о технологичности создания соединения, то особое внимание необходимо уделить прижимным усилиям, подаваемым на соединение. Этот фактор зачастую является одним из важнейших, поскольку с помощью данного усилия можно контролировать толщину клеевого шва, что в свою очередь определяет несущую способность пластика, поскольку прочностные характеристики зависят от процентного соотношения компонентов в нем. К тому же недостаточные прижимные усилия не вызывают качественной адгезии клеевого состава и соединение разрушается по клеевому шву.

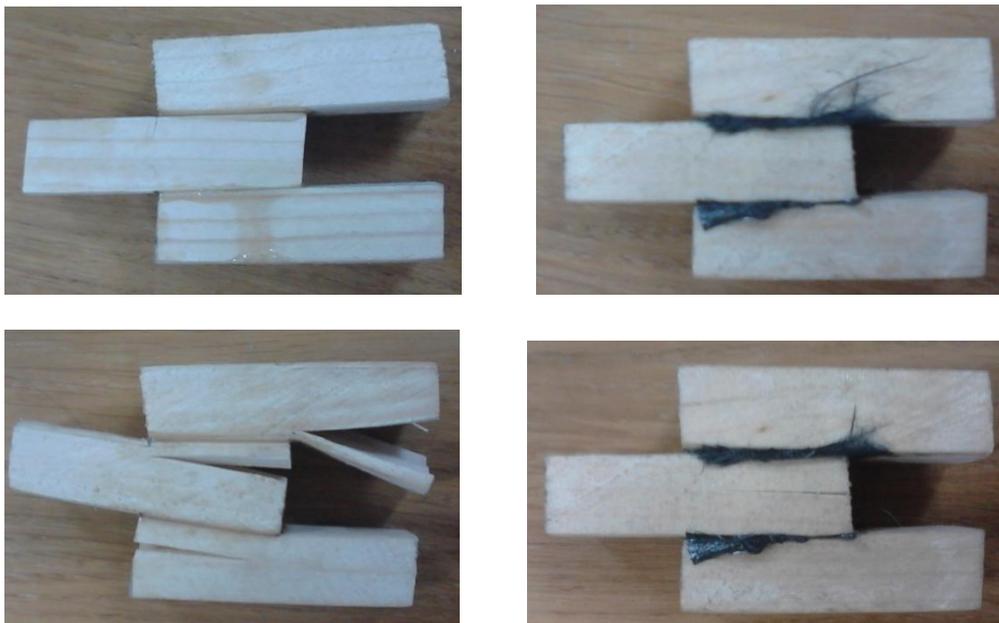


Рис. 2. Образцы до испытания и после с прослойкой из углеродного волокна и без нее

В качестве первичного анализа были проведены некоторые испытания с малыми образцами на определение несущей способности клевого шва, а также влияние наличия углеродного волокна в клеевом шве (рис.2).

Самым отрицательным фактором, на который необходимо обращать внимание является наличие воздуха в клеевой смеси, который остается образуя поры и не пропитанные места углеродного волокна создавая тем самым злокачественные пороки пластика, которые могут привести к разрушению соединения.

На рис. 3 изображена испытательная установка для определения расчетного сопротивления на скалывание древесины при отрыве углеродного волокна от соединения.

Данная испытательная установка работает от сжимающего пресса, что позволяет передавать нагрузку на всю поверхность деревянной части соединения. Это удобно тем, что соединение не имеет ослабления для крепления оснастки на растяжение, которое использовалось ранее и при использовании которого образцы разрушались от потери несущей способности древесины.

Первой задачей данных испытаний стоит установление разрушения соединений по древесине. Для этого изготавливаются специальные образцы с ожидаемым отрывом углеродного волокна в определенном месте (рис. 3). Для качественного склеивания образца между деревянными элементами устанавливается временный вставыш, который оборачивается плотной калькой, которая препятствует проникновению клевого состава в соприкосновение с деревом (материалом вставыша).

Аналогично по периметру склеивания углеродного волокна прокладывается слой кальки как защитного материала, который способствует разглаживанию слоя углеродного волокна, выведению остаточного воздуха под давлением прижимных усилий, а также препятствует проникновению клевого состава в соприкосновение с грузом. Таким образом, углеродное волокно, будучи уже углепластиком, имеет защитное покрытие в виде кальки, как с внутренней стороны, так и с наружной (рис. 4, 5).

В качестве материала матрицы использовалась эпоксидная смола ЭД-20 с отвердителем ПЭПА в соотношении 8:1 согласно СП 64.13330.2011. Для испытания была взята углеродная однонаправленная лента отечественного производства холдинговой компании ЗАО «Композит» марки FibARM с плотностью 230 г/м². Прижимное усилие создавалось приложенным грузом весом в 20 кг. Клеевое соединение высыхало в течение 2-х суток.

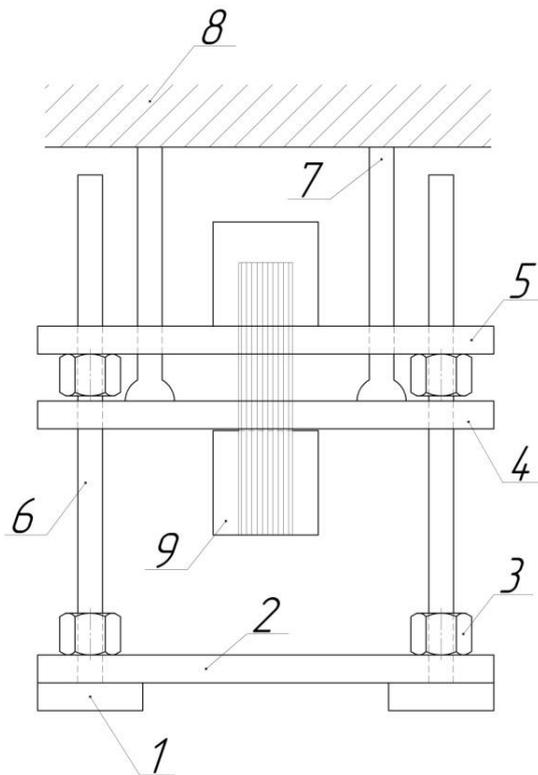


Рис. 3. Схема испытательной установки:

1-Опора, 2- опорная планка, 3 - фиксирующая гайка, 4 - подвижная планка, 5 - установочная планка, 6- направляющая, 7 - толкатель, 8 - пресс, 9- испытываемый образец

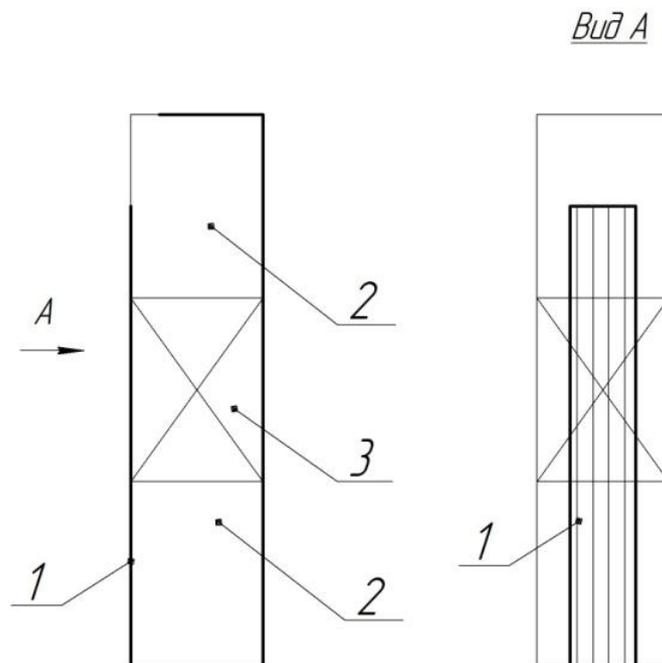


Рис. 4. Образец для испытаний по определению скалывающих напряжений:
1 - слой углеродного волокна, 2 - образец определенным углом направления волокон,
3 - временный вставыш

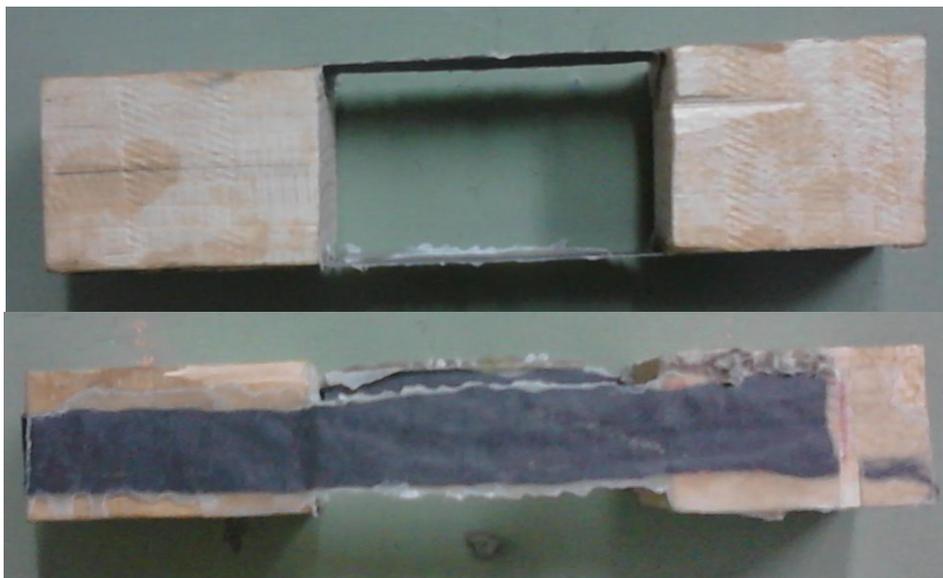


Рис. 5. Склеенный образец для испытаний по определению скалывающих напряжений

После получения положительного результата необходимо будет провести аналогичные испытания с углеродной лентой большей толщины, а также аналогичные испытания при усилении в несколько слоев. После чего необходимо будет перейти к изменению угла направления волокон деревянного образца, поскольку характеристики при данных условиях могут сильно различаться с первоначальными.

Не стоит забывать, что такого рода серийные испытания должны проходить при сопутствующей статистической обработке, где обеспеченность результатов должна быть не менее 95 %.

В последующих отчетах о проделанной работе будут выведены результаты данных исследований, проведенных в полной мере с указанием полученных результатов расчетных сопротивлений древесины скалыванию при изменении направления волокон с использованием углеродного волокна.

Литература

1. Линьков, Н. В. Несущая способность и деформативность соединений деревянных конструкций композиционным материалом на основе эпоксидной матрицы и стеклоткани: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01/ Н. В. Линьков. – М., 2010. – 244 с.

2. СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. – М., 2011.

Деформации жилого дома в Нижнем Новгороде, построенного без учета сложных инженерно-геологических условий участка, отведенного под строительство

В геоморфологическом отношении рассматриваемый район является частью возвышенного плато правого высокого берега р. Волги, расчлененного густой овражно-балочной сетью.

Участок, отведенный под строительство, расположен в 15-18 м от бровки Изоляторского оврага. Грунтовое основание здания крайне неоднородное (рис.1) и это обусловлено: 1) расположением средней части дома на отвешке Изоляторского оврага, засыпанного разнообразными грунтами с бытовыми отходами, строительным мусором и с органическим веществом, содержание которого достигает 12-63%; 2) возможным наличием пустот и слабых зон в насыпных грунтах, образованных в результате захоронений, засыпки выгребных ям, погребов, подвалов; 3) наличием просадочных грунтов; 4) различной мощностью сильносжимаемых насыпных и просадочных грунтов, несущая способность которых при замачивании резко снижается, а деформируемость увеличивается.

Геолого-литологическое строение площадки, занимаемой зданием, представлено на рис. 1.

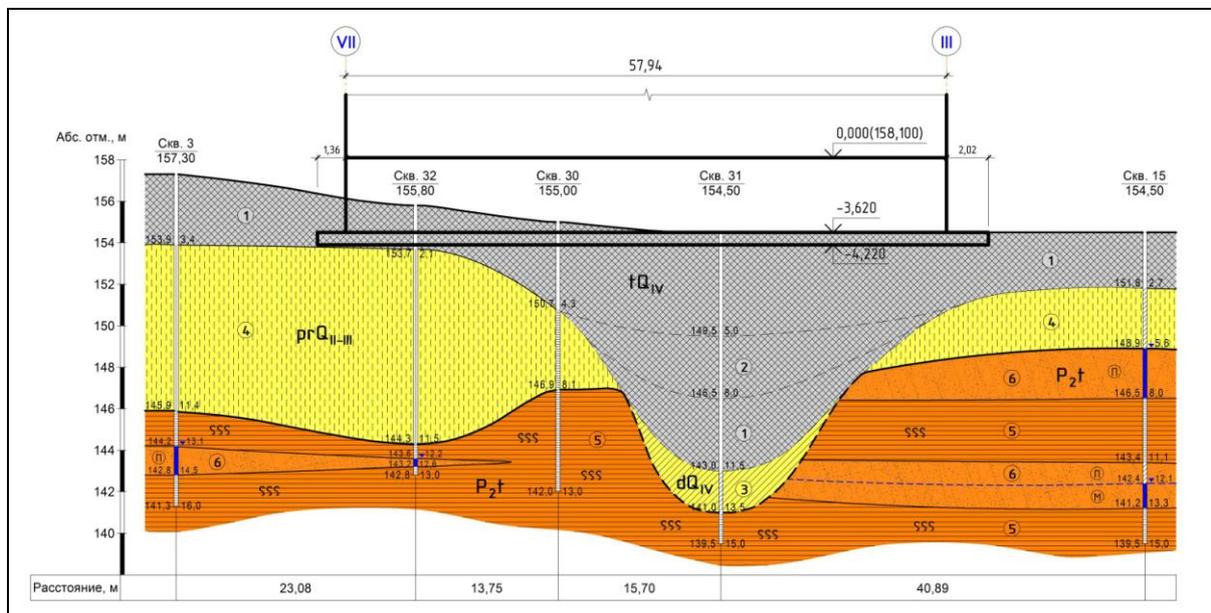


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез (вдоль секций №2 и №3).

Геолого-литологическое строение площадки строительства: ИГЭ-1. tQ_{IV}-насыпной грунт; ИГЭ-2. tQ_{IV} - насыпной грунт; ИГЭ-3. dQ_{IV} – суглинок; ИГЭ-4. PrQ_{II-III} – суглинок лессовый, высокопористый, просадочный; ИГЭ-5. P_{2t} –глина твердая; ИГЭ-6. P_{2t} – песок полимиктовый

Гидрогеологические условия участка на момент бурения скважин в 1997 г. характеризовались наличием водоносного горизонта в прослоях песка полимиктового, вскрытого на глубине 12,2 м. Горизонт безнапорный, водовмещающими грунтами являлись пески полимиктовые, нижним водоупором служат плотные коренные глины. В четвертичных отложениях на период изысканий (1997 г.) подземные воды не были встречены, но в 1981-1982 гг. был зафиксирован техногенный водоносный горизонт на глубине 5,6-6,2 м.

В результате работ по вскрытию фундаментов дома, выполненных летом 2013 г., было обнаружено: 1) в шурфах, отрытых снаружи здания, установившийся уровень грунтовых вод выше уровня подошвы фундаментной плиты; 2) в шурфах, вскрытых внутри здания, вода была обнаружена под бетонным полом в песчаной засыпке, выполненной по верху фундаментной плиты. Это означает, что за 16 лет, прошедших со дня завершения строительства дома, произошло прогнозирувавшееся в 1982 году подтопление участка, в том числе и насыпи, заполняющей отвершек Изоляторского оврага, служащей основанием для фундамента здания.

В 1997 году на рассматриваемом участке был построен 7-ми этажный жилой дом, кирпичный, бескаркасный, Г-образной формы в плане, состоящий из 3-х секций, отделенных друг от друга температурными деформационными швами (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид здания со двора. Деформационные температурные швы разделяют здание на 3 температурных блока: секция №1 на фото. слева, секции №2 и №3-справа

Междуэтажные перекрытия и покрытие из сборных железобетонных пустотных панелей опираются на продольные внутренние и наружные

стены. Стены здания, выложенные из утолщенного силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе, опираются на плоскую неразрезную монолитную железобетонную фундаментную плиту толщиной 600 мм. Глубина заложения фундаментной плиты в зависимости от рельефа участка изменяется в пределах от 1,3 м до 3,47 м.

Причинами подтопления участка, произошедшего за время с момента постройки здания, являются следующие.

1. Засыпка Изоляторского оврага на участке, примыкающем к площадке, занимаемой домом. Овраг был засыпан стеклянной тарой, строительным и бытовым мусором, разнообразным грунтом. При этом были засыпаны не разобранные садовые постройки, не вырубленные деревья. Засыпка по настоящий день производится без проекта, без устройства дренажа, без соответствующей инженерной подготовки.

С одной стороны, засыпка полезна и необходима для обеспечения устойчивости склонов Изоляторского оврага. С другой стороны, бессистемная засыпка нарушает или полностью исключает дренирование прилегающих к оврагу территорий, что неизбежно приводит к их подтоплению.

2. Закрепление цементацией насыпного грунта, заполняющего откосы оврага, залегающего под фундаментной плитой, и подведение под фундаментную плиту металлических свай, выполненное по проекту ННГАСУ в 2000 году.

В результате закрепления насыпи цементацией и подведения металлических свай под фундаментной плитой была образована подземная плотина, препятствующая фильтрации грунтовых вод. В результате возник барражный эффект, заключающийся в подъеме уровня грунтовых вод перед преградой на пути фильтрации водного потока.

3. Утечки воды из водонесущих коммуникаций, повреждение и даже разрушение которых могло возникнуть в результате чрезмерных деформаций здания.

4. Инфильтрация в грунтовое основание здания поверхностных дождевых и талых вод из-за: неудачной планировки территории, примыкающей к зданию; неудовлетворительного состояния отмостки и асфальтового покрытия, выполненного вокруг здания.

Деформации здания начались уже на стадии возведения фундаментно-подвальной части. Они проявились в виде диагональных трещин в фундаментных стенах и расхождения продольных стыков между панелями перекрытия. Возведение надземных этажей сопровождалось нарастанием неравномерных деформаций и крена здания и ко времени окончания строительства в 1997 году произошло раскрытие температурного деформационного шва между секцией №1 и секцией №2 с разрушением металлических нащельников, появились трещины в стенах, в ограждениях лоджий, начались смещения плит перекрытий в секции №2.

При обследовании здания, выполненного летом 2013 г., в наружных и во внутренних стенах были обнаружены многочисленные трещины, пересекающие стены здания по всей высоте на отдельные блоки. Раскрытие температурного деформационного шва, отделяющего секцию №1 от секции №2, составило 770 мм в уровне верха парапета и 120 мм в уровне обреза фундаментной плиты (рис. 3).



Рис. 3. Апрель 2013 года. Крен секции №2 относительно №1. Раскрытие деформационного шва в уровне верха парапета составляет 770 мм

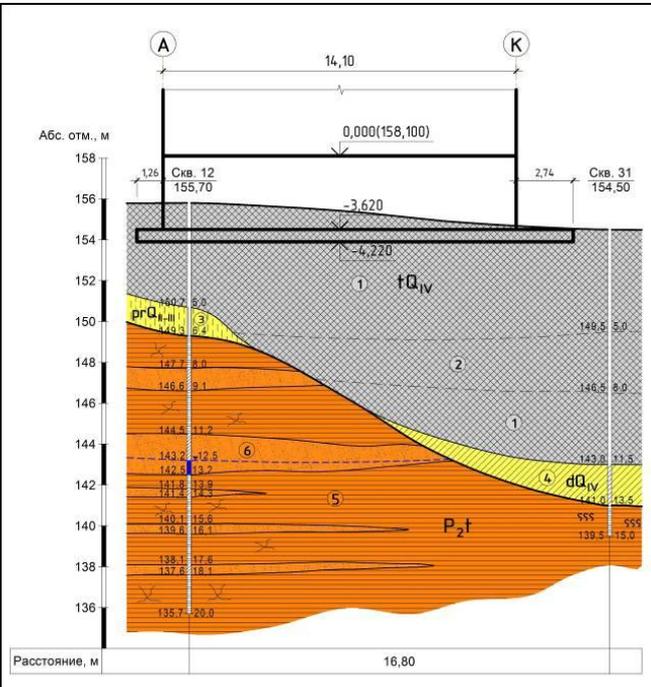


Рис. 4. Инженерно-геологический разрез (поперек здания), иллюстрирующий геолого-литологическое строение грунтового основания под секцией №2

Неравномерные осадки здания и крены его секций в несколько раз превысили предельные нормативные значения. Фундаментная плита в местах примыкания секций здания друг к другу, оказалась разрушенной.

Причиной развития чрезмерных по величине неравномерных деформаций грунтового основания и опирающегося на него здания является неправильный выбор типа фундамента – отказ от свайного фундамента в пользу плоской неразрезной железобетонной фундаментной плиты, опирающейся на сильносжимаемые насыпные грунты переменной мощности от 2,1 до 12,5 м, заполняющие отвершек Изоляторского оврага (рис.4), точное оконтуривание которого выполнить не удалось из-за плотной застройки участка, выделенного под строительство, частными домами.

Ретроспективный обзор архитектурно-конструктивных особенностей зданий выставочных комплексов

Научно-технический прогресс и сопутствующий ему рост ассортимента и объема промышленной продукции, повышение культурного и материального уровня, вызвали широкий обмен информацией во всех областях человеческой деятельности – технике, науке, культуре и искусстве. Это, в частности, породило практику проведения выставок, которые дают возможность непосредственного знакомства с новейшими достижениями при их экспозиции, совмещенной с различными средствами информации.

В современных условиях экономическое развитие страны тесно связано с необходимостью строительства специализированных выставочных площадей соответствующего профессионального масштаба и качества. Выставки оживляют экономику, осуществляют загрузку инфраструктуры, дают людям работу, науке – новые импульсы, а бизнесу открывают новые рынки, выступают своеобразными «дорогами» развития отдельных отраслей и экономики в целом. Все это усиливает их значимость для государства.

Первоначально под выставки приспособлялись существующие крупные сооружения (дворцы, манежи). Во второй половине 19 века начинается проектирование и строительство специальных зданий выставочных комплексов.

К созданию павильонов изначально привлекались крупнейшие архитекторы, что позволяло рассматривать их как своеобразные выставочные экспонаты, демонстрирующие новейшие достижения в области строительной техники своего времени. Многие выставочные комплексы и павильоны принадлежат к лучшим образцам новаторской архитектуры.

Именно в архитектуре выставочных сооружений впервые были проверены:

- модульная система;
- унификация и типизация новых конструкций из стекла и чугуна (Хрустальный дворец);
- точность монтажа укрепленных блоков стальных конструкций применительно к уникальному по высотности (300 м) сооружению (Эйфелева башня на Всемирной выставке в Париже в 1889 г);
- стальные трехшарнирные решетчатые рамы пролетом 112,5 м (здание Галереи машин на той же выставке – архитектор Ш. Дютер, инженер Контамен);

- первые в миреисячие конструкции покрытий (павильоны Всероссийской Нижегородской ярмарки 1896 г. – инженер В. Шухов).

Можно смело утверждать, что ни в одном из типов общественных зданий не было применено столько новых конструкций, как в выставочных павильонах.

На основе исторического анализа строительства выставочных комплексов, начиная с середины 19 века, можно выделить несколько периодов, определяющих переходы за счет изменения архитектурных и конструктивных особенностей зданий.

Вторая половина XIX века характеризуется строительством специальных выставочных павильонов большой площади, с обширным, легко обозреваемым и максимально освещенным внутренним пространством. Сами здания также являются экспонатами, демонстрировавшими успехи строительной техники. Еще одной отличительной особенностью данного периода является разрыв между новаторским инженерным решением сооружений, в которых использовались металл, стекло, железобетон, усовершенствованные металлические каркасные конструкции, позволившие резко увеличить пролет перекрытий и фасадами дворцового типа в исторических архитектурных стилях, а чаще – покрытых пышным эклектическим декором. Здания выставочных комплексов, возведенные именно в этот временной период, оказали большое влияние на развития архитектуры выставок. К ним относится, например, Хрустальный дворец (1851 г., инженер Д. Пакстон), возведенный для Всемирной промышленной выставки в Лондоне. Впервые в архитектурной практике здание было построено только из стекла и металла. Выставочный зал площадью 72 тыс.кв.м. (563x124 м) был сооружен из одинаковых архитектурно-конструктивных элементов – 3200 металлических колонн и 3200 металлических балок. Они составляли несущий остов. Здание было возведено всего за 16 недель. Остекленные элементы и стальные рамы положили начало так называемой ажурной архитектуре.

В последующих выставках металл уже не прячут, а выносят открыто на фасады. Так, на выставке 1889 года в Париже в Галерее машин (инженер В. Контамен и архитектор Ф.Дютер) размером 421x145 м центральный неф был перекрыт двадцатью стальными трехшарнирными арками пролетом 110,6 м и высотой 45 м с рифленным прогоном и балками, между которыми уложена кровля. Символом индустриальной эры стала башня Г. Эйфеля (1889 г.) высотой 312,5 метров.

Павильоны первой половины XX века становятся частью обширного выставочного комплекса, включающего открытые экспозиционные площадки, зелень и водоемы. Прослеживаются идеи функционализма и конструктивизма, усиление идеологической роли архитектуры павильонов.

Для всемирных и международных выставок этого периода генеральный план разрабатывается, как правило, одним крупнейшим

архитектором, а архитектура каждого из павильонов решается независимо авторами из различных стран, преследуя престижные или рекламные цели, что устанавливает значительную разностильность, в какой-то степени ярмарочный характер выставочных комплексов. Например, в архитектуре выставочных зданий и павильонов СССР того периода, помимо технической стороны, имел место показ достижений социалистического общества, идеологическая программа пропаганды советского образа жизни. Эти задачи советской выставочной архитектуры всегда учитывались зодчими. В качестве примера можно отметить возведенный в 1937 г. на Парижской выставке величественный, динамичный по формам павильон СССР (архитектор Б.М. Иофан), увенчанный скульптурной группой «Рабочий и колхозница» Веры Мухиной.

Во второй половине XX века основной идеей Всемирных выставок становится научно-технический прогресс. В соответствии с этим в архитектуре многих павильонов реализуются экспериментальные проекты, воплощаются новые инженерные идеи, применяются новые конструктивные и объемно-пространственные решения, основанные на использовании современных строительных материалов и архитектурных принципов. Реализацию экспериментальных проектов, новые инженерные идеи, присущие тому периоду, демонстрирует, к примеру, стальная пространственная конструкция павильона США на Всемирной выставке в Монреале 1967 г. (архитектор Ричард Фуллер). Это конструкция «геодезического купола», представляющего собой полусферу, собранную из тетраэдров.

XXI век в большей степени продолжает впечатлять разнообразием современных архитектурных и конструктивных приемов, присущих веку «высоких технологий», ярким художественным наполнением и неординарностью решений, принятых при проектировании зданий выставочных комплексов.

Анализируя современные выставочные комплексы, можно выделить и еще одну важную особенность – многофункциональность каждого сооружения; они включают в себя как обязательные атрибуты выставочные пространства, конгресс-залы, залы для проведения массовых торжеств и даже рестораны и кафе различного типа. Такая особенность обусловлена появлением новых условий проведения и содержания выставок. Если раньше здания служили только для демонстрации достижений, то в настоящее время становятся местом профессиональных встреч, деловых переговоров, заключения договоров и сделок, что требует введения в состав выставочных комплексов самостоятельной деловой зоны – функционально-планировочной части, предназначенной для создания условий проведения деловых мероприятий на выставках.

Таким образом, проектирование и строительство выставочных комплексов осуществляется с учетом всех нововведений, достижений и требований современного общества.

Использование систем автоматизированного проектирования при выполнении студентами учебных проектов

В настоящее время является актуальной проблема использования систем автоматизированного проектирования (САПР) студентами высших учебных заведений при выполнении учебных проектов. Это связано с тем, что на современном этапе ВУЗы не успевают осваивать современные, постоянно совершенствующиеся, системы автоматизированного проектирования. Следовательно, большинство выпускников не имеют практических навыков и опыта использования таких программных средств, что отрицательно сказывается на их будущей квалификации, уровне подготовленности к трудовой деятельности и востребованности на рынке труда.

Системой автоматизированного проектирования называют организационно-техническую систему, состоящую из совокупности комплекса средств автоматизации проектирования и коллектива специалистов подразделений проектной организации, которая выполняет автоматизированное проектирование объекта, являющегося результатом деятельности проектной организации.

САПР включает в себя ряд подсистем. Важнейшими для строительного проектирования являются САД и САЕ подсистемы.

САД (*computer-aided design/drafting*) – средства автоматизированного проектирования. К ним относятся средства САПР, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, и САПР общего назначения.

САЕ (*computer-aided engineering*) – средства автоматизации инженерных расчетов, анализа и симуляции физических процессов, которые осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий и конструкций.

В настоящее время САД и САЕ системы получили широкое распространение в России. Такие программы как, например, *AutoCAD* и *Компас-3D*, *ЛИРА* и *SCAD office* широко используются как проектными организациями, так и студентами. Они позволяют значительно упростить и ускорить работу проектировщика, дают возможность производить более точные и сложные расчеты, выполнять более детализированные чертежи, а также объемные модели объектов.

Но САПР не ограничиваются только САД и САЕ системами, кроме них существуют еще и ВМ системы с несколько иными функциональными возможностями.

BIM (*Building Information Modeling* или *Building Information Model*) – информационное моделирование здания или информационная модель здания (сооружения).

Информационное моделирование здания – это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

Трехмерная модель здания, либо другого строительного объекта, связана с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое. Изменение какого-либо одного из его параметров влечет за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика.

Примерами таких систем могут служить *Autodesk Revit*, *Digital Project*, *ArchiCAD*, *Nemetschek Allplan*.

Использование BIM систем можно представить следующей схемой (рис. 1).

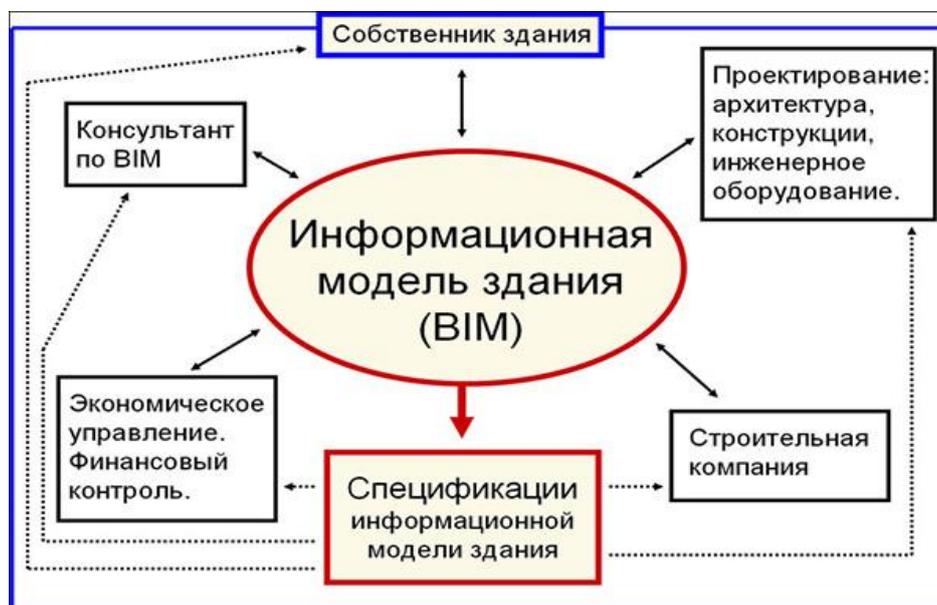


Рис. 1. Схема использования BIM систем

Модели и объекты управления BIM – это не просто графические объекты, это информация, позволяющая автоматически создавать чертежи и отчеты, выполнять анализ проекта, моделировать график выполнения работ, эксплуатацию объектов и т. д. – предоставляющая коллективу строителей неограниченные возможности для принятия наилучшего решения с учетом всех имеющихся данных.

ВМ поддерживает распределенные группы, поэтому люди, инструменты и задачи могут эффективно и совместно использовать эту информацию на протяжении всего жизненного цикла здания, что исключает избыточность, повторный ввод и потерю данных, ошибки при их передаче и преобразовании.

В настоящее время в России некоторые компании делают попытки или переходят с САД на ВМ технологии. В таких странах, как Германия, Франция, США, Канада этот процесс прошел значительно раньше, чем объясняется популярность ВМ программ во всем мире. В России внедрение ВМ технологий находится на начальном этапе. Одним из подходов к внедрению ВМ технологий является их использование при освоении образовательных программ студентами ВУЗов, это будет способствовать более эффективному освоению обучающимися профессиональных компетенций, современных программных продуктов и последующему их применению в деятельности предприятий и организаций.

Литература

1. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций / В. Н. Малюх. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.

**ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ. ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ.
ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ. ГИДРАВЛИКА.
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ**

УДК 627.8.07

А.О. Ванютин, Е.А. Момотов

**Определение пористости и структуры распределения пор в
геотекстильных нетканых иглопробивных материалах**

При анализе работоспособности обратных фильтров из геотекстильных нетканых иглопробивных материалов, одной из важнейших задач является определение пористости и структуры распределения пор в полотне. При известной пористости и структуре распределения пор, возможно не только назначение материала обратного фильтра по гранулометрическому составу защищаемого грунта, но и достаточно точное прогнозирование долговременной работы системы геотекстиль - грунт под воздействием фильтрационного потока.

На данный момент существует множество методик определения пористости мембранных материалов. Однако наиболее эффективными для изучения пористой структуры геотекстильных материалов являются две методики:

- жидкостная экструзионная порозиметрия;
- обработка микрофотографии структуры омоноличенных образцов.

Жидкостная экструзионная порозиметрия дает высокоточные результаты при измерении объема сквозных пор, структуре распределения пор и жидкостной проницаемости. Однако при высокой точности и скорости проведения эксперимента, данный метод требует наличия серьезной материально-технической базы и в целом имеет высокую себестоимость.

Метод обработки микрофотографии шлифов помимо определения общей пористости и структуры распределения пор позволяет получить представление об общем строении материала. При этом данный метод не требует дорогостоящей специализированной аппаратуры и может быть легко реализован. Данный метод был применен для определения пористой структуры в ходе выполнения научно-исследовательской работы по теме «Совершенствование методики подбора обратных фильтров из геотекстильных материалов».

Апробация метода проводилась на материале TERRAFIX® 609. Образцы исследуемого материала размером 1,5 x 1,5 см омоноличивались в двухкомпонентном эпоксидном клее типа ЭДП. Образец погружался в клей и дегазировался в сушильном вакуумном шкафу при температуре 80°C. После дегазации образец помещается на пластину из кварцевого

стекла, с нанесением покрывного слоя эпоксидного клея (также подвергнутого дегазации в камере) и поверх закрывался еще одной пластиной из кварцевого стекла. Твердение происходит в сушильном вакуумном шкафу при температуре 28°C под нагрузкой в 2 кПа, создаваемой струбциной с динамометром, либо без нагрузки. Такая методика позволяет получить равномерно омоноличенный образец нетканого геотекстильного материала.

После омоноличивания образца производилась его шлифовка слоями толщиной 0,5 мм, с микрофотографией после снятия каждого слоя. Для выполнения микрофотографии использовался микроскоп Биолам Д11 с установленной вместо окуляра электронной камерой-микроскопом высокого разрешения, что позволяет передавать снимки высокого качества непосредственно на ЭВМ для дальнейшей обработки.

Снимки производились, в проходящем свете, по всей поверхности образца в количестве необходимом для получения серий фотографий, достаточного качества. В ходе апробации метода микрофотосъемка велась при различных условиях для выявления наиболее благоприятного случая. Наиболее качественные снимки получаются в проходящем рассеянном свете (светодиодная подсветка с матовым полупрозрачным экраном), в режиме черно-белого изображения повышенной контрастности с позитивным отображением.

Примеры готовых микрофотографий для образцов ненарушенной структуры с нагрузкой и без, представлены на рис. 1.

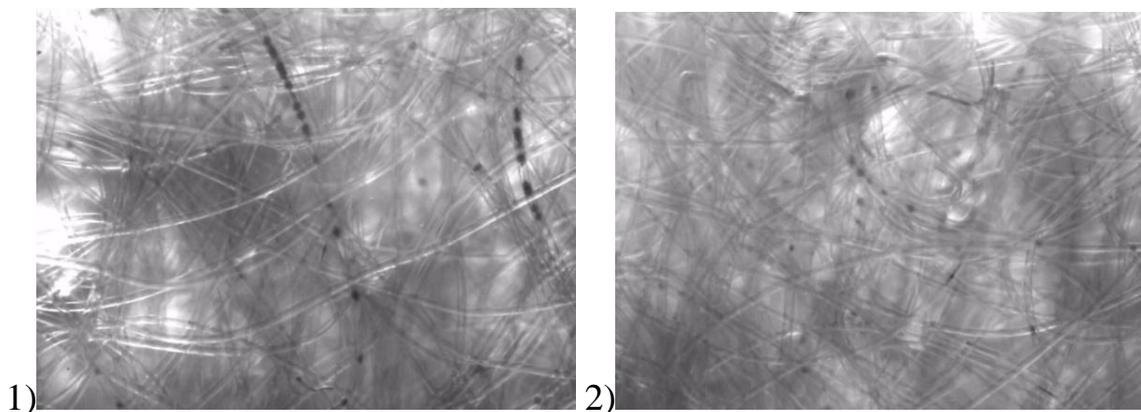


Рис. 1. Микрофотография шлифов материала Terrafix 609:

1) без нагрузки; 2) под нагрузкой 2 кПа

После получения серии фотографий надлежащего качества производится обработка изображения для передачи в программный комплекс с целью дальнейшей обработки.

Обработка исходных фотографий производилась в программном комплексе «Definiens», с использованием технологии системного распознавания изображений, имитирующей познавательные процессы человека, извлекающего информацию из снимков. Эта технология позволяет изучить каждый пиксель не в отдельности, а применительно к

конкретной ситуации. Она строит картинку итеративно, распознавая группы пикселей как объекты. Результатом обработки в программном комплексе является изображение волокон структуры нетканого материала, относящихся к конкретной плоскости шлифа (рис. 2). Цикл шлифовка – микрофотография – обработка, последовательно проводимый с шагом 0,5 мм, позволяет получить послойное отображение структурного «скелета» геотекстильного материала.

Для дальнейшего анализа пористой структуры материала использовалась технология ГИС и предоставляемые ею геостатистические методы. Поэтому классы пор и классы волокон для всех изображений были экспортированы в полигональные объекты, и дальнейшая обработка данных проводилась в среде ArcGIS 10.

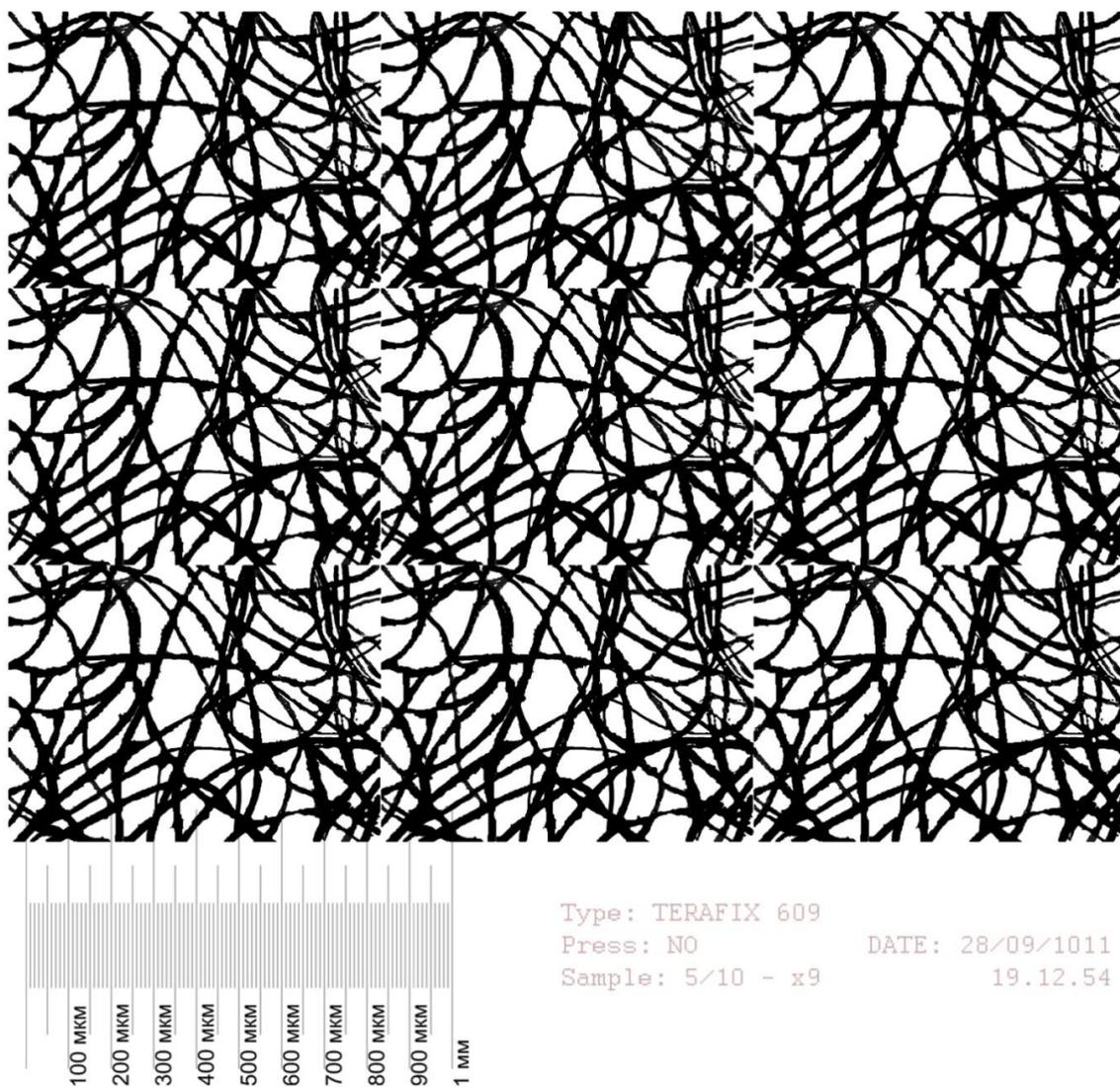


Рис. 2. Микрофотография шлифов материала Terrafix 609

Анализ обработанного шлифа производился с использованием алгоритмов кластеризации «Getis-Ord General G» и пространственной статистики «Average Nearest Neighbor Distance». В программном

комплексе ArcGIS данные алгоритмы реализованы в виде инструментов пространственной статистики High/Low Clustering: Getis-Ord General G (Spatial Statistics) и Average Nearest Neighbor Distance (Spatial Statistics). Полученные результаты обрабатывались вручную с использованием статистических методов. На основании полученных результатов построены кривые распределения пор в плоскости полотна (рис. 3).

Компьютерная обработка микрофотографий омоноличенных образцов геотекстильных материалов показала достаточную точность при определении пористости и структуры распределения пор. Учитывая наглядность данной методики и относительную простоту выполнения экспериментов, она является предпочтительной в дальнейших испытаниях геотекстильных нетканых иглопробивных материалов. Дальнейшее совершенствование данной методики направлено на установление зависимостей послойного перекрытия пор волокнами, составление пространственной расчетной схемы материалов и уточненного определения их характеристик. Это позволит осуществлять более точный подбор геотекстильных материалов для обратных фильтров, определять их эксплуатационные свойства и прогнозировать долгосрочную работоспособность.

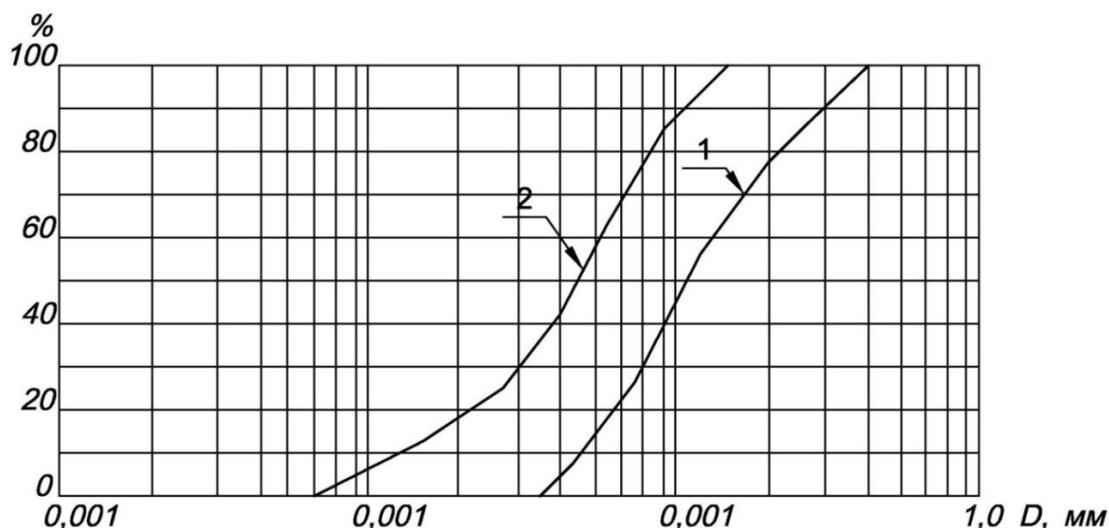


Рис. 3. Распределение пор по размеру D_0 мм в плоскости полотна геотекстильного материала Terrafix 609: 1) без нагрузки; 2) под нагрузкой 2 кПа

Литература

1. Казарновский, В.Д. Синтетические текстильные материалы в транспортном строительстве / В.Д. Казарновский, А.Г. Полуновский и др.; под ред. В.Д. Казарновского. – М.: Транспорт, 1984. – 159 с.
2. Костин, В.И. Работоспособность дренарующих прослоек из геотекстиля в дорожных одеждах: дис... канд.техн. наук: 05.03.14 / В.И. Костин. – М., 1989.
3. Mitchell Andy. The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2. ESRI Press, 2005.

Новый способ очистки воды

Вода, которую называют «жидкостью жизни», загрязнена нефтепродуктами, токсинами, бактериями, вирусами и множеством других, иногда с трудом идентифицируемых элементов. Нетрудно представить, сколько вредных веществ поступает в организм человека, и с каким трудом он с ними справляется при современном экологическом состоянии среды. Следствием, как правило, является ухудшение показателей здоровья населения, а также резкое снижение средней продолжительности жизни в целом по населению. Вода является главным веществом по здоровому функционированию человеческого организма, поэтому важность ее роли в жизни человека не может подвергаться никакому сомнению. Иными словами, уже несколько веков человек потребляет грязную воду, и все это время делает попытки сделать ее пригодной для человеческого организма, которые приводят к временному успеху. Однако, с ростом численности населения и техногенного масштаба цивилизации, человечество нуждается в более совершенных и эффективных способах водоподготовки. Помимо всего этого, с ростом городов и населения, а также повышением уровня инфляции в мировой экономике, поставлять потребителю чистую и пригодную для питья воду становится трудоемко, дорого и практически нереально. Поэтому наука стремится найти такой способ, который позволит подавать в каждый дом чистую и дешевую воду, не только не вредную, но также и полезную, обогащенную минералами и лишенную болезнетворных бактерий.

Не так давно инженеры Стэнфордского университета выделили новый тип наночастиц, которые очищают воду от любых загрязнителей, и самое главное, при этом сами наночастицы легко удаляются из воды при помощи магнита. Новый механизм (наносборщик загрязнителей) представляет собой диск на основе диоксида титана, способный захватывать некоторые тяжелые металлы и загрязняющие воду минеральные вещества. В последние годы удалось разработать технологии дезинфекции и детоксикации воды с помощью наночастиц, но возникла проблема – как удалить сами наночастицы, так как использовать их повторно невозможно. С помощью наночастиц можно эффективно собрать все бактерии и вредные вещества водоема, но удалить наночастицы невозможно, и они добавляются к вредным составляющим. Задача, как было сказано выше, была решена: новый тип наночастиц не только эффективно собирает загрязнители, включая бактерии, но и легко восстанавливается после использования. В загрязненной воде наносборщики быстро убивают вредоносные бактерии и надежно захватывают молекулы токсинов и других загрязняющих веществ. В отсутствие магнитного поля наночастицы имеют нейтральные свойства, но

под действием сильного магнитного поля они приобретают способность притягиваться к обычному постоянному магниту. Наносборщики с покрытием из серебра погружают в воду, зараженную бактериями кишечной палочки. При сравнительно низкой концентрации серебра – 17 частей на миллион, наносборщики смогли уничтожить 99.9% бактерий всего за 20 минут. После чего еще за 5 минут, наночастицы, сделавшие свое дело, удалось удалить из воды при помощи обычного постоянного магнита. Теперь наночастицы можно настраивать, добавляя различные активные вещества, что позволяет очищать воду от конкретных загрязнителей – нефти, токсинов, бактерий, вирусов и других.

Существует мнение, что найден путь к новым технологиям очистки загрязненной воды. Несомненно – новыми инженерными решениями в части очистки воды должны заинтересоваться ученые всего мира, ведь возможно это тот самый «вечный двигатель». при помощи которого человечество избавится навсегда от проблемы получения чистой воды во всем мире.

Литература

1. ГОСТ 17.1.3.05-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами: Введ. 01.01.83. – М.: ГУП ЦПП, [б.г.]. – С.1.

2. Наука и разработки. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.rnd.cnews.ru/natur_science.

УДК 628.162

Е.В. Воробьева

Экологически чистый обеззараживающий реагент, применяемый в системах водоподготовки

Основные критерии качества питьевой воды, сформулированные в СанПиН 2.1.4.1074-01, заключаются в следующем: питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

В технологии подготовки питьевой воды хлорирование является одним из важнейших этапов обработки, обеспечивающим надежное обеззараживание, а также позволяющим поддерживать санитарное состояние сетей и сооружений. Все остальные методы не обеспечивают обеззараживающего последствия и, следовательно, требуют хлорирования на одной из стадий водоподготовки.

Одним из существенных недостатков обеззараживания хлором является образование побочных продуктов дезинфекции, хлорорганических соединений (ХОС), а также специфических хлорных

запахов и привкусов. Другой недостаток, что в современных условиях постоянного совершенствования нормативной базы в области промышленной безопасности, повышаются требования к условиям производства, хранения, транспортирования и применения хлора и его производных на объектах водоподготовки и очистных сооружениях. Следовательно, встает вопрос замены хлора на современные безопасные и перспективные препараты.

Актуальным на сегодняшний день решением является получение хлора из разбавленного раствора хлорида натрия (соль пищевая) с помощью электролиза. Производимый обеззараживающий и дезинфицирующий раствор анолит – это прозрачная, бесцветная жидкость с легким запахом хлора, относящийся к 4-му классу малотоксичных веществ, содержащий хлор, высокоактивные кислородные соединения, свободные радикалы, кислород, озон, гидроксил. Уникальная комбинация действующих веществ обеспечивает отсутствие адаптации микроорганизмов к биоцидному действию анолита и малая суммарная концентрация соединений активного кислорода и хлора гарантирует полную безопасность для человека и окружающей среды при его длительном применении.

Одним из основных физико-химических отличий анолита от традиционного водного раствора химических веществ, таких как гипохлорит натрия, является факт длительного (до пяти и более дней) сосуществования в анолите соединений (озон, соединения активного хлора – хлорноватистая кислота, гипохлорит-ион, диоксид хлора), которые в обычных водных растворах взаимно нейтрализуются в течение нескольких минут.

Российские и зарубежные исследователи электрохимически активированных анолитов, сравнивая их с традиционными химическими дезинфекционными средствами, в том числе с гипохлоритом натрия, отмечали высокую окислительную и антибактериальную активность анолита при малой концентрации действующих веществ. Сумма соединений активного кислорода и хлора в анолите (суммарное соединение оксидантов) находится в пределах от 100 до 500 мг/л, что в десятки раз меньше, чем в большинстве рабочих растворов современных дезинфицирующих препаратов.

Компоненты, входящие в состав анолита, обеспечивают деструктивное окисление широкой гаммы органических веществ, таких как фенолы, хлорфенолы, диоксиды, а также участвуют в реакциях разрушения сероводорода и других вредных веществ, придающих воде неприятный запах. Конечными продуктами процесса обеззараживания с помощью анолита являются совершенно нетоксичные, безвредные и безопасные для человека соединения.

Преимущества анолита:

- обладает сильными бактерицидными свойствами;

- воздействует на весь спектр патогенных микроорганизмов, включая цисты и вирусы;
- не образует побочных продуктов хлорирования и озонирования (тригалометанов, броматов и броморганических продуктов, хлорфенольных запахов и привкусов);
- безопасен для людей и окружающей среды;
- обеспечивает пролонгированное обеззараживание водопроводных сетей;
- эффективно удаляет биологическую пленку в системе;
- позволяет снизить норму вводимого хлора;
- не требует транспортировки и хранения опасных химикатов.

В РФ запатентованы несколько технологий синтеза анолита в различных установках. Самыми первыми в России появились установки типа СТЭЛ (1994 г.), ОАО НПО «Экран», производящие анолит первого поколения, общая минерализация которого не превышает 5 г/л и приблизительно в 9-10 раз выше концентрации оксидантов. В 2009-2011 г.г. были модернизированы установки типа СТЭЛ для получения анолита второго поколения, общая минерализация которого не превышает 1 г/л, при высоком удельном содержании оксидантов до 500 мг/л. В 2011 г. появился анолит третьего поколения, получаемый в установках типа СТЭЛ, общая минерализация которого не превышает 0.5 г/л, при высоком удельном содержании оксидантов до 500 мг/л. Все установки для получения анолита, производимые другими российскими предприятиями, а также зарубежными фирмами, являются продуктом сотрудничества ученых и специалистов ОАО НПО «Экран». В 2010 г. запатентована технология получения анолита, вырабатываемого системами «РАСКАТ» ООО «Производственно-Строительный Дизайн Центр – Сфера» г. Воронеж. Принцип работы систем – это многократный окислительно-восстановительный процесс в анодной и катодной зонах, разделенных керамической ионообменной диафрагмой.

Сопоставление результатов исследования анолитов различной минерализации показывает преимущество низкоминерализованных растворов в предотвращении биохимической коррозии. Это обусловлено, прежде всего, синергическим эффектом антимикробного воздействия хлорноватистой кислоты, на фоне окислительной активности растворенного кислорода и приводит к удалению старых биоотложений, а также к предотвращению роста новых биопленок при одновременном снижении коррозии и биокоррозии. При этом процесс избавления от биопленки является полностью безопасным и не приводит к каким-либо нежелательным побочным эффектам, исключает необходимость аммонизации, уменьшает скорость коррозии водоводов, придает воде отличные органолептические свойства. Исследователи утверждают, что при применении анолита тонкий мягкий слой биопленки удаляется на 100%. Для удаления плотного слоя требуется больше времени – от 60 до

120 дней, в зависимости от толщины отложений. Со временем, когда биопленка будет удалена, доза вводимого анолита может быть уменьшена и поддерживаться на водопроводной станции длительное время, обеспечивая контроль, как над микробиологическими показателями, так и предотвращая повторное появление биопленки.

Области использования раствора анолита очень разнообразны – это медицина, ветеринария, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, пищевая промышленность, коммунальное хозяйство, промышленность. Область применения для систем водоснабжения и водоотведения:

- обеззараживание воды на станциях хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- обеззараживание и очистка воды в плавательных бассейнах, банях;
- обеззараживание бытовых, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод;
- обеззараживание воды в системах оборотного охлаждающего водоснабжения предприятий энергетического комплекса, химической и металлургической промышленности;
- обеззараживание воды в замкнутых системах технологического водооборота промышленных предприятий, в том числе предприятий пищевой промышленности.

Технология обеззараживания воды анолитом впервые решает вопросы рационального сочетания положительных свойств известных оксидантов – хлора, диоксида хлора и озона, устраняются отрицательные моменты, присущие каждому реагенту в отдельности, т.е. исключено образование побочных продуктов хлорирования и озонирования. Системы получения анолита безопасны в эксплуатации, могут использоваться в качестве замены баллонов и контейнеров с жидким хлором и гипохлоритом на станциях очистки воды хозяйственно-питьевого водоснабжения, на сооружениях очистки бытовых и промышленных сточных вод, в системах очистки воды плавательных бассейнов.

Литература

1. Санитарные правила и нормы 2.1.4.1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические требования качества воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. - М.: Минздрав, 2002. – 69 с.
2. Бахир, В.М. Дезинфекция: проблемы и решения/ В.М. Бахир, Б.И. Леонов, В.И. Прилуцкий, Н.Ю. Шомовская// Вестник новых медицинских технологий. – 2003. – № 4. – С. 4.
3. Современные технологии обеззараживания и очистки воды. ООО «Производственно-Строительный Дизайн Центр – Сфера», 2013 – 9 с.
4. Бахир, В.М. Электрохимическая активация: ключ к экологически чистым технологиям водоподготовки/ В.М. Бахир // Водоснабжение и канализация. – 2012. – №1-2. – С. 89-101.

Исследование температурного режима ложа Анадырского водохранилища с учетом трансформации рельефа дна

При эксплуатации водохранилищ в криолитозоне необходимо оценивать и прогнозировать изменение температурного состояния ложа. При этом следует учитывать возможность оседания ложа водохранилища, вызванное оттаиванием слоев мерзлого грунта.

В ННГАСУ была разработана программа «*Bottom Settlement*», которая позволяет решать задачи по определению температурного режима оснований гидротехнических сооружений. Основная область применения программы – строительство и эксплуатация водохранилищ в районах с вечномерзлым грунтом.

Расчетная область программы представляется в двухмерных условиях. Программа получает решение с использованием метода конечных разностей, позволяет задавать нерегулярную сетку с целью экономии машинных ресурсов без потери точности решения. Алгоритм программы реализует методику определения осадки ложа водохранилища по СП 25.13330-2010, характерной для случая одномерной осадки. В соответствии с данным алгоритмом определение осадки дна водохранилища производится для каждого узла сетки, совпадающего с границей дна водохранилища.

В работе предпринимается попытка сравнить решения задачи по определению положения поверхности ложа Анадырского водохранилища (Чукотский АО) в результате изменения температурного режима в процессе эксплуатации. При этом сравнивается решение, полученное в результате моделирования с использованием «*Bottom Settlement*», с данными натурной съемки поверхности дна водохранилища. Съемка производилась в 2008 году сотрудниками ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» (г. С.-Петербург). Моделирование температурного режима ложа водохранилища выполнялось с момента наполнения чаши водохранилища (1960 г.) до момента проведения натуральных замеров (2008 г.) и до момента прогнозирования на 2030 г. Результаты сравнения на 2008 г. показаны на рис. 1 сверху, результаты прогноза на 2030 г. показаны на рис. 1 снизу.

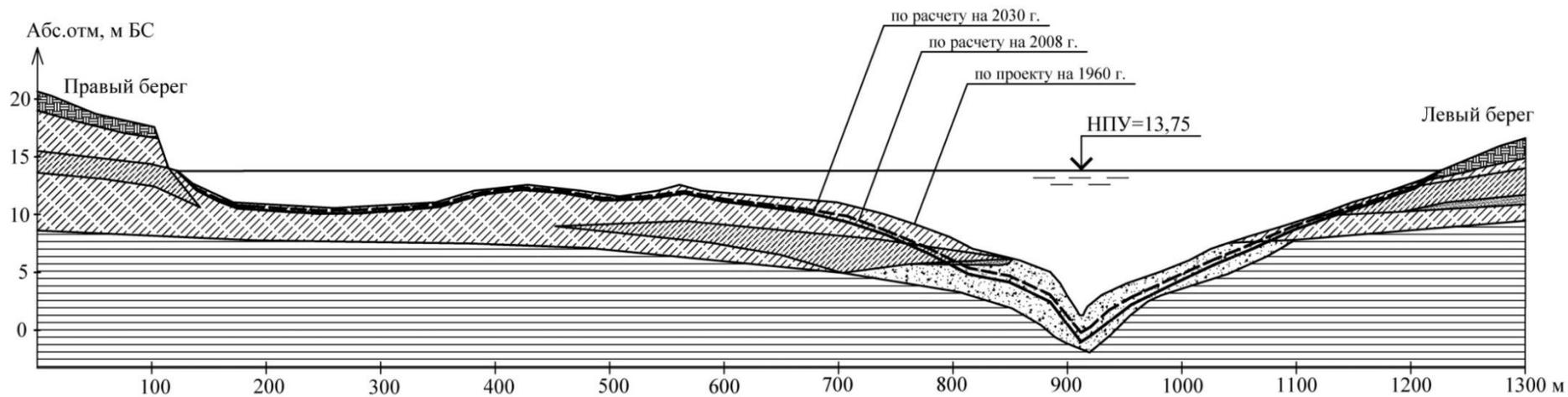
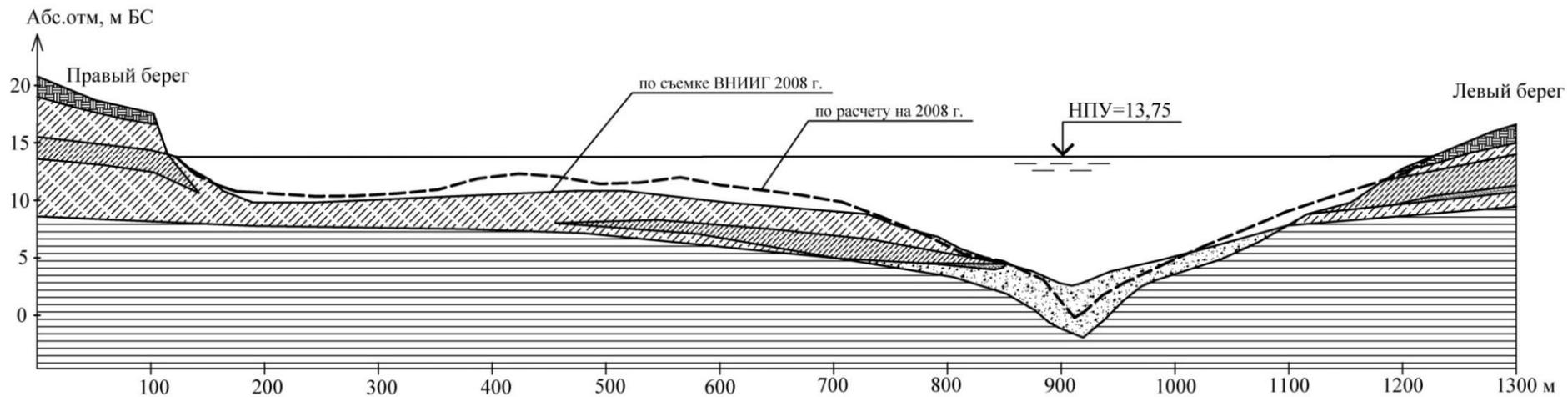


Рис. 1. Расчетный профиль дна Анадырского водохранилища на момент 2008 (сверху) и 2030 (снизу) гг .

Расчет в программе «*Bottom Settlement*» показал, что:

- величина максимальной осадки дна водохранилища на 2008 г. составляет 1,82 м, объем чаши водохранилища увеличился на 480 000 м³;
- величина максимальной осадки дна водохранилища на 2030 г. составляет 2,1 м, объем чаши водохранилища увеличился на 553 000 м³.

Результаты сравнения позволяют сделать оценку адекватности решения, полученного методом компьютерного моделирования. По результатам расчета был сделан вывод о сходимости решений, несмотря на очевидное несовпадение линий дна водохранилища для двух методик. Учитывая тот факт, что водохранилище эксплуатируется более 50 лет, необходимо брать во внимание влияние таких сложных процессов, как заиление. На данном этапе программа не способна вести расчет с учетом отложения наносов. Однако возможность решения задачи с учетом дополнительных факторов может быть реализована в будущем.

Литература

1. СП 25.13330-2010. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. СНиП 2.02.04-88. Актуализированная редакция.
2. Ершов, Э. Д. Общая геокриология / Э. Д. Ершов. – М.: Недра, 1990. – 682 с.
3. Соболев, С. В. Водоохранилища в области вечной мерзлоте / С. В. Соболев. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2007. – 432 с.

УДК 628.1 (470.341-25)

С.А. Дубровина

Принципы успешного создания и внедрения комплексных информационно-графических систем на предприятиях водопроводно-коммунального хозяйства

Эта статья представляет собой отчет об успешном опыте и возникающих проблемах при внедрении комплексной информационно-графической системы по объектам ВиВ г. Нижнего Новгорода.

ОАО «Нижегородский водоканал» – одно из крупнейших предприятий Российской Федерации в области водоснабжения и водоотведения, в настоящее время обслуживает водопроводные и канализационные сети, расположенные на территории площадью 41000 га с населением 1,3 млн. человек. Нижегородская система водоснабжения существует с 1847 года, система водоотведения с 1914 года.

На сегодняшний день протяженность водопроводных и канализационных сетей суммарно составляет 3247,5 км, количество обслуживаемых ОАО «Нижегородский водоканал» ПВНС в городе – 235 шт., количество обслуживаемых КНС в городе – 109 шт., питьевая вода в город подается четырьмя водопроводными станциями.

До 2005 года вся информация о такой сложной системе ВиВ хранилась на бумажных носителях, картонных планшетах, кальках, схемах, паспортах, зарисовках, большинство картографических бумажных материалов сильно устарели. Многие из них отображают состояние десятилетней и более давности.

Таким образом, предприятие оказалось в ситуации, когда технический архив становился малоуправляемым. Бумажная документация в количестве нескольких тысяч томов содержала разнородную, часто противоречивую информацию. К тому же различные подразделения предприятия (бухгалтерия, производственный отдел, диспетчерская, эксплуатационная служба) зачастую параллельно использовали несогласованные между собой архивы документов.

С каждым годом обработка, изучение, анализ и даже прочтение данного картографического материала становились все более трудоемкими, а порой вследствие износа информации, либо утери – невозможными. Бумажная информация о сетях и объектах ВиВ уже не могла дать целостного представления о работе системы, поэтому наиболее серьезными проблемами при накоплении картографического материала о системе ВиВ с годами стали - получение актуальной схемы ВиВ в целом, централизованное хранение информации, получение отчетов по любой поисково-справочной информации о системе ВиВ, решение сложных инженерных и эксплуатационных задач, долгосрочный прогноз по ремонту, строительству или реконструкции коммуникаций, гидравлические расчеты сетей.

Мной был проведен анализ деятельности в сфере успешного внедрения и создания ГИС на крупных российских предприятиях ВКХ и на основе опыта, полученного от посещения таких передовых организаций, как ОАО «Мосводоканал», ГУП «Водоканал» Санкт-Петербурга, МУП «Уфаводоканал», МПП ВКХ «Орелводоканал», было принято решение о внедрении и создании ГИС на предприятии.

С 2006 г. на ОАО «Нижегородский водоканал» начала функционировать инструментальная система ГИС «ИнГео». Выбор данного программного продукта был определен его небольшой стоимостью (финансирование для приобретения ГИС было ограничено), «открытостью» и гибкостью системы (возможностью написания различных модулей, необходимых предприятию), а также простотой в эксплуатации и большими функциональными возможностями.

Мной были изучены все потребности будущих пользователей данной системы и аналитические задачи, которые предполагалось решать с

помощью создаваемого проекта. Определившись с набором необходимой информации, мной была разработана структура базы данных ГИС, сформированы списки векторных слоев, типы отображений примитивов, отработаны виды атрибутивной информации, созданы справочники по основным техническим характеристикам объектов.

Геоинформационная система ОАО «Нижегородский водоканал» представляла собой электронную базу данных объектов ВиВ на плане г. Нижний Новгород и содержала паспортную, геодезическую, а также информацию, описывающую состояние сетей и оборудования на них.

Данная система позволяла мгновенно решать различные аналитические инженерные задачи, такие, как: запросы и выбор любой поисково-справочной информации (по диаметру, году прокладки, материалам, инвентарным номерам, балансовой принадлежности, протяженности и т.д.), просмотру детализовок колодцев, а также более сложные задачи, например, создание виртуального слоя с выборкой и раскраской на карте наиболее повреждаемых трубопроводов, и одновременным отображением вновь переложенных трубопроводов.

Электронная карта города была создана с помощью сканирования бумажного планшетного топографического материала М 1:500, подгрузки сканированного материала в ГИС и сшития сканов в едином информационном поле. Выполненная работа позволила оцифровать адресный план города и векторизовать объекты ВиВ с точностью городского топографического плана.

Информация в ГИС вносилась по данным полевых обследований, выполняемых эксплуатационными участками предприятия. Данный материал позволял уточнить технические характеристики объектов ВКХ, детализовки колодцев, фактическое прохождение сетей и другие паспортные данные.

Актуализация данных в создаваемой ГИС велась за счет оцифровки исполнительной документации по капитальным, текущим ремонтам, данных по объектам нового строительства.

При внедрении данной системы мы столкнулись со следующими проблемами.

1. Определение уровня секретности информации, содержащейся в ГИС.

Специалистами ФСТЭК была проведена проверка нашего предприятия, в результате которой было выявлено, что создаваемая электронная карта системы водоснабжения содержит сведения, составляющие государственную тайну (сведения, раскрывающие схемы водоснабжения городов с населением выше 300 тысяч человек).

Поэтому программа «ИнГео» была установлена на отдельный компьютер, не имеющий подключения к корпоративной сети. Для определения возможности использования ГИС в работе всего предприятия сотрудниками ОАО «Нижегородский водоканал» направлялись запросы в

Министерство регионального развития РФ, ФСТЭК России по ПФО, Департамент Архитектуры и градостроительства г. Нижнего Новгорода по согласованию способов создания системы и рассмотрения возможности присвоения ей грифа «для служебного пользования».

В итоге содержание полученных писем не дало однозначных ответов на способы создания ГИС в несекретном варианте.

2. «Нежелание» использования ГИС.

Все нововведения, влекущие за собой глобальные изменения в работе специалистов, привыкших работать по «старинке», встречаются на таких крупных предприятиях довольно часто с негативом. Поэтому, при внедрении ГИС объектов ВиВ ОАО «Нижегородский водоканал» не стал исключением. Мной были проанализированы основные причины данного явления - страх потери незаменимости сотрудников, нежелание изучения и освоения нового программного продукта, возможность осуществления тотального контроля за деятельностью подразделений.

3. Длительный срок создания системы.

Так как имеющийся на предприятии графический материал о сетях ВиВ устарел, неактуален и недостоверен, для создания ГИС было необходимо его уточнение и корректура на местности. Для этого в октябре 2009 года на эксплуатационных участках предприятия были выделены специализированные бригады по обследованию сетей, которые проводили уточнение фактического прохождения сетей, детализировок колодцев, диаметра, материала, года прокладки и других паспортных данных.

Практика показала, что вследствие использования данных бригад в качестве резерва при устранении аварий, а также трудоемкости полевых обследований и описания большого количества объектов (колодцев, трубопроводов, запорной арматуры, пожарных гидрантов, водопроводных колонок, ВНС, КНС), уточнение материалов для создания ГИС данным способом оказалось малоэффективным.

В соответствии со статистическими данными по обследованиям – среднее количество обследуемых водопроводных сетей на каждом участке составляло 6 км в месяц, среднее количество обследуемых канализационных сетей на каждом участке составляло 8-12 км в месяц. Длительность такого обследования привела бы к уточнению и созданию полной схемы ГИС по объектам ВиВ только через 6 лет.

4. Отсутствие функциональной возможности выполнения гидравлических расчетов.

В процессе эксплуатации инженерных сетей возникает много специфических вопросов, прямо не связанных с ГИС-представлением сетей – это моделирование аварийных ситуаций, прогнозирование последствий плановых и аварийных переключений, анализ возможности подключения новых потребителей и т.д.

Несмотря на все преимущества и плюсы такого программного продукта, как ГИС «ИнГео», его функционал не оснащен возможностью

выполнения каких-либо гидравлических расчетов, жизненно необходимых предприятию при решении сложных инженерных и эксплуатационных задач.

5. Задействование сотрудников отдела по созданию ГИС на других задачах, стоящих перед предприятием.

В 2007 году в связи с отсутствием кадрового резерва и необходимостью срочного выполнения задачи по инвентаризации, поставленной перед предприятием органами местного самоуправления, руководством ОАО «Нижегородский водоканал» было принято решение о задействовании специалистов отдела по созданию ГИС в данной работе сроком на один год.

К 2011 году в программе ГИС «ИнГео» было оцифровано 730 км (из 1863,3 км) водопроводных сетей и 670 км (из 1396,72 км) канализационных сетей. Программный продукт ГИС «ИнГео» использовался для решения некоторых прикладных задач в двух, трех отделах предприятия.

Решение локальных задач гидравлических расчетов успешно выполнялось с помощью приобретенной в 2008 г. программы гидравлического моделирования «*Mike Net*». Автоматического интегрирования информации из одной базы данных в другую не было, специалистам приходилось вносить актуальную информацию по сетям в двух программных продуктах сразу («ИнГео», «*Mike Net*»).

Все эти факторы вели создаваемую ГИС в программе «ИнГео» по пути «вымирания», бесперспективности и отсутствия необходимости.

В 2011 году перед специалистами предприятия была поставлена задача создания комплексной информационной системы, которая обеспечила бы как возможность полной паспортизации объектов водоснабжения и водоотведения на базе ГИС-представления сетей, так и, в дальнейшем, создания расчетной гидравлической модели водопроводных и канализационных сетей. Было рассмотрено несколько вариантов решения проблемы, изучено специализированное программное обеспечение известных производителей - как отечественных, так и зарубежных.

После тщательного изучения рынка подобного рода инструментальных систем, а также выделения необходимого финансирования, ОАО «Нижегородский водоканал» решило остановиться на программном обеспечении ИГС «ГидроГраф».

Главное достоинство ИГС «ГидроГраф» заключается в том, что это специализированный программный инструментальный, разработанный целевым назначением для предприятий, эксплуатирующих сети ВиВ.

Также был отмечен положительный опыт разработчиков данной системы по нахождению решений для создания электронной схемы водопроводных сетей в несекретном варианте.

В ИГС «ГидроГраф» сосредоточен основной функционал, необходимый для гидравлических расчетов и моделирования, анализа

повреждаемости, ведения архивов состояния запорной арматуры, создания графического представления сетей ВиВ, паспортизации объектов сети, информации по объемам потребления ресурсов, решения задач диспетчерского управления.

Учитывая предыдущий отрицательный опыт, работа по созданию ИГС и обследованию объектов водоснабжения была передана на аутсорсинг подрядной организации, которая за два года работы провела обследование 1800 км водопроводных сетей и 40 тысяч водопроводных колодцев.

На сегодняшний день водопроводные сети оцифрованы в полном объеме, на стадии завершения находится паспортизация колодцев и прикрепление к ним фотоматериалов. Завершается проверка и векторизация канализационных сетей.

Теперь на предприятии есть функциональная актуальная электронная модель сетей ВиВ города, которую специалисты разного уровня смогут использовать для решения множества производственных и управленческих задач.

Таким образом, необходимое финансирование и краткосрочное создание проекта, а также приобретение инструментария, удовлетворяющего требованию как полного ГИС-представления, так и возможности выполнения гидравлических расчетов, обеспечивает успех внедрения комплексных информационно-графических систем на предприятиях водопроводно-коммунального хозяйства.

УДК 621.577

М.А. Зац

Теплонасосные установки для горячего водоснабжения

В настоящее время широко используются ТНУ для горячего водоснабжения (бытового или технологического), в которых температура нагреваемой воды изменяется в сравнительно широких пределах от 5-15 до 50-70 °С. Бытовое горячее водоснабжение составляет до 30-60% общей нагрузки теплоснабжения, оно не зависит от наружной температуры и стабильно в течение года. Это благоприятствует использованию мощных ТНУ для обеспечения нагрузок горячего водоснабжения. При использовании в качестве теплоносителей веществ с конечной теплоемкостью и конечным массовым расходом (нагреваемая вода и низкотемпературный теплоноситель) образцовым циклом является не цикл Карно, а цикл Лоренца. Этот цикл состоит из двух изоэнтроп и двух процессов, линии которых отвечают изменению температуры теплоносителей. Поэтому для пароконденсационных ТНУ, работающих в области влажного пара, эксергетические потери в результате

необратимости процесса теплообмена в конденсаторе оказываются весьма значительными. Использование рабочего тела с закритическими параметрами (диоксида углерода) позволяет заметно уменьшить эти потери. Отсутствие горизонтального участка на верхней изобаре дает возможность сблизить эту изобару с линией, описывающей состояние нагреваемой воды (рис. 1). Необходимо подчеркнуть, что специфика теплообмена при конденсации перегретого пара не позволяет полностью использовать температурный напор. При пленочной конденсации определяющей является разность температур насыщения и стенки, т. е. перепад температур в пленке конденсата. Перегрев пара учитывается лишь тем, что в расчетную формулу для коэффициента теплоотдачи подставляется соответствующая разность энтальпий вместо теплоты парообразования. Таким образом, для обеспечения гарантированного температурного напора приходится принимать большее давление на выходе из компрессора, чем то, которое было бы необходимо при проведении процесса охлаждения пара и его конденсации в двух отдельных теплообменных аппаратах. Теплота перегрева пара чаще всего составляет сравнительно небольшую долю удельной теплопроизводительности ТНУ. Поэтому обычно считается, что усложнение схемы в результате применения двух теплообменников недостаточно компенсируется некоторым повышением коэффициента преобразования теплоты. В большинстве современных теплонасосных установок теплообменники-охладители пара не используются.

На рис. 1 представлены термодинамические циклы теплонасосных установок, предназначенных для горячего водоснабжения с использованием в качестве рабочего тела хладона (фреона) R12, аммиака и диоксида углерода. Результаты расчета термодинамических показателей этих циклов, а также некоторые характеристики соответствующих ТНУ большой теплопроизводительности даются в таблице 1 (первые столбцы). Исходные данные соответствуют таблице 2 (вариант I). Пар на входе в компрессор считается сухим насыщенным. Внутренний относительный к. п. д. турбокомпрессора и его электромеханический КПД приняты равными $\eta_{oi} = 0,8$ и $\eta_{эм} = 0,9$. Значение электромеханического КПД учитывает механические потери турбокомпрессора, приводного электродвигателя и повышающей зубчатой передачи, а также затраты энергии на привод вспомогательных механизмов (масляных насосов и т. п.).

Необходимо отметить, что при использовании рабочего тела закритических параметров наличие необходимой разности температур на концах теплообменника «рабочее тело – нагреваемая вода» вовсе не обеспечивает гарантированный положительный температурный напор в любой его точке. Как следует из рис. 2, на котором представлены изобары воды и диоксида углерода, отнесенные к 1 кг нагреваемой воды, для CO_2 при максимальном давлении 9 МПа существует область отрицательных температурных напоров. Такой характер изобары опреде-

ляется близостью критической точки, в районе которой изобарная теплоемкость вещества резко возрастает. Поэтому приходится повышать давление CO_2 на выходе из компрессора до 10 МПа, увеличивая тем самым эксергетические потери и соответственно уменьшая действительный коэффициент преобразования теплоты.

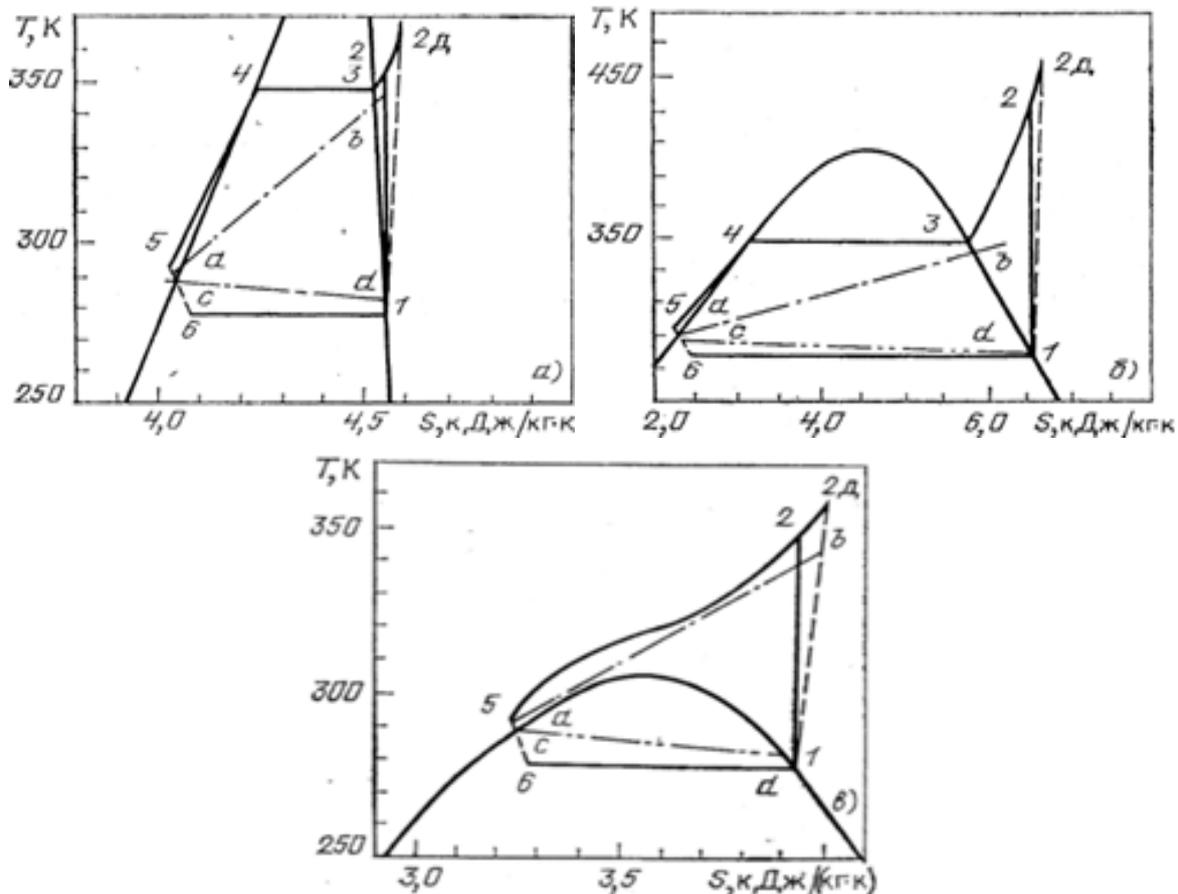


Рис. 1. Термодинамический цикл ТНУ для горячего водоснабжения
Рабочее тело: а) фреон-12; б) аммиак; в) диоксид углерода; 1-2 - адиабатное сжатие пара в компрессоре ТНУ; 1-2д - действительное сжатие; 2-5 - конденсация рабочего тела в конденсаторе; 5-6 - расширение рабочего тела в дроссельном устройстве ТНУ; 6-1 - испарение рабочего тела в испарителе ТНУ; а-б - изменение температуры теплоносителя; с-д - изменение температуры источника

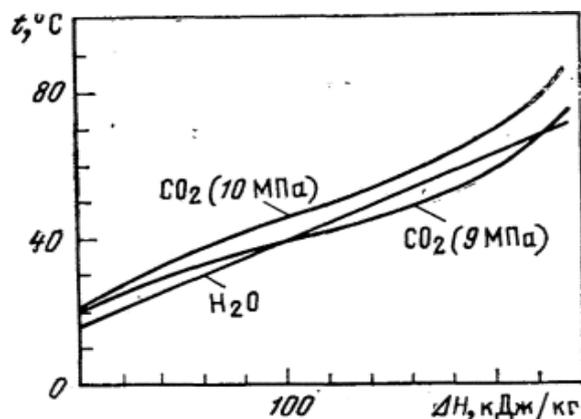


Рис. 2. Диаграмма $t - \Delta H$ для диоксида углерода (ΔH соответствует 1 кг нагреваемой воды)

Из сопоставления давлений, приведенных в таблице 1 для цикла холодильной машины и таблице 2 для ТНУ, следует, что во втором варианте их различие для рассматриваемых рабочих тел заметно сглаживается. Кроме того, необходимо учесть, что рассматриваются ТНУ большой теплопроизводительности, к которым нужно подходить с мерками, аналогичными тем требованиям, которые предъявляются к крупным энергетическим установкам. А для такого рода установок давление 10 МПа не является слишком высоким по сравнению, например, с давлением пара 24 МПа на тепловых электростанциях, причем при температурах, многократно превышающих максимальную температуру CO_2 .

Таблица 1

Давления для цикла холодильной машины

Характеристики	Хладон R12		Аммиак NH_3		Диоксид углерода CO_2	
	$T_{\text{исп}} = 5\text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{исп}} = 20\text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{исп}} = 5\text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{исп}} = 20\text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{исп}} = 5\text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{исп}} = 20\text{ }^\circ\text{C}$
Минимальное давление p_1 , МПа	0,363	0,567	0,516	0,858	3,95	5,71
Максимальное давление p_2 , МПа	2,08	2,08	3,708	3,708	10	12
Степень повышения давления $\pi = p_2 / p_1$	5,73	3,67	7,19	4,32	2,53	2,1
Максимальная температура рабочего тела T_2 , $^\circ\text{C}$	94	81	180	148	81	82
Удельная теплопроизводительность ($h_{2\text{Д}} - h_5$), кДж/кг	173,7	164,7	1520	1395	230,1	202,8
Теоретическая удельная работа компрессора $l_{\text{к}}^{\text{T}}$, кДж/кг	31,1	23	306,7	218,7	36,5	22,1
Удельная тепловая нагрузка испарителя ($h_1 - h_6$), кДж/кг	134,8	136	1136	1121	184,4	153,1
Действительный коэффициент преобразования тепла μ	4,05	5,16	3,57	4,59	4,54	6,61
Массовый расход рабочего тела (в расчете на 1 МВт теплопроизводительности), кг/с	5,76	6,07	0,658	0,717	4,35	4,93
Объемный расход рабочего тела на входе в компрессор (в расчете на 1 МВт теплопроизводительности), $\text{м}^3/\text{с}$	0,275	0,188	0,160	0,107	0,0382	0,0254
Мощность электродвигателя (в расчете на 1 МВт теплопроизводительности), МВт	0,247	0,194	0,280	0,218	0,220	0,151

Давления ТНУ

Исходные данные	Вариант 1	Вариант 2
Температура нагреваемой воды на входе в установку $t_a, ^\circ\text{C}$	15	20
Температура нагреваемой воды на выходе из установки, $t_b, ^\circ\text{C}$	70	70
Температура низкотемпературного теплоносителя (воды) на входе в установку $t_c, ^\circ\text{C}$	15	25
Температура низкотемпературного теплоносителя (воды) на выходе из установки $t_d, ^\circ\text{C}$	8	22
Температура конденсации хладона R12 и аммиака $t_3 = t_4, ^\circ\text{C}$	75	75
Температура испарения рабочего тела $t_6 = t_1, ^\circ\text{C}$	5	20
Температура начала дросселирования рабочего тела $t_5, ^\circ\text{C}$	20	25

Металлоемкость установки можно существенно уменьшить, если отказаться от обычного конструктивного оформления теплообменного оборудования крупных ТНУ в виде многоходовых по воде кожухотрубных теплообменников с большими диаметрами корпусов. При высоких давлениях более целесообразно выполнять их в виде отдельных последовательно включенных элементных теплообменников. Следует отказаться также от того, чтобы пропускать воду (наиболее загрязняющий поверхность теплообмена теплоноситель) по трубному пространству теплообменника. Разумеется, это несколько затруднит их очистку, но позволит уменьшить толщину трубных решеток и корпусов теплообменников. В результате применения химической очистки поверхностей теплообмена и предельных по прочностным требованиям скоростей движения теплоносителей (предельных скоростных напоров) можно сократить необходимые площади поверхности теплообменного оборудования. При этом затраты мощности на прокачку диоксида углерода остаются неизменными, так как имеется большой запас по перепаду давления, который затем тратится бесполезно при дросселировании в редукционном вентиле. И наконец, в ТНУ с диоксидом углерода степень повышения давления оказывается значительно меньшей, чем для хладона и аммиака. Это позволяет вместо сложных многоступенчатых компрессоров использовать более простые центробежные нагнетатели, аналогичные тем, которые применяются на газоперекачивающих станциях. Большая плотность диоксида углерода по сравнению с плотностью сжатого газа является благоприятным фактором, так как при этом перепад давлений возрастает, а размеры проточной части нагнетателя (из-за снижения объемного расхода) уменьшаются.

С увеличением температуры низкопотенциального теплоносителя на входе в установку до 20 - 30 $^\circ\text{C}$ коэффициент преобразования тепла растет

для цикла с диоксидом углерода быстрее, чем для остальных рабочих тел. При этом максимальное давление в цикле возрастает не слишком сильно, а степень повышения давления в компрессоре (нагнетателе) уменьшается. Из таблицы 2 (вторые столбцы) следует, что энергетическая эффективность ТНУ с диоксидом углерода выше эффективности фреоновой ТНУ в 1,28, а аммиачной в 1,4 раза. Поэтому применение ТНУ с диоксидом углерода оказывается наиболее целесообразным для централизованного теплоснабжения промышленных городов, где почти всегда имеются тепловые выбросы, которые могут быть использованы в качестве источника низкопотенциальной теплоты для теплонасосных установок.

Литература

1. Андрющенко, А. И. Основы термодинамики циклов тепло-энергетических установок / А. И. Андрющенко. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 1985. – 281 с.
2. Калнинь, И. М. «1КК-2002: новые тенденции в холодильной технике/ И. М. Калнинь // Холодильная техника. – 2002. – № 12.
3. Мартыновский, В. С. Циклы, схемы и характеристики термо-трансформаторов / В. С. Мартыновский. – М.: Энергия, 1979. – 285 с.

УДК 627.824

А.С. Золявин

Основные предпосылки к оценке устойчивости откосов земляных плотин

Одной из ответственных задач в практике гидротехнического строительства является оценка устойчивости откосов земляных плотин, регламентируемая СП 58.13330.2012, СП 39.13330.2012.

Устойчивость грунтового откоса проверяется по возможным поверхностям сдвига с нахождением наиболее опасной призмы обрушения, характеризующейся минимальным коэффициентом устойчивости.

Поиск наиболее опасной кривой обрушения осуществляется путем вычисления коэффициентов устойчивости для множества кривых обрушения, а затем выбором минимального из них:

$$K_{\text{уст}} = \min K_i, \quad (1)$$

где K_i – коэффициент устойчивости i -ой призмы обрушения;

$$K_i = R_i / F_i, \quad (2)$$

R_i – обобщенное расчетное значение сил предельного сопротивления сдвигу по рассматриваемой поверхности;

F_i – расчетное значение обобщенного силового воздействия.

Кривые обрушения рекомендуется назначать в виде круглоцилиндрических поверхностей сдвига при однородных грунтах. При наличии в основании или теле сооружения ослабленных зон, прослоек грунта с низкими прочностными свойствами расчеты следует выполнять для произвольных поверхностей сдвига.

Полученный расчетом коэффициент устойчивости сопоставляется с нормативным значением. В частности, для откосов земляных плотин должно выполняться следующее условие:

$$K_{\text{уст}} \geq \frac{\gamma_n \gamma_{lc}}{\gamma_c}. \quad (3)$$

Полученные расчетом значения коэффициента устойчивости при соответствующем сочетании нагрузок не должны превышать величины $\gamma_n \gamma_{lc} / \gamma_c$ более чем на 10 %, если это не обусловлено особенностями сооружения.

Рассматриваются три варианта определения коэффициента устойчивости:

(0-1) – как отношение проекций приложенных к призме обрушения предельных сил сопротивления и активных сил;

(0-2) – как отношение момента предельных сил сопротивления к моменту активных сил (для круглоцилиндрических поверхностей сдвига);

(0-3) – как отношение действительных расчетных прочностных характеристик к критическим, соответствующим предельному равновесию призмы обрушения.

Расчеты коэффициента устойчивости при фиксированной поверхности сдвига (кривая $ADCB$, рис. 1) базируются на уравнениях равновесия отсеков призмы обрушения:

$$dE \cdot \cos(\alpha - \beta - \varphi) = q \cdot \sin(\alpha + \delta - \varphi) - c \cdot \cos \varphi / \cos \alpha \, dx, \quad (4)$$

$$dp \cdot \cos(\alpha - \beta - \varphi) = q \cdot \cos(\beta + \delta) \cos \alpha - c \cdot \sin(\alpha + \beta) \, dx, \quad (5)$$

$$dM - E \cdot dx \sin(\alpha - \beta) / \cos \alpha + mdx = 0, \quad (6)$$

$$E(x) = 0 \text{ при } x = 0 \text{ и } x = 1, \quad (7)$$

$$M(x) = 0 \text{ при } x = 0 \text{ и } x = 1, \quad (8)$$

где $E(x)$ – сила взаимодействия между вертикальными отсеками;

$\beta(x)$ – угол наклона силы $E(x)$ к горизонтали;

$p(x)$ – равнодействующая реактивного нормального напряжения и силы трения без сцепления на подошве отсека;

$M(x)$ – момент силы $E(x)$ относительно подошвы отсека;

$0 < x < 1$ – горизонтальные координаты призмы обрушения;

dx – ширина отсека призмы обрушения;

qdx – равнодействующая активных сил, действующих на отсек призмы обрушения;

δ – угол отклонения q от вертикали;

α – угол наклона подошвы отсеков к горизонту;
 φ – угол отклонения от нормали к подошве отсека силы $p(x)$, мобилизованный угол внутреннего трения;
 c – мобилизованная распределенная сила сцепления;
 mdx – момент, равнодействующей активных сил относительно середины подошвы отсека.

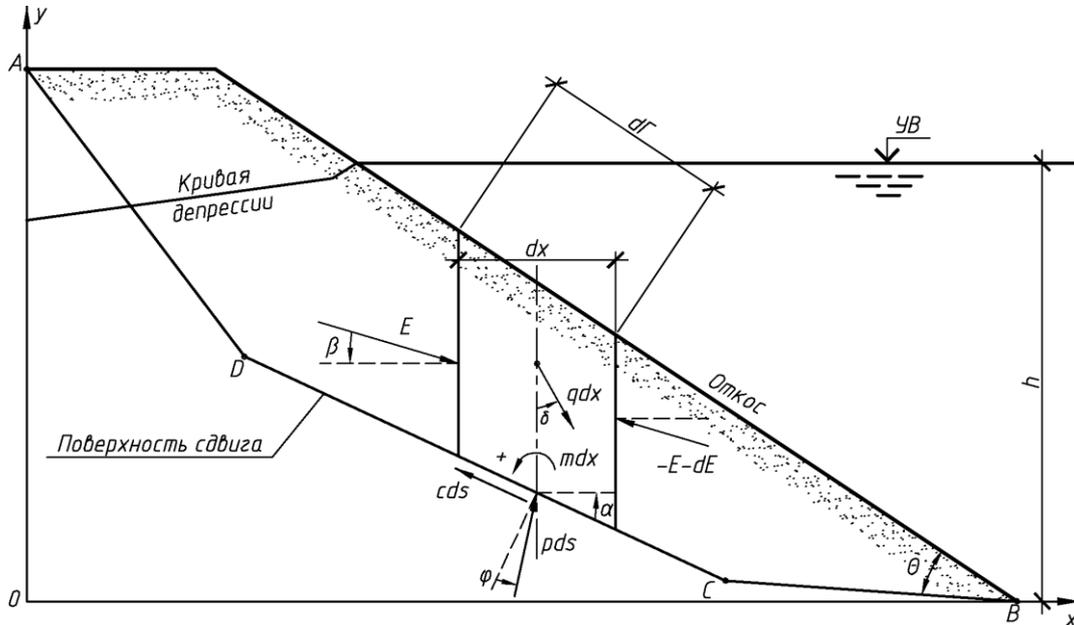


Рис. 1. Схема к вычислению коэффициента устойчивости откоса земляной плотины

Из известных многочисленных гипотез, принимаемых для того, чтобы коэффициент устойчивости был определен однозначно, рассматриваются следующие (как наиболее употребительные):

Г-1 – $\beta(x) = \lambda f(x)$, где $\lambda = \text{const}$, $f(x)$ – заданная линейная функция;

Г-2 – $\beta = \text{const}$;

Г-3 – при
$$\beta = \frac{\sum (\alpha + \delta) dx}{\sum dx}, \quad (9)$$

удовлетворительно выполняются уравнения равновесия для моментов (6) и (8).

Г-4 – $\beta = 0,5\rho_k$, $\text{tg}\rho_k = \text{tg}\varphi_{\text{пр}} + c_{\text{пр}} / (p \cos \alpha)$, $\varphi_{\text{пр}}$ и $c_{\text{пр}}$ – характеристики прочности грунта, уравнения (6) и (8) можно не учитывать;

Г-5 – $\beta = 0$, уравнения (6) и (8) можно не учитывать;

Г-6 – $E(x) = 0$, влияние горизонтальных нагрузок на величину сил сопротивления и уравнения (6) и (8) можно не учитывать;

Г-7 – $E(x) = 0$, уравнения (6) и (8) можно не учитывать.

Для варианта (0-1) рассматривается один метод расчета: (М-1) – приближенный метод Можевитинова, при этом используется гипотеза (Г-3).

Если коэффициент устойчивости определяется вариантом (0-1), то имеют место следующие соотношения:

$$K_{уст} = \frac{R_E}{F_E}, \quad (10)$$

$$F_E = \sum q \sin(\beta + \delta) dx, \quad (11)$$

$$R_E = \sum \frac{q \cos(\beta + \delta) \sin(n_d \varphi_{np} + \beta - \alpha) + n_d c_{np} \cos \varphi_{np} / \cos \alpha}{\cos(n_d \varphi_{np} + \beta - \alpha)} dx, \quad (12)$$

где F_E – проекция равнодействующей активных сил на направление сил взаимодействия;

R_E – проекция равнодействующей сил сопротивления на направление сил взаимодействия;

$n_d = \pm 1$ – множитель, учитывающий направление движения призмы обрушения ($n = 1$ при движении в положительном направлении оси x);

Σ – означает суммирование по всем вертикальным отсекам, на которые расчленяется призма обрушения (рис. 1).

Для варианта (0-2) определения коэффициента устойчивости определяются следующие соотношения:

$$K_{уст} = \frac{R_0}{F_0}, \quad (13)$$

$$F_0 = (q \cdot r \cdot \sin(\alpha + \delta) + m) dx, \quad (14)$$

$$R_0 = r \cdot \sum \frac{q \cos(\beta + \delta) \sin(n_d \varphi_{np}) + n_d c_{np} \cos(\beta - \alpha) \cos \varphi_{np} / \cos \alpha}{\cos(n_d \varphi_{np} + \beta - \alpha)} dx, \quad (15)$$

где F_0 – момент равнодействующей активных сил;

R_0 – момент равнодействующей сил сопротивления;

r – радиус круглоцилиндрической поверхности сдвига.

Для (0-2) рассматриваются четыре метода расчета [3, 4]:

(М-2) – приближенный метод Можевитинова, используется гипотеза (Г-3);

(М-3) – метод Крея (Бишоп), принята гипотеза (Г-5);

(М-4) – метод ВНИИГ-Терцаги, используемая гипотеза (Г-6);

(М-5) – метод Терцаги, используемая гипотеза (Г-7).

В случае, когда коэффициент устойчивости вводится определением (0-3), он записывается следующим образом [3, 4]:

$$K_{уст} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_{np}}{n_d \operatorname{tg} \varphi} = \frac{c_{np}}{n_d c}, \quad (16)$$

Для этого варианта рассматриваются четыре метода расчета:

(М-6) – метод Моргенштерна-Прайса, принята гипотеза (Г-1);

(М-7) – метод Можевитинова, гипотеза (Г-2);

(М-8) – метод Чугаева-гипотеза (Г-4);

(М-9) – метод горизонтальных сил взаимодействия, принята гипотеза (Г-5).

Литература

1. СП 58.13330.2012. Гидротехнические сооружения. Основные положения : актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 : утв. 29.12.11 : дата введ. 01.01.13. – М. : Минрегион России, 2012. – 43 с.

2. СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов: актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84* : утв. 29.12.11 : дата введ. 01.01.13. – М. : Минрегион России, 2011. – 90 с.

3. Чугаев, Р. Р. Земляные гидротехнические сооружения/ Р.Р.Чугаев. – Л. : Энергия, 1967. – 460 с.

4. Расчеты устойчивости грунтовых откосов на ЭВМ : метод. указания к выполнению курсовых и диплом. проектов студентами специальности «Гидротехн. стр-во» / сост. А. К. Битюрин, А. П. Козлов, В. С. Прокопович ; под общ. ред. С. В. Соболя ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т, Каф. гидротехн. сооружений. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2000. – 52 с. : ил.

УДК 697.92:631.243.5

А.И. Исаев

Реверсивные системы активной вентиляции овощекартофелехранилищ

Принципиальная схема реверсивной системы активной вентиляции (РСАВ) овощекартофелехранилищ изображена на рис. 1.

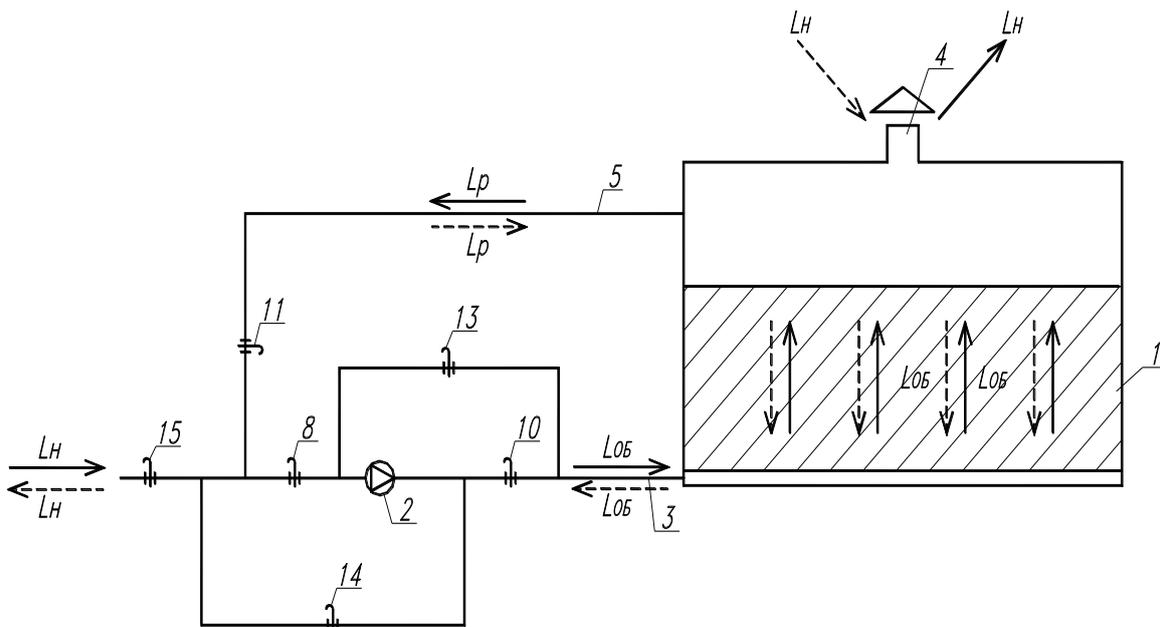


Рис. 1. Схема реверсивной системы активной вентиляции; направления воздуха:
 —> при продувке «снизу вверх»; - - -> при продувке «сверху вниз»

При ее работе происходит поочередная смена продувок по схемам «снизу вверх» и «сверху вниз» насыпей сочного растительного сырья (СРС).

Продувка «снизу вверх». В насыпь СРС 1 вентилятором 2 по приточному воздуховоду 3 подается охлаждающий продукцию воздух.

В период охлаждения происходит прямоточная (без рециркуляции) подача наружного воздуха в насыпь ($L_n = L_{об}$), который полностью удаляется в атмосферу через вытяжную шахту 4. В этом режиме регулирующая арматура (дрессели, шиберы) на приточном воздуховоде 8, 10 и 15 полностью открыты, на остальных воздуховодах 11, 13 и 14 закрыты.

В основной период хранения приготовление приточного воздуха осуществляется путем смешивания минимально необходимого количества наружного воздуха L_n с рециркуляционным L_p ($L_{об} = L_n + L_p$), забираемым из хранилища по рециркуляционному воздуховоду 5. В этом режиме эксплуатации РСAB при работе вентилятора 2 арматура 8, 10, 11, 15 открыта полностью или частично, а 13 и 14 закрыта. Прошедший через насыпь воздух в количестве $L_n = L_{об} - L_p$ удаляется в атмосферу, остальная часть направляется на рециркуляцию.

Продувка «сверху вниз». В период охлаждения: вентилятором 2 атмосферный воздух в количестве $L_n = L_{об}$ забирается через вытяжную шахту 4, проходит через насыпь 1, по воздуховодам – байпасам 13 и 14 и удаляется в атмосферу. Открыта запорная арматура: 13, 14, 15; закрыта 8, 10, 11.

Основной период хранения характеризуется наличием смешивания наружного (L_n) и рециркуляционного (L_p) воздуха перед поступлением его в насыпь в свободной от продукции верхней части хранилища. Открытые дроссели (шиберы) 15, 14, 13, 11, закрыты 8, 10.

При наличии двух вентиляторов для продувки «снизу вверх» и «сверху вниз» каждая эксплуатация РСAB упрощается, но одновременно усложняется их конструктивное исполнение, появляется потребность в свободных площадях для дополнительного оборудования.

Производительность и режимы работы. Рассмотрим основные причины и условия возникновения зоны конденсации в верхнем слое насыпи при движении воздуха против градиента температур («сверху вниз»). Нагретый в верхнем слое насыпи воздух при контакте с более холодной продукцией нижних слоев может охладиться до температуры точки росы $t_{т.р}$ (процесс 1 - 2') и ниже ее (процесс 1 - 2'', рис. 2). Конденсация не будет наблюдаться при выполнении неравенства:

$$t_{к.маx} - t_{к.миn} \leq \left(\frac{q_{СРС}}{\Pi c_{в} \rho_{в} u} + \frac{q_{СРС}}{\alpha_{tv}} \right) + (t_{в.о} + t_{т.р}).$$

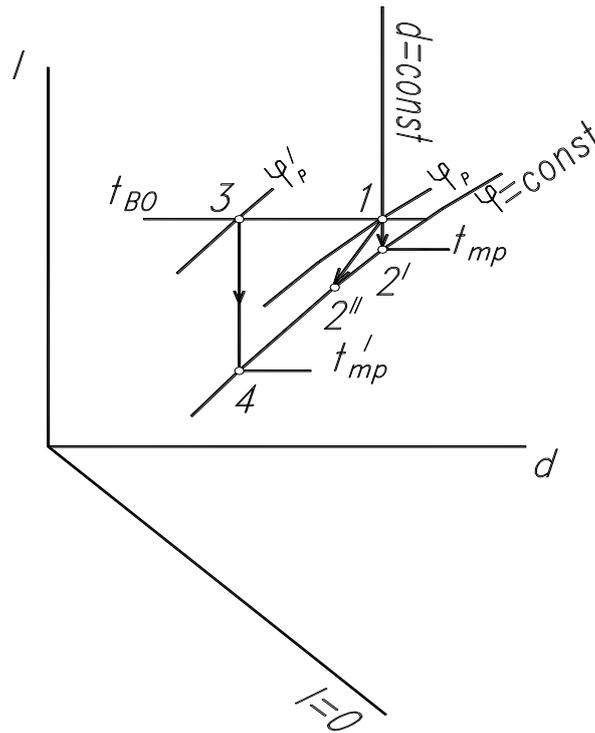


Рис. 2. К анализу явления конденсации в насыпях СРС

В правой части неравенства первая скобка показывает перегрев каркаса (продукции) по отношению к воздуху за счет биологических тепловыделений, вторая скобка – начальное состояние воздуха. Вероятность возникновения очагов конденсации в насыпях СРС снижается: с уменьшением удельных тепловыделений продукции $q_{\text{СРС}}$; с уменьшением высоты насыпи h ; с увеличением скорости воздуха в слое u ; с увеличением коэффициента теплоотдачи $\alpha_{\text{тв}}$; с уменьшением равновесной влажности воздуха в насыпи φ_p . В последнем случае параметры приточного воздуха смещаются вправо (точка 3, рис. 2) и температура точки росы $t'_{\text{т.р}}$ несколько понижается (точка 4).

Если учесть, что при продувке «сверху вниз» воздух забирается из свободной от продукции верхней части хранилища, то начальная относительная влажность приточного воздуха $\varphi_{\text{в.о}}$ соответствует равновесной относительной влажности картофелехранилищ $\varphi_p^{\text{хр}}$. Относительная влажность воздуха в хранилищах в холодный период года $\varphi_p^{\text{хр}} \approx 82...87\%$. Полученные расчетные значения разностей температур нагретого (верхнего) и охлажденного (нижнего) слоев насыпей при таких значениях $\varphi_p^{\text{хр}}$ лежат в пределах рекомендуемых биологами диапазонах температур. Таким образом, при хранении сочного растительного сырья в оптимальных и допустимых условиях возможных зон образования конденсата не будет наблюдаться.

В период охлаждения температура воздуха по высоте насыпи продукции постоянная ($b = 0$), происходит послойное охлаждение насыпей СРС, скорость перемещения фронта наиболее интенсивного съема температур постоянна при любом направлении продувки. Основным путем снижения времени и повышения скорости охлаждения продукции является поочередная смена направления продувки «снизу вверх» - «сверху – вниз».

Вывод. Для предотвращения перетоков теплоты из нижних слоев в верхние (продувка «снизу вверх») или из верхних в нижние (продувка «сверху вниз») время продувки в каждом направлении следует ограничивать прохождением теплового фронта середины всей высоты насыпей, т.е. сняв теплоту с наиболее нагретых слоев. При этом с учетом стабилизации температурного и влажностного режимов насыпей сочного растительного сырья (картофеля, овощей) время работы систем активной вентиляции и, соответственно, их энергопотребления снижается практически на 50% по сравнению с типовыми режимными картами систем.

УДК 697.92:697.95

В. Ю. Кузин

Области применения естественной, гибридной и механической приточно-вытяжной вентиляции многоквартирных жилых домов

В современном строительстве при проектировании многоквартирных жилых домов (МЖД) широко применяются следующие конструктивные решения по организации отопительно-вентиляционных систем: естественная или гибридная вытяжные системы вентиляции с естественным притоком воздуха в жилые помещения совместно с однотрубными системами отопления (доля механических приточно-вытяжных систем составляет менее 1 %).

Выбор *естественных систем* приточно-вытяжной вентиляции с компенсацией удаляемого через вытяжные вентиляционные каналы загрязненного воздуха приточным неподогретым воздухом через форточки или регулируемые фрамуги окон обусловлен низкой капитальной стоимостью систем и кажущейся сравнительной простотой эксплуатации. Однако, основными недостатками данной системы являются: невозможность круглогодичного обеспечения расчетного воздухообмена по требованиям; образование нерасчетных теплопотерь, вызванных изменением воздухообмена при циклическом открытии (закрытии) форточек или фрамуг и изменении положения регулировочных решеток вентиляционных каналов; перегрев последних по ходу движения теплоносителя помещений при регулировании отопительной нагрузки

однотрубной системы отопления для поддержания расчетной температуры внутреннего воздуха t_{int} .

Для устранения перечисленных негативных факторов предлагается использование *гибридных систем* естественно-механической вентиляции (приток воздуха в помещения осуществляется естественным способом, удаление воздуха предусматривается механически с использованием вытяжного вентилятора) с установкой оконных приточных устройств, имеющих ограничители расхода воздуха.

Гибридные системы с достаточной точностью обеспечивают требуемый расчетный воздухообмен в теплый период года, однако, всестороннее изучение режимов работы этих систем позволяет сделать вывод о ряде существенных конструктивных и эксплуатационных недостатков, не удовлетворяющих санитарно-гигиеническим требованиям по круглогодичному обеспечению расчетных параметров микроклимата в обслуживаемых жилых помещениях: открытие или закрытие форточки, а также установка межкомнатных дверей с порогом, приводят к снижению расчетной производительности систем гибридной приточно-вытяжной вентиляции в холодный период года вследствие увеличения или уменьшения расчетного сопротивления движению воздуха; замена проектных («бюджетных») заполнений оконных проемов на другие, с лучшими эстетическими качествами и звуко- и теплоизоляционными свойствами, как правило, происходит без учета наличия в них приточных устройств с возможностью регулирования расхода воздуха, что приводит в процессе эксплуатации к созданию в жилых помещениях зон разрежения и избыточного давления.

На рис. 1 представлены наиболее вероятные режимы работы гравитационных систем вентиляции в холодный период года.

На четвертом этаже (рис. 1) представлен режим движения воздуха, соответствующий расчетной производительности: приточное устройство установлено, форточка закрыта, дверной порог отсутствует и регулировочная решетка настроена в проектное положение; на третьем этаже показан нерасчетный режим эксплуатации при открытой форточке, что приводит к снижению потерь давления по данному направлению системы вентиляции и увеличению фактического воздухообмена; на втором этаже проектное окно с приточным устройством несанкционированно заменено на окно без приточного устройства, что приводит к снижению воздухообмена на рассматриваемом этаже и увеличению воздухообмена на остальных этажах; на первом этаже у дверного проема установлен порог, что приводит к снижению воздухообмена, слабой циркуляции воздуха и созданию нерасчетной разности давлений в смежных помещениях.

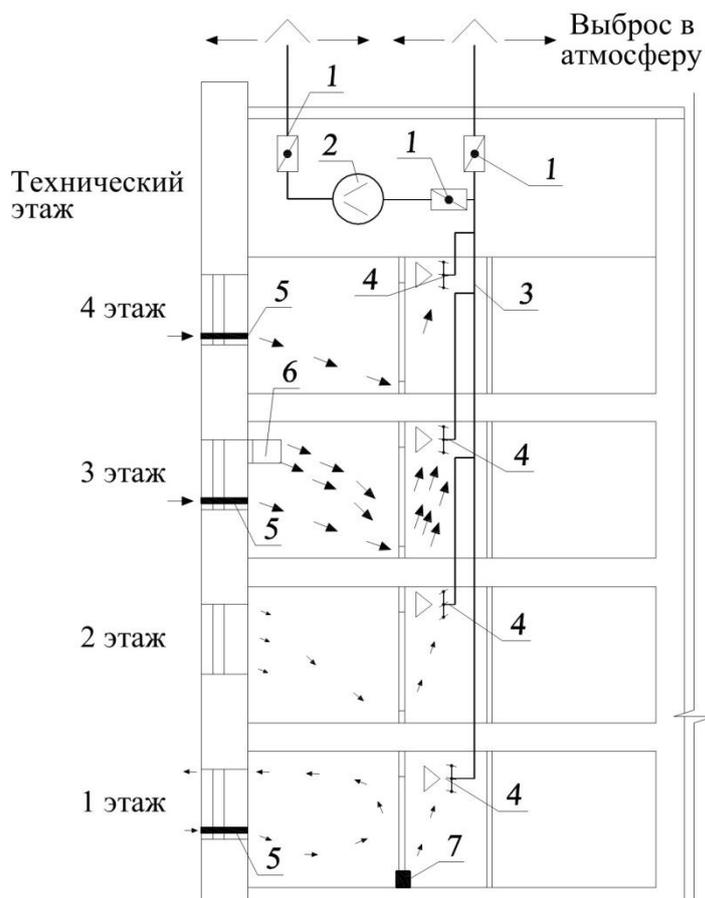


Рис. 1. Фактические режимы работы гравитационных систем вентиляции в холодный период года с использованием приточных устройств в МЖД: 1 – отсекающая заслонка; 2 – вытяжной вентилятор; 3 – вытяжной вентиляционный канал; 4 – регулируемая решетка; 5 – приточное устройство; 6 – оконная форточка; 7 – дверной порог

Гибридные системы требуют ежегодного повторного регулирования, т.к. положение регулировочных решеток воздухоприемных отверстий при механическом и естественном режиме работы, будут значительно отличаться: при естественном режиме эксплуатации лопасти регулирующих решеток будут практически открыты на верхних этажах по сравнению с нижними этажами, а при механическом режиме лопасти регулирующих решеток на верхних этажах должны быть более закрыты по сравнению с нижними этажами. Ежегодные плановые работы по наладке системы вентиляции силами специализированных пуско-наладочных организаций должны быть учтены в стоимости коммунальных платежей. Решением данной проблемы может быть использование средств автоматизации поворота лопастей регулирующих решеток, которые также увеличат капитальную и эксплуатационную стоимость гибридной системы.

Еще одним основным недостатком естественной и гибридной систем приточно-вытяжной вентиляции МЖД является невозможность экономии энергетических ресурсов, т.к. вся тепловая энергия, затрачиваемая на

нагрев приточного воздуха, «выбрасывается в трубу», т.е. удаляется непосредственно в атмосферу.

Наиболее эффективными с точки зрения круглогодичного обеспечения расчетного воздухообмена и вторичного использования теплоты удаляемого воздуха, являются современные системы механической приточно-вытяжной вентиляции МЖД. Данные системы с использованием теплоутилизаторов (например, с промежуточным этиленгликолем теплоносителем), обеспечивающие экономию тепловой энергии до 40%, могут быть выполнены как в виде одной центральной общедомовой установки, так и поквартирного исполнения. Дополнительными преимуществами данных систем являются: предварительная очистка наружного воздуха фильтром класса очистки не ниже EU3 – EU4; независимость от конструктивного исполнения и работы системы отопления; эксплуатационная надежность при различных температурах наружного воздуха t_{ext} , скоростей v и направлений ветра n , характерных для различных климатических регионов нашей страны.

На рис. 2 автором впервые приведена лучевая диаграмма граничных условий работы гибридной, естественной и механической вентиляционных систем, которая отражает основные преимущества и недостатки всех перечисленных схем организации воздухообмена МЖД и может служить основой для выбора тех или иных конструктивных решений систем приточно-вытяжной вентиляции как при новом проектировании, так и при реконструкции МДЖ.

На данной диаграмме приведены параметры наружного воздуха: температура (t_{ext}) в интервале от расчетной температуры внутри помещения ($t_{int} = +20$ °С) до температуры наиболее холодной пятидневки ($t_{нхп}$); скорость ветра (v , м/с) от нуля до максимального критического значения ($v_{кр}$), с нанесением расчетного (v_p) значения; повторяемость направления ветра (n , доли), от 1,0 до 0 с нанесением расчетного значения ($n_{расч}$); фактор влияния человека ($Ч$, %): от 100 % (человек полностью влияет на работоспособность систем) до 0 % (не зависит от человеческого фактора).

Области диаграммы: *Е-К-И-Ж-О-Е*, *Е-Ж* – области устойчивой работоспособности естественной вентиляции в холодный и теплый периоды года и гибридной вентиляции в холодный период года с использованием приточных устройств с ограничителем расхода приточного воздуха; *Л-Б-В-М* – область устойчивой работоспособности гибридной вентиляции в теплый период года; *А-Б-В-Д* – круглогодичная область применения механической энергосберегающей приточно-вытяжной вентиляции.

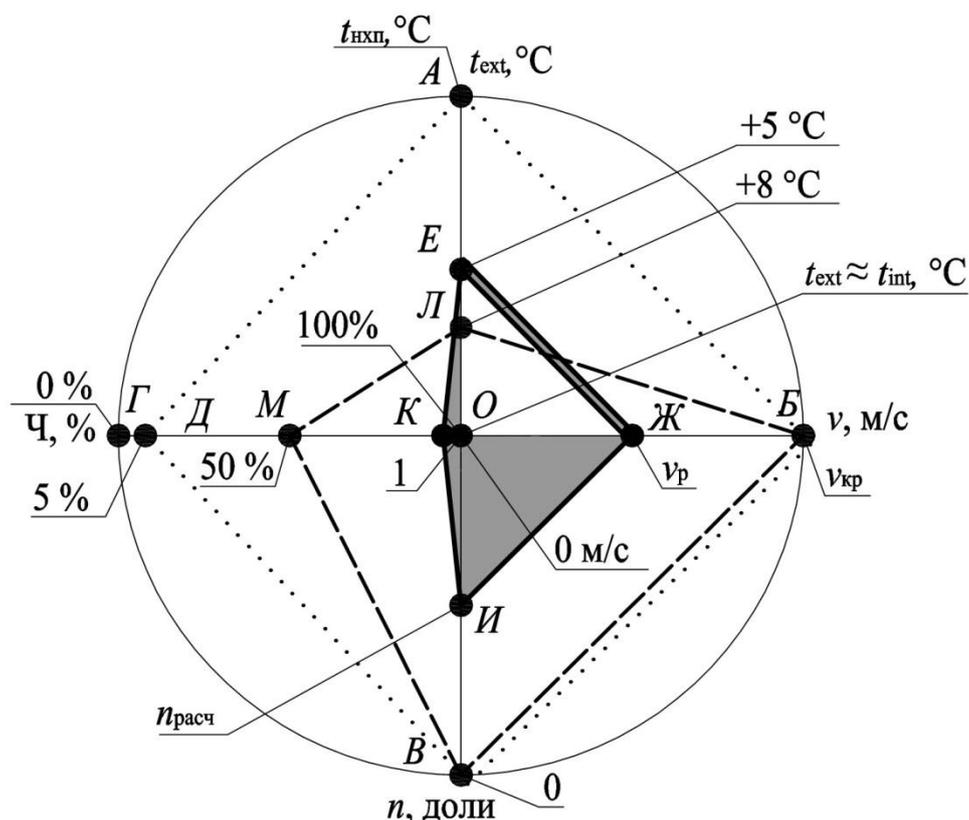


Рис. 2. Диаграмма зависимости обеспечения нормативного воздухообмена от параметров наружной среды (t_{ext} , n , v) и влияния человеческого фактора (Ч)

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что только механические приточно-вытяжные системы гарантированно способны обеспечить круглогодичное поддержание нормируемых параметров микроклимата в МЖД, расположенных в различных климатических условиях Российской Федерации с выполнением требований Федерального Закона об энергосбережении и повышении энергетической эффективности.

Литература

1. Езерский, В.Е. Техничко-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий/ В. Е. Езерский, П. В. Монастырев, Р.Ю.Клычников. – М.: АСВ, 2011. – 176 с.
2. СП 54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003.
3. СанПиН 2.1.2.1002-00. 2.1.2. Проектирование, строительство и эксплуатация жилых зданий, предприятий коммунально-бытового обслуживания, учреждений образования, культуры, отдыха, спорта. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Ред. от 21.08.2007.
4. Кузин, В.Ю. Теплофизическое обоснование применения энергосберегающих систем механической вентиляции для обеспечения нормируемого воздухообмена жилых помещений / В.Ю. Кузин //

Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции: сб. докл. V междунар. науч.-техн. конф. – М.: МГСУ, 2013. – С. 175-181.

5. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

6. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

УДК.626.17

А.Е. Смирнов

Ячеистые конструкции в креплении грунтовых откосов гидротехнических сооружений

На сегодняшний день в гидротехническом строительстве для крепления грунтовых откосов широко применяются ячеистые конструкции.

К ячеистым конструкциям можно отнести следующие типы креплений:

- 1) габионное крепление;
- 2) крепление ячеистыми полиэтиленовыми панелями;
- 3) крепление геоматами;
- 4) система крепления геоблоками;
- 5) крепление биоматами;
- 6) крепление полотном “Пинема-агро”;
- 7) крепление матрацами из бетонных блоков;
- 8) крепление блоками БКУ.

Габионы представляют собой ящики (контейнеры) различной формы, со щебнем плотных горных пород, изготовленные из стальной оцинкованной сетки двойного кручения с шестигранными ячейками 10x12, 8x10, 6x8 или 5x7 см. При этом камни должны быть крупнее ячеек сетки. Как правило, фракция щебня – 70-150 мм.

Габионные крепления используют для возведения массивных сооружений: подпорных стен, дамб, берегоукреплений, водосливных плотин и т. д. Они в зависимости от типа их конструкции могут применяться в любых климатических условиях при скоростях течения воды до 4-6 м/с, а также в условиях значительных волновых воздействий.

Ячеистая полиэтиленовая панель (георешетка) – это гибкая конструкция, выполненная из высокопрочных полиэтиленовых лент путем сварки по отдельным линиям. В растянутом состоянии образуется сквозная ячеистая панель. Размеры панели в плане в растянутом состоянии –

2,4×6,1м, в сложенном состоянии 3,4×0,13м, толщина панели – 0,1; 0,15; 0,2м. Средний диаметр ячейки 0,2 м.

В гидротехническом строительстве георешетки прежде всего применяются для крепления откосов и дна каналов и кюветов, укрепления берегов рек и водоемов, крепления откосов плотин и дамб, устройства многослойных подпорных стен.

Ячеистые полиэтиленовые панели возможно применять для устройства двух типов креплений грунтовых откосов, отличающихся друг от друга по конструкции и условиям работы: покрытия откосов или облицовки (рис. 1, а); многослойные подпорные стенки (рис. 1, б).

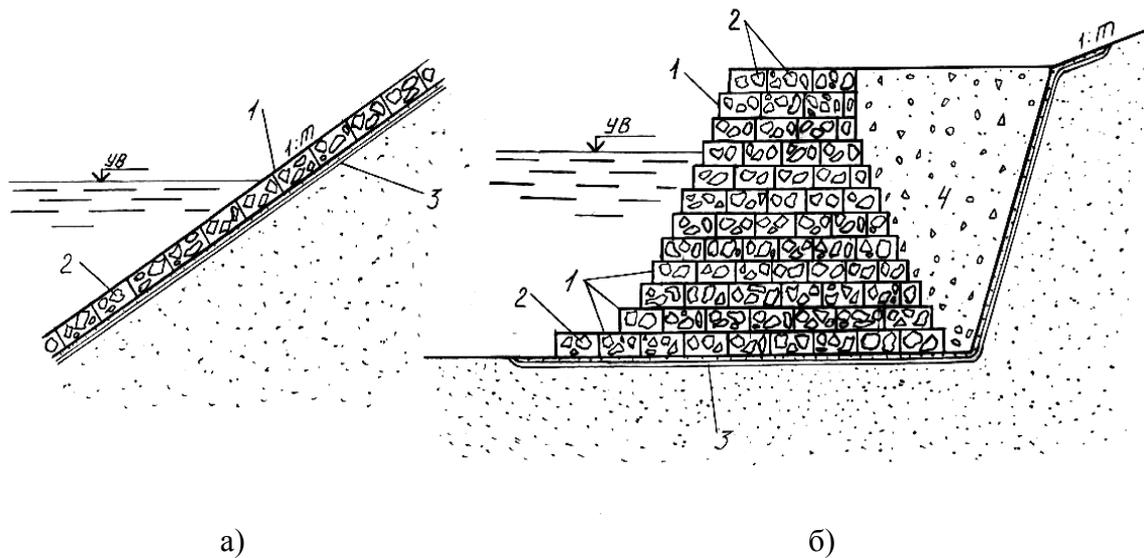


Рис. 1. Схемы крепления грунтовых откосов с применением ячеистых полиэтиленовых панелей с дисперсными заполнителями:

а) облицовка; б) многослойная подпорная стенка;

1 – георешетка; 2 – засыпка дисперсным материалом; 3 – синтетический обратный фильтр; 4 – обратная засыпка пазух

Данное крепление откосов обладает рядом достоинств: возможность применения местных материалов вместо привозных и бетона; сохранение природного дренажа; панели удобны в транспортировке, подвижны и легки при сборке, быстро монтируются, допускают возможность механизации работ по их заполнению и уплотнению заполнителя; крепление готово к работе сразу после заполнения ячеек; крепление обладает большой деформационной стойкостью, не теряя конструктивной однородности при просадке; применение панелей уменьшает общую толщину покрытия, что приводит к снижению его материалоемкости.

Крепление откосов полиэтиленовыми панелями с дисперсными заполнителями применяется при скоростях течения воды до 1,2 м/с с высотой волны до 0,5 м, при значительной агрессивности воды – среды содержащей вредные химические примеси большой концентрации; сложения откосов из грунтов с растворимыми вредными примесями;

повышенных требованиях по долговечности покрытия в условиях сурового климата.

Геоматы – трехмерные водопроницаемые структуры из полимерных материалов и других синтетических или природных элементов, соединенных между собой термическим, механическим или другим способом, которые используются для закрепления грунтовых частей, корней трав или небольших растений, а также применяются в геотехнике или других областях строительства. Геоматы изготавливаются в виде регулярных или хаотичных волоконных трехмерных структур, либо в виде сотовых, либо других видов конструкций из полос геотекстиля или полимерных листов.

Геоматы применяются в качестве армирующих составляющих для создания устойчивого растительного покрова с целью предотвращения эрозионных процессов откосов, насыпей, выемок, кюветов, оползневых склонов оврагов и сооружений на участках оползней, водотоков, береговых линий и урезов воды.

Крепление из геоматов применяется при малых скоростях течения воды, на водных объектах с благоприятным ледовым режимом. А также грунтовые откосы защищенные геоматами неустойчивы к волновым воздействиям.

Система крепления геоблоками – это комбинированная армогрунтовая конструкция, которая состоит из лицевых облицовочных бетонных блоков, а также слоев геосинтетики, армирующих массив грунта обратной засыпки. Геоблоки сделаны из высокопрочного бетона с отверстиями для заполнения щебнем и пазами для соединительных стержней.

Геоблоки предназначены для укрепления склонов, возведения подпорных стен, от небольших по высоте, например, в ландшафтном дизайне, до высоких сооружений в дорожном, мостовом и промышленном строительстве.

Геоблоки способны работать в суровых климатических условиях при значительных волновых нагрузках и скоростях течения воды.

Биомат – полотно из растительных волокон (соломы, кокосового волокна или их смеси), укрепленных полипропиленовой или джутовой нитью. Основной сферой применения биоматов является защита поверхности от эрозии и восстановление растительного покрова. Данный материал является хорошей защитой откоса от ветра и дождя, но плохо работает в зоне переменного уровня воды – не защищает откос от размыва течением, не воспринимает волновые и ледовые нагрузки.

Полотно «Пинема агро» – это водопроницаемое нетканое полотно, содержащее семена многолетних трав, дает возможность получить гибкое покрытие откоса или водоотводного сооружения. Синтетический материал, входящий в состав «Пинема-агро» улучшает условия роста травы, повышая влажность грунта откоса, уменьшая его теплоотдачу в

ночное время, защищая семена от смыва, выдувания и выклевывания птицами. Данный материал схож по условиям работы с биоматом. Также хорошо защищает откос от ветра и дождя, применяется при малых скоростях течения воды.

Также для крепления грунтовых откосов используются *блоки БКУ*. Они представляют собой бетонные блоки, выполненные в виде коврового покрытия шарнирно соединенных между собой шариковыми элементами и проволокой диаметром 6-8 мм. Откос, закрепленный блоками БКУ, способен воспринимать волновые и ледовые нагрузки. Данный тип крепления применим при скорости движения воды до 2,5 м/с.

Матрацы из бетонных блоков представляют собой модули прямоугольной формы, в которых блоки соединяются между собой полипропиленовыми тросами. Матрац из бетонных блоков представлен на рис. 2.

Основным преимуществом данного типа крепления является его гибкость в обоих направлениях, что также повышает его защитную функцию. Данный тип крепления применяется при скоростях течения воды до 2,4 м/с и высоте волны до 0,5 м.

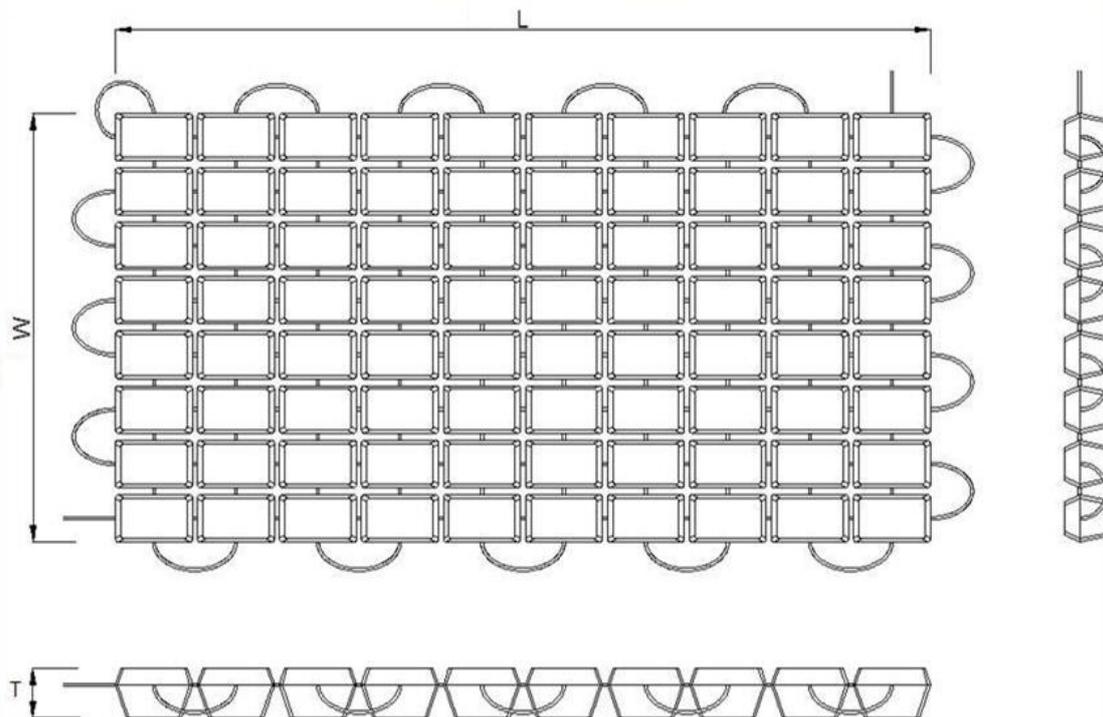


Рис. 2. Матрац из бетонных блоков

L – длина матраца; W – ширина матраца; T – толщина матраца

На сегодняшний день ячеистые конструкции в креплении грунтовых откосов широко применяются в гидротехническом строительстве. Многие из вышеперечисленных конструкций проектируются исходя из многолетнего опыта проектирования. Такие конструкции требуют более глубокого исследования.

Комплекс исследований для габионных конструкций креплений реализуется в следующем составе:

- расчетные исследования нагрузок от трения льдин о поверхность крепления, а именно, об оцинкованную сетку, из которой выполнены габионные контейнеры;
- расчетные исследования нагрузок от примерзшего ледяного покрова при колебаниях уровней воды в водном объекте;
- подбор обратных фильтров для данного типа крепления.

Для ячеистых полиэтиленовых панелей необходимо осуществить следующие исследования:

- оценка вырывающей ледовой нагрузки от примерзшего ледяного покрова при колебаниях уровня воды;
- оценка нагрузки от трения льдин об ячеистые полиэтиленовые панели;
- исследования для определения допустимых (неразмывающих) скоростей течения воды в зависимости от типа заполнителя;
- восприятия креплением волновых нагрузок в зависимости от параметров волн, конструктивных параметров крепления и пологости откоса;
- исследования возможности применения обратных фильтров различных видов.

Для конструкций с применением геоматов, биоматов, а также полотна “Пинема-агро” необходимо осуществить следующие исследования:

- гидравлические исследования для определения неразмывающих скоростей течения воды;
- по изучению воздействия от ледяного покрова при его термическом расширении;
- исследования возможности применения обратных фильтров из грунтовых и нетканых геотекстильных материалов.

Для конструкций крепления матрацами из бетонных блоков требуется осуществить следующие исследования:

- исследования ледовой нагрузки от примерзшего ледяного покрова при колебаниях уровня воды, а также от трения льдин о поверхность сооружения;
- определение расчетных нагрузок на полипропиленовые тросы, соединяющие бетонные блоки между собой;
- возможности заполнения пространства между блоками различными материалами;
- возможности применения обратных фильтров различных видов.

Вышеперечисленный комплекс исследований можно использовать также для изучения конструкций с применением блоков БКУ.

В результате реализации всего комплекса исследований, а также сбора и систематизации данных о ранее изученных материалах,

планируется разработать рекомендации по проектированию и практическому применению ячеистых конструкций в креплении грунтовых откосов гидротехнических сооружений.

Литература

1. Ежков, А.Н. Определение количественных характеристик области применения креплений грунтовых откосов ячеистыми полиэтиленовыми панелями с дисперсными заполнителями / А.Н. Ежков // Проблемы строительства, инженерного обеспечения и экологии городов: Матер. II междунар. науч.-техн. конф. – Пенза: 2000. – С. 25-29.
2. Ежков, А.Н. Восприятие ледовых нагрузок креплением грунтовых откосов из ячеистых полиэтиленовых панелей с дисперсными заполнителями / А.Н. Ежков, Е.М. Чучканова // Биосфера и человек – проблемы взаимодействия: сб. матер. V Междунар. науч. конф. – Пенза, 2001. – С. 121-124.
3. Бондаревский, Ю.П. Крепление откосов земляных сооружений бетонными ящиками с каменным заполнением / Ю.П. Бондаревский // Гидротехническое строительство. – 1965. – № 9. – С.10-12.
4. Лупинский, М.И. Каменные крепления откосов земляных плотин / М.И. Лупинский // Гидротехническое строительство. – 1952. – №5. – С.16-20.
5. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов): СНиП 2.06.04-82*: Утв. Госстроем СССР 15.06.82: Переизд. СНиП 2.06.04-82 с изм. N1 от 12.03.86 и N2 от 13.07.95: Взамен СНиП II-57-75: Срок введ. в действие 01.01.84 / Минстрой России. – Изд. офиц. – М.: ГП ЦПП, 1995. – 46с.
6. Строительные нормы. Указания по определению ледовых нагрузок на речные сооружения: СН 76-66. – М.: Стройиздат, 1967. – 18 с.

УДК 624.138

Е.А. Шунаков

Современные методы укрепления оползневых склонов

Нижний Новгород находится в сложных инженерно-геологических условиях, которые обусловлены особенностями рельефа и геологическим строением. Нагорная часть опускается крутыми склонами высотой до 84 м к реке Оке и Волге. Прибрежно-склоновая территория отличается густой овражно-балочной сетью и представляет собой волнистую равнину с общим уклоном на юго-восток, развитую на лежащих красноцветных отложениях верхней перми, перекрытых толщей суглинков проблематичного генезиса, мощностью от 15 до 47 метров. В современных

условиях оползневые процессы активизируются из-за изменений, под действием выветривания, свойств слагающих склон пород, из-за падения прочностных характеристик грунтов при увлажнении, а также из-за увеличения техногенной нагрузки на естественные откосы и действие грунтовых и поверхностных вод. За последние годы на территории Нижнего Новгорода происходит активное развитие оползневых процессов и было зафиксировано несколько крупных оползней (на Зеленском съезде, на Кошелевском овраге).

В настоящее время в условиях плотной городской застройки и особенностей геологического строения склонов на территории Нижнего Новгорода, затрудняется применение типовых решений по укреплению оползнеопасных склонов. Возникает ряд проблем связанных с выбором конструктивной схемы, доступностью для проезда строительной техники, возможностью подачи строительных материалов и др. В связи с вышеперечисленными особенностями, актуально рассмотрение новых конструктивных решений по укреплению оползнеопасных склонов, которые позволяли бы решать данные проблемы. К современным методам укрепления относятся:

- силикатизация;
- смолизация;
- термическое закрепление;
- цементация.

Выбор того или иного метода закрепления грунтов зависит от ряда факторов, представленных в таблице 1.

Силикатизация и смолизация сходны по технологии и предусматривают: погружение иньекторов, приготовление и нагнетание растворов, извлечение иньекторов, тампонаж скважин. Приготовленный в специальной установке закрепляющий раствор по разводящей системе нагнетают в иньекторы. Лессовидные грунты закрепляют только раствором силиката натрия. При его взаимодействии с солями кальция, содержащимися в лессах, образуется гель кремниевой кислоты, который цементирует частицы лесса, превращая их в камневидную массу.

Термический способ применяют только для закрепления лессовидных и пористых суглинистых грунтов при залегании их выше уровня грунтовых вод. Термическое закрепление является результатом сжигания топлива (газообразного, жидкого, сжиженных газов) непосредственно в скважинах, пробуренных на всю глубину закрепляемого грунта. Закрепление грунта в скважине происходит под действием пламени, а в теле массива - от раскаленных газов, проникающих сквозь поры грунта. В результате вокруг скважины образуется столб обожженного грунта, диаметр которого зависит от продолжительности обжига и количества топлива. Этим способом можно закрепить грунты и устранить их просадочность на глубину до 15 м, доведя прочность в среднем до 0,6... 1 МПа.

Таблица 1

Границы применения методов укрепления грунтов

Способы укрепления грунтов	Характеристики закрепляемого грунта		Рекомендуемый тип и вид инъекционного раствора		Назначение растворов
	Тип грунтов	Коэффициент фильтрации грунта, м /сут.			
Цементация	Скальные, полускальные, дисперсные, крупнообломочные, крупно и среднезернистые пески	50 - 100	Цементные	Цементные, с инертными и химическими добавками разного назначения, пенорастворы	Повышение прочности, устойчивости, и водонепроницаемости грунта
			Цементно-глинистые	Цементно-глинистые с добавками разного назначения	
	Грунты любые, преимущественно мелкозернистые и пылеватые пески, супеси	От 0.3 и выше	Растворы на основе тонкодисперсных минеральных вяжущих	На основе тонкодисперсных цементов с пластификатором и ускорителем схватывания	Повышение прочности, устойчивости и водонепроницаемости грунта
	Грунты связные- суглинки, глины супеси	От 0.3 и выше	Цементно-глинистые	Растворы на основе цемента с добавками минеральных материалов	Восстановление потерь объема грунта при просадках
Струйная цементация	Несвязные грунты (гравий, песок и т.п.) и связные грунты (суглинки и глины)	Не регламентируется	Цементные	Цементные, цементобentonитовые, с силикатом натрия и химическими добавками	Повышение прочности, устойчивости и водонепроницаемости грунта
Силикатизация	Скальные трещиноватые, средне- и крупнозернистые, мелкозернистые пески	5 - 80	Двухрастворная силикатизация	Силикат натрия, хлористый кальций	Повышение водонепроницаемости трещиноватых,
	Грунты любые, преимущественно средне- и мелкозернистые, пылеватые	0,5 - 20	Однорастворная силикатизация	Растворы силиката натрия с отвердителями - растворами кислот и щелочей	
Смолизация	Грунты любые, преимущественно мелкозернистые, пылеватые пески, супеси	от 0,3 и выше	Растворы смол	Карбамидные и другие виды полимерных смол, полимерные вспенивающиеся	Повышение прочности, устойчивости и водонепроницаемости грунта

В настоящее время наибольшее распространение получила технология струйной цементации грунтов («jet grouting») - метод закрепления грунтов, основанный на одновременном разрушении и перемешивании грунта высоконапорной струей цементного раствора. В результате струйной цементации в грунте образуются грунтоцементные сваи диаметром 600-2000 мм.

Данная технология применяется для:

- усиления (укрепления) всех типов фундаментов;
- противofильтрационных завесов и экранов;
- армирования грунтов;
- крепления откосов и склонов;
- закрепления грунтов в основании проектируемых фундаментов с целью повышения прочностных и деформационных характеристик.

Сущность технологии заключается в разрушении грунта струей жидкости. Струйную цементацию грунта выполняют в два этапа – в процессе прямого и обратного хода буровой колонны. Во время прямого хода производят бурение лидерной скважины до проектной отметки. В процессе обратного хода в буровую колонну под высоким давлением подают рабочую жидкость и начинают подъем колонны. Если во время подъема одновременно производить вращение, то в результате в грунтовом массиве формируются элементы в виде колонн. Если подъем производить без вращения, то элементы будут иметь вид тонких панелей.

Процесс создания буроинъекционной сваи включает в себя 3 основных этапа: бурение лидерной скважины, устройство грунтоцементной сваи, армирование грунтоцементной сваи стальной трубой.

Основные преимущества:

- широкий спектр видов почв, к которым может применяться эта технология;
- возможность создавать сваи диаметром от 60см до 200см, используя малый диаметр бурения (обычно он составляет 100-151мм);
- возможность проходить ранее существовавшие фундаменты, булыжники, горные наложения;
- использование легковесных и компактных буровых установок на небольших рабочих площадях, внутри зданий, в подвальных помещениях;
- отсутствие вибрации, как следствие возможность замены шпунтового ограждения сваями, выполненными по технологии струйной цементации;
- высокая скорость сооружения грунтоцементных свай;
- возможность работы в стесненных условиях – в подвальных помещениях, вблизи существующих зданий, на откосах и т.д. В этом случае на объекте устанавливается только малогабаритная буровая установка, а весь инъекционный комплекс располагается на более удобной удаленной площадке;

- отсутствие негативного влияния на фундаменты близко расположенных зданий, в отличие от забивания железобетонных свай
- устройство грунтоцементных свай выполняется вращательным бурением;
- отсутствие динамических нагрузок;
- возможность контролировать и задавать параметры грунтобетонной сваи и закрепленного грунта;
- позволяет укреплять практически весь диапазон грунтов – от гравийных отложений до мелкодисперсных глин и илов.

К недостаткам данной технологии можно отнести следующие:

- известным недостатком струйной цементации грунтов, сдерживающим еще более широкое внедрение представляемой технологии создания свайных фундаментов для зданий и сооружений, является гарантированная правильная цилиндрическая форма получаемой сваи только в условиях однородных грунтов по всей глубине сваи. В случае, если в толще грунта встречается пропласток, существенно отличающийся по прочности от остального массива грунта, форма получаемой сваи может существенно искажаться. При более слабом пропластке, диаметр сваи в этом месте будет увеличен, что ведет к необоснованному увеличению расхода материала - водоцементного раствора, а при более прочном пропластке, диаметр сваи будет соответственно уменьшен, что приводит к ослаблению несущей способности сваи за счет уменьшения общей площади ее контакта с массивом грунта;
- использование дорогостоящего оборудования.

В настоящее время отсутствуют регламентированные методики и сертифицированные программные средства по расчету и проектированию конструкций для укрепления склонов по технологии струйной цементации. Поэтому целесообразно рассмотреть различных вариантов конструктивных решений и способов задания расчетной схемы, позволяющих учитывать ряд факторов, влияющих на работу конструкции и отдельных ее элементов.

Необходимо исследовать тот факт, что при создании грунтоцементных свай, в сечении сваи, из-за неравномерности распределения цементного раствора, получаются зоны с различными прочностными характеристиками грунтобетона – так, в центральной части сваи прочностные характеристики получаются выше, чем на ее краях. Также необходимо учитывать особенности геологического строения укрепляемого склона, так как при большой слоистости грунтов с различными характеристиками возможно изменение диаметра сваи по высоте, что оказывает влияние на несущую способность сваи за счет уменьшения или увеличения площади ее контакта с массивом грунта.

При проектировании противооползневых мероприятий в виде создания свайных полей на оползнеопасных склонах, необходимо исследовать взаимное расположение грунтоцементных свай, так как при создании секущихся свай, когда шаг свай меньше диаметра получаемой

грунтоцементной сваи, возможно рассмотрение конструкции не как свайного поля из отдельных свай, а как монолитной стены в грунте. При этом также необходимо учитывать особенности работы грунтоцементной сваи при центральном армировании и условия работы грунтоцемента с армирующим стержнем или трубой.

Одним из вариантов конструкции укрепления оползнеопасных склонов по технологии струйной цементации является нагнетание цементного раствора в поры грунта с целью повышения физико-механических характеристик массива грунта.

Выбор того или иного варианта конструкции и расчетной схемы для укрепления оползнеопасных склонов оказывает влияние на общую устойчивость склона, а также определяет стоимость строительства.

В результате реализации комплекса исследований планируется разработать рекомендации по проектированию, практическому применению и расчету, позволяющему учитывать все факторы, влияющие на работу конструкции или отдельных ее элементов при укреплении оползнеопасных склонов по технологии струйной цементации.

Литература

1. Богов, С.Г. Исследование прочностных свойств грунтов, закрепленных цементными растворами по струйной технологии/ С.Г. Богов // Геотехническое строительство. – 2001. – №5.
2. Малинин, А.Г. Струйная цементация грунтов: монография / А.Г.Малинин – Пермь: Пресстайм,2007. – 168с.
3. Хасин, М.Ф. Струйная технология укрепления грунтов / М.Ф.Хасин, Л.И. Малышев, И.И. Бройд// Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1984. – №5.

УДК 502:65.0

С.В. Гнусарева

Экологический менеджмент как часть интегрированной системы менеджмента

Интегрированная система менеджмента (ИСМ) представляет собой совокупность двух и более систем менеджмента, функционирующих как единое целое.

За последние годы многие организации все чаще внедряют несколько ИСМ, с целью активного развития и повышения уровня конкурентоспособности.

Наиболее распространенными составляющими ИСМ организации являются система менеджмента качества по ГОСТ Р ИСО 9001, система экологического менеджмента по ГОСТ Р ИСО 14001, система управления охраной труда по ГОСТ 12.0.230-2007 (OHSAS 18001), а также другие системы менеджмента.

Для многих российских организаций, которые стремятся на равных конкурировать с западными компаниями, существенное значение приобретает сертификация на соответствие стандартам, признанным не только в России, но и за рубежом.

Интегрированная система менеджмента обеспечивает согласованность и структурирует действия внутри организации.

Интегрирование систем менеджмента, которые отвечают требованиям одновременно нескольких международных стандартов, является перспективой для стабильного развития организации или предприятия.

Важно отметить, что сертификация интегрированной системы менеджмента объединяет в себе преимущества каждой из входящих в ИСМ систем менеджмента. Интегрированная система менеджмента (ИСМ) наиболее оптимально позволяет выполнить требования по повышению уровня экологии, безопасности, качества.

Экологический менеджмент изучает постоянно меняющиеся, естественные условия среды обитания человека и уровни использования обществом окружающей природной среды. Как и другие экономические науки, экологический менеджмент изучает производственные отношения между людьми, в данном случае по поводу использования людьми сил и ресурсов природы.

Экологический менеджмент имеет как теоретическое, так и практическое значение. В условиях функционирующей системы народного хозяйства в стране в настоящее время экологический менеджмент призван

давать конкретные рекомендации по различным путям использования природных ресурсов.

В более широком смысле экологический менеджмент должен способствовать разработке основ концепции устойчивого эколого-экономического развития. Такое развитие предполагает отказ от сложившейся на практике концепции экстенсивного экономического роста, лежавшей в основе развития системы мирового хозяйства и базировавшейся на представлении о неисчерпаемости природных ресурсов и неограниченности возможностей природной среды к самовосстановлению.

В российской литературе (в том числе, в переводах документов ISO 14000) термин «экологический менеджмент» заменен «управлением качеством окружающей среды», а в некоторых случаях – «экологическим управлением». Вместе с тем, для этих понятий на основе анализа существующих нормативных документов, учебно-методической литературы, практики деятельности можно выделить ряд существенных различий, определяемых субъектами экологического управления и экологического менеджмента, мотивацией деятельности, ролью ответственных лиц, отношением к результатам деятельности и др.

Появление ISO 14000 - серии международных стандартов систем экологического менеджмента на предприятиях и в компаниях – называют одной из наиболее значительных международных природоохранных инициатив. Система стандартов ISO 14000 ориентирована не на количественные параметры (объем выбросов, концентрации веществ и т.п.) и не на технологии (требование использовать или не использовать определенные технологии, требование использовать «наилучшую доступную технологию»). Основным предметом ISO 14000 является система экологического менеджмента (ЭМС).

Предполагается, что система стандартов обеспечивает уменьшение неблагоприятных воздействий на окружающую среду на трех уровнях:

1. организационном – через улучшение экологического «поведения» корпораций;
2. национальном – через создание существенного дополнения к национальной нормативной базе и компонента государственной экологической политики;
3. международном – через улучшение условий международной торговли.

Экологический менеджмент тесно связан с экономикой страны и формирует исходную информацию о необходимости использования природных ресурсов при решении задач эффективности развития производства. Возникновение новых задач рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды обусловлено ощутимой потребностью практики хозяйствования. Комплексный программно-целевой подход к развитию новых форм собственности и рыночной

экономики отражает взаимосвязь всех разделов программы природопользования. Развитию научных основ экологического менеджмента способствует разработка генеральных схем размещения производительных сил, включающих региональные аспекты, производственные особенности, ресурсные потенциалы и т.д.

Интегрированная система менеджмента – есть система, соединяющая в себе требование соответствия нескольким международным стандартам, функционирующая как единая система, являющаяся частью системы менеджмента предприятия.

Реализация любой из стратегий развития предприятия, будь то наращивание объемов выпуска продукции, пользующейся спросом, или расширение географии продаж, или развитие сети мобильных филиалов на внутреннем и зарубежном рынках, невозможна без определения круга потребителей, планирования выпускаемой продукции и разработки применяемой технологии. Таким образом, главной задачей при создании интегрированной системы менеджмента предприятия является установление взаимосвязи между руководством и персоналом предприятия в рамках реализации стратегических целей предприятия.

Создание ИСМ – сложный инновационный проект, направленный на повышение эффективности общего менеджмента организации. Ожидаемая результативность создания ИСМ может быть достигнута лишь в случае грамотного управления этим проектом. При создании ИСМ главенствующая роль должна принадлежать менеджерам организации и прежде всего – руководителям высшего звена. Интегрирование систем менеджмента (качества, экологии, безопасности и социальной ответственности), отвечающих требованиям международных стандартов, следует рассматривать как предпосылку для устойчивого развития организаций.

Литература

1. Васильев, А.Н. Механизм эколого-экономического регулирования экономической системы / А. Н. Васильев// Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. – Тольятти, 2011. – № 23. – С. 45-53.
2. Сафронов, А.Е. Эколого-экономическое регулирование производственной сферы в условиях устойчивого развития экономики региона / А. Е. Сафронов// Вестник Донского государственного технического университета. – Ростов н/Д., 2011. – № 2. – С. 254-259.
3. Ахметшина, А.Р. Методы регулирования эколого-экономической деятельности на основе зарубежного опыта / А.Р. Ахметшина // Вестник Казанского государственного финансово-экономического института. – 2008. – № 4. – С. 16-19.

Изучение видового разнообразия простейших растений горьковского водохранилища в зависимости от стратификации

С каждым годом в мире растет число публикаций, посвященных вопросам общей биологии и экологии, физиологии и биохимии, молекулярной биологии и генетики водорослей. Такой повышенный интерес обусловлен их значимостью как важных продуцентов, одновременно являющихся кормом, а также местом обитания и нереста многих водных организмов. Кроме того, важность изучения водорослей связана с их ролью как факторов, укрепляющих прибрежные грунты и препятствующих проникновению токсических веществ, поступающих с береговыми стоками, одновременно синтезирующих ценные биологически активные вещества, широко используемые в различных областях народного хозяйства.

И, наконец, водоросли являются превосходными модельными объектами с широким адаптивным потенциалом. Не менее важно и то, что они занимают различные экологические ниши и обитают в самых разнообразных условиях. Исходя из этого, очевидно, что потребность в изучении различных аспектов жизни водорослей велика.

В последние годы в нашей стране альгологические исследования, в частности, исследования, связанные с морскими экспедициями, были приостановлены. Целая область ценнейших стратегических исследований была прервана.

Целью исследования является изучение видового разнообразия простейших растений (планктона) Горьковского водохранилища в зависимости от стратификации.

Задачи исследования:

- изучение видового разнообразия планктона Горьковского водохранилища с помощью специальных методик;
- исследование гидрофизических характеристик водоема;
- нахождение взаимосвязи видового разнообразия фитопланктона от стратификации водоема, ее обоснование;
- интерпретация данных и конструктивные предложения по методике исследования уровня загрязнения (цветения) водохранилища исходя из полученных результатов.

Объектом исследования является Горьковское водохранилище и его гидрофизические и биологические характеристики.

Гидробиологические исследования бактерио- и фитопланктона в равнинных водохранилищах ведется достаточно давно и успешно. Ярким примером может служить работа Охупкина А.Г. Тем не менее, исследование зависимости состава планктона от гидрофизических

характеристик на данный момент еще не проводилось, кроме как в некоторых работах рассматривалась зависимость от глубины и/или температуры.

Известно, что липиды, входящие в состав бактерио- и фитопланктона позволяют организмам плавать на определенной глубине, не опускаясь на дно. Исходя из этого, можно предположить, что концентрация жиров в воде зависит от стратификации водоема и разнообразия видов планктона на разных глубинах.

В течение июля - октября 2013 г. в центральной части Горьковского водохранилища в рамках работ по гранту РФФИ, предоставленному ИПФ РАН, осуществлялся отбор проб воды для изучения качества воды в зависимости от температурной стратификации.

Гидрофизические исследования выполнялись сотрудниками ИПФ РАН, а исследование качества воды осуществлялось при участии ННГАСУ.

В результате гидрофизических исследований было установлено, что для Горьковского водохранилища характерно наличие сезонного расслоения в первые месяцы летнего сезона, когда верхний перемешанный слой составляет несколько метров.

Сильный ветер и большая площадь зеркала способствуют тому, что в середине лета происходит полное перемешивание. Однако это не означает, что температурное расслоение больше не возникает. Смена погоды приводит к тому, что при интенсивной солнечной радиации и слабом ветре в верхнем слое начинает формироваться суточный термоклин с перепадом плотности около $0,5^{\circ}\text{C}$. В этом случае расслоение оказывается устойчивым, потому что скачок температуры происходит в тонком слое $0,5 \dots 1,0$ м.

Пример температурной стратификации глубоководной части Горьковского водохранилища представлен на рис. 1. Дата 4 августа 2013 г. Скачок температуры наблюдается на $4 \dots 5$ м. Максимальный градиент температуры – $0,23^{\circ}\text{C}$.

В осенний период происходит выхолаживание сверху и это разрушает сезонное расслоение. Температура водного столба постепенно снижается. В дождливую погоду перепад температуры не превышает $0,1^{\circ}\text{C}$, а расслоение не является устойчивым.

Определение жиров в пробах воды проводилось по методу инфракрасной спектрофотометрии. Использовался концентратомер КН-2М. Для определения концентрации жиров по методике, предполагалось экстрагировать жиры из воды, в качестве растворителя использовался углерод четыреххлористый. Было отобрано 2 пробы с глубины $0,5$ и $3,7$ м, пробы были законсервированы серной кислотой и четыреххлористым углеродом, объем каждой пробы – 1 л.

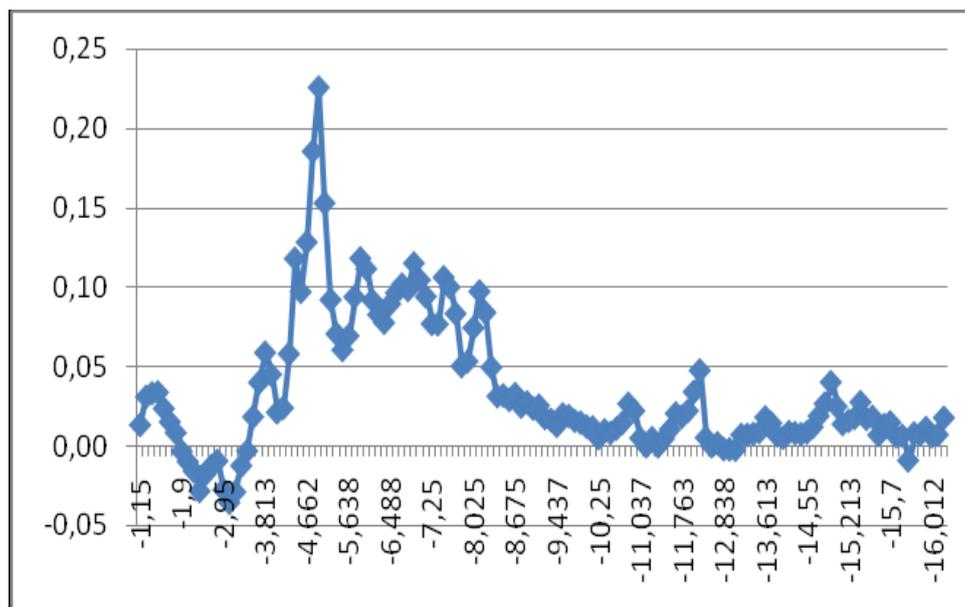


Рис. 1. Зависимость градиента температуры от глубины

Основные результаты исследования качества воды заключаются в следующем.

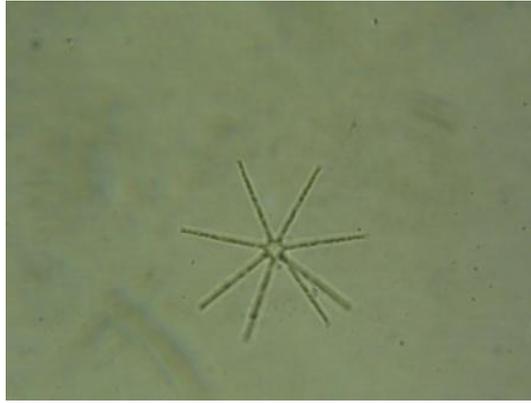
Исследование качества воды выполнялось во второй половине лета, когда расслоение носило либо краткосрочный характер, либо отсутствовало. Учитывая отсутствие источников значительных промышленных сбросов в озерную часть Горьковского водохранилища, исследование химического загрязнения было выполнено однократно для двух горизонтов в осенний период. Это исследование позволило сопоставить качество воды в центре озерной части водохранилища с общеизвестными данными.

После проведенного определения жиров в пробах воды и соответствующих пересчетов определено – концентрация жиров на глубине 0,5 метров соответствует – 1,28 мг/дм³, на глубине 3,7 м – концентрация жиров – 0,39 мг/дм³.

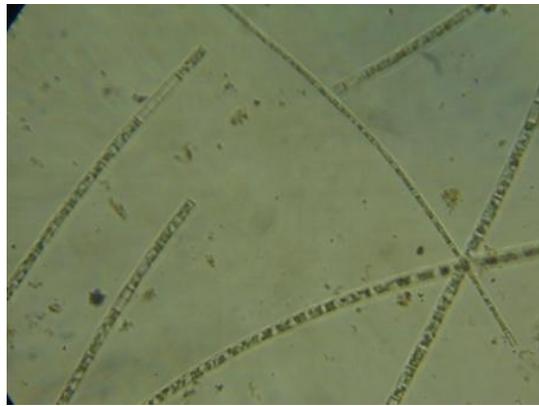
Состояние планктона исследовалось начиная с 27 июля до конца октября.

В летний период наблюдалось наибольшее разнообразие водорослей. Преобладали диатомовые и синезеленые водоросли. Примеры диатомовых водорослей, обнаруженных с помощью электронного микроскопа и определителя, представлены на рис. 2.

Выявлено существенное снижение концентрации и видового состава с сезонным снижением температуры. Предварительный вывод о влиянии стратификации говорит о том, что расслоение ведет к росту концентрации синезеленых и их доминированию, в то время как перемешивание способствует повышению конкурентоспособности диатомовых.

Рис. 2 - *Aulacoseira granulate*

Типичный представитель синезеленых водорослей представлен на рис. 3.

Рис. 3 – *Microcystis aeroginoza*, Zigrema

Типичные зеленые представлены на рис. 4.

Рис. 4 – *Closterium*

Таким образом, можно ожидать, что видовое разнообразие будет существенно зависеть от характера процессов перемешивания, которое обеспечивает более быстрое перемещение планктона по сравнению с движением, обусловленным естественными силами.

Литература

1. Иванов А.В., Найдено В.В., Кащенко Н.А., Чернова М.А. Управление качеством вод в водохранилищах с учетом плотностной стратификации/ Великие реки-2002: сб. генеральные доклады, тезисы докладов Международного конгресса. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2003. – С.263-264.

2. Охупкин А.Г. Состав и экология доминирующих видов фитопланктона водотоков и водоемов бассейна Средней Волги: зеленые, эвгленовые, криптофитовые, динофитовые, золотистые и синезеленые водоросли // Биол. внутр. вод., 2001. – № 2. – С. 70-76.

3. Определитель пресноводных водорослей СССР в четырнадцати выпусках»/ под ред. Голлербаха М.М.и Красавина Л.К. – М.: Советская наука, 1951-1983.

4. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Методика выполнения измерений массовой концентрации жиров в природных и очищенных сточных водах методом ИК- спектрофотометрии на концентратомере КН-2м».

УДК 628.4

Ю.Ю. Кузьмина

Переработка селективных материалов, содержащихся в твердых бытовых отходах

Отходы – это одна из основных современных экологических проблем, которая несет в себе потенциальную опасность для здоровья людей, а также опасность для окружающей природной среды. Во многих странах до сих пор существует проблема недопонимания всей серьезности проблемы твердых бытовых отходов, в связи с чем нет строгого регламента, а также необходимых нормативно-правовых актов, регулирующих вопросы, связанные с отходами и мусором.

Известный американский экономист Пол Хейни утверждает, что «если в обществе обостряется проблема загрязнения окружающей среды, это происходит потому, что мы позволили людям пренебречь определенными существенными издержками или даже поощряли их в этом».

Опираясь на это высказывание, необходимо проанализировать современное состояние и перспективы селективного (раздельного) сбора компонентов твердых бытовых отходов (ТБО). Если говорить о воздействии отходов на окружающую среду, то мусор стал привычным элементом городского ландшафта и пригородных зон отдыха. При этом страдает не только наше эстетическое чувство, но и происходит интенсивное загрязнение почвы, воды и воздуха, особенно в местах крупного скопления мусора на свалках и полигонах для захоронения ТБО.

Следует отметить, что ТБО содержат много компонентов, которые можно вторично использовать или переработать в необходимую продукцию. Другой вопрос, как выбрать из этого объема необходимые компоненты? Для этого необходимо построить предприятие или применить раздельный сбор отходов в источниках накопления. Оба эти способа не противоречат и не исключают друг друга.

Путь к вторичному использованию отходов – селективный сбор, или сбор в отдельные контейнеры для различных видов отходов. К сожалению, в наших городах и сельских населенных пунктах редко встретишь контейнеры для селективного сбора отходов. В России все попытки внедрить практику селективного сбора отходов до сих пор не дают удовлетворительных результатов – количество отсортированных таким образом отходов ничтожно мало. Как показывает статистика – только 2% от общего объема отходов, производимых в стране, собираются избирательно.

Во многих странах Европы уровень переработанных отходов в результате селективного сбора намного выше и достигает 20%. Ярким примером служит Германия, где каждый гражданин выборочно собирает около 80 кг отходов, в Чешской Республике – 20 кг. Из этого следует, что мы тоже можем, когда захотим, и все это не требует особых усилий.

Селективный сбор отходов может осуществляться по-разному. Наиболее широко используется система использования различных маркированных контейнеров, расположенных в жилых комплексах или около торговых центров. Другой метод, который широко распространен в Европе называется «Сумка-система» или «Система пакетов для селективного сбора». Он состоит в том, что компания по сбору отходов обеспечивает населению пакеты, в который каждый собственник отдельно собирает отходы бумаги, стекла, пластмассы и металлов. После заполнения мешков их собирает мусороборочная компания, которая обеспечивает, таким образом, сохранность собранных отходов для сортировки.

В системе селективного сбора необходимым элементом сортировки отходов является мусоросортировочный завод, где проходит предварительная обработка отходов, собираемых в рамках селективного сбора. Как оказалось, количество этих объектов по-прежнему недостаточно, о чем свидетельствует слишком низкий уровень вторичного сырья.

Создание в России отрасли по сбору и переработке отходов будет вначале идти по медленному пути. Затем массовым будет запуск местных и региональных проектов по организации селективного сбора ТБО. Роль федерального центра в сфере управления твердыми бытовыми отходами должна заключаться в подготовке условий для их успешной реализации, и, прежде всего, формировании нормативно-правовой и налоговой базы, способствующей становлению рынка вторичного сырья. Следует отметить

еще ряд существенных аспектов. Сортировка в источнике накопления ТБО устраняет возможность смешения отходов и губительного воздействия на природу в случае захоронения на полигоне опасных отходов, образующихся в быту: использованных батареек, лакокрасочных материалов.

Планету буквально заполнили мусором. Твердые бытовые отходы разнообразны: древесина, картон и бумага, текстиль, кожа и кости, резина и металлы, камни, стекло и пластмассы. Гниющий мусор является благоприятной средой для множества микроорганизмов, которые могут вызывать инфекции и заболевания. Чем больше отходов будет переработано вторично в результате селективного сбора, тем меньше их пойдет на свалку. Одно это сможет оказать значительное влияние на чистоту окружающей среды.

По-своему опасны пластмассы. Они не подвергаются разрушению в течение продолжительного периода времени. Пластмассы могут пролежать в земле десятки, а некоторые виды и сотни лет. Существуют инновационные методы получения дизельного топлива и бензина из отходов пластмассовых изделий и материалов. Этот метод разработан японскими учеными. Данная технология позволяет получать из 10 кг пластмассовых отходов до 5 литров дизельного топлива или бензина. Подобными методами можно приобрести не только экономическую выгоду, но и снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Использование в качестве сырья отходов производства и потребления позволяет более рационально применять природные ресурсы и снижать вредные выбросы в атмосферу и сбросы сточных вод. Например, используя в качестве сырья для производства бумаги макулатуры, можно сократить вредные выбросы в воздух на 70-80%, загрязнение водных объектов на 30-35%, по сравнению с применением первичного сырья. Около четырех кубических метра древесины можно сэкономить, используя одну тонну макулатуры. Таким образом, сохраняются тысячи гектар лесных угодий, которые в свою очередь работают на очищение атмосферного воздуха от углекислого газа.

Стеклоянная тара выбрасывается в большом количестве в каждом городе, причем не только в неблагополучных районах, но и в самом центре города. Хотя многократное использование стеклотары экономически выгоднее производства новой.

На городские свалки вывозятся сотни тысяч отработанных аккумуляторных батарей. Вместе с мусором на свалки попадают сотни тонн ртути, олова, электрических лампочек с вольфрамом. В несколько раз выгоднее перерабатывать вторичное сырье в виде отходов. Получение металла из руды в 25 раз дороже, чем сбор и переработка вторичного металла. Производство алюминия из первичного сырья потребляет в 70-80 раз больше электричества по сравнению с переплавкой отходов.

В России ситуация с отходами производства и потребления оставляет желать лучшего. Основная часть ТБО выбрасывается на свалки, лишь 3-4% перерабатываются. Существует явная нехватка мусороперерабатывающих комбинатов. Наличие нескольких мусоросжигательных заводов лишь превращает один вид загрязнений в другой. Такой подход не решит экологическую проблему отходов в России. Таким образом, для ликвидации экологических проблем, связанных с отходами, требуется комплексный подход, включающий в себя оценку ситуации, разработку стратегии снижения образования отходов, внедрение малоотходных ресурсосберегающих технологий на производстве.

Литература

1. Селективный сбор компонентов твердых бытовых отходов: принципы реализуемости в новых условиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.waste.ru>.
2. Бобович, Б. Б. Переработка отходов производства и потребления / Б.Б. Бобович, В. В. Девяткин // Интернет Инжиниринг. – 2000. – С. 56.
3. ЛаМантя, Ф. Вторичная переработка пластмасс : пер. с англ. / Ф. ЛаМантя ; под ред. Г. Е. Заикова. – М. : Профессия, 2006. – 400 с.

УДК 658.005.93

В. Г. Лагунова

Экологические мероприятия для повышения безопасности при эксплуатации инженерных сетей в результате использования ГИС

Проблема экологии в Российской Федерации занимает одно из первых мест, а экологическая безопасность является стратегическим направлением государственной политики. Обеспечение безопасности населения, в том числе экологической, является одним из приоритетов Стратегии развития Нижегородской области до 2020 г. Одной из главных задач на современном этапе развития г. Н. Новгорода является формирование системы мер по обеспечению устойчивого развития, базирующихся на разработке и внедрении новых и максимальном использовании имеющихся экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих, мало- и безотходных технологий. При этом особое внимание уделяется созданию правовых, организационных и экономических условий экологической переориентации систем жизнеобеспечения, в том числе инженерных сетей, в соответствии с требованиями рационального использования всех видов ресурсов, сохранения и улучшения состояния окружающей среды. В этой связи с этим проблема безопасной эксплуатации объектов городских инженерных сетей, в частности линейных объектов, является актуальной.

Решение проблемы экологической безопасности эксплуатации инженерных сетей в Н. Новгороде необходимо обеспечивать формированием и реализацией системы программных мероприятий в соответствии с Концепцией областной целевой программы «Экологическая безопасность Нижегородской области на 2011-2015 годы». Предприятие, обслуживающее объекты городских инженерных сетей, являясь субъектом-природопользователем, т.е. предприятием, которое при осуществлении производственно-хозяйственной деятельности оказывает или может оказывать негативное воздействие (загрязнение) на качество окружающей природной среды и ее составляющие (атмосферный воздух, воды, почвы, недра), обязано: осуществлять все виды деятельности с обязательным учетом возможных последствий воздействия на окружающую природную среду; неукоснительно выполнять комплекс всех необходимых природоохранных мероприятий при эксплуатации объектов; оснащать технологические процессы и оборудование аппаратурой для контроля уровня их воздействия на окружающую природную среду; соблюдать установленные и согласованные технологические режимы, обеспечивающие наименьшее воздействие на окружающую природную среду; обеспечивать надежную и эффективную работу всех очистных сооружений, установок и средств контроля и утилизации отходов; своевременно представлять необходимую и достоверную информацию об аварийных случаях, предаварийных ситуациях и стихийных бедствиях и принимаемых мерах по ликвидации их последствий.

Кроме этих требований Концепцией можно выделить группы экологических мероприятий, которые необходимо реализовать при эксплуатации инженерных сетей города:

- *технологические* - повышение эффективности работы инженерных сетей на основе аналитической информации;
- *архитектурно-планировочные* - зонирование территории города, рациональное размещение инженерных сетей с использованием преимущественно подземного размещения коммунальных объектов, организацию санитарно-защитных зон, планировку жилых районов, озеленение, путем специальных полос зеленых насаждений вдоль буферных зон; вывод детских учреждений из экологически напряженных зон;
- *инженерно-организационные* - мероприятия, снижающих шумовое воздействие, путем звукоизоляции оборудования; обработка трубопроводов противозумными мастиками и пр.

Представленные мероприятия в большой степени связаны с обладанием разнообразной информацией и возможностью ее быстрого просмотра и анализа. Таким образом, потребности эксплуатационной практики делают актуальным группировку данных о инженерных сетях города удобном виде, их надлежащее изображение, позволяющее анализировать, интерпретировать имеющуюся информацию. Порядка 70%

всей информации включает в себя геоданные, то есть различные сведения о распределенных в пространстве или по территории объектах, явлениях и процессах. Работа с такими объектами, имеющими координатную привязку, является сущностью географических информационных систем (ГИС).

С целью повышения безопасности при эксплуатации инженерных сетей нами разработана ГИС объектов инженерных сетей, которая позволяет организовать возможность более оперативного и точного решения задач возникающих при эксплуатации объектов инженерных сетей, обеспечить экологическую безопасность, реализовать намеченные экологические мероприятия. Разработка ГИС проекта включала следующие этапы: сбор и анализ исходной информации; разработка логической модели ГИС-проекта; создание и наполнение ГИС; выполнение запросов для целей экологически-безопасной эксплуатации объектов.

Для создания баз данных собрана статистическая, техническая и кадастровая, экологическая информация. База данных включает информацию: о границах района; местоположения зданий и сооружений; растительности; исчерпывающую информацию об инженерных сетях: трубопроводов, коммуникаций и других сооружений, предназначенных для инженерно-технического обеспечения зданий и сооружений, включающих объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций.

Для реализации разработанной структуры ГИС выбран программный продукт MapInfo Professional 10.0, который совмещает преимущества обработки данных, которыми обладают базы данных, и наглядность карт, схем и графиков.

В ГИС представлены ряд аналитических функций, способствующих повышению экологической безопасности при эксплуатации. Одной из аналитических функций ГИС является функция подсчета плотности теплотрасс в заданном квартале для решения задач инвентаризации объектов распределенной производственной и вспомогательной инфраструктуры инженерных сетей, задач оперативного реагирования на аварии и чрезвычайные ситуации, в том числе внешние по отношению к данной конкретной инженерной сети, а также задач обеспечения профилактических и аварийных ремонтных работ, экологических задач. Фрагмент результата запроса на суммы длин и площади теплотрасс в заданном кадастровом квартале, показан на рис. 1.

ID	KN	ploshad	Summa_Dlin_tra	Raschet
■	0 06 01 22	95 167,43	3 146	0,03306

Рис. 1. Результаты запроса по определению плотности теплотрасс по заданному кварталу

В процессе работы так же был создан запрос на выборку по типу прокладки теплотрассы с целью решения задачи инвентаризации инженерных сетей и оперативного реагирования на аварии и чрезвычайные ситуации, показанный на рис. 2.

	type_truboprov	vid_teplotrassi	Type_prokladki	diametr_Podaudhix	Diametr_obratnix_tr	Gc
3	1	2	1	300	300	

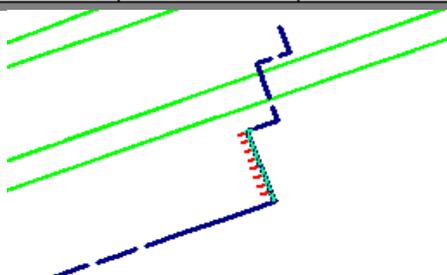


Рис. 2. Результаты запроса на выборку теплотрасс по типу надземной прокладки

Создание охранных зон для теплотрасс, необходимо для решения задач оперативного реагирования на аварии и чрезвычайные ситуации, задач обеспечения взаимодействия с органами охраны окружающей среды. Построенная в ГИС по запросу охранный зона показана на рис. 3.

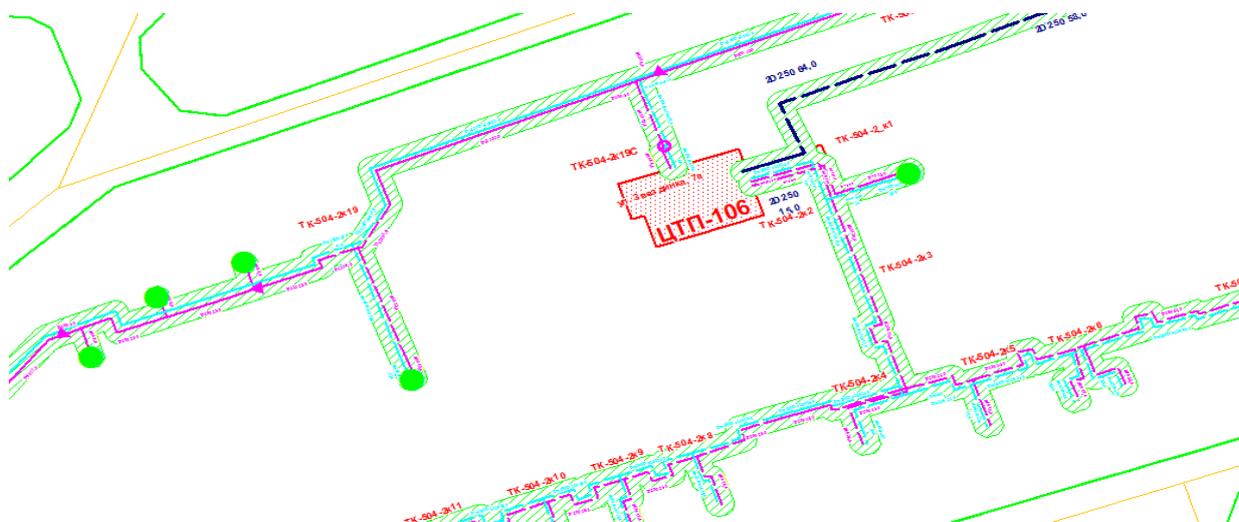


Рис. 3. Полученная охранный зона для теплотрасс на карте

Для повышения экологической безопасности при эксплуатации инженерных сетей в результате использования разработанной ГИС на основе разработанных запросов, могут быть реализованы следующие мероприятия:

1. Совершенствование мониторинга чрезвычайных ситуаций на линейных объектах, связанных с опасными изменениями в окружающей природной среде.
2. Охрана и восстановление объектов путем установления границ охранных зон линейных объектов.

3. Обеспечение безопасности линейных объектов и сооружений путем ведения инвентаризации и обследования технического состояния объектов; ликвидации бесхозности; при наличии потребности – планирования ремонта; проверки готовности объектов к безаварийной эксплуатации.

4. Развитие системы озелененных территорий на основе учета и инвентаризации озелененных линейных объектов; создание банка данных об озелененных территориях ограниченного использования и специального назначения.

Реализация перечисленных мероприятий будет эффективна при наличии разработанной ГИС, поскольку даст возможность контроля со стороны предприятий и ОМСУ, т.к. собранная информация может быть представлена в виде тематических карт или отчетов по нужным формам. Это будет способствовать к быстрому принятию управленческих решений, что особенно важно при техногенных авариях.

Литература

1. Российская Федерация. Правительство. Экологическая доктрина Российской Федерации. Распоряжение от 31.08.2002 № 1225-р [Электронный ресурс] – Режим доступа : КонсультантПлюс Версия Проф. Законодательство.

2. Нижегородская область. Правительство. Стратегии развития Нижегородской области до 2020 года. Постановление правительства Нижегородской области от 17.04.2006 № 127 [Электронный ресурс] – Режим доступа : КонсультантПлюс Версия Проф. Законодательство.

3. Нижегородская область. Правительство. Концепция областной целевой программы «Экологическая безопасность Нижегородской области на 2011-2015 годы». Постановление правительства Нижегородской области от 22.11.2011 № 942 (ред. 29.12.2010 № 957 [Электронный ресурс] – Режим доступа : official@eco.kreml.nnov.ru.

4. Лагунова, В.Г. Совершенствование управления городскими инженерными сетями на информационной основе / В.Г.Лагунова // Социально-экономическое развитие территории / Материалы Международ. науч.-практич. конф. 20 декабря 2013 г. – Пенза, ПГУАС, 2013. – С.95-98.

УДК 628

К.М. Лихотникова

Применение ресурсосберегающей технологии водопользования для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности

В настоящее время в Российской Федерации накоплено около 80 миллиардов тонн промышленных и твердых бытовых отходов (ТБО), под хранение которых отчуждено более 2 миллионов гектаров земли. Доля

макулатуры в промышленных отходах составляет 0,9%, в ТБО - 30%. Макулатура является традиционным вторичным сырьем, которое используется в производстве бумаги и картона. По некоторым данным, за последние пять лет суммарное мировое производство макулатурных картонов увеличивалось, в среднем, на 5,3 % за год. По прогнозам в последующие годы этот прирост будет составлять, в среднем, 4,1 % ежегодно.

Вложения наших бизнесменов в переработку картона будут оправданы, прежде всего, с экономической стороны, а не только с экологической, хотя и это, несомненно, важно. При ожидающемся росте цен на мировом рынке первичной целлюлозы и картона, спрос на российский картон из чистой целлюлозы должен возрасти. В этих условиях внутренний пользователь, скорее всего, станет ориентироваться на потребление макулатурного картона (так как производственные мощности производителей целлюлозного картона ограничены), что приведет к росту его доли в суммарном производстве картона.

Целлюлозно-бумажная промышленность относится к ведущим отраслям народного хозяйства, так как Россия располагает огромными лесосырьевыми ресурсами. Кроме того, велика потребность в продукции этой отрасли как в России, так и за рубежом, и это определяет большой объем выпускаемой продукции.

В настоящее время целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) остается одной из проблемных по негативному воздействию на окружающую природную среду. В ходе производственных процессов образуются жидкие, твердые и газообразные отходы сложного состава, требующие переработки с целью их обезвреживания или дальнейшего получения из них новых продуктов и изделий. Технологии переработки отходов ЦБП должны отвечать требованиям экологической безопасности, представлять совокупность организационно-технических мероприятий, технологических процессов, оборудования, материалов, обеспечивающих максимальное и комплексное использование сырья и позволяющих свести к минимуму отрицательное воздействие отходов на окружающую среду.

В ННГАСУ проводились лабораторные исследования по очистке оборотной воды предприятия по производству технических бумаг из макулатуры, а также сбрасыванию образующихся отходов в анаэробных условиях с целью снижения водо- и энергопотребления на предприятии, а также снижению негативного воздействия на окружающую среду за счет создания замкнутого цикла водооборота и получения ценного удобрения из целлюлозосодержащего отхода и избыточного активного ила сооружений биологической очистки.

Состав оборотной воды предприятия представлен в таблице 1. Исследования проводились в установке, которая включала анаэробный аппарат и мембранный биореактор (МБР) с погружным керамическим модулем, установка работала круглосуточно под управлением контроллера

автоматизации. Результаты очистки оборотной воды по ХПК представлены на рис. 1.

Таблица 1

Качество оборотной воды предприятия по производству технических бумаг

Ингредиент	Концентрация, мг/л
ХПК не фильтрованное	3300÷5400
БПК ₅	1140
N-NH ₄ ⁺	11,1÷13,3
P-PO ₄ ³⁻	0,3÷0,79
pH	6,04÷6,92
Сухой остаток	3840÷4720
Общее содержание	1360
Потери при прокаливании	3360

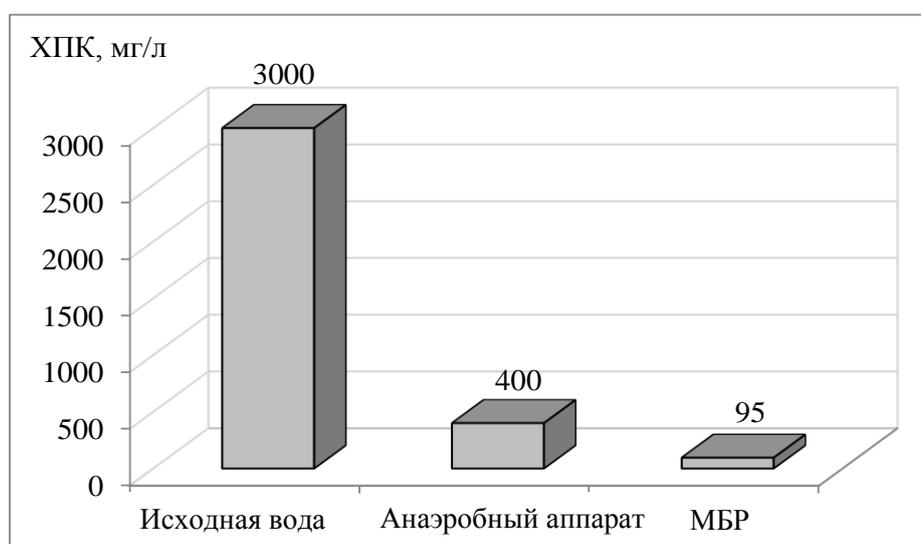


Рис. 1. Результаты очистки оборотной воды по ХПК в лабораторной установке

Результаты лабораторных исследований показали, что качество воды после двух ступеней очистки позволяет направить ее на доочистку обратным осмосом. Очищенная оборотная вода после МБР может быть использована в производственном технологическом процессе предприятия для подачи в гидроразбиватель и вибросортировочную машину, после обратного осмоса – для промывки полотна бумажной машины.

В результате проведенных исследований была разработана технология водопользования для производства технических бумаг из макулатуры, отвечающая требованиям ресурсо- и энергосбережения, которая представлена на рис. 2.

В процессе анаэробного сбраживания отхода после барабанного сгустителя и избыточного активного ила образуется биогаз, который после очистки и подготовки направляется в когенерационную установку для получения электрического тока и тепла, тем самым сокращая энергопотребление предприятия, кроме того, минерализованный осадок после анаэробного сбраживания может быть использован в качестве жидкого удобрения.

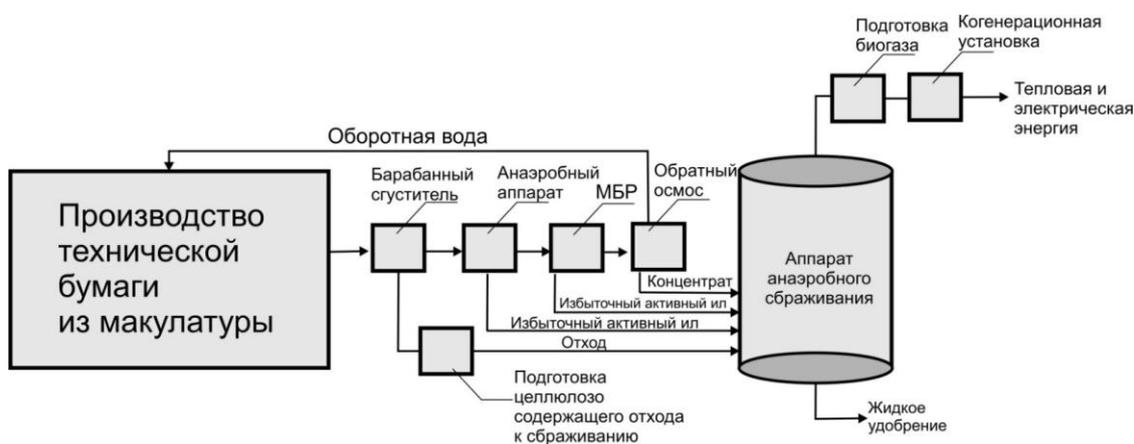


Рис. 2. Схема комплексной технологии очистки сточных вод и обработки осадка для производства технической бумаги из макулатуры

Таким образом, исследования показали, что предлагаемая технология водопользования предприятия по производству технических бумаг из макулатуры отличается высокой эффективностью и отвечает требованиям ресурсо- и энергосбережения.

Литература

1. Чуйко, В.А. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы: В 2 т. Т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. – СПб. : РИОЛТА, 2002. – 419 с.
2. Экология и охрана природы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00077475_0.html.
3. Губанов, Л.Н. Рециклирование материалов из отходов и осадков сточных вод при повторном использовании в производстве : монография / Л.Н. Губанов, А.Ю. Зверева, В.И., Зверева. – Н.Новгород, : ННГАСУ, 2009. – 411 с.

УДК 574

О.М. Маринина

Состояние и охрана болот Нижегородской области

На территории Нижегородской области выявлено и разведано 2465 болот общей площадью в границах нулевой залежи 338 тыс. га (4,5 % от площади области). Промышленная залежь торфа имеется на 2117 болотах (общая площадь 169,1 тыс. га).

Около 89 % торфяных месторождений (1881 месторождение) имеют площади в границах промышленной залежи до 100 га; а площади 1115 торфяных месторождений не превышают 10 га; болот с площадью промышленной залежи более 1000 га - 37.

Наибольшее влияние на состояние болот оказали добыча торфа и мелиорация. К настоящему времени в области выработано 264

месторождений торфа общей площадью в границах промышленной залежи 37,4 тыс. га; в том числе машинно-формовочным способом - 6,8 тыс. га, гидроразмывом - 19,7 тыс. га, фрезерным способом - 10,8 тыс. га. Разрабатывается 326 месторождений. Проведено осушение болот на площади около 25 тыс. га (рис. 1).

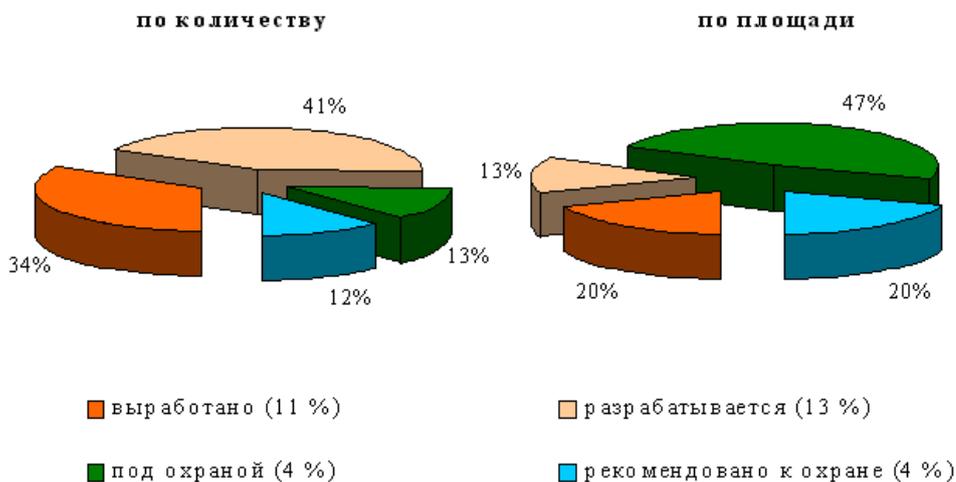


Рис. 1. Состояние и охрана болот Нижегородской области

Добыча торфа привела к уничтожению болотных экосистем. Однако, после разработок сформировались обширные системы водоемов выработанных торфяных месторождений со своеобразной фауной и флорой.

В области на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) находится 98 болот (около 4 % их общего числа) площадью 89,2 тыс. га (26% всей площади болот).

На территории заповедника «Керженский» расположено 11 болот площадью 5,2 тыс. га, на территории четырех комплексных заказников областного значения - 40 болот площадью 1,5 тыс. га. Памятниками природы областного значения объявлены 47 болот общей площадью 82,5 тыс. га.

Среди памятников природы большинство болот Камско-Бакалдинской группы, в том числе самые большие в области болота: Камское-Осиновые Котлы (15576,4 га, охранный зона - 12662,4 га), Бакалдинское (10369,8 га, охранный зона - 9957,3 га). Камско-Бакалдинская группа болот, включая заповедник «Керженский» постановлением Правительства РФ от 13.09.94 № 1050 включена в список находящихся на территории Российской Федерации водно-болотных угодий, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц.

На ООПТ представлены практически все встречающиеся в области болотные фитоценозы; взято под охрану большинство выявленных на болотах мест обитания редких видов животных и растений, охраняются

основные клюквенники. Например, из пяти выявленных в области гнезд скопы три находятся на территории болот-памятников природы, одно - на болоте в Керженском заповеднике. Три озера, в которых обнаружены полушники озерный и иглистый, являются внутренними озерами болот-памятников природы. Популяции пальчатокоренника Траунштейнера охраняются на территории четырех болот-памятников природы.

Кроме уже охраняемых, в области имеется 96 болот общей площадью в границах нулевой залежи 38 тыс. га, которые рекомендованы к охране. Постановлением законодательного собрания Нижегородской области от 22 ноября 2007 г. N 791-IV болота включены в Перечень природных объектов и территорий, относящихся к природно-заповедному фонду. Благодаря ООПТ в области охраняется 38 % общей площади болот.

Организованы ООПТ, также, на водоемах выработанных торфяных месторождений. Ситниковский орнитологический заказник (площадь 2,1 тыс.га) создан для охраны поселения чайковых птиц, которое в 80-е годы было крупнейшим в континентальной Европе. Памятником природы объявлены карьеры с крупной колонией чаек в Выксунском районе. Для охраны орнитофауны водоемов выработанных торфяных месторождений проектируется еще один орнитологический заказник и два памятника природы областного значения.

Разрушение болот представляет большую экологическую опасность по ряду причин, в том числе в связи с высокой экологической ролью болот в качестве регулятора гидрологического баланса, местообитаний редких, уязвимых и нуждающихся в охране видов живых организмов, а также их способностью к естественному депонированию углерода. Если после торфоразработок производится затопление выработанных торфяных карьеров, на их месте образуются системы водоемов со своеобразной фауной, флорой и растительностью. Однако в большинстве случаев по окончании добычи торфа остаются обширные торфополя, лишенные растительности и представляющие высокую пожарную опасность.

УДК 628.54(470.341-25)

А.Д. Носкова

Перспективы развития комплексной системы обращения с отходами в Нижегородском районе города Нижнего Новгорода

Проблема твердых бытовых отходов (ТБО) является остро актуальной, поскольку ее решение связано с необходимостью обеспечения нормальной жизнедеятельности населения, санитарной очистки городов.

Следует отметить, что ТБО являются богатым источником вторичных ресурсов. В их состав входят углеродсодержащие компоненты, являющиеся энергетическим сырьем для топливной энергетики. В частности, при сжигании 1000 кг ТБО можно получить такое же

количество тепловой энергии, как при сжигании 250 кг мазута. Реальная экономия будет еще больше, если учесть, что при этом сохраняется первичное сырье и отсутствуют затраты на его добычу и транспортировку, а также отсутствует загрязнение окружающей среды, сопровождающее этот процесс.

Для любого города и населенного пункта проблема удаления или обезвреживания твердых бытовых отходов (ТБО) всегда является в первую очередь проблемой экологической. Весьма важно, чтобы процессы хранения, переработки и утилизации ТБО были экологически безопасными.

Нижегородский район – центральный исторический район Нижнего Новгорода, расположен в верхней, или, как ее часто называют, нагорной части Нижнего Новгорода.

Нижегородский район сегодня – это строительный и научный центр, средоточие учреждений образования и здравоохранения, центров торговли и государственных учреждений – «деловой Нижний». Площадь Горького, Большая Покровская, набережная Федоровского, площадь Минина, Кремль, Чкаловская лестница, Верхневолжская набережная – излюбленные места отдыха горожан, массовых гуляний.

Согласно Правилам благоустройства города Нижнего Новгорода, для организации очистки территории города от ТБО и КГМ администрация города определяет места расположения контейнерных площадок сбора ТБО и площадок сбора КГМ на территории города.

Организация содержания и технического обслуживания контейнерных площадок осуществляется администрацией города Нижнего Новгорода путем передачи их в управление специализированным организациям в установленном законом порядке.

Для сбора ТБО на территории Нижегородского района установлены несколько видов контейнеров. Около крупных торговых центров также установлены компакторы, позволяющие сократить затраты на вывоз отходов за счет высокой степени прессования ТБО.

Для вывоза ТБО используются специализированные мусоровозы, предназначенные для механизированного сбора ТБО из металлических и пластмассовых контейнеров всех типов, их уплотнения, транспортирования, и механизированной выгрузки в местах утилизации.

В настоящее время большая часть отходов Нижегородского района вывозится на новый Игумновский полигон ТБО («МАГ-1»).

Межмуниципальный полигон «МАГ-1» предназначен для размещения и обезвреживания твердых бытовых отходов и крупногабаритного мусора городского округа г. Нижний Новгород, г. Дзержинска и Володарского района. Территория полигона разделена на административно-хозяйственную зону, технологические карты для утилизации отходов и зону для строительства мусороперерабатывающего завода.

Несмотря на достаточную обеспеченность района контейнерами разных видов, а также постоянный график вывоза ТБО, встречаются несанкционированные свалки мусора.

Образование несанкционированных свалок твердых отходов на территории города обусловлено недостаточной экологической культурой населения. Это зачастую приводит к тому, что твердые отходы не довозятся до городского полигона, а выбрасываются в близлежащие овраги, лесопарковые зоны, водоемы, хотя экологические призывы в виде рекламных плакатов «Чистый город» размещены по всему городу.

Норма накопления ТБО в Нижнем Новгороде составляет 1,3 м³ на человека в год. Вместе с тем, стоит отметить, что в центральных районах городов образуются сверхнормативные объемы ТБО. Одним из таких районов является Нижегородский, на его долю выпадает 45% всего сверхнормативного объема ТБО города. Причиной образования сверхнормативного объема в данном случае является большое количество отдыхающих в выходные и праздничные дни, а также наличие в районе административных и деловых центров.

Таким образом, система управления отходами в Нижегородском районе имеет как преимущества, так и недостатки.

К преимуществам относится оснащенность района современными контейнерами и мусоровозами для сбора ТБО с технологией уплотнения, что позволяет сократить затраты на транспортировку.

К недостаткам же можно отнести, в первую очередь, отсутствие системы раздельного сбора ТБО. На некоторых улицах установлены специальные контейнеры для селективного сбора отходов. Однако в дальнейшем такие отходы не подвергаются переработке и поступают на полигон, где смешиваются с несортированной частью ТБО. Как показывают исследования, в Российской Федерации целесообразно вводить сортировку отходов не жителями, а механическим путем на мусороперерабатывающих станциях.

Еще одним недостатком является образование несанкционированных свалок мусора. Контейнеры для сбора ТБО распределены по территории района достаточно равномерно, однако в местах большого скопления людей количество контейнеров желательно увеличить, чтобы не допустить их переполнения.

Исходя из анализа сложившейся в Нижегородском районе ситуации в сфере обращения с ТБО, можно сделать вывод о необходимости совершенствования системы. Так, в соответствии с ОЦП «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления в Нижегородской области на 2009 – 2014 годы» основными направлениями развития являются:

- совершенствование нормативной правовой базы, организационные, информационные и образовательные, а также научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;

- реализация перспективных проектов и организация работ, обеспечивающих экологически безопасное удаление, обезвреживание и утилизацию отходов, создание высокотехнологичных перерабатывающих производств и комплексной регулируемой государством системы управления отходами.

Литература

1. Нижний Новгород. Городская дума. Об утверждении правил благоустройства города Нижнего Новгорода: постановление Городской думы города Нижнего Новгорода от 20 июня 2007 г. N 56 Режим доступа: Консультант Плюс. Законодательство.

2. Областная целевая программа «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления в Нижегородской области на 2009 ÷ 2014 годы» - утв. министерством экологии и природных ресурсов Нижегородской области 17 февраля 2009 года.

3. Гринин, А. С. Промышленные и бытовые отходы : хранение, утилизация, переработка: учеб. пособие / А. С. Гринин, В. Н. Новиков.- - М. : ФАИР-ПРЕСС, 2002. - 332 с. : ил

4. Шубов, Л.Я. Технологии отходов (технологические процессы в сервисе): учебник / Л.Я. Шубов, М.Е. Ставровский, Д.В. Шехирев. - М.: МГУС, 2006

5. Журкович, В. Ресурсосберегающие технологии переработки твердых отходов / В. Журкович, Г. Ивахнюк, В. Артамонов. – М.: изд-во Гуманистика, 2008.

УДК 528.482.022.2

Ю.Н. Раскаткин, К.А. Бутырёв

О необходимом количестве слагаемых в формуле для определения радиуса сооружения линейно-угловым способом

Необходимость определения радиусов может возникнуть при обмерах сооружений, имеющих форму тела вращения: дымовые и вентиляционные трубы, градирни, ректификационные колонны, грануляционные башни, копры над стволами шахт, водонапорные башни, радиотелевизионные антенные опоры, силосные башни, колонны зданий, различные резервуары, купола исторических памятников и др. Кроме того, некоторые способы определения крена сооружений башенного типа круглой формы предусматривают использование размеров их радиусов.

На кафедре инженерной геодезии ННГАСУ разработаны различные способы определения радиуса. Один из них, названный линейно-угловым, заключается в измерении горизонтального угла β между левой L и правой P точками образующей сооружения и горизонтального проложения D по

Для непосредственного определения количества слагаемых n в формуле (1) в зависимости от фактического соотношения k и заданной точности δ , рассмотрим выражение:

$$\sin^n \frac{\beta}{2} > \delta. \quad (2)$$

Пролагорифмируем выражение (2) и выразим значение n следующим образом:

$$n > \frac{\lg \delta}{\lg \sin \frac{\beta}{2}}, \quad (3)$$

где согласно рисунку 1 $\sin \frac{\beta}{2}$ можно выразить как:

$$\sin \frac{\beta}{2} = \frac{R}{R+D} = \frac{1}{1+\frac{D}{R}} = \frac{1}{1+k}. \quad (4)$$

Обратим внимание на то, что при геодезических наблюдениях высоких сооружений башенного типа (например, дымовых труб) наблюдатель вынужден располагать точку Т (рис. 1) на расстоянии не менее 1,5-3,0 Н, где Н – высота сооружения. В этом случае будет иметь место соотношение $k \gg 1$, поэтому $\sin \frac{\beta}{2}$ можно представить как $\sin \frac{\beta}{2} \approx \frac{1}{k}$.

Тогда формула (3) в упрощённом виде будет выглядеть следующим образом:

$$n > \frac{-\lg \delta}{\lg k}. \quad (5)$$

По формуле (5) построены графики зависимости для различных δ от 10^{-1} до 10^{-5} (рис. 2), пользуясь которыми можно для любого конкретного случая определить количества слагаемых n в скобках формулы (1).

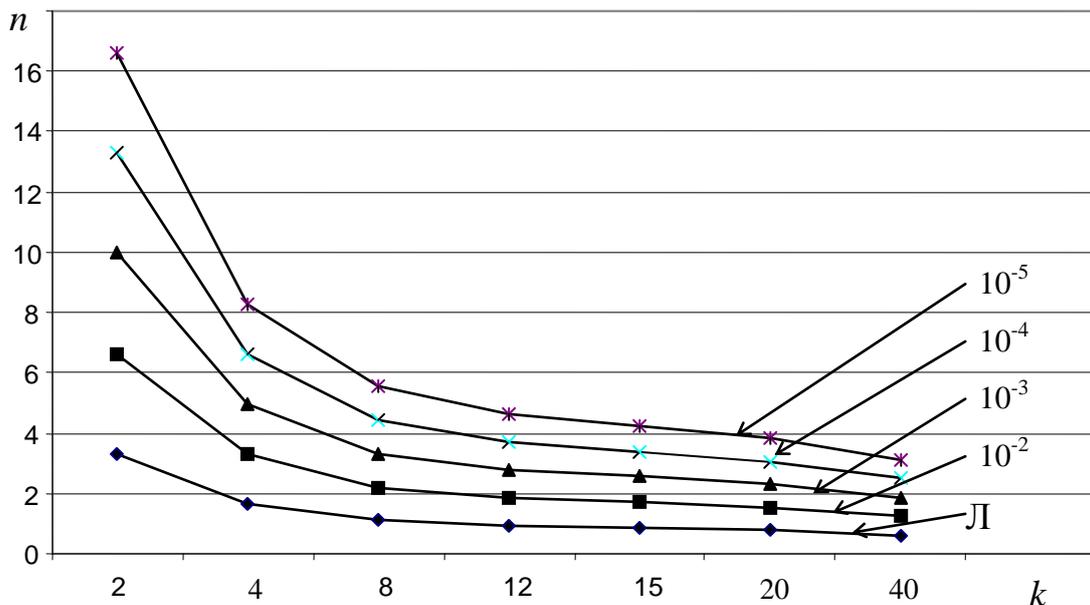


Рис. 2. Графики зависимости количества слагаемых n от соотношения k

Литература

1. Шеховцов, Г.А. Определение радиуса сооружений круглой формы электронным тахеометром / Г.А. Шеховцов, Р.П. Шеховцова // «Промышленная безопасность–2011». Сб. статей. Н.Новгород: ННГАСУ. – 2011. – С. 39-41.
2. Шеховцов, Г.А. Определение радиуса сооружений круглой формы фотографическим способом / Г.А. Шеховцов, Р.П. Шеховцова, Ю.Н. Раскаткин // Промышленная безопасность. Сб. статей. Н.Новгород: ННГАСУ, 2012. – С. 46-49.
3. Шеховцов, Г.А. Односторонний координатный способ определения крена высоких сооружений башенного типа круглой формы / Г.А. Шеховцов, Р.П. Шеховцова, Ю.Н. Раскаткин // Приволжский научный журнал. Н.Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. – 2012. –№4. – С. 172–178.

УДК 528.482:69.058.2

Ю. Н. Раскаткин, М.И. Огурцов

О геометрической интерпретации пространственного положения высоких сооружений башенного типа

К высоким сооружениям башенного типа относятся дымовые и вентиляционные трубы, градирни, ректификационные колонны, грануляционные башни, копры над стволами шахт, водонапорные башни, радиотелевизионные антенные опоры, силосные башни и др. Эти сооружения под действием осадки, одностороннего солнечного нагрева, ветровой нагрузки могут испытывать различного вида деформации, такие как крен, изгиб, кручение. Под контролем пространственного положения таких сооружений будем понимать определение отклонения осей сооружения от вертикали, определение абсолютной величины крена и его направления, приращение крена и изменение его направления, скручивание сооружения и др. Цель геодезических наблюдений получить численные данные, характеризующие абсолютные величины деформаций для осуществления мероприятий по предотвращению возможных разрушений.

Крен является наиболее характерным показателем пространственного положения высокого сооружения. В данной статье на примере одностороннего координатного способа определения крена предлагается методика геометрической интерпретации пространственного положения дымовой трубы с целью иллюстрации получаемых результатов.

Сущность одностороннего координатного способа заключается в определении с одной точки стояния электронного тахеометра истинных

или условных координат любых трёх точек, расположенных в нижнем (1, 2, 3), промежуточных (4, 5, 6; 7, 8, 9;...) и верхнем (10, 11, 12) сечениях трубы (рис. 1 и графы 1, 2, 3 табл. 1). В этом случае координаты x_{0i} и y_{0i} центра i -го наблюдаемого сечения и три значения его радиуса R_i (графы 4, 5, 6) можно вычислить по формулам.

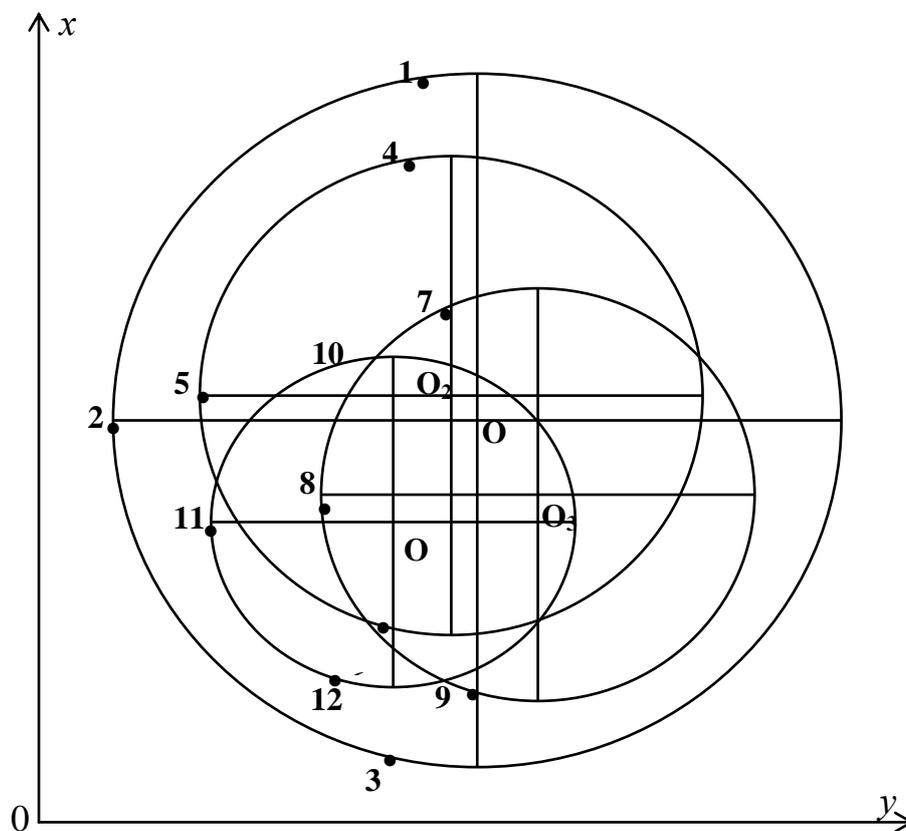


Рис. 1. Схема определения координат точек сечений трубы

Разности $x_{0i} - x_0 = q_{xi}$ и $y_{0i} - y_0 = q_{yi}$ (графы 7, 8), где x_0 и y_0 – координаты центра нижнего сечения, являются отклонениями по осям координат центров промежуточных и верхнего сечения от центра нижнего сечения. Знак плюс означает крен вправо, знак минус – влево.

На практике одновременно с определением координат точек 2, 5, 8, 11 следует, используя клавишу SDh тахеометра, определять превышения h_i наблюдаемых точек над горизонтом прибора (рис. 2, а).

Величину крена K_i (графа 9) определяют по формуле $K_i = \sqrt{q_{xi}^2 + q_{yi}^2}$, а по значениям q_{xi} и q_{yi} можно найти румб r_i направления крена: $tgr_i = q_{yi}/q_{xi}$.

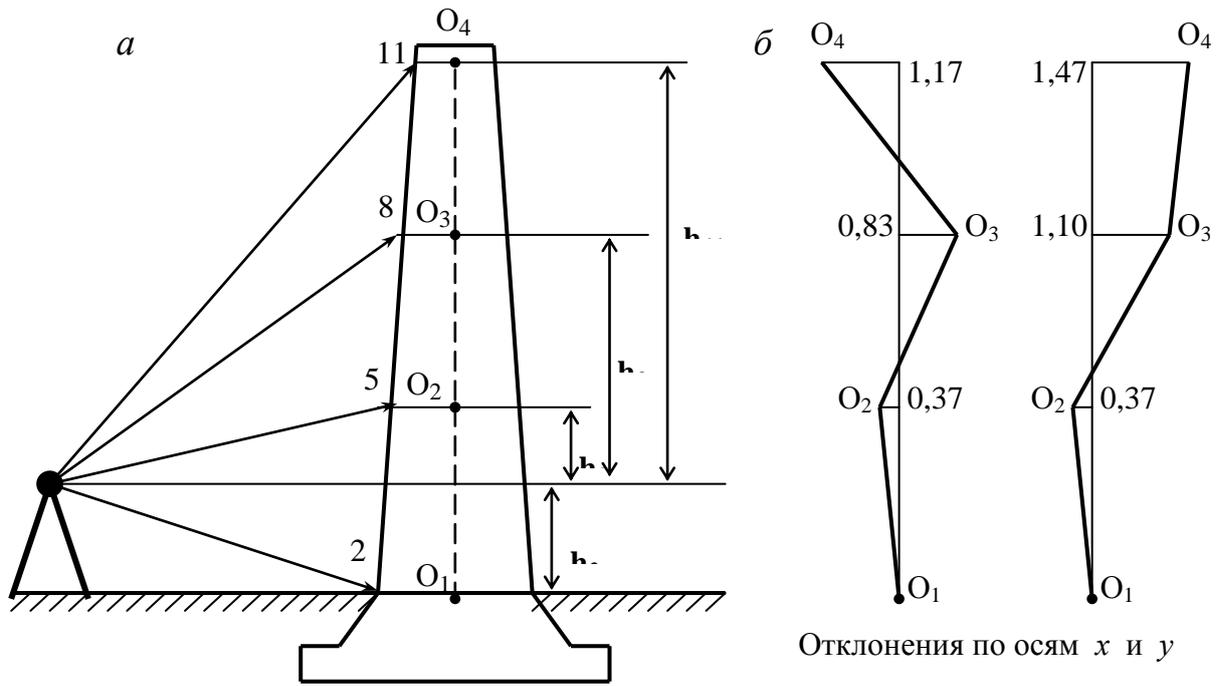


Рис. 2. Точки наблюдений (а) и графики отклонений оси трубы от вертикали (б)

На базе Microsoft Excel была разработана программа, реализующая процесс вычислений по указанным выше формулам. В ней достаточно ввести в компьютер координаты x_i и y_i трёх точек каждого наблюдаемого сечения и получить все необходимые данные, характеризующие пространственное положение сооружения (табл. 1).

Таблица 1

Результаты аналитического решения

Точки	$x, \text{ см}$	$y, \text{ см}$	$x_0, \text{ см}$	$y_0, \text{ см}$	$R, \text{ см}$	$q_x, \text{ см}$	$q_y, \text{ см}$	$K, \text{ см}$	Румб, $^\circ$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12,06	6,36	7,14	7,12	4,98	0,00	0,00	0,00	
2	7,15	2,14			4,98				
3	2,32	5,87			4,98				
4	10,88	6,18	7,51	6,75	3,42	0,37	-0,37	0,52	СЗ:46°00'
5	7,54	3,33			3,42				
6	4,22	5,80			3,42				
7	8,71	6,70	6,04	7,95	2,95	-1,10	0,83	1,38	ЮВ:37°02'
8	6,05	5,00			2,95				
9	3,25	7,00			2,95				
10	7,98	5,45	5,67	5,95	2,36	-1,47	-1,17	1,88	ЮЗ:38°31'
11	5,69	3,59			2,36				
12	3,47	5,09			2,36				

Геометрическую интерпретацию пространственного положения высокого сооружения башенного типа удобно представить, во-первых, в

виде вертикальных разрезов, характеризующих отклонения оси сооружения от вертикали по направлениям осей координат. С этой целью была разработана программа, с помощью которой по значениям h_i (рис. 2, а) и вычисленным значениям q_{xi} и q_{yi} (графы 7, 8 табл. 1) могут быть построены графики отклонений оси трубы от вертикали в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 2, б). Предусмотрена экстраполяция полученных значений кренов на всю высоту трубы с учётом глубины заложения её фундамента.

Во-вторых, наглядное представление о величине кренов K и их направлениях (румбах) удобно проиллюстрировать в виде соответствующей схемы (рис. 3), для построения которой разработана соответствующая программа. Здесь достаточно ввести исходные данные q_{xi} и q_{yi} со своими знаками и получить всю необходимую информацию.

В качестве румба r_i фигурирует острый угол, отсчитываемый от оси ОС или ОЮ (рис. 2) в зависимости от знаков q_{yi} и q_{xi} . Здесь могут встретиться четыре случая.

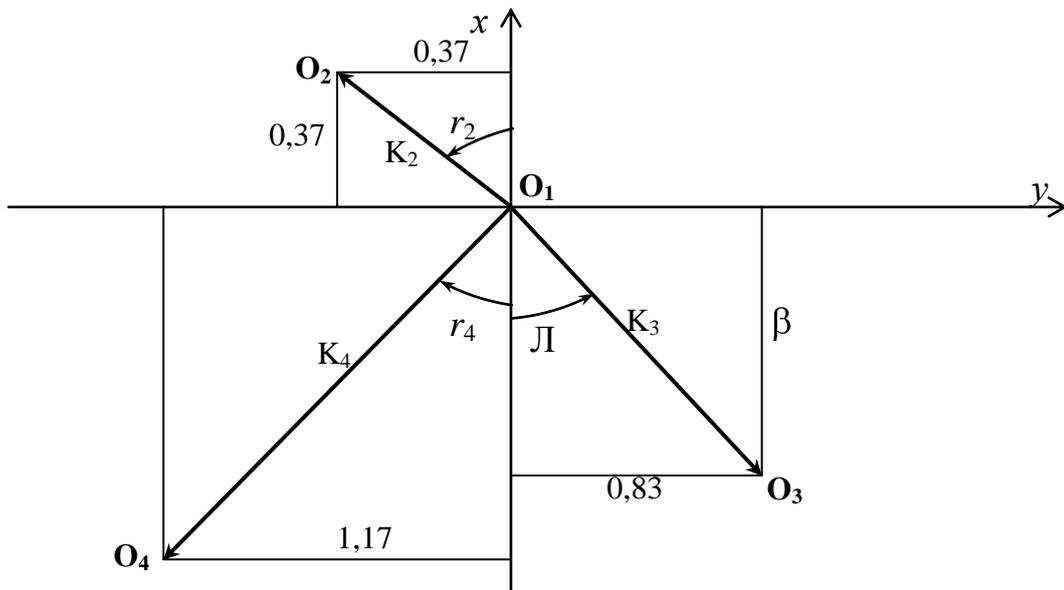


Рис. 3. Крены q_x и q_y по осям координат, общие крены K и их румбы r

Так, если числитель q_{yi} и знаменатель q_{xi} имеют оба знак «плюс», то направление крена составляет угол r_1 с осью ОС. Если числитель со знаком «минус», а знаменатель со знаком «плюс», то направление крена под углом r_2 . При отрицательных числителе и знаменателе угол крена r_3 . При положительном числителе и отрицательном знаменателе угол крена r_4 .

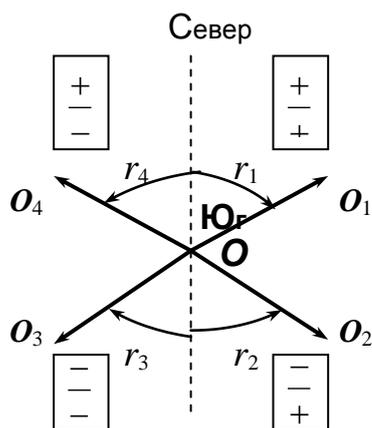


Рис. 4. Направление крена сооружения

Для отличия одного румба от другого, примем ОС за условное направление на север. Тогда (по аналогии с обратной геодезической задачей) r_1 будет иметь название «северо-восток» (СВ), r_2 – «юго-восток» (ЮВ), r_3 – «юго-запад» (ЮЗ), r_4 – «северо-запад» (СЗ).

В заключение отметим, что предлагаемая методика геометрической интерпретации наглядна, информативна и применима практически к любым способам геодезического контроля пространственного положения высоких сооружений башенного типа.

Литература

1. Шеховцов, Г.А. Односторонний координатный способ определения крена высоких сооружений башенного типа круглой формы / Г.А. Шеховцов, Р.П. Шеховцова, Ю.Н. Раскаткин // Приволжский научный журнал. Н.Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, – 2012, – №4, – С. 172–178.

УДК 528.482:69.058.2

М.И. Огурцов, М.А. Усманов

О возможности использования шнурового отвеса в качестве вертикальной референтной прямой

В практике геодезического контроля пространственного положения инженерных сооружений (проверка их вертикальности, горизонтальности, прямолинейности и т. п.) предусматривается выполнение различного вида геодезических измерений с последующим сравнением полученных результатов с их истинными значениями, в качестве которых зачастую выступают так называемые референтные прямые линии.

Референтной прямой называют линию, которая с достаточной степенью точности совмещена (или ориентирована с известными параметрами переноса) с осями выверяемого объекта. Формирование реальных референтных прямых может осуществляться различными

механическими, оптическими, лучевыми и др. способами. Референтная прямая может быть не только реальной, но и воображаемой. Так, например, определение крена высокого сооружения башенного типа предусматривает определение отклонения его оси от воображаемой вертикальной линии.

Наличие цифровых фотоаппаратов, совместимых с персональным компьютером и программ редактирования фотографических изображений, ArchiCAD 11 и др. позволяет рекомендовать вариант нового фотографического способа геодезического контроля вертикальности высоких инженерных сооружений. Для этого достаточно сфотографировать это сооружение и вывести его изображение на экран монитора ПК. При этом необходимо решить две задачи. Во-первых, на снимке должна присутствовать вертикальная референтная линия, от которой будут производиться все необходимые измерения. И, во-вторых, снимок должен быть масштабирован для получения результатов измерений в метрической системе единиц (метры, сантиметры или миллиметры).

С целью определения возможности использования предлагаемого способа, на кафедре инженерной геодезии ННГАСУ под руководством проф. Г. А. Шеховцова были выполнены соответствующие исследования. Объектом исследований являлась городская телебашня. Сущность исследований заключалась, во-первых, в определении с помощью теодолита способом произвольных направлений фактического крена телебашни с двух станций 1 и 2, расположенных на расстоянии 140 и 170 м от неё. Схема расположения станций представлена на рисунке 1. Визирование осуществлялось на верхнюю точку башни и на нижние видимые точки её левой и правой опор. Углы измерялись с точностью 1', длины с точностью 2-3 м. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Разности направлений на верхний и нижний центры башни характеризуют её крен Δ в угловой мере (графа 5 табл. 1). По формуле

$$K_{1,2} = 0,49 \times \Delta_{1,2} \times 0,01 \times L_{1,2}, \text{ мм}$$

были вычислены крены $K_{1,2}$ башни в линейной мере (графа 6 табл. 1), причем знак плюс означает крен вправо, а знак минус – влево. В этой формуле $L_{1,2}$ – расстояния от центра башни до точек стояния теодолита в метрах, а $\Delta_{1,2}$ – в секундах.

Кроме того был опробован новый способ определения крена. Его сущность заключалась в том, что вначале осуществлялось визирование на верхнюю точку башни и на горизонтальном круге устанавливался $0^{\circ}00'$. Затем визировали на нижние видимые точки её левой и правой опор и брали отсчёты по горизонтальному кругу $\beta_{л}$ и $\beta_{п}$. Действия выполняли при КП и КЛ. Разность средних отсчётов $[(360^{\circ} - \beta_{л}) - \beta_{п}]$ будет сразу соответствовать крену башни Δ в угловой мере.

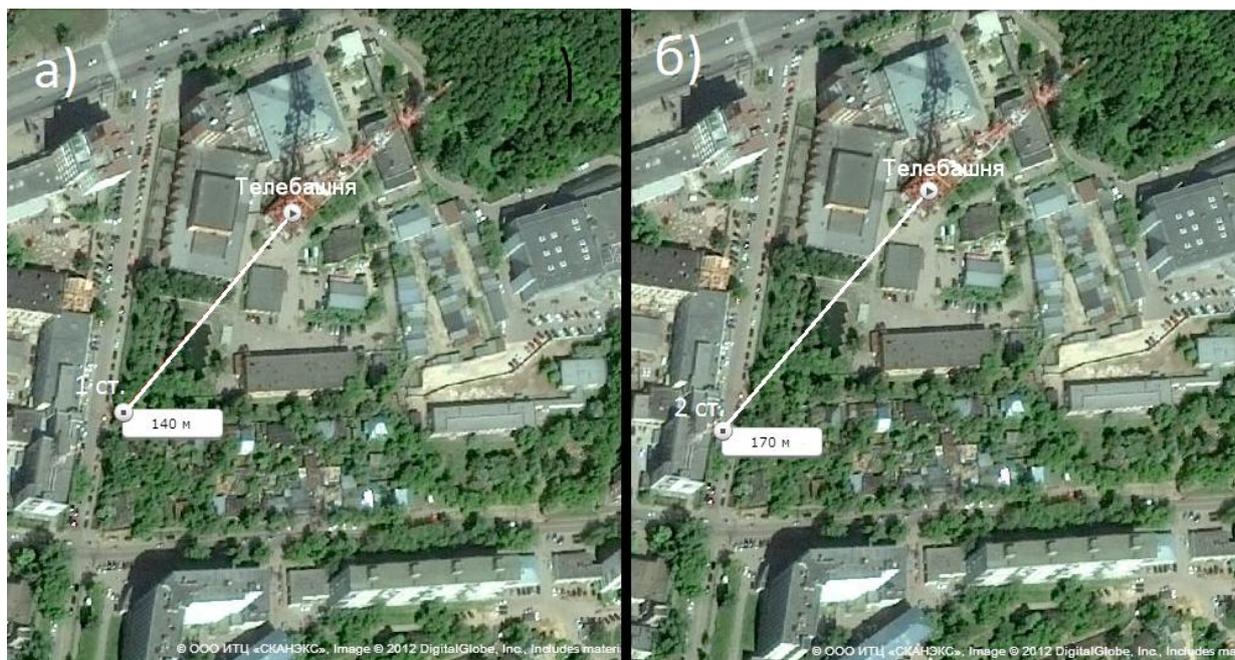


Рис. 1. Расположение точек наблюдения телебашни (а – 140 м, б – 170 м)

Таблица 1

Результаты измерений со станций 1 (140 м) и 2 (170 м)

Точки ви- зирования	Отсчёты по гориз. кругу		Направление на центр башни	$\Delta, ^\circ$	К, мм
	КП и КЛ	Средние			
1	2	3	4	5	6
Наблюдения со станции 1 (140 м)					
Вершина	167°59'	167°59'	167°59'		
	347°59'			-0°02',5	103
Низ (левая)	165°17'	165°17'			
	345°17'		168°01',5		
Низ (правая)	170°46'	170°46'			
	350°46'				
Наблюдения со станции 2 (170 м)					
Вершина	281°41'	101°41'	101°41'		
	101°41'			-0°02'	100
Низ (левая)	279°58'	99°58'			
	99°58'		101°43'		
Низ (правая)	283°28'	103°28'			
	103°28'				

Второй этап исследований заключался в фотографировании телебашни с тех же двух станций 1 и 2. Отличительной особенностью методики фотографирования являлось расположение перед объективом фотоаппарата нити свободно подвешенного отвеса (рис. 2). Причём с каждой точки выполнялись три фотографии при расположении нити отвеса по оси сооружения и на различных расстояниях от неё (рис 3).



Рис. 2. Методика фотографирования телебашни

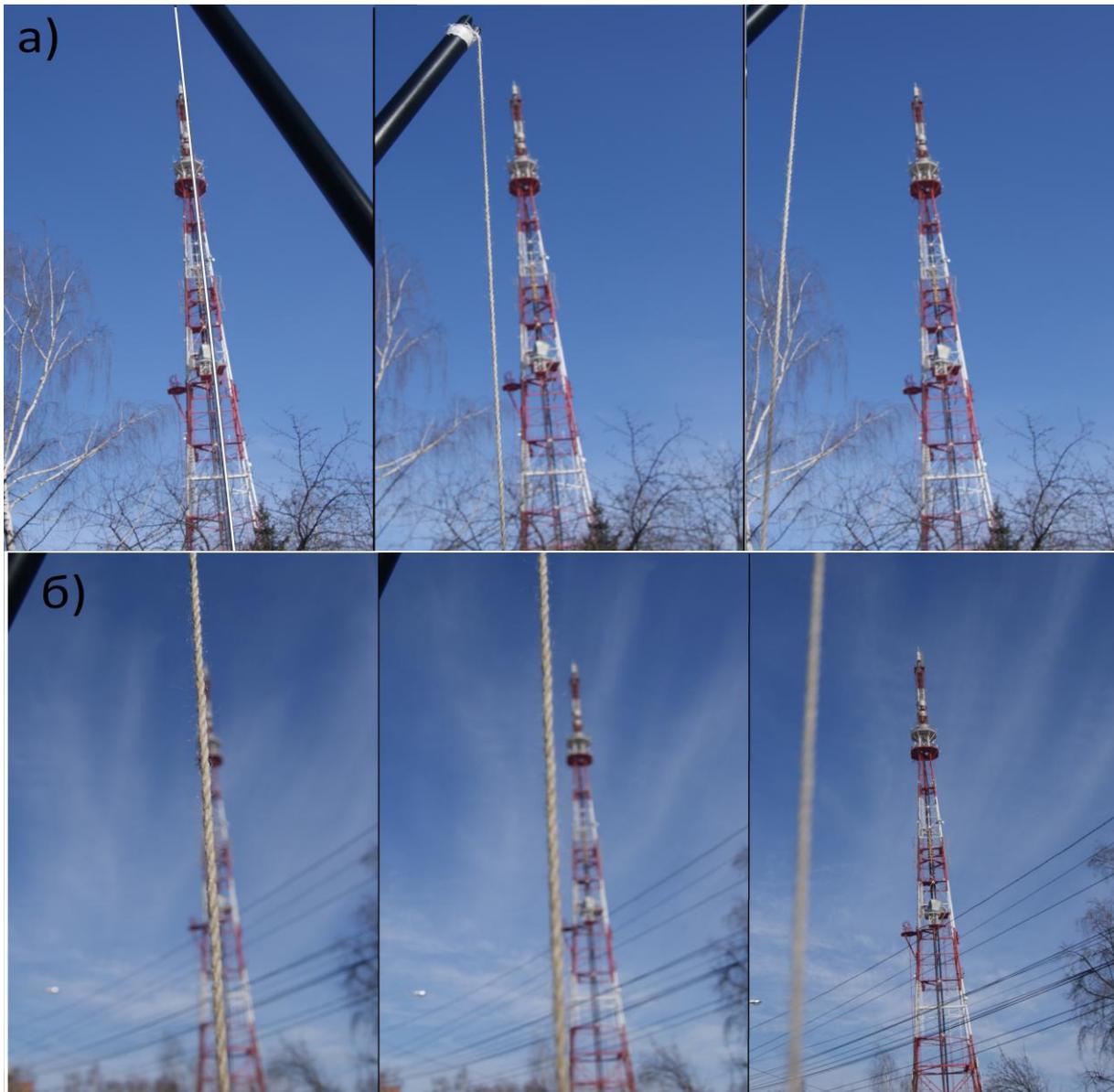


Рис. 3. Фотографии телебашни и шнурового отвеса (а – 140 м, б – 170 м)

Были измерены расстояния от отвеса до верхнего и нижнего центров башни. Так, если на первой фотографии (рис. 3, *а*) крен башни оказался равным 2 пикселя, то на второй – уже 87 пикселей, а на третьей ещё больше. Такая же картина наблюдается на рис. 3, *б*. Это объясняется слишком близким расположением отвеса от объектива фотокамеры. Исследования показывают, что с увеличением этого расстояния отмеченная диспропорция уменьшается. В любом случае фотографирование необходимо выполнять так, чтобы нить отвеса располагалась строго по оси сооружения и находилась в центральной части снимка, а толщина её изображения на снимке была как можно меньше. Сами измерения на снимке можно производить с помощью обычной линейки, линейки на экране монитора, с помощью программы редактирования изображений Paint, ArchiCAD-11 и др.

Для определения крена сооружения в линейной мере необходимо снимок масштабировать. Для этого можно использовать элементы сооружения, размеры которых известны, либо сфотографировать, например, нивелирную рейку, приложенную горизонтально (вертикально) к сооружению.

В нашем случае, при наличии углов наклона на верх сооружения $\nu_{\text{в}}=53^{\circ}19'$ и на низ $\nu_{\text{н}}=15^{\circ}31'$ при $L=140$ м, высота наблюдаемой части башни составила $H = L(\text{tg}\nu_{\text{в}} - \text{tg}\nu_{\text{н}}) = 148,4$ м. Это же расстояние на снимке в пикселях оказалось равным 1992 п. В соответствии с этим цена одного пикселя равна $148400\text{мм}:1992=74,5$ мм. Тогда крен башни, определённый на первом снимке (рис. 3, *а*), будет равен $2\text{п} \cdot 74,5 \text{ мм} = 149$ мм, то есть отличается на 49 мм от величины крена, вычисленного по результатам выполнения способа направлений. При выполнении приведенных выше условий может быть достигнута требуемая точность предлагаемого фотографического способа определения крена высоких сооружений.

СОДЕРЖАНИЕ

Строительные материалы. Строительные конструкции.	
Строительная и теоретическая механика	
<i>Ал Обайди Каван Таха Ибрахим</i> Выбор конструкции кровли энергоэффективного здания.....	3
<i>Гбангбаде Р.Н.</i> Современные технологии строительства: технология Хебель.....	6
<i>Данилюк А.С.</i> Конструктивные особенности фронтальных стеллажей.....	8
<i>Дмитриева Н.В.</i> Формообразующие и структурообразующие элементы в архитектурной бионике.....	11
<i>Зислин В.И.</i> Современное воплощение идей инженера В.Г. Шухова в строительстве башен.....	15
<i>Зубрилов А.С.</i> К вопросу об учёте редуцированных площадей в изгибаемых тонкостенных гнутых профилях.....	19
<i>Исаева Н.М.</i> Закономерности изменения массы металлических односетчатых звездчатых куполов.....	24
<i>Крутовский Я.К.</i> Типологическое разнообразие университетских городков как полифункциональных градостроительных образований.....	29
<i>Купцова П.П.</i> Водные системы и малые архитектурные формы в формировании промышленных усадебных комплексов.....	33
<i>Зубрилов А.С.</i> Экспериментальное исследование изгибаемых элементов из тонкостенных холодногнутых профилей в форме швеллера.....	35
<i>Курбатов И.В.</i> Средства комплексного инженерного благоустройства городских набережных.....	38
<i>Ламзин Д.А.</i> Развитие модификации метода Кольского для испытаний хрупких материалов в жесткой обойме на основе теоретико-экспериментального анализа.....	42
<i>Лобов Д.М.</i> Область возможного применения углеродного волокна при усилении деревянных изгибаемых элементов.....	49
<i>Мархаюк А.К.</i> Факторы, влияющие на формирование высотных зданий.....	53
<i>Новожилов Д.А.</i> Влияние теплопроводных включений на сопротивление теплопередачи вентилируемого фасада.....	55
<i>Ратц Е.М.</i> Индустриализация бетонных работ при возведении монолитных конструкций энергоблоков АЭС.....	59
<i>Романов А.С.</i> Использование программного комплекса «SCAD Office» для статического расчета высотного здания с металлическим каркасом.....	62
<i>Сакова М.А.</i> Критерии оценки выбора конструкции тепловой сети.....	64

Серова М.Н. Принципы формирования энергоэффективных жилых зданий.....	68
Смышляева Я.А. Исследование сетчатой панели кровли двояковыпуклой кривизны прямоугольного плана 14x14 м из холодногнутых замкнутых профилей.....	70
Тестоедов П.С. Особенности расчета висячего сетчатого покрытия на прогрессирующее обрушение в программном комплексе SCAD.....	75
Тихонов А.В. К вопросу изучения характеристик деревянных конструкций усиленных материалами из углеродного волокна.....	80
Фатеев В.В., Гущина А.Ю. Деформации жилого дома в Нижнем Новгороде, построенного без учета сложных инженерно-геологических условий участка, отведенного под строительство.....	85
Филимонова А.Е. Ретроспективный обзор архитектурно-конструктивных особенностей зданий выставочных комплексов.....	89
Шашалина Т.В. Использование систем автоматизированного проектирования при выполнении студентами учебных проектов.....	92
Теплогазоснабжение. Отопление и вентиляция.	
Водоснабжение и водоотведение. Гидравлика.	
Гидротехнические сооружения	
Ванютин А.О., Момотов Е.А. Определение пористости и структуры распределения пор в геотекстильных нетканых иглопробивных материалах.....	95
Ватутин Н.С. Новый способ очистки воды.....	99
Воробьева Е.В. Экологически чистый обеззараживающий реагент, применяемый в системах водоподготовки.....	100
Гнетов Е.А. Исследование температурного режима ложа Анадырского водохранилища с учетом трансформации рельефа дна...	104
Дубровина С.А. Принципы успешного создания и внедрения комплексных информационно-графических систем на предприятиях водопроводно-коммунального хозяйства.....	106
Зац М.А. Теплонасосные установки для горячего водоснабжения.....	111
Золявин А.С. Основные предпосылки к оценке устойчивости откосов земляных плотин.....	116
Исаев А.И. Реверсивные системы активной вентиляции овощекартофелехранилищ.....	120
Кузин В. Ю. Области применения естественной, гибридной и механической приточно-вытяжной вентиляции многоквартирных жилых домов.....	123
Смирнов А.Е. Ячеистые конструкции в креплении грунтовых откосов гидротехнических сооружений.....	128

Шунаков Е.А. Современные методы укрепления оползневых склонов.....	133
---	-----

Науки о Земле. Экология

Гнусарева С.В. Экологический менеджмент как часть интегрированной системы менеджмента.....	139
Донскова О.В. Изучение видового разнообразия простейших растений горьковского водохранилища в зависимости от стратификации.....	142
Кузьмина Ю.Ю. Переработка селективных материалов, содержащихся в твёрдых бытовых отходах.....	146
Лагунова В.Г. Экологические мероприятия для повышения безопасности при эксплуатации инженерных сетей в результате использования ГИС.....	149
Лихотникова К.М. Применение ресурсосберегающей технологии водопользования для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.....	153
Маринина О.М. Состояние и охрана болот Нижегородской области.....	156
Носкова А.Д. Перспективы развития комплексной системы обращения с отходами в нижегородском районе города Нижнего Новгорода.....	158
Раскаткин Ю.Н., Бутырёв К.А. О необходимом количестве слагаемых в формуле для определения радиуса сооружения линейно-угловым способом.....	161
Раскаткин Ю. Н., Огурцов М.И. О геометрической интерпретации пространственного положения высоких сооружений башенного типа.....	164
Огурцов М.И., Усманов М.А. О возможности использования шнурового отвеса в качестве вертикальной референтной прямой.....	168