

Булкин В.В., Богатырёв И.Б.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23

Корпус микрофона для лабораторного стенда оценки эффективности СИЗ

В МИ ВлГУ разработан стенд для оценки средств индивидуальной защиты (СИЗ) от шума [1]. В качестве основы использован стандартный манекен головы с встроенным капсулем измерительного микрофона. Внутренний объём заполнен шумопоглощающим материалом.

Второй микрофон обеспечивает контроль уровня шума рядом с манекеном. В качестве датчиков использованы капсулы общего применения wtb1a. Обработка осуществляется посредством программы анализа разнесённых акустических шумов [2].

3D модель разрабатываемого корпуса внешнего микрофона в разрезе показана на рис. 1, законченная конструкция в держателе - на рис. 2. Для изготовления использовался принтер PrintBOX 3D 120.

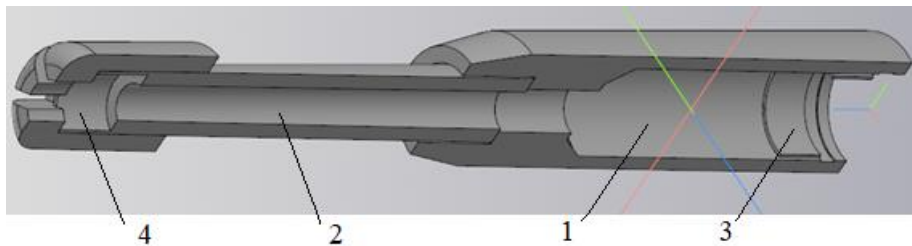


Рисунок 1 – 3D модель корпуса в разрезе



Рисунок 2 – Микрофон с держателем

Для удобства сборки корпус выполнен составным. Включает основной элемент 1, малую трубку 2, переходное кольцо 3 и защитный колпачок 4 для капсулы. Кольцо 3 необходимо в случае установки разъема.

Использование пластика в качестве материала для корпуса микрофона кроме очевидных достоинств имеет и недостаток: отсутствие металла в корпусе приводит к появлению наводки

на частоте 50 Гц. Вместе с тем, при значительных звуковых давлениях, что характерно для испытаний шумозащитных свойств СИЗ, такая наводка практически не влияет на результаты измерений. Для других замеров данный микрофон не предназначен.

Более подробно тема рассмотрена в [3].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-29-10100.

Литература

1. Патент ПМ № 204492, Н04R 5/027, Н04R 29/00. Измерительный стенд для исследования средств индивидуальной защиты слуха / Булкин В.В., и др. Опубл.: 27.05.2021, Бюл. № 15.
2. Vladislav Bulkin, Sergej Kozlov, Yaroslav Molchanov, Sergej Osipov. Training simulator for evaluating the effectiveness of personal noise protection equipment / International Scientific Conference on Biotechnology and Food Technology (BFT-2024), BIO Web of Conferences 130, 04004 (2024)
3. Булкин В.В., Богатырев И.Б. Проектирование корпуса микрофона для системы анализа разнесённых акустических шумов / Методы и устройства передачи и обработки информации, 2024, Вып.26. С.4-7.

Быковский Б.И., Лукиенко Л.В.
 ФГБОУ ВО Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.
 Толстого
 300026, Тульская область, г. Тула, проспект Ленина, 125,
 lukienko_lv@mail.ru

Важность повышения культуры производства для снижения травматизма в сельском хозяйстве

В современных условиях перед промышленностью России и агропромышленным комплексом поставлены задачи снижения травматизма на производстве для достижения показателей по повышению продолжительности жизни и улучшению активного долголетия россиян. Решению этого важного вопроса посвящены работы [1-8] и ряда других учёных. Одним из важных направлений снижения травматизма на производстве в целом и в сельском хозяйстве, в частности, является необходимость повышения дисциплины и культуры производства.

Чем же можно объяснить высокий травматизм, имеющий место в агропромышленном комплексе (АПК)? Думается, целым комплексом причин: многозадачностью вопросов, которые необходимо решать при производстве продуктов АПК; абсолютной непредсказуемостью погоды, оказывающей огромное влияние на производственные условия АПК; невероятной сложностью сельских дорог, обусловленной, зачастую, переменным рельефом и весьма слабым качеством; низким уровнем надёжности сельскохозяйственной техники и значительным количеством её отказов; крайне незначительным уровнем образования сотрудников и их абсолютным пренебрежением к соблюдению техники безопасности.

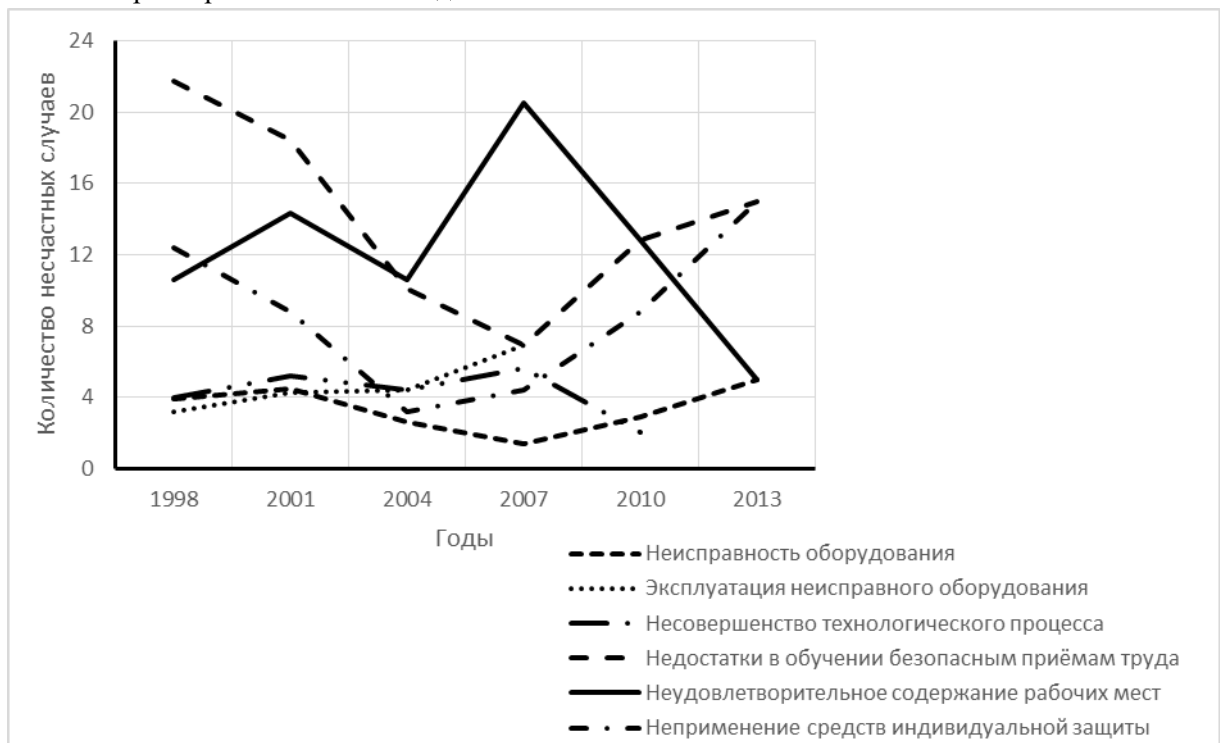


Рисунок - Распределение количества несчастных случаев из-за различных причин по годам

Необходимо отметить, что коэффициент корреляции между недостатками в обучении безопасным приёмам труда и неприменением средств индивидуальной защиты составляет 0,711, что позволяет сделать вывод о взаимосвязи этих двух причин возникновения несчастных случаев в производственных процессах агропромышленного комплекса.

Среди основных причин несчастных случаев в сельскохозяйственном производстве можно назвать:

- воздействие незащищённых вращающихся частей,
- перегрузки (физические и психологические) обслуживающего персонала,
- вибрации при работе машин и механизмов,
- несанкционированный контакт с острыми краями ручного инструмента.

В работе проведён анализ травматизма и его причин в сельском хозяйстве. Результаты будут использованы для разработки рекомендаций по повышению техносферной безопасности при проведении технологически необходимых работ в разноплановых производственных процессах агропромышленного комплекса.

Литература

1. Федеральный закон от 02.07.2021 № 311-ФЗ. О внесении изменений в трудовой кодекс Российской Федерации
2. Мальгин Е.Л., Листков В.Ю., Деревянкин А.В., Шеметова Е.Г. Безопасность труда в агропромышленном комплексе и «регуляторная гильотина» // Вестник аграрной науки Дона. 2024. Т. 17. № 3 (67). С. 84–96. DOI: 10.55618/20756704_2024_17_3_84–96. EDN: HOCMDW.
3. Збруева Ю.В. Актуальность вопроса сельскохозяйственного травматизма (случай из практики) / Ю.В. Збруева, Д.В. Попов // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — №10 (124) . — URL: <https://research-journal.org/archive/10-124-2022-october/10.23670/IRJ.2022.124.29> (дата обращения: 09.01.2025). — DOI: 10.23670/IRJ.2022.124.29
4. Федорчук, А.И. Снижение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в АПК / А.И. Федорчук, В.Г. Андруш. – Монография. Минск БГАТУ, 2012. – 244 с.
5. Мухаметшин И. В., Кожевникова Н. Ю. Организация охраны труда на сельскохозяйственном предприятии // Пищевая промышленность и биотехнологии. Животноводство и кормопроизводство сборник тезисов круглых столов. 2020. С. 28-31
6. Студенникова Н.С. Влияние производственного травматизма на демографическую ситуацию сельских территорий на примере Орловской области // Вестник ОрелГАУ. 2010. № 5. С. 6–9.
7. Зиновьев К.А. Состояние производственного травматизма в сельском хозяйстве Ярославской области // Вестник АПК Верхневолжья, №2 (42), 2018, с. 78-82.
8. Студенникова Н. С. Динамика показателей травматизма в сельском хозяйстве, его виды и причины // Евразийский союз ученых (ЕСУ). 2016. № 4 (25). Технические науки. С. 125–127.

Ермолаева В.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
ErmolaevaVA2013@mail.ru*

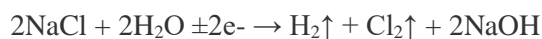
Способы промышленного получения гидроксида натрия

Гидроксид натрия, также известный как каустическая сода, едкий натр, неорганическое химическое соединение, самая распространённая щёлочь. В год в мире производится и потребляется около 57 миллионов тонн NaOH.

Гидроксид натрия находит широкое применение в различных отраслях промышленности и технологий: в производстве бумаги, картона, искусственных волокон, древесно-волоконных плит, в производстве мыла, шампуня и других моющих средств. Используется как реагент или катализатор в химических реакциях, в химическом анализе для титрования, для травления алюминия и в производстве чистых металлов, в нефтепереработке, для производства масел. Зарегистрирован в качестве пищевой добавки E-524.

В промышленности гидроксид натрия получают **электрохимическим и химическими способами**:

1) Электрохимический способ. В основе метода — электролиз водного раствора галита (минерала из поваренной соли NaCl) с одновременным получением водорода и хлора. Суммарное уравнение процесса:



Различают электролиз с твёрдым катодом (диафрагменный и мембранный методы), электролиз с жидким ртутным катодом (ртутный метод).

Эффективность процесса производства рассчитывают по выходу NaOH и по выходу хлора, получаемого при электролизе.

- Ртутный метод имеет существенный недостаток: резко отрицательное воздействие на окружающую среду.

Установка для ртутного электролиза состоит из электролизёра, разлагателя амальгамы и ртутного насоса, объединённых между собой ртутепроводами. Катодом электролизёра служит поток ртути, прокачиваемой насосом. Аноды — графитовые, угольные или малоизнашивающиеся. Вместе с ртутью через электролизёр непрерывно течёт поток питающего раствора поваренной соли.

Амальгама непрерывно перетекает из электролизёра в разлагатель амальгамы, туда же непрерывно подаётся высокоочищенная вода. Амальгама натрия в результате самопроизвольного химического процесса почти полностью разлагается водой с образованием ртути, раствора гидроксида натрия и водорода:



Ртуть почти полностью освобождается от металлического натрия и возвращается в электролизер. Водород отводится на очистку. Достоинства метода: ртутный метод относительно прост в техническом исполнении, полученный гидроксид натрия высокой степени чистоты.

- В диафрагменном методе полость электролизера с твердым катодом разделена на катодное и анодное пространства фильтрующей асбестовой или полимерной перегородкой –

диафрагмой. В качестве анода в диафрагменных электролизерах используются графитовый или угольный электроды или современные титановые аноды с оксидно-рутениево-титановым покрытием (аноды ОРТА) - малорасходуемые аноды.

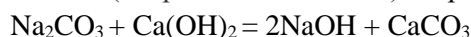
В анодное пространство непрерывно поступает поток насыщенного раствора хлорида натрия. На аноде выделяется хлор, на катоде водород. Образующийся в катодном пространстве гидроксид натрия упаривают до 50% концентрации для отделения от хлорида натрия. Основные недостатки процесса – большой расход энергии, необходимой для упаривания раствора, значительная примесь хлорида натрия в конечном продукте.

- Мембранный метод производства гидроксида натрия наиболее энергоэффективен, однако сложен в организации и эксплуатации. Анодное и катодное пространства полностью разделены непроницаемой для анионов катионообменной мембраной, что обеспечивает получение наиболее чистого гидроксида натрия, но требует более чистого, чем в других методах хлорида натрия.

В анодное пространство поступает, как и в диафрагменном методе, поток раствора соли. А в катодное — деионизированная вода. Из анодного пространства вытекает поток обеднённого анолита, содержащего также примеси гипохлорит- и хлорат-ионов и хлор, а из катодного — щёлочка и водород, практически не содержащие примесей и близкие к товарной концентрации, что уменьшает затраты энергии на их упаривание и очистку.

2) Химические методы:

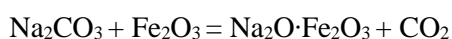
- **Известковый метод.** Заключается во взаимодействии раствора кальцинированной соды (карбоната натрия) с гашеной известью (гидроксидом кальция) - процесс каустификации:



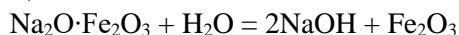
Далее раствор гидроксида натрия упаривают, после чего его можно перерабатывать в твердый плавный продукт, а карбонат кальция является отходом производства.

Процесс каустификации ведут при температуре 80-100 °С для получения осадка, легко отделяющегося от жидкой фазы. Если температура ниже 80°С в процессе каустификации образуется тонкодисперсный осадок карбоната кальция, который адсорбирует значительное количество гидроксида натрия и трудно отделяется от жидкости.

- **Ферритный метод** протекает в две стадии с применением кальцинированной соды и оксида железа. Первая стадия представляет собой процесс спекания кальцинированной соды с оксидом железа при температуре 1100—1200 °С. Образуется спек — феррит натрия и выделяется двуокись углерода.



Вторая стадия - разложение (выщелачивание) водой:



Полученный раствор гидроксида натрия упаривают и получают твердый продукт. Оксид железа после отделения его от раствора возвращают в производственный процесс. Получаемый раствор щелочи содержит около 400 г/л NaOH, упаривают до 92 % масс. и получают твёрдый продукт в виде гранул или хлопьев.

Преимущество известкового метода - возможность применения растворов соды вместо твердой соды, экономичность производства. Недостатки известкового метода: большой расход извести, получение 1300-1400 кг карбоната кальция (отход производства) на каждую тонну продукта, повышенный расход пара на упаривание слабых растворов гидроксида натрия.

Литература

1. Мухленов И.П. Общая химическая технология. Портал научно-технической информации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nglib.ru/annotation.jsp?book=014935>

2. Ермолаева В.А., Шабалина Л.В. Математическая модель химико-технологического процесса производства гидроксида натрия ферритным способом, Международный журнал прикладных наук и технологий, №1, 2022. Режим доступа: <https://e-integral.ru/rubriki/biologicheskie-nauki/integral-1-2022-16>

3. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 5, 2018, стр. 28-33.

Калиниченко М.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
marinakali@mail.ru*

Определение класса опасности опасного производственного объекта

Цель работы: определение класса опасности опасного промышленного объекта (далее ОПО), на примере ГК «Рубеж», г. Выкса.

Были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024), на основании которого, промышленные объекты относятся к ОПО;
- 2) изучить производственные процессы, осуществляемые на предприятии ГК «Рубеж», г. Выкса;
- 3) изучить сырье и оборудование, используемые для реализации технологического процесса;
- 4) определить присутствующие опасные и вредные факторы производственной среды;
- 5) определить класс опасности ГК «Рубеж», г. Выкса как ОПО.

Понятие «Опасный производственный объект» рассматривается в Статье 2 «Опасные производственные объекты» Федерального закона от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024) [1]. Согласно этому закону, ОПО – это предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты на которых:

- 1) получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные и высокотоксичные вещества, представляющие опасность для окружающей среды, в указанных в приложении 2 к настоящему Федеральному закону количествах;
- 2) используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 МПа;
- 3) используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы;
- 4) получают, транспортируются, используются расплавы черных и цветных металлов;
- 5) ведутся горные работы;
- б) осуществляется хранение или переработка растительного сырья, в процессе которых, образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, способные самовозгораться.

ОПО в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них подразделяются на 4 класса опасности, где I класс имеют объекты чрезвычайно высокой опасности, а IV класс - опасные производственные объекты низкой опасности.

Изучаемое предприятие ГК «РУБЕЖ» занимается переработкой участков шлакового отвала АО «ВМЗ» и изготовлением шлакового щебня, который далее используется для производства востребованных конечных продуктов: асфальта, бетона, брусчатки, тротуарная плитка и сухие строительные смеси. Дробление осуществляется в 2-4 этапа, в зависимости от получаемой фракции щебня.

При производстве щебня используются щековые, валковые и конусные дробилки, грохоты различного калибра (ГИС42, ГИС62). Хотя оборудование размещается на открытой площадке, оно является источником большого количества пыли, высоких уровней шума, вибрации и пр. опасностей.

На предприятии ГК «РУБЕЖ» согласно Приложения 1, [2] ведутся горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых. Следовательно, ОПО относится к IV классу опасности - для объектов, на которых ведутся открытые горные работы, объем разработки горной массы которых составляет менее чем 100 тысяч м³/год.

На предприятии используются горючие жидкости, находящиеся на товарно-сырьевых складах – ГСМ (бензин, дизтопливо и др.). ГСМ хранится на складе в количестве менее 1000 тонн, следовательно, класс опасности по этому фактору не определяется.

В ходе осуществления технологического процесса выделяются вещества, представляющие опасность для окружающей среды, такие как пыль неорганическая, содержащая SiO₂, выхлопные газы автотранспорта, являющиеся токсичными и канцерогенными для человека и вредными для окружающей природной среды. Т.к. их количество составляет от 1 до 20 т/год, то объект по этому фактору следует отнести к IV классу опасности.

Наиболее опасным фактором на объекте “ГК РУБЕЖ” являются химические вещества и пожароопасные жидкости, включающие в себя риски воздействия высоких температур, открытого огня, токсичных продуктов горения, взрывных волн. Эти факторы представляют угрозу, как для персонала рабочей площадки, так и для окружающей среды. Необходимо применять все возможные меры по предупреждению пожаров, обеспечивать безопасность работы персонала и минимизировать воздействие на природу.

Согласно [1], в отношении ОПО IV класса опасности плановые проверки не проводятся. Разработка плана мероприятий по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на предприятии, декларация промышленной безопасности и лицензия Ростехнадзора на эксплуатацию ОПО не требуется.

На предприятии необходимо разрабатывать:

- Положение о порядке технического расследования причин инцидентов;
- Положение о производственном контроле.

Литература:

1. Закон РФ от 21.07.1997 №116-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=15234#Ts5gPZU4KdWoDi6A3>
2. Постановление Правительства РФ от 24 ноября 1998 г. №1371– [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=439168&cacheid=D02270A78FB29A0E341D2CBC9086718D&mode=splus&rnd=uHd3Q#YqhxPZUCI2ePPNu61>

Первушин Р.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
pervushin55_55@mail.ru*

Модернизированная система повышения техносферной безопасности от гидрометеорологических факторов

Гидрометеорологические факторы окружающей среды, к которым относятся прежде всего осадки, оказывают заметное влияние на все сферы человеческой жизни. Воздействие осадков по-разному сказывается на различные области техносферной деятельности, таких как транспорт, строительство, энергетика, сельское хозяйство. В зависимости от времени года и некоторых иных условий осадки могут быть твёрдыми и/или жидкими, а с учётом их количества, и влияние на техносферу может быть достаточно разнообразное. К среднестатистическим значениям осадков большинство технологических систем адаптированы, но экстремально-большие, как и экстремально-малые, могут оказывать значительное отрицательное влияние вплоть до опасных и чрезвычайных ситуаций.

Для снижения указанного влияния требуется проводить постоянный мониторинг атмосферы на значительных площадях в реальном масштабе времени, что, в свою очередь, требует разработки обновлённой сети метеорологических станций и объединённых с элементами спутниковых, авиационных и морских метеорологических платформ. Таким образом возникает необходимость разработки технических средств дистанционного наблюдения за окружающей средой (атмосферой, гидросферой и земной поверхностью).

Вид и интенсивность осадков можно оценивать по интегральному влагосодержанию облачных образований, которое может оцениваться комплексом радиометрических приёмников [1]. Повышение точности определения количества осадков может быть получено дополнением этого комплекса активным радиолокатором сантиметрового диапазона, позволяющим определять геометрические параметры гидрометеоров, а также наземной трассовой установки, которая оценивает степень затухание в них радиоволн. Повышение точности определения вида осадков может быть получено введением поляризационного анализа электромагнитных волн во все элементы комплекса (радиометрические приёмники, активный радиолокатор, трассовую установку).

Принципы реализации поляризационного анализа в пассивных (радиометрические приёмники) и активных (активный радиолокатор и трассовая установка) различаются. В первом случае, как правило, осуществляется приём радиоволн на нескольких ортогональных поляризациях – линейных и/или круговых. Во втором - излучение электромагнитного радиоимпульса осуществляется на одной из поляризаций, а приём отражённого импульса осуществляется по двум ортогональным поляризациям. Приём ортогональных сигналов может происходить поочерёдно, тогда возможно применение одного приёмного устройства, либо одновременно, что требует применения двух и более приёмных каналов.

Анализ соотношения поляризационных компонентов, который осуществляется чаще всего программными средствами позволяет различать фазовую структуру осадков.

В докладе представлена структурная схема радиотехнического комплекса дистанционного зондирования атмосферы с поляризационным анализом и принципы осуществления поляризационного анализа в различных элементах комплекса.

Литература

1. Радиометеорологические исследования в Муромском институте: СВЧ-радиометрический комплекс / Г.Г. Щукин, В.В. Булкин, Е.В. Федосеева, И.Н. Ростокин // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2022, No 2(46). – С. 5-19. – DOI 10.24412/2221-2574-2022-2-5-19. – EDN AUFZWS.

Серета С.Н.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
sereda-2010@mail.ru*

Некоторые особенности оценки влажностного режима помещений

При проектировании тепловой защиты зданий одним из этапов является оценка влажностного режима наружных ограждающих конструкций и обеспечение защиты от переувлажнения согласно методике, изложенной в разделе 8 [1]. Вышедшая летом 2024 года актуальная редакция свода правил о проектировании тепловой защиты зданий содержит некоторые изменения методического характера, направленные на уточнение некоторых деталей и устранение противоречий методики расчета. Так, например, в старой версии строительных норм и правил (СНиП 23-02-2003) определение парциального давления насыщенного водяного пара E (Па) проводится по температуре в плоскости возможной конденсации влаги в толще ограждения, без указания на источник, в качестве которого можно было бы сослаться на [2, Приложение С] или [3, Приложение 3], где приведена исходная таблица давления E (мм.рт.ст.) со ссылкой на зарубежный первоисточник 1923 года. Табличные значения приведены для температур от -45 до $+50$ °С с точностью до десятых долей градуса. В актуальной версии нормативного документа предложена формула (8.9) для расчета данного показателя, которая обеспечивает хорошую аппроксимацию табличных данных в смысле минимума среднеквадратической ошибки (СКО).

Также в новой редакции СП 5013330.2024 приводится методика определения места расположения плоскости максимального увлажнения в толще наружного ограждения, основанная на расчете функционала $f(t_{м.у.})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения по формуле (8.7) с учетом климатических и конструктивных факторов. Далее предлагается определить температуру в плоскости максимального увлажнения по таблице 12 для каждого слоя многослойной конструкции. Именно здесь возникает практическая трудность из-за методической недоработки, поскольку на практике расчетные значения функционала редко попадают в табличные данные, а кроме того, значения температур приведены с округлением до целого, тогда как при построении температурного профиля в толще наружного ограждения необходимо обеспечить точность расчетов до десятых долей. Данная проблема не решается и при использовании «упрощенного» метода определения плоскости максимального увлажнения, приведенной в разделе 8.3 [4]. Для решения указанной проблемы необходимо найти обратную функцию $t_{м.у.}(f)$ зависимости температуры в плоскости максимального увлажнения от значения функционала. Поиск обратной функции возможен как аналитически, так и приближенно в виде функции аппроксимации данных, приведенных в таблице 12 [1].

Значение температуры в плоскости максимального увлажнения, $t_{м.у.}$ (°С) можно вычислить с заданной точностью (например, до десятых долей) по найденной автором работы приближенной формуле:

$$t_{м.у.}(f) = 113 * (4,195 - (\ln f(t_{м.у.}))^{0,368}) - 273 \quad (1)$$

При округлении до целого результатов расчета по формуле (1) получим значения температур, в точности совпадающие с табличными данными. Формула (1) найдена методом линеаризации нелинейной зависимости $f(t_{м.у.})$, где преобразование значений функционала $\ln f(t_{м.у.})^{1/\varepsilon}$ можно описать линейной зависимостью. Ошибка СКО от линейной зависимости составила $3 \cdot 10^{-6}$.

Тогда из формулы (1) можно выразить и функционал

$$f(t_{м.у.}) = e^{\left(4,195 - \frac{t_{м.у.} + 278}{118}\right)^{\varepsilon}} \quad (2)$$

Результаты расчета в программе Маткад функции аппроксимации представлены на рисунке 1,а. Ошибка СКО аппроксимации по формуле (2) табличных данных функционала (68 расчетных точек), показанная на рис.1,б, составила 7,594.

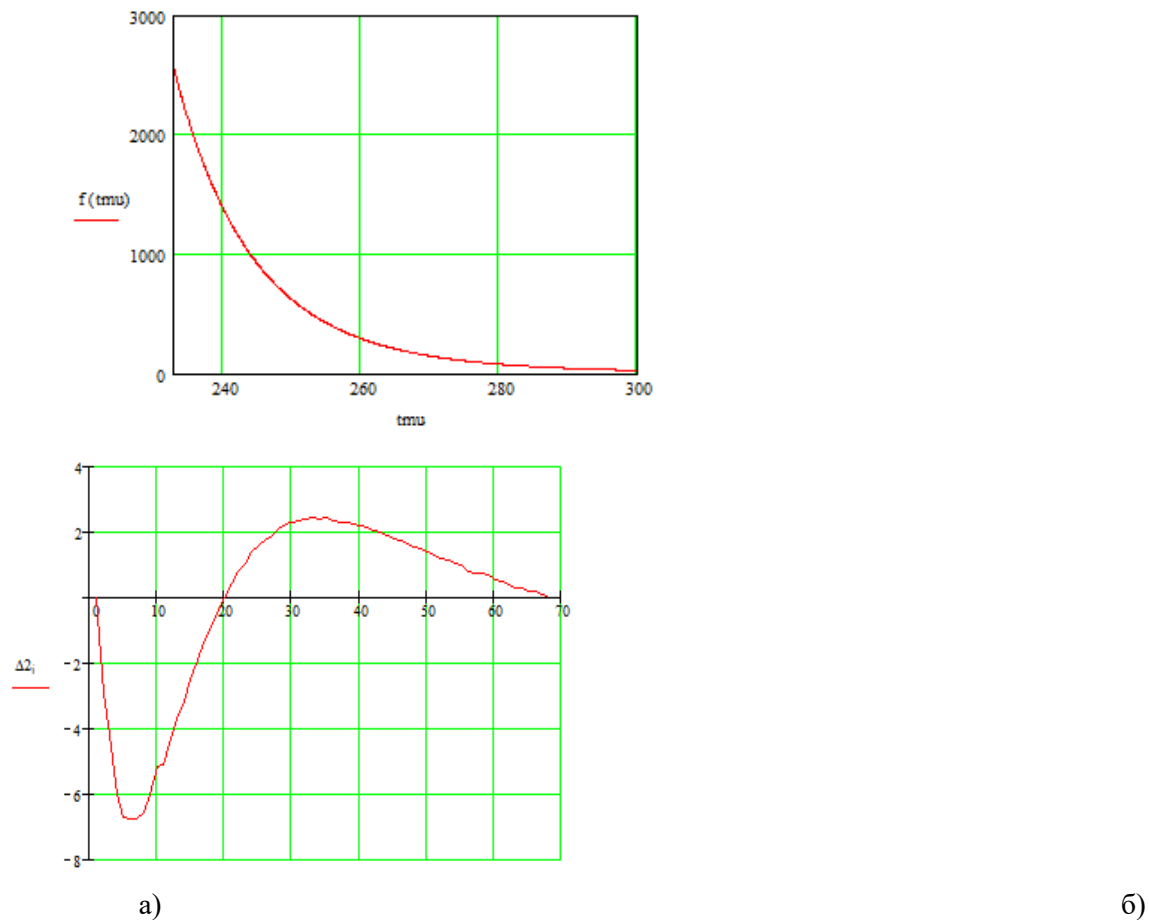


Рис.1. Результаты аппроксимации температуры в плоскости максимального увлажнения
а) график функции аппроксимации зависимости $f(t_{м.у.})$; б) абсолютная ошибка
аппроксимации Δ

Решение задачи линеаризации зависимости $f(t_{м.у.})$ методом наименьших квадратов с нормированием результатов расчета позволило найти другую более точную формулу расчета

$$f(t_{м.у.}) = \frac{1}{257475} \cdot e^{\frac{-5877}{7,726886 - 1,275792 \cdot (t_{м.у.} + 278)}}, \quad (3)$$

Расчет по формуле (3) позволяет уменьшить ошибку аппроксимации в 15 раз по сравнению с формулой (2). В этом случае температуру в плоскости максимального увлажнения можно найти по формуле

$$t_{\text{м.у.}}(f) = \frac{4606,3953}{12,458 + \ln f(t_{\text{м.у.}})} + 6,05615 - 273 \quad (4)$$

При округлении до целого результатов расчета по формуле (4) тоже позволяет получить значения температур, в точности совпадающие с табличными данными.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы при проектировании тепловой защиты зданий.

Литература

1. СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Дата введения 2024-06-16. – М.: Стандартинформ, 2024. – 93 с.
2. СП 23-102-2004 Проектирование тепловой защиты. Дата введения 2024-06-16.– М.: Стройиздат, 2004. – 136 с.
3. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания / К. Ф. Фокин. – М. : ООО ИИП «АВОК–ПРЕСС», 2006. – 252 с.
4. СП 345.1325800.2017. Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты. Дата введения 2018-05-15. – М.: Стандартинформ, 2018. – 51 с.

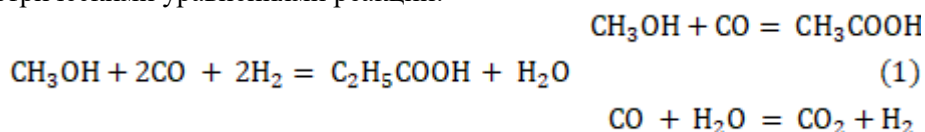
Середа С.Н.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
sereda-2010@mail.ru*

Особенности моделирования и оценки теплового эффекта химических реакций

Протекание химических реакций в аппаратах синтеза продуктов химических производств неразрывно связано с тепловыми эффектами выделения или поглощения теплоты в ходе реакций, предварительным нагреванием реагентов или последующим охлаждением продуктов реакций. Поэтому расчет теплового баланса является одним из базовых этапов проектирования химико-технологических процессов. Для расчета теплового баланса необходимо учитывать ряд важных факторов, оказывающих влияние на протекание процесса, а именно, температуру в реакционной зоне, теплоемкости веществ – участников реакции и тепловой эффект химической реакции.

В качестве примера рассмотрим процесс синтеза уксусной кислоты из метанола [1], описываемый стехиометрическими уравнениями реакций:



Данный технологический процесс осуществляется в газовой фазе при температуре 185°C (458 К) и давлении 70 МПа в присутствии в качестве катализатора карбонила и иодида кобальта. Побочными продуктами процесса являются пропионовая кислота и более высококипящие продукты, составляющие 2% от объема производства целевого продукта.

Для оценки теплового эффекта химических реакций и определения теплового баланса химико-технологического процесса необходимо знать теплоемкости каждого вещества, участвующего в реакциях, которые не являются константами и зависят от температуры в реакционной зоне. Можно найти теплоемкости некоторых веществ из справочных таблиц при заданных температурах. Однако, если химические реакции протекают при произвольных (не табличных) значениях температуры, то теплоемкости веществ можно рассчитать по регрессионной модели второго порядка:

$$c_p = Y(T) = a + b \cdot T + c \cdot T^2, \quad (2)$$

где c_p – теплоемкость вещества, кДж/(кг*К); T – температура, К; a , b , c – коэффициенты уравнения регрессии, определяемые по справочным таблицам, либо расчетным путем.

В первом приближении можно найти теплоемкость вещества при произвольной температуре методом линейной интерполяции по двум соседним точкам по данным таблиц по формуле

$$c_p(T) = c_k + \frac{c_{k+1} - c_k}{T_{k+1} - T_k} * T, \quad (3)$$

где $c_p(T)$ – искомая теплоемкость при температуре T ; c_k , c_{k+1} – табличные значения теплоемкости при температурах T_k и T_{k+1} соответственно.

Таблицы значений теплоемкостей веществ – участников реакций (1), например, приведены в [2, 3]. Расчет коэффициентов регрессии теплоемкостей веществ $Y(T)$ проведен в программе Маткад. Результаты моделирования показаны на рисунке 1.

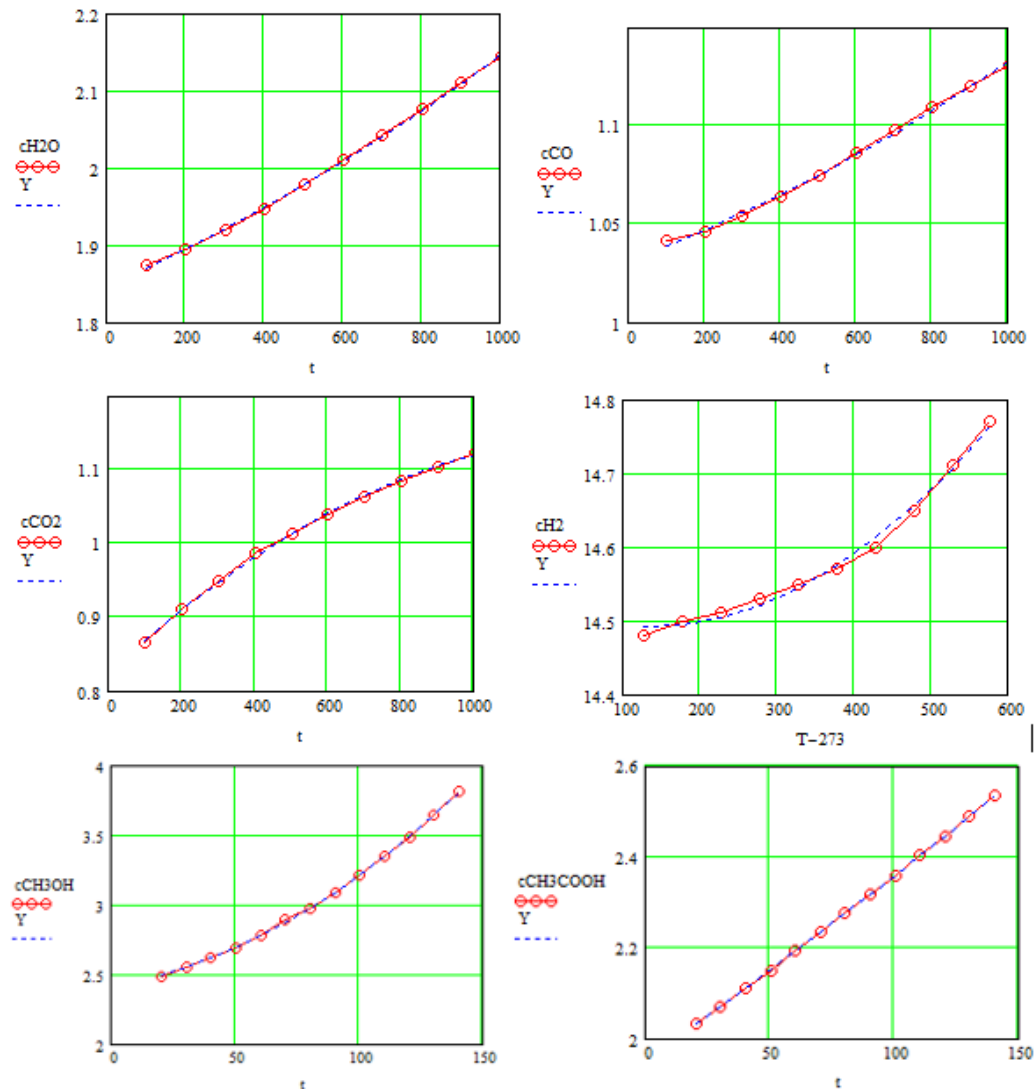


Рис.1. Результаты моделирования теплоемкости веществ реакций

Ошибка аппроксимации температурной зависимости теплоемкости веществ функцией регрессии второго порядка (2) оценивалась стандартной формулой среднеквадратического отклонения (СКО). Наибольшее значение СКО среди веществ (по метанолу) составило $4,8 \cdot 10^{-5}$, что подтверждает хорошее качество аппроксимации и приемлемую точность найденных значений теплоемкости веществ.

Для химических реакций превращения веществ составляют термохимические уравнения, уравнения теплового эффекта реакции и уравнения теплообразования. Тепловой эффект химической реакции (кДж/моль) равен разности сумм энтальпий образования конечных и исходных веществ.

$$\Delta H^{\circ}p1 = (\Delta H^{\circ}CH_3COOH) - (\Delta H^{\circ}CO + \Delta H^{\circ}CH_3OH)$$

$$\Delta H^{\circ}p1 = (\Delta H^{\circ}C_2H_5COOH + \Delta H^{\circ}H_2O) - (\Delta H^{\circ}CH_3OH + 2\Delta H^{\circ}CO + 2\Delta H^{\circ}H_2) \quad (4)$$

$$\Delta H^{\circ}p3 = (\Delta H^{\circ}CO_2 + \Delta H^{\circ}H_2O) - (\Delta H^{\circ}CO + \Delta H^{\circ}H_2O)$$

Суммарный тепловой эффект по трем реакциям

$$\Delta H^{\circ}(\Sigma) = \Delta H^{\circ}p1 + \Delta H^{\circ}p2 + \Delta H^{\circ}p3. \quad (5)$$

Тепловые эффекты химических реакций при произвольных температурах протекания реакций, отличных от нормальной, могут быть рассчитаны на основе теплоты образования веществ, участвующих в реакции по законам Гесса и Кирхгоффа [4].

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ}_T &= \Delta H^{\circ}_{298} + \int_{298}^T \Delta C_p(T) dT = \Delta H^{\circ}_{298} + \int_{298}^T (\Delta a + \Delta bT + \Delta c'T^{-2}) dT = \\ &= \Delta H^{\circ}_{298} + \Delta a(T - 298) + \frac{\Delta b}{2} (T^2 - 298^2) - \Delta c' \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298} \right), \end{aligned} \quad (6)$$

где ΔH°_{298} – тепловой эффект реакции при нормальной температуре (298 К = 25°C);

$\Delta a, \Delta b, \Delta c'$ – изменение коэффициентов ряда Келли в уравнении теплоемкости, Дж/(моль*К) [5].

Проведенное моделирование влияния температуры реакции на тепловой эффект показало незначительное изменение суммарного теплового эффекта реакций от -494,97 (при T=298 К) до -511,648 кДж/моль (при T=458 К). Реакции экзотермические, сопровождаются выделением теплоты. При реальных объемах производства целевого продукта даже небольшое изменение теплового эффекта реакций оказывает существенное влияние на тепловой баланс химико-технологического процесса, что необходимо принимать во внимание при проектировании тепловой защиты реактора и вспомогательного теплотехнического оборудования (теплообменников, холодильников).

Литература

1. Юрьев Е.М., Попок Е.В. Кинетические модели синтеза метанола // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8-3. – С. 779-782.
2. Физические свойства наиболее известных химических веществ: Справочное пособие. - М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003.
3. Теплотехника и термодинамика. [URL:] https://x-term.ru/prilozh/teploem/teploem_gaz/203-tablica_1.html
4. Конспект практических занятий по физической химии/ Сост. Литвинова Т.Е. [URL:] <https://studfile.net/preview/9820233/page:5/>
5. Алферов В.А., Ростовцев Р.Н., Харьковская А.С., Юдина Н.Ю. Химическая термодинамика: учебно-методическое пособие. – Тула: Издательство ТулГУ, 2020, – 208 с.

Шарапов Р.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
sharapov76@gmail.com*

Использование водорода для повышения экологичности топливных систем

Среди экологических проблем последних десятилетий первое место занимает глобальное изменение. Рамочной конвенции Организации объединенных наций об изменении климата, принятая в 1992 году признала актуальность проблемы глобального изменения климата Земли и подчеркнула необходимость коллективных действий по предотвращению последствий этих изменений. Для борьбы с глобальным изменением климата на планете, а также с его негативными последствиями в 2015 году 197 стран мира подписали Парижское соглашение. Целью соглашения является существенное снижение выбросов парниковых газов во всем мире, а также ограничение повышения глобальной температуры на Земле до 2 градусов Цельсия в течении этого столетия. В соответствии с Парижским соглашением наша страна также взяла на себя обязательства по снижению выбросов в атмосферу парниковых газов.

Среди основных парниковых газов можно выделить углекислый газ, водяной пар, метан, а также закись азота. При этом в настоящее время основной акцент делается на снижении выбросов в атмосферу углекислого газа (CO_2). На проводимом Нью-Йорке климатическом саммите 66 стран приняли на себя обязательства стать углеродно-нейтральными путем внедрения мер по полной компенсации выбросов углекислого газа в атмосферу.

Топливная энергетика вносит значительный вклад в образование парниковых газов. При сжигании углеводородов, в том числе природного газа, образуется диоксид углерода (углекислого газа, CO_2) и водяные пары (H_2O). Кроме того, при неполном сгорании может образовываться также оксид углерода (СО). Так как при сжигании природного газа для производства энергии выделяется колоссальные объемы CO_2 , это оказывает непосредственное воздействие на изменение климата и поднятие средней температуры на планете.

В последние десятилетия активно обсуждается вопрос снижения выбросов парниковых газов за счет добавления в сжигаемую газовую смесь водорода. Исследования E.ON, Avacon и DVGW доказывают, что существующее газовое оборудование (газовые котлы и плиты) может безопасно работать со смесью, содержащей до 30% водорода от общего объемах.

График зависимости теплоты сгорания от состава газовой смеси (при добавлении от 5 до 30% водорода) представлен на рисунке 1.

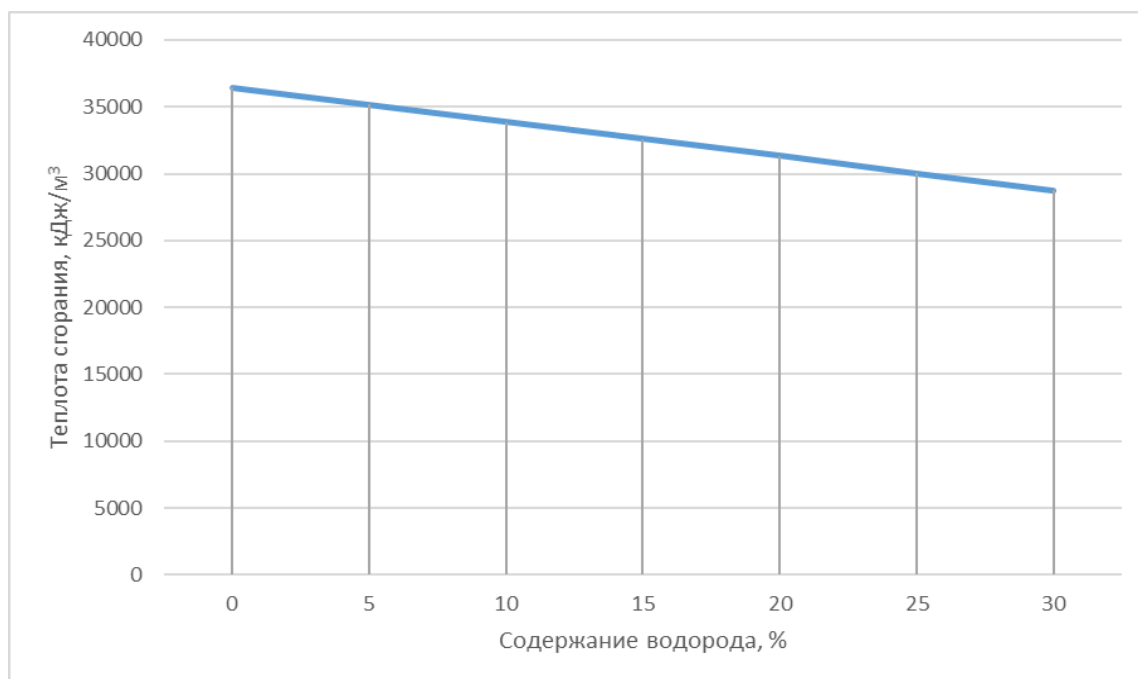


Рис.1. Зависимость теплоты сгорания от состава газовой смеси

В настоящее время розничная цена на 1 м^3 природного газа, реализуемого населению Владимирской области, для потребителей на отопление с одновременным использованием газа на другие цели составляет 7,45 рублей. По оценкам специалистов, стоимость получения водорода в настоящее время составляет около 7 рублей за 1 м^3 .

Изменение стоимости газовой смеси при добавлении в нее водорода представлено в таблице 1. Как можно заметить, стоимость 1 м^3 газовой смеси снижается и добавлении к ней водорода. Так как при добавлении водорода снижается теплота сгорания газовой смеси, оценим стоимость производства 1 кВт тепловой энергии при сжигании газовых смесей с различным содержанием водорода. Результаты приведены в таблице 2. Несмотря на то, что стоимость производства тепла немного увеличивается, достигается экологический эффект от снижения выбросов парниковых газов.

Таблица 1. Стоимость 1 м^3 газовой смеси.

Содержание водорода, %	0	5	10	15	20	25	30
Стоимость 1 м^3 газовой смеси	7,45	7,43	7,41	7,38	7,36	7,34	7,32

Таблица 2. Стоимость 1 кВт тепловой энергии, получаемой при сжигании газовой смеси.

Содержание водорода, %	0	5	10	15	20	25	30
Стоимость 1 кВт тепловой энергии	0,74	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,92

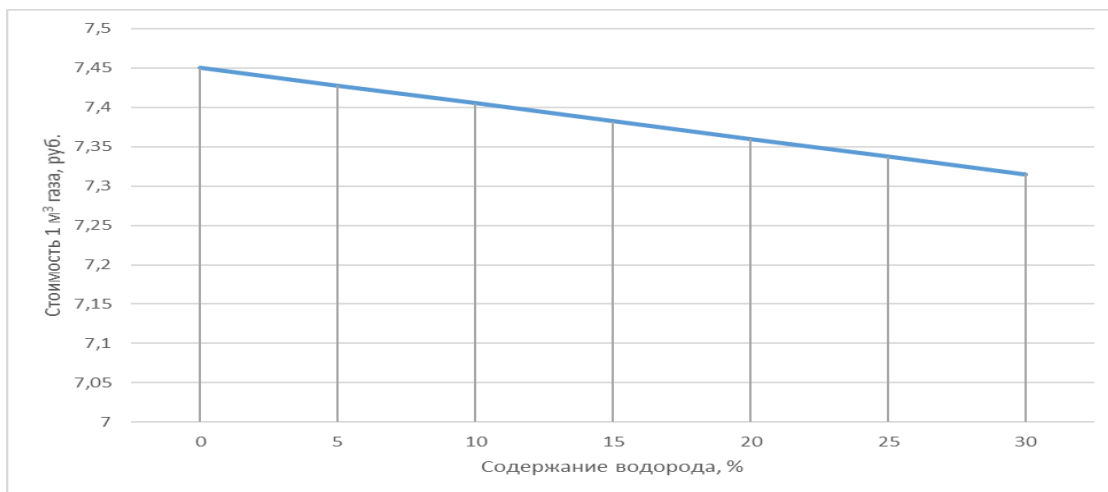


Рис. 2. Изменение стоимость 1 м³ газовой смеси при добавлении различного количества водорода.

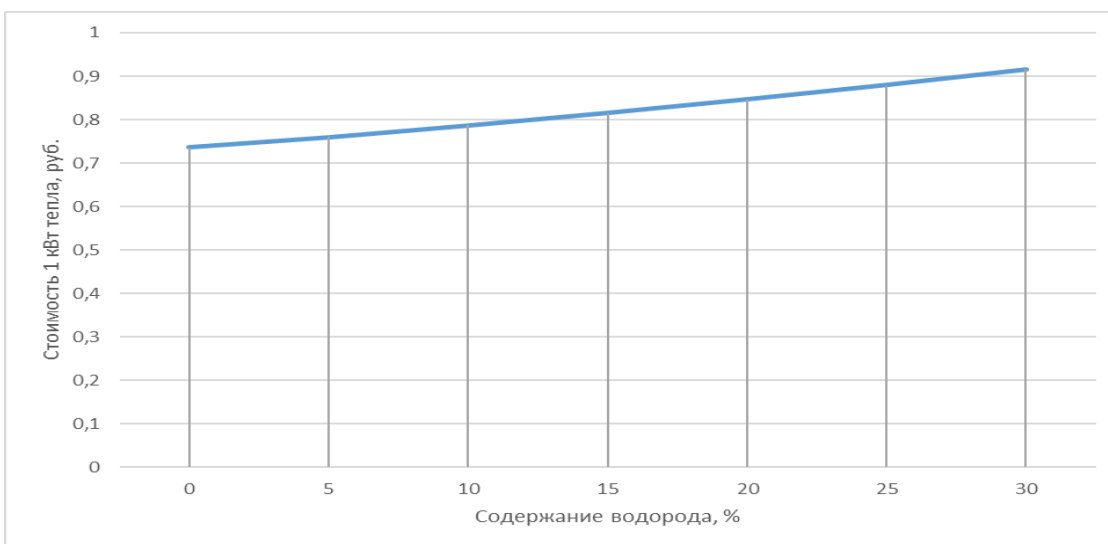


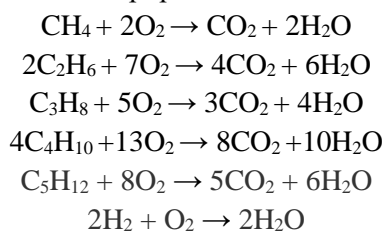
Рис. 3. Изменение стоимости 1 кВт тепловой энергии, получаемой при сжигании газовых смесей с различным содержанием водорода.

Шарапов Р.В.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
sharapov76@gmail.com

Снижение выбросов парниковых газов при добавлении водорода в топливные газы

Для определения объемных выбросов углекислого газа и водяного пара, возникающих при сжигании природного газа, необходимо оценить протекающие при этом химические реакции. В общем виде, реакции горения компонентов природного газа можно описать уравнениями:



Так как в соответствии с законом Авогадро, молярные отношения газов в химической реакции равны их объёмным отношениям, зная компонентный состав природного газа, можно вычислить объёмы выделяющихся в ходе каждой реакции паров воды и углекислого газа.

Объём углекислого газа, выделяющегося при сгорании 1 м³ исходного природного газа, составит:

$$V_{\text{CO}_2} = (96,54 \cdot 1 + 2,62 \cdot 2 + 0,075 \cdot 3 + 0,057 \cdot 2 + 0,024 \cdot 5) / 100 = 1,022 \text{ м}^3$$

Объём водяных паров, выделяющихся при сгорании 1 м³ исходного природного газа, составит:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = (96,54 \cdot 2 + 2,62 \cdot 3 + 0,075 \cdot 4 + 0,057 \cdot 2,5 + 0,024 \cdot 6) / 100 = 2,015 \text{ м}^3$$

Аналогичным образом проведем расчеты для газовых смесей с добавлением 5-30% водорода. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Выбросы углекислого газа и водяных паров, выделяющихся при сгорании 1 м³ газовой смеси.

Содержание водорода, %	0	5	10	15	20	25	30
Выбросы CO ₂ , м ³	1,022 3	0,9713	0,9202	0,869 0	0,8179	0,7668	0,716
Выбросы H ₂ O, м ³	2,015 3	1,9645	1,9138	1,863 0	1,8122	1,7615	1,710 7

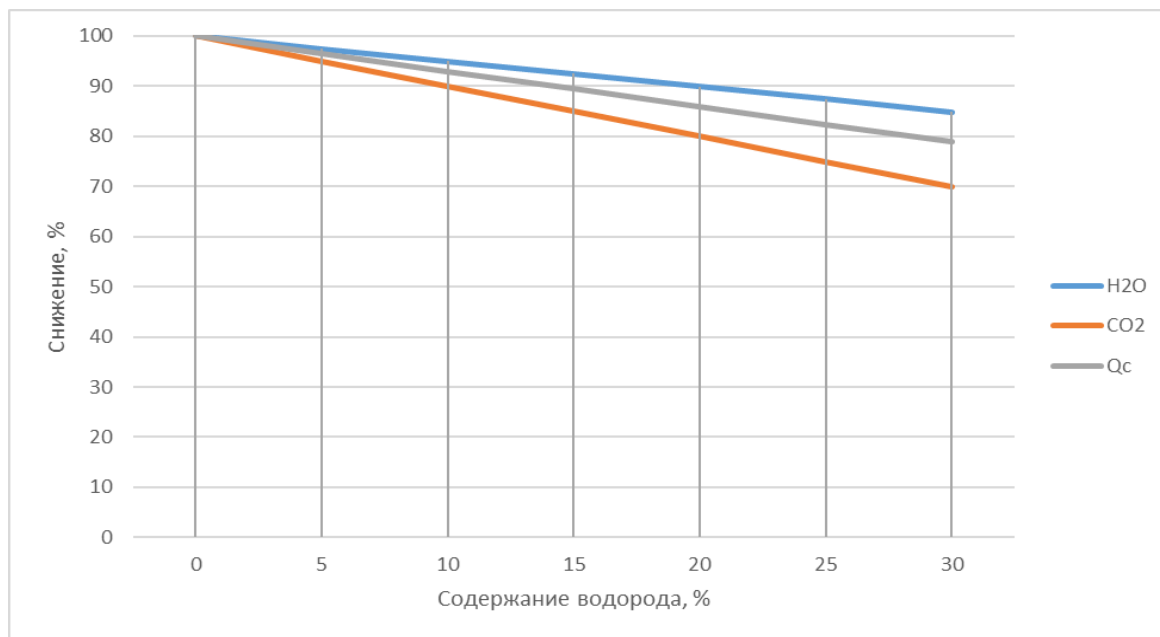


Рис. 1. Относительные показатели теплоты сгорания и выбросов в зависимости от состава газовой смеси.

Как можно заменить, в объемном выражении, выбросы углекислого газа сокращаются на объем подмешиваемого водорода. Несмотря на образование дополнительных водяных паров при сжигании водорода, общие выбросы водяных паров также сокращаются примерно на объем подмешиваемого водорода.

Проведем анализ относительных показателей теплоты сгорания и выбросов углекислого газа и водяных паров в зависимости от состава газовой смеси (показатели смеси к показателям исходного состава газа). Как можно заметить, снижение теплоты сгорания, а значит и получаемого при этом тепла, происходит более медленно по сравнению с сокращением выбросов углекислого газа. Это говорит об эффективности добавления водорода к природному газу для сокращения выбросов парниковых газов.

Шарапова Е.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
sharapovamivlgu@gmail.com*

Создание логических систем инженерного проекта

Инженерные системы – это системы здания или сооружения, предназначенные для жизнеобеспечения, выполнения технологических процессов, поддержания комфорта, энерго- и ресурсосбережения, обеспечения безопасности. Примеры логических инженерных систем - отопление, вентиляция, канализация, водоснабжение, электрические сети, пожарная сигнализация.

Рассмотрим создание инженерного проекта в системе Revit. Первый шаг в построении логической системы водоснабжения – расстановка сантехнического оборудования. Это унитазы, раковины, ванны и другое подобное оборудование. Чтобы его выбрать, нужно обратиться к вкладке «Системы» → группа «Сантехника и трубопроводы» → «Сантехнический прибор». Выбор сантехнических приборов в программе представлен в свойствах семейства «Сантехнический прибор». Он не велик, поэтому можно использовать подгружаемые семейства приборов из внешних источников. Если в приборах нет нужного семейства – тогда на Ленте «Загрузить семейство».

У оборудования обязательно должны быть места подачи воды и ее отвода, помеченные на экземпляре, установленном в инженерный план. Если таких точек нет, то оборудование нельзя будет включить в сеть водоснабжения, то есть нельзя будет использовать. В случае отсутствия таких мест на оборудовании их можно добавить в соответствующее семейство путем внесения изменений в него (на ленте команда «Редактировать семейство»). На нужной плоскости нужно добавить соединитель трубопровода (команда на ленте), указать его диаметр и тип системы (холодное водоснабжение, канализация и т.д.).

Диаметры труб водоснабжения могут быть 15, 20, 25 и 32 мм [1]. Чаще используют диаметры 15 и 20 мм. Диаметры труб канализации могут быть 50, 63, 75, 80, 90, 100 или 110 мм (в зависимости от применяемого оборудования и других параметров системы водоснабжения) [2].

Примеры диаметров канализационных труб для различного сантехнического оборудования:

- диаметр канализационной трубы душевой кабинки и ванны может быть 50 мм,
- диаметр канализационной трубы раковины может быть 32 мм,
- диаметр канализационной трубы унитаза и основного стояка может быть 100 мм.

Если размер оборудования, используемого для инженерного проекта (например, душевая кабина) не подходит к архитектурному проекту по размерам, нужно создать свои типоразмеры со своим именем на основе имеющихся семейств и изменить неподходящие параметры (кнопка «Изменить тип» в Свойствах семейства).

Если система водоснабжения дома подключена только к холодной воде, то необходимо включить в систему водонагреватель. Для облегчения подачи горячей нагретой воды в таком случае можно включить в систему насос. Важно учесть, что типы построения систем водоснабжения могут быть разные в зависимости от выбранного оборудования. Необходимое

оборудование можно загрузить из различных источников, содержащих BIM-модели нужных объектов [3].

Когда приборы и оборудование для организации водоснабжения и канализации расставлены в проекте, их необходимо объединить в логические системы:

- систему горячего водоснабжения,
- систему холодного водоснабжения,
- систему канализации.

Для этого сначала нужно скрыть архитектурную модель здания (в нижней части 3D-вида – функция «Временное скрытие/изоляция»). Нужно указать параметр «Скрыть элемент», предварительно выделив здание левой клавишей мыши. Далее нужно определиться, какие приборы и системы входят в различные логические инженерные системы. Для того, чтобы выбрать приборы, которые будут включены в логическую систему, нужно применить множественный выбор, который осуществляется нажатием левой клавишей мыши вместе с зажатой клавишей Ctrl на клавиатуре (см. рис. 1):

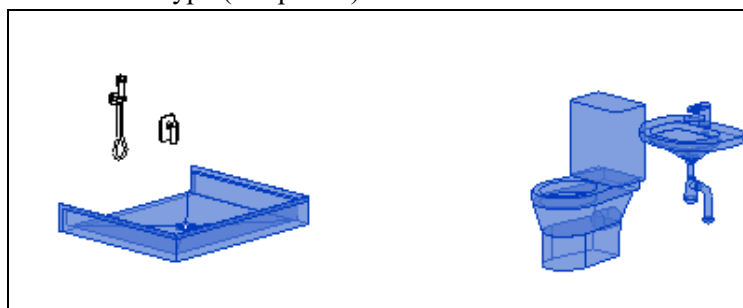


Рис. 1. Выбранные приборы

Примеры распределения для логических систем таковы:

- в систему канализации входят приборы, имеющие канализационный слив (раковины, душевые, ванны, унитазы),
- в систему подачи холодной воды входят приборы, потребляющие холодную воду, то есть приборы, в которые подается холодная вода для их работы (раковины, смесители, душевые, котлы),
- в систему подачи горячей воды входят приборы, потребляющие горячую воду, то есть приборы, в которые подается горячая вода для их работы (раковины, смесители, душевые). Важно, что котел в систему горячего водоснабжения не входит.

Когда приборы выбраны (см. рис. 30), их можно объединить в логические системы. Для этого надо выбрать на Ленте кнопку «Трубопроводы». В открывшемся диалоговом меню создания системы нужно выбрать тип системы и ее название. Тип системы программа подбирает автоматически. Созданная логическая система отображается в Диспетчере инженерных систем (вкладка «Вид» → «Интерфейс пользователя» → «Диспетчер инженерных систем») (см. рис. 2):

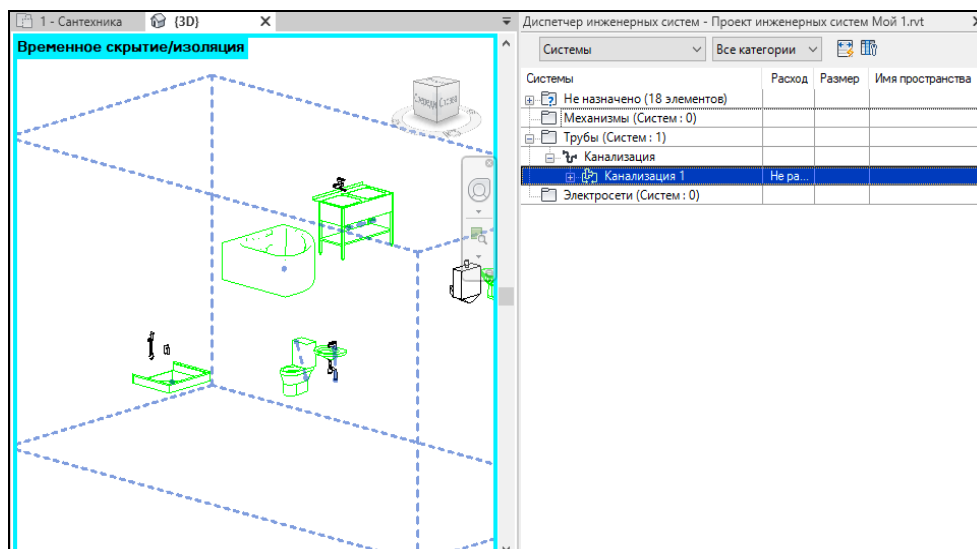


Рис. 2. Логическая система канализации

Таким образом, была рассмотрена методика размещения оборудования и приборов в инженерном проекте, объединение их в логические системы.

Литература

1. ГОСТ 22689-2014 Межгосударственный стандарт «Трубы и фасонные части из полиэтилена для систем внутренней канализации».
2. Сайт компании ООО «ВодоКаналСбыт» <https://vodokanalsbit.ru/>
3. Шарапова Е.В. Связь архитектурного и инженерного BIM-проектов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2023, № 1. С.72-77.

Шарапова Е.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
sharapovamivlgu@gmail.com*

Инженерные пространства информационного проекта

Жилые помещения подразделяются на следующие типы по их назначению: складские, офисные, торговые, медицинские, коммунально-бытовые, образовательные, производственные, спортивные. Также существуют помещения свободного назначения, которые могут быть использованы в коммерческих целях.

В программе Revit можно создать пространства в инженерном проекте, которые будут аналогами комнат, или помещений архитектурной модели здания.

Перед началом инженерных расчетов после переименования пространств необходимо задать им некоторые инженерные параметры:

- предназначено или не предназначено помещение для использования людьми (параметр «Сдается в аренду»),
- назначение пространства (назначение выбирается из списка типов помещений, предусмотренных программой Revit),
- наличие подпотолочного пространства, расположенного под навесным потолком (параметр «Камера»),
- выбор параметров системы вентиляции и кондиционирования (параметр «Тип системы кондиционирования»).

Эти параметры задаются в свойствах пространств в группе «Расчет энергопотребления». При выборе параметров системы кондиционирования (параметр «Тип системы кондиционирования») надо отталкиваться от того, что при проектировании здания предусматривается только наличие системы естественной или механической вентиляции в ванной и туалете, а также на кухне (параметр «Естественная вентиляция» или «Вентиляция»). Все остальные жилые помещения остаются без кондиционирования (параметр «Без кондиционирования»).

Следующий инженерный параметр пространства – его назначение (в группе «Расчет энергопотребления»). Назначение – это выбор типа пространства из базы данных программы. В ней много типов помещений, для которых установлены многочисленные инженерные параметры в соответствии с Государственными стандартами. Типов назначений пространств в программе достаточно много: вестибюль, зал, аэропорт, зона отдыха, спальня и т.д. Так же в программе есть возможность задать количество людей, на которых рассчитано данное пространство (группа «Расчет энергопотребления» → параметр «Люди»). По установке этих параметров инженерных пространств проекта можно переходить к теплотехническим расчетам.

Для упрощения работы в программе Revit с инженерной частью здания и с входящими в это здание системами применяется специальный Диспетчер инженерных систем. Этот Диспетчер содержит в себе зоны пространств с одинаковыми инженерными параметрами, а также типы примененных систем в проекте. Диспетчер инженерных систем можно вызвать, перейдя на вкладку «Вид» → «интерфейс пользователя» → «Диспетчер инженерных систем».

Зоны пространств с одинаковыми инженерными параметрами – это зоны ОВК (отопления, вентиляции и кондиционирования), объединяющие в себе инженерные пространства

программы Revit, имеющие схожие климатические характеристики, для схожего управления этими пространствами. Зонам, созданным в проекте, можно задать определенные инженерные параметры отопления, вентиляции и кондиционирования, которые будут распространяться на все пространства, включенные в эту зону. Зоны в программе используются именно для задания инженерных параметров ОВК [1, 2].

Для создания зон нужно использовать вкладку Ленты «Анализ» → группу «Пространство и зоны» → элемент «Зона». Зона работает с пространствами, поэтому перед созданием зон нужно создать пространства в проекте, если это не было сделано ранее. При создании зоны нужно поочередно выбрать пространства, включаемые в зону ОВК. В ее свойствах можно задать ей имя (Свойства зоны → группа «Идентификация» → «Имя»).

Все созданные в программе зоны появляются в Диспетчере инженерных систем (группа «Зоны»), при раскрытии которых отображаются пространства, включенные в зону.

Для созданных зон ОВК в их свойствах можно задать инженерные параметры проекта в группе «Расчет энергопотребления»:

- тип системы отопления,
- информация об охлаждении,
- информация об отоплении,
- информация о наружном воздухе.

Если нет уверенности в том, какой тип системы отопления будет применен в проекте в зонах, можно оставить тип системы отопления по умолчанию – тип «Здание».

На данном этапе разработки инженерного проекта здания, созданного на основе подсоединенной архитектурной модели, мы задали инженерные пространства и объединили их в зоны ОВК. Мы определили некоторые теплотехнические характеристики этих зон. Теперь можно переходить к теплотехническому расчету в программе [3].

Теплотехнический расчет в программе Revit – это расчет теплопотерь здания, а также анализ необходимости его обогрева и охлаждения в летний и зимний периоды года. Теплотехнический расчет производится программой по заданным в модели здания условиям зон ОВК и по отдельным инженерным пространствам. Теплотехнический расчет в программе Revit носит общий проверочный характер и позволяет получить общие энергетические характеристики модели здания. Теплотехнический расчет программы Revit подходит для начального построения инженерных систем проекта. Для того, чтобы сделать теплотехнический расчет в программе Revit, нужно создать модель энергопотребления инженерного проекта здания. Для этого нужно использовать вкладку Ленты «Анализ» → группа «Оптимизация энергопотребления» → «Создать модель энергопотребления» (см. рис. 1):

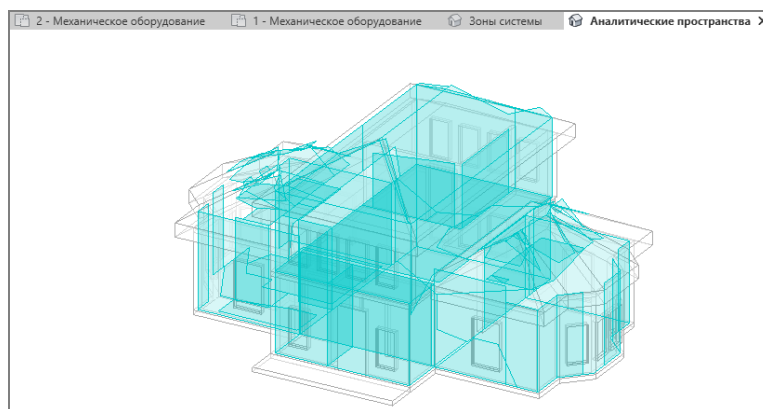


Рис. 1. Модель энергопотребления инженерного проекта

Модель энергопотребления требуется в программе для создания теплотехнического расчета. После ее генерации в программе нужно провести системный анализ созданной модели энергопотребления. Для этого необходимо использовать вкладку Ленты «Анализ» → группа «Оптимизация энергопотребления» → «Системный анализ».

При проведении анализа модели энергопотребления инженерного проекта здания в диалоговом окне «Расчет систем» нужно выбрать рабочий процесс расчета «Нагрузки и задание размеров систем ОВК». Проведенный анализ представляется в программе в виде отчета, доступ к которому можно получить через Диспетчер проекта (раздел «Отчеты»).

Таким образом, были рассмотрены способы выбора типа здания и создания пространств в нем. Пространства проекта можно объединять в инженерные зоны для задания теплотехнических характеристик. Также отображена начальная модель энергопотребления проекта.

Литература

1. СП 347.1325800.2017 «Внутренние системы отопления, горячего и холодного водоснабжения».
2. СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий»
3. Шарапова Е.В. Координация и мониторинг BIM-проектов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2023, № 2. С.72-77.

Штыков Р. А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23
ipmrroman@yandex.ru*

Необходимость использования технологии лупинга в газопроводе при различных видах прокладки на местности

Формулы гидравлического расчёта стационарного газодинамического состояния газопровода и газопроводной сети построены только с учетом сопротивления трению [1]. Тем не менее, положительный и отрицательный уклоны трассы способствуют изменению распределения давления в разных направлениях. Необходимо вывести гидравлические формулы для движения сжимаемой среды по наклонному трубопроводу при различных режимах течения. Эти формулы будут использованы при решении задачи об оптимальной прокладке лупинга. Лупинг, согласно [3, 4], предназначен для увеличения пропускной способности и надежности элементарного участка газопровода и газопроводной сети в целом. Переходим к расчету участка с лупингом. Задача об оптимальной прокладке лупинга в горизонтальном газопроводе и при развитом турбулентном режиме течения рассмотрена в [2]. В обсуждаемом случае задача усложнена тем, что учитывается уклон трассы, а режим течения – произвольный. Для наглядности принято, что длина лупинга составляет половину основного канал, а остальные гидравлические характеристики основного и вспомогательного каналов одинаковые.

Однозначное преимущество прокладки лупинга проявляется при оценке аккумулирующей способности участка, которая полезна при сглаживании суточной неравномерности добычи и потребления газа.

Согласно постановке задачи, при наличии лупинга, аккумулирующая способность элементарного участка может увеличиваться в полтора и более раз, чему способствуют увеличения физического объема участка и среднего по участку значения давления. Такая же оценка имеет место для горизонтального газопровода. Выяснено, что для получения максимальной аккумулирующей способности, местоположение лупинга надо определять в конце с наибольшим давлением. То есть на участках, где имеет место режим после «перевальной точки», лупинг следует установить в конце участка, а в остальных случаях – в начале его.

Таким образом при использовании лупинга в газопроводной сети: удалось обобщить задачу об оптимальной прокладке трубопровода для рельефного газопровода и для всех пяти режимов течения, определить характер изменения давления, пропускной и аккумулирующей способностей участка с лупингом, выделить целесообразные варианты прокладки лупинга, которые не всегда согласуются со случаем горизонтальной трассы.

Литература

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика. Энергия, 1970. 672 с.
2. Юрков Н.К., Штыков Р.А. Оптимизация управления транспортировкой газа по трубопроводам путем анализа динамики изменения концентрации примесей. 2021. № 3 (35). С. 87-92.

3. Штыков Р.А. Путевое изменение коэффициента сверхсжимаемости газа на однопиточных и многопиточных участках магистрального газопровода. – Пенза. Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2015. Т. 2. С. 145-148.

4. Штыков Р.А. Разработка численного алгоритма определения гидравлических параметров двух групп параллельных нитей. – Пенза. Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2015. Т. 1. С. 270-273.