



16

Материалы
конференции
по BIM



55

Анализ рынка
отопительных
приборов



71

Эффективность
пластинчатых
рекуператоров



74

Фотоэлектрика
для питания
аппарата ИВЛ

WHEIL® | ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
ПЛАТФОРМА
ИНЖЕНЕРИИ КЛИМАТА
СДЕЛАНО В РОССИИ

info@npt-c.ru / wheil.com / +7 (495) 542-22-82



@wheil_official

ЗАРАБАТЫВАЙ ВМЕСТЕ С NAVIEN

Вступай в клуб
единомышленников
и успешных партнеров!



Регистрируйся
на сайте



Монтируй
котлы NAVIEN



Копи
баллы



Получай
бонусы



ПОЛУЧИ 3000 ₺

за монтаж электродкотла NAVIEN EQB
акция продлится до 1 июня 2021 года



...КОГДА ЗАБЫЛ
УСТАНОВИТЬ КОНВЕКТОР
TECHNO



**НАДЕЖНЫЕ
ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ
ПО ВЫГОДНЫМ ЦЕНАМ**

На правах рекламы.

Techno
КОНВЕКТОРЫ ОТОПЛЕНИЯ

Псковская область | г. Великие Луки
ул. Малышева, 11
+7 81153 6-92-91 | +7 911 364-62-04
info@techno60.ru

WWW.TECHNO60.RU





[Январский обзор изменений законодательства](#)

Предлагаем вашему вниманию обзор изменений законодательства в январе 2021 года, который позволит отраслевым компаниям получить актуальную информацию из одного материала. Приводим пояснения и уточнения от Минпромторга, ФАС, Росводресурсов, Минстроя, Минприроды и Правительства РФ.

10



[История появления трубы PE-X в России](#)

Трубы PE-X заняли свою нишу на отечественном сантехническом рынке и теснят конкурентов. Эта продукция постоянно совершенствуется, что позволяет производителям повышать качество, эффективность, надёжность и долговечность всей линейки изделий из PE-X. Они прошли долгий путь эволюции и стали значительно лучше предшественников.

40



[Электропроводность и ионный состав воды](#)

В статье автор постарается рассказать, как ионный состав воды влияет на значение её электропроводности, и насколько оправданно использовать общепринятые коэффициенты пересчёта электропроводности воды в её солесодержание (в диапазоне 0,5–0,55) для подавляющего большинства пресных вод.

42



[Опыт применения геотермальных тепловых насосов](#)

При строительстве и модернизации удалённых нежилых объектов часто возникает вопрос о выборе источника тепла. В статье автор представляет опыт российского производителя тепловых насосов по устройству геотермального отопления на объектах государственной и коммерческой инфраструктуры.

48



[Импорт снижается, производство в России — растёт](#)

Представляем вашему вниманию анализ российского рынка отопительных приборов, проведённый агентством «Литвинчук Маркетинг». Материал раскрывает основные тренды в динамике объёмов, структуры и особенностей развития рынка радиаторов водяного отопления на российском рынке в 2020 году.

55



[Об эффективности пластинчатых рекуператоров](#)

В статье — об изменении теплового совершенства пластинчатых рекуперативных теплообменников, предназначенных для утилизации теплоты вытяжного воздуха в зависимости от габаритов приточно-вытяжного агрегата. Даны соотношения, описывающие теплообмен в подобных аппаратах, а также приведены другие данные.

71

Новости

4

События

[Обзор изменений законодательства в январе 2021 года](#)

10

Интервью

[Концерн NAVIEN. Проверка на прочность пройдена](#)

14

BIM-проектирование

[EIR, BEP и CDE — BIM без сложных слов](#)

16

[Автоматизация строительных бизнес-процессов.](#)

[BIM Tender и другие продукты на основе Autodesk Forge](#)

19

[Взаимодействие BIM-систем и расчётных комплексов: синергетический эффект](#)

22

[Особенности проектирования инженерных сетей в BIM для реконструируемых объектов](#)

24

[Экспорт моделей инженерных систем из программы Audytor SET в программу Autodesk Revit](#)

28

[BIM-моделирование для жизненного цикла здания: реалии современности и потребности развития в России](#)

30

Сантехника и водоснабжение

[Процесс Энгеля, или История появления трубы PE-X в России](#)

40

[Влияние ионного состава воды на её электропроводность](#)

42

Отопление и ГВС

[Опыт применения геотермальных тепловых насосов для отопления коммерческих и инфраструктурных объектов](#)

48

[Инверторные DC-компрессоры на постоянных магнитах.](#)

[Применение в климатической технике](#)

52

[Импорт в Россию снижается, отечественное производство растёт](#)

55

[Сравнение нагрузок на отопление жилых, общественных и производственных зданий](#)

58

Кондиционирование и вентиляция

[Центр Энергоэффективных Технологий от НПП Климатика](#)

64

[Технико-экономическое обоснование применения специальной](#)

[схемы обработки притока с косвенным испарительным охлаждением](#)

66

[Исследование зависимости температурной эффективности](#)

[пластинчатых рекуператоров от типоразмера вентустановки](#)

71

Энергосбережение и ВИЭ

[Использование фотоэлектрического питания аппарата ИВЛ](#)

[«Фаза-21» на основе ФЭП третьего поколения](#)

74

References

78

Одной строкой

- Корпорация Apple близка к договорённости с южнокорейскими компаниями Hyundai Motor Company и Kia Motor о совместном выпуске в США самоуправляемого автомобиля с электродвигателем. Об этом сообщил телеканал CNBC.
- В конце 2019 года Apple, Google, Amazon и Zigbee Alliance (объединяет Comcast, IKEA, Samsung и др.) объявили о создании рабочей группы, которая займётся разработкой единого стандарта для работы устройств «умного» дома. В конце прошлого года появились конкретные разработки и результаты. Запуск проекта ожидается в 2021 году.
- Осталось меньше трёх месяцев до ключевого события рынка инженерных систем Северо-Запада — выставки Engineerica, на которой будет представлено оборудование для отопления, водоснабжения, вентиляции и климатических систем. Она состоится 13–15 апреля 2021 года в Санкт-Петербурге в КВЦ «Экспофорум».
- Президент США Джоозеф Байден подписал в первый день пребывания в должности указ о возвращении страны к обязательствам в рамках Парижского соглашения по климату. В 2018 году президент США Дональд Трамп решил выйти из соглашения, которое, по его мнению, тормозит развитие американской экономики.
- «Европейская солнечная инициатива», объявленная ассоциацией SolarPower Europe и EIT InnoEnergy, предусматривает 20 ГВт мощностей по выпуску солнечных модулей к 2025 году. Речь идёт о формировании мощной отрасли по производству солнечных систем в Европе — от сырья до вторичной переработки. Отрасль будет генерировать €40 млрд ВВП ежегодно и создаст 400 тыс. прямых и косвенных рабочих мест.
- По информации издания «Коммерсантъ», оператор магистральных сетей Финляндии Fingrid опубликовал четыре сценария долгосрочного развития энергосистемы страны (Network Vision). К 2035 году страна планирует достичь углеродной нейтральности, для чего придётся наращивать вводы ветряных и солнечных электростанций. Для России это может означать потерю крупнейшего иностранного покупателя электроэнергии: возможно, Финляндия не будет нуждаться в энергомосте с Россией через Выборг.
- По данным Ассоциации производителей трубопроводных систем (АПТС), в сегменте полимерных труб доля подделок составляет около 30%, а по некоторым видам ещё выше. Перечень стройматериалов, подлежащих обязательной сертификации, в этом году планируется расширить, сообщает пресс-служба Минпромторга. Подтверждать соответствие должны будут производители бетонных изделий, тротуарной плитки и труб.

Xylem

Новая система мониторинга и контроля Flygt Pareo для дренажных насосов

Компания Xylem представляет новую систему мониторинга и контроля Flygt Pareo для дренажных насосов. Flygt Pareo — это внешний блок системы мониторинга, соединённый с погружным дренажным насосом, позволяющий осуществлять «умное» управление агрегатом для горнодобывающей промышленности и строительной индустрии. Flygt Pareo — удобное и портативное устройство, которое разработано специально для водоотведения в суровых условиях эксплуатации. Идентификация режима работы насоса «на храпе», автоматический контроль направления вращения рабочего колеса, защита двигателя — Flygt Pareo снижает затраты на техническое обслуживание, аварийный ремонт и простои оборудования. Простое управления и удобное меню блока позволяют соответствовать тенденции к правильной автоматизации и осуществлять бес-



проводное подключение, как в горной промышленности, так и строительстве. Flygt Pareo может подключаться к широкому модельному ряду погружных насосов Flygt мощностью от 1,2 до 135 кВт. К особенностям системы Flygt Pareo можно отнести идентификацию режима работы насоса «на храпе», автоматический контроль направления вращения рабочего колеса и возможность интеграции в существующую систему SCADA.

В системе также реализована «продвинутая» защита двигателя (по току и напряжению, от асимметрии фаз и перегрева) и функция ведения журнала данных. Результатом использования системы Flygt Pareo является снижение износа насоса на 70%, уменьшение стоимости жизненного цикла до 40% и сокращение стоимости обслуживания насосного оборудования.

WIL0

Wilopark: системообразующий, экологичный и цифровой



4 февраля 2021 года группа WIL0 провела торжественное открытие новой штаб-квартиры в Дортмунде — Wilopark. В цифровом мероприятии, формат которого обусловлен ситуацией с коронавирусом, приняли участие более 1500 высокопоставленных международных гостей, представителей экономической и политической сферы, а также сотрудники WIL0. Среди почётных гостей, приславших видеопоздравление по этому поводу, были федеральный канцлер Ангела Меркель, премьер-министр федеральной земли Северный Рейн — Вестфалия Армин Лашет, министры Андреас Пинкварт и Карл-Йозеф Лауманн, а также вице-премьер-министр Республики Казахстан Роман Скляр. На территории площадью около 200 тыс. м² размещается сверхсовременное цифровое производство Smart Factory, офисное здание

Pioneer Cube, центр поддержки клиентов и центр разработки продуктов. Группа WIL0 при строительстве новой штаб-квартиры реализовала концепцию эксплуатации, ориентированную на будущее, и объединила в цифровую сеть оборудование для зданий и сооружений. Благодаря этому потребление энергии уменьшается почти на 40%. Кроме того, выбросы углекислого газа снижаются на 3500 тонн в год. Это соответствует количеству углекислого газа, которое могут поглотить 280 тыс. деревьев.





«Босш Термотехника»

Новые дымоходы для конденсационных котлов Bosch и Buderus

В ассортименте продукции «Босш Термотехника» появились новые дымоходы размером 60/100 и 60 мм, а также были обновлены модели других типоразмеров.

Ранее линейка дымоходов брендов Bosch и Buderus включала модели диаметром от 80 мм и более. Теперь у владельцев конденсационных котлов небольшой мощности (до 30 кВт) есть возможность использования дымохода более подходящего небольшого размера 60/100 и 60 мм. При монтаже такое решение требует меньшего по диаметру отверстия в стене. Кроме того, дымоходы нового образца будут более выгодными по цене, поскольку проведённая оптимизация позволила снизить цены на большинство дымоходов. Новые модели дымоходов от компании «Босш Термотехника» уже представлены в каталогах оборудования Bosch и Buderus 2021 года.

Danfoss

Новая серия этажных узлов Danfoss TDU.5

Недавно компания Danfoss начала выпуск новой серии этажных узлов — TDU.5. Это изделие заводской готовности выполняет присоединительную, измерительную, регулируемую и распределительную функции.

Основное отличие новой версии узлов от предыдущей модели — многофункциональный коллектор, в состав которого входят запорные вставки с резиновым уплотнением для каждого потребителя, штуцеры для подключения импульсной трубки и датчиков температуры. Конструкция вставки обеспечивает защиту от прикипания запорного элемента, а резиновые уплотнения между вставкой и коллектором сохраняют герметичность даже в случае срыва герметика.

Новый тип кронштейнов крепления к стене предоставляет возможность позиционирования коллекторов по трём осям, что упрощает проектирование и монтажные работы.



BAXI

BAXI «подружился» с голосовым помощником Алисой

В конце 2020 года в приложении ZONT, с помощью которого можно удалённо управлять котлами BAXI посредством системы ZONT Connect, стала доступна функция голосового помощника Яндекс.Алиса. Теперь общаться с системой ZONT Connect можно и с помощью голоса. ZONT Connect можно подключить к котлу вместо комнатного термостата и получить удалённое управление температурой помещения. При подключении к котлам BAXI с интерфейсом OpenTherm пользователь сможет задавать несколько режимов отопления дома и менять их одним нажатием кнопки на своём смартфоне, а также получит удобный графический интерфейс, с помощью которого можно составить суточное и недельное расписание температуры в доме для оптимального расхода газа.

WILO

WILO открыла склад в Красноярске

Ведущий мировой производитель насосного оборудования WILO открыл тринадцатый склад в России. Новый склад будет обслуживать дилеров из Сибирского федерального округа и поможет компании упрочить позиции на локальном рынке.



Российское представительство «ВИЛО РУС» расширило складские площади для удовлетворения высокого спроса на широкий ассортимент насосного оборудования для бытового применения, а также для коммунальной сферы, зданий, сооружений, промышленности и водного хозяйства. Новый склад повысит уровень клиентского сервиса компании благодаря минимизации сроков поставки продукции, а также более высоким уровням товарных запасов. Открытие склада поможет повысить доступность продукции для клиентов из ближайших к Красноярску городов. Новый склад расположен в Красноярске по адресу улица Дальняя, д. 3. Он оснащён профессиональными системами хранения и погрузочной техникой, которые позволяют эффективно и быстро производить все складские операции. Новый склад поможет реализовать систему отгрузок в более короткие сроки.

Vaillant

Снятие с продаж котлов серии atmoVIT VK INT

«Вайлант Груп Рус» разослала уведомление партнёрам, в котором сообщается о снятии с производства напольных газовых котлов серии Vaillant atmoVIT. В список попали следующие модели котлов: atmoVIT VK INT 164/1-5 (артикул 309226), atmoVIT VK INT 254/1-5 (артикул 309227), atmoVIT VK INT 324/1-5 (артикул 309228), atmoVIT VK INT 414/1-5 (артикул 309229), atmoVIT VK INT 484/1-5 (артикул 309230), atmoVIT VK INT 564/1-5 (артикул 309231). Данные котлы больше недоступны для заказов, приобрести их можно только при наличии на складе «Вайлант Груп Рус».

Danfoss

Обновление каталога «Стандартные холодильные машины»

В 2020 году специалисты «Данфосс» подготовили очередное обновление каталога, реализованное в редакции 2.1. В этой версии каталога стандартных холодильных машин учтены последние новинки продукции Danfoss для различных применений, добавлены новые схемы. Ниже приведено описание новых схем в версии 2.1.



Схема № 17: холодильная машина с компрессором винтового типа с экономайзером, термосифоном и системой зимнего пуска. Схема № 21: многокомпрессорная сателлитная холодильная машина с частотным регулированием производительности компрессора и системой зимнего пуска. Схема № 27: реверсивная холодильная машина — тепловой насос для низкотемпературного применения. Схема № 33: чиллер многокомпрессорный с ЭРВ с конденсатором воздушного охлаждения и системой зимнего пуска. Схема № 34: чиллер двухконтурный многокомпрессорный с ЭРВ с конденсатором воздушного охлаждения и системой зимнего пуска. Схема № 46: обвязка воздухоохладителя высокой мощности с ICF при оттайке горячим газом. Схема № 47: CO₂, каскадная холодильная машина. Схема № 48: CO₂, обвязка воздухоохладителя при насосной подаче. Схема № 49: CO₂, малая бустерная холодильная машина.



Конференции

III BIM-конференция журнала СОК



Проведённая в рамках Aquatherm Moscow 2021 журналом СОК III ежегодная BIM-конференция «BIM и BEM как инструменты оптимизации современного инженерного обустройства зданий», привлекла внимание более 600 профессионалов отрасли. С приветственным словом выступил Рашид Артиков, зампреда Центра компетенций ресурсосбережения, энергоэффективности и экологии. В конференции принял участие президент АС «АВОК Северо-Запад» А.М.Гримитлин, рассказавший о цифровых библиотеках типовых инженерных узлов как инструменте внедрения BIM-проектирования в массовую практику. Евгений Криницкий, технический директор ООО «ГК ВентСофт», затронул прикладные вопросы формирования технической информации для инженерного анализа в BIM-

модели с MagiCAD 2021. Екатерина Васильева, специалист по направлению «Внутренние инженерные системы» компании Renga Software, показала, как осуществляются расчёты систем водоснабжения и водоотведения по BIM-модели. Татьяна Яцюк, инженер-архитектор АПК «Содействие», и Владислав Чайкин (НИУ МЭИ) рассказали о российских реалиях BIM-моделирования для жизненного цикла здания. О BIM, как инструменте автоматизации работы проектировщика и производителя инженерного оборудования, сделал доклад Максим Хохлов, генеральный директор ООО «БИМ Софт». Дмитрий Климов, руководитель инженерной мастерской, и Эмиль Султанов, руководитель группы математического моделирования (проектное бюро АПЕКС), осветили тенденции моделирования и проектирования инженерных систем в эпоху COVID-19. Особенности проектирования инженерии в реконструкции в BIM отразил в своей презентации генеральный директор компании ООО «Росэко-Стройпроект» Александр Лапыгин, а генеральный директор компании «Академия BIM» Александр Осипов сделал актуальный доклад под названием «EIR, BEM, CDE и другие: BIM у заказчика без сложных слов».

Конференции

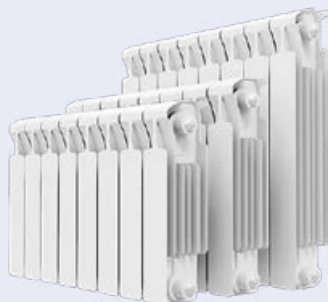
V отраслевая конференция журнала СОК по тепловым насосам

Проведённая в рамках Aquatherm Moscow 2021 журналом СОК V отраслевая конференция «Промышленные тепловые насосы. Системы хранения тепла и холода» привлекла внимание более 500 специалистов. В конференции приняли участие заместитель председателя Центра компетенций ресурсосбережения, энергоэффективности и экологии Рашид Артиков, выступивший с приветственным словом, и Светлана Гафарова, руководитель Ассоциации водоснабжения и водоотведения Московской области, представившая доклад «Возможности технологии ЕНН для решения актуальных задач потребителей и производителей». Александр Федоров, технический директор ООО «Термекс Энерджи», рассказал об опыте применения геотермальных тепловых насосов Thermex Energy на коммерческих и инфраструктурных объектах, справедливо отметив, что геотермальные ТН являются надёжным, эффективным и экономически обоснованным решением для отопления коммерческих и инфраструктурных объектов, удалённых от центральных коммуникаций. Алексей Цымбал, генеральный директор ком-



пании LIAN technology, изложил опыт применения инверторных технологий в конструировании коммерческого холодильного оборудования и тепловых насосов. Директор по развитию ООО «Ойлон» Павел Бражников рассказал о применении техники компании в РФ, а юрист в сфере ВИЭ Елена Попова, соучредитель ООО «Ленас Групп», рассказала о нюансах юридического сопровождения проектов с применением тепловых насосов. Богдан Христенко и Владислав Чайкин (НИУ МЭИ) сделали доклад о проектировании сезонного льдоаккумулятора для внедрения в систему теплоснабжения жилого дома.

Новинка: RIFAR MONOLIT 300



Стандартно радиаторы RIFAR MONOLIT выпускают в двух типоразмерах: с межсекевым расстоянием 350 или 500 мм. Обычно этих типоразмеров достаточно для решения большинства задач, однако условия монтажа могут оказаться необычными, и тогда нужен прибор за рамками типовых размеров. Подобная ситуация возникла при строительстве по новым проектам и реализации широкомасштабной программы реновации жилья — в современных проектах многоэтажных жилых домов, строящихся по этой программе, предусмотрены большие окна с низкими подоконниками на высоте всего 500 мм от пола. Под подоконниками недостаточно места для литых радиаторов с межсекевым расстоянием 350 мм, так

как для их эффективной работы требуется запас пространства в 70–80 мм сверху и снизу. Это могло бы лишить жильцов домов возможности устанавливать в своих квартирах современные монолитные биметаллические радиаторы. Российский производитель RIFAR для решения этой задачи разработал новый типоразмер популярной модели радиатора RIFAR MONOLIT — с межсекевым расстоянием 300 мм и высотой секции всего 365 мм.

Теплоотдача одной секции радиатора MONOLIT 300 составляет 126 Вт при $\Delta t = 70^\circ\text{C}$, масса — 1,33 кг. Приборы прошли обязательную сертификацию в России по ГОСТ 31311–2005 и застрахованы СПАО «Ингосстрах». Гарантия производителя на MONOLIT — 25 лет.



Новая серия насосов Lowara для промышленного применения



Компания Xylem представляет новую серию насосов Lowara для промышленного применения серии e-IXP, разработанную в соответствии со стандартами ISO 2858 и ISO 5199. Расширенный модельный ряд до DN250 увеличивает производительность на 65% по сравнению с предыдущим поколением насосов. Большой выбор комбинаций материалов корпуса и рабочего колеса, PN16 и PN25 для удовлетворения разнообразных потребностей промышленного рынка. Повышение эффективности на 10% по сравнению с предыдущей серией ISO благодаря оптимизированной гидравлике. Использование привода

Hydrovar для оптимизации производительности: доказанная экономия до 50% энергии при работе с переменной скоростью. Корпус подшипников с увеличенным картером разработан для тяжёлых условий эксплуатации, что позволяет снизить температуру масла и увеличивает срок службы подшипника L10 до 40 тыс. часов, сокращая необходимость обслуживания. Запатентованная спиральная камера уплотнения увеличивает срок службы торцевых уплотнений до пяти раз при работе с абразивными жидкостями.

Технические характеристики: типоразмеры DN25 — DN250; мощность от 0,55 до 200 кВт; напор до 160 м; расход до 1270 м³/ч.



О Юбилейной Международной выставке Aquatherm Moscow 2021

2–5 февраля в МВЦ «Крокус Экспо» прошла 25-я Юбилейная Международная выставка оборудования для отопления, водоснабжения, инженерно-сантехнических систем, вентиляции, кондиционирования, холодильной техники, бассейнов, саун и спа — Aquatherm Moscow 2021. Выставка Aquatherm Moscow вновь стала флагманской платформой для эффективного взаимодействия всех участников рынка — производителей, поставщиков, организаций по строительству, установке и проектированию инженерных систем.



За четыре дня 9693 представителей индустрии посетили выставку и познакомились с новым оборудованием и технологиями рынка, обсудили насущные вопросы развития индустрии, провели деловые переговоры, получили возможность найти новых поставщиков и партнёров для сотрудничества и получить новые профессиональные знания.

Производители и поставщики представили свою продукцию и технологии для промышленного и бытового использования и помогли подобрать специалистам оптимальные решения в следующих категориях: отопление; водоснабжение, водоотведение, канализация; трубы, фитинги, арматура; КИП и системы автоматизации; бассейны, сауны и спа; вентиляция, кондиционирование и охлаждение; инструменты для монтажа инженерных систем; услуги по проектированию и монтажу систем отопления, водоснабжения и климатического контроля.

Помимо российских производителей и поставщиков в выставке приняли участие стендами российские представительства компаний из Великобритании, Германии, Испании, КНР, Польши, Турции, Франции, Швеции.

Экология

Углеродный налог ЕС может замедлить рост спроса на энергоресурсы

Глава Минэкономразвития Максим Решетников в ходе правительственного часа в Госдуме заявил, что введение трансграничного углеродного налога Евросоюзом может замедлить рост спроса на энергоресурсы и привести к изменениям структуры спроса на них. И в особенности это касается рынков угля.



Он отметил, что в РФ сформирована стратегия низкоуглеродного развития до 2050 года, подготовлен законопроект об ограничении выбросов парниковых газов. По словам министра, министерство выбрало мягкую модель регулирования без налогов и обязательных платежей, как это просила наша промышленность с тем, чтобы поэтапно формировать новые рынки углеродных единиц и привлекать инвестиции в климатические проекты. Кроме того, Россия готовит инфраструктуру для выпуска «зелёных» облигаций.

Источник: ТАСС, ПРАЙМ

Теплоснабжение

Нейросети помогут управлять теплом

Учёные Пермского Политеха разработали интеллектуальный модуль для управления локальной системой теплоснабжения. Нейросети помогут точно и оперативно рассчитывать температуру теплоносителя на выходе из котельной. Технология позволяет поддерживать её в норме у потребителей, избегать необоснованного перегрева теплоносителя и экономить средства на отоплении. Для «обучения» нейросети учёные использовали большой объём статистических данных. В него вошли синхронизированные температуры теплоносителя в различных точках тепловой сети и температуры окружающей среды.

Экология

Доклад ООН: 2021 год станет решающим для нашей планеты

В ООН подготовили новый 168-страничный доклад, который называется «Примирение с природой» (Making Peace with Nature). Первый обобщённый доклад ЮНЕП «Примирение с природой: научный план действий в чрезвычайных ситуациях, связанных с климатом, биоразнообразием и загрязнением» основан на данных, полученных в результате всемирных экологических оценок. Ведущий автор доклада сэр Роберт Уотсон предупреждает о том, что наши дети и внуки унаследуют мир экстремальных погодных изменений, повышения уровня моря, резкой гибели растений и животных, отсутствия продовольственной и водной безопасности и увеличения вероятности будущих пандемий. Человечество делает Землю всё более непригодной для жизни планетой из-за климатических изменений, утраты биоразнообразия и загрязнения окружающей среды. И крайне важно уже в этом году кардинально изменить взгляд на общество, экономику



и повседневную жизнь. В отличие от предыдущих отчётов, на этот раз ООН даёт конкретные рекомендации касательно необходимых изменений.

Генеральный секретарь ООН Антониу Гутерреш утверждает, что 2021 год — решающий для планеты, и ещё не поздно всё поменять.

ВИЗ

Энергия ветра + солнца



Производитель солнечных панелей DAS Energy и австрийская энергосервисная компания Energie Burgenland создали гибридную установку, которая позволяет объединить энергию солнца и ветра. Для этого на стандартном ветрогенераторе электростанции города Вайдена-ам-Зе установили 30 гибких солнечных панелей от DAS Energy. «Благодаря выработке в фотоэлектрической системе дополнительной экологически безопасной электроэнергии эффективность ветрогенератора ещё больше возрастает, а его экологический след уменьшается», — сказал Алоис Экер, директор правления Energie Burgenland. Для реализации проекта привлекались промышленные альпинисты компании Skyworks. Чтобы прикрепить солнечные панели, им при-

шлось подняться на высоту 40 м. Для фиксации фотомодулей на корпусе ветрогенератора использовался только специальный клей от Innotec, что позволило обойтись без сверления отверстий и других аналогичных работ. Производитель гарантирует, что клей обеспечит прочность соединения как минимум в течение десяти лет. Несмотря на то, что солнечные панели DAS Energy имеют толщину всего 2 мм и очень лёгкие, правильно приклеить их на большой высоте было непросто.

Солнечные панели установлены на юго-восточной и юго-западной сторонах опоры ветроэлектрической установки. Благодаря этому им достаётся максимальное количество света в течение дня. А так как модули размещены практически вертикально, они могут эффективно поглощать энергию даже зимой, когда солнце стоит низко.

«Этот пилотный проект даёт нам возможность продемонстрировать потенциал наших фотоэлектрических элементов», — отметил Кристиан Дрис, управляющий директор DAS Energy. — «Фотоэлектрическая технология является одной из самых экологически безопасных, но требует много места. Поэтому наша цель — сделать как можно больше поверхностей пригодными для установки устройств, позволяющих получать электричество будущего».

ВИЗ

Аномальные морозы вызвали энергетический кризис в США



Фото: Associated Press.

Рекордные морозы в США привели к остановке работы ветряных электростанций и солнечных панелей, что вызвало рост цен на электроэнергию и газ. Альтернативная электроэнергетика не может обойтись без традиционных источников.

Рекордные морозы в центральной части США вызвали резкий скачок спроса на электроэнергию и вынудили оператора энергосистемы штата Техас отключить электричество в более чем двух миллионах домов, сообщил Bloomberg. Оператор энергосистемы Техаса заявил, что дефицит электро-

Источник: FBK.

энергии возник из-за нехватки природного газа на электростанциях и приостановки работы ветряных электростанций из-за обледенения, пишет агентство.

Из-за экстремально холодной погоды в Техасе нарушена работа газопроводов, а ветряные турбины начали замерзать. Компании, добывающие нефть и газ, были вынуждены приостановить работу. Также закрыты крупнейшие нефтеперерабатывающие предприятия, пишет Bloomberg. В частности, временно прекратили работу заводы Motiva, Exxon и Marathon.



РАВИ

Ростовская область: 15 территорий для новых ветропарков



Ростовская область готова предложить инвесторам 15 территорий для создания ветропарков. Об этом сообщил генеральный директор агентства инвестиционного развития Ростовской области Игорь Бураков. По его словам, все территории обладают необходимыми характеристиками для создания новых ветроэлектростанций (ВЭС). В 2020 году регион вышел на первое место по установленной мощности ветрогенерации среди регионов РФ. Введены в эксплуатацию первые ветропарки на территории Красносулинского и Каменского районов суммарной мощностью 350 МВт. До 2024 года в регионе будут построены ВЭС суммарной мощностью более 700 МВт.

Для размещения новых ВЭС подбирают локации, которые привлекательны с точки зрения ветровой нагрузки, а также такие, где есть возможность «с небольшими затратами дойти до большой сети».

Игорь Бураков отметил, что в отдельных территориях среднегодовые показатели скорости ветра составляют 8 м/с, что является одним из принципиальных условий для развития ветроэнергетики в регионе. Власти Ростовской области рассчитывают, что к 2022 году около 20% всей потребляемой в Ростовской области электрической энергии будет получено от возобновляемых источников.



На правах рекламы.

КОТЛЫ CONDENSATION VISIO® 25 • 32 • 45 кВт

СОВЕРШЕНСТВО ТЕХНОЛОГИЙ



Теплообменник **DUOSTEP®** с высоким КПД до **109%** • Рассчитан на круглосуточный срок службы **при полной мощности в течение 20 лет***

* Средняя продолжительность срока службы котлов марки FRISQUET



Модуляционная горелка **FLATFIRE®**

с низким уровнем выбросов NO_x (класс 6) • Устройство **READ®** для автоматического контроля смешивания воздух/газ



ECO RADIO SYSTEM Visio®

Многозональная цифровая автоматика управления для абсолютного комфорта...

- Модульное и полностью беспроводное решение
- Простое управление отоплением (до 3-х контуров)
- 25% экономии энергии
- Дистанционное управление с помощью устройства и приложения **Frisquet Connect**



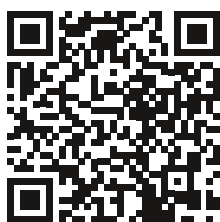
ГВС 3 ЗВЕЗДЫ ...

- ГВС высокого качества • **FRISQUET** — лидер в области производства ГВС
- Моментальная подача ГВС при стабильной температуре
- Постоянное наличие **большого объема воды** в режиме накопления



Обзор изменений законодательства в январе 2021 года

Предлагаем вашему вниманию обзор изменений законодательства в январе 2021 года, который позволит отраслевым компаниям получить актуальную информацию из одного материала. Перейдя по QR-коду, вы сможете воспользоваться гиперссылками на упомянутые в статье документы.



•• Гиперссылки на документы

В публикации использовались материалы с сайта grundfos.com

Минпромторг — об энергоэффективном оборудовании

Минпромторг пояснил, как производитель может получить от ведомства подтверждение, что выпускаемое им энергооборудование является инновационным.

В конце прошлого года Правительство РФ приняло постановление, в котором устанавливался порядок выдачи документа с результатами проверки инновационного энергетического оборудования. В частности, речь шла об оборудовании угольных электростанций с параметрами пара не менее 23 МПа, с улучшенными энергетическими характеристиками, и о газовых турбинах с установленной мощностью 65 МВт и более.

По итогам проверки оборудования принимается решение о включении в Перечень инновационного энергетического оборудования. Действие упомянутого постановления, кроме всего прочего, направлено на повышение

доли применяемого энергоэффективного и экологичного оборудования.

Минпромторг в своём пояснении указал, что производитель, желающий подтвердить высокие инновационные характеристики своей продукции, должен предоставить в ведомство заявление и необходимые документы.

Среди них:

- сведения об отнесении энергетического оборудования к образцам инновационного и соответствии его характеристик установленным для его типа/марки требованиям;
- документ с подтверждением наличия у организации права на конструкторскую и техническую документацию.

Подробнее: Приказ Минпромторга России от 20.10.2020 № 3617.

Вода — в фокусе внимания ФАС

Федеральная антимонопольная служба уточнила, на какие нормативно-правовые акты (НПА) она опирается в своей деятельности по контролю за соблюдением антимонопольного законодательства и законодательства о естественных монополиях. Полный список НПА приведён в перечне.

В документе даются названия законов и приводятся гиперссылки на официальный текст НПА на официальном интернет-портале правовой информации. Всего перечень включает 208 НПА. Среди них:

- Федеральный закон № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении»;

□ Федеральный закон № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях»;

- Постановление Правительства РФ № 314 «Об утверждении Правил осуществления государственного контроля за экономической концентрацией в области использования водных объектов».

Подробнее: «Перечень нормативно-правовых актов, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении ФАС России мероприятий по государственному контролю (надзору) за соблюдением антимонопольного законодательства и законодательства о естественных монополиях».

Росводресурсы напомнили о законах

Федеральное агентство водных ресурсов уточнило, соблюдение каких нормативно-правовых актов контролируется. Такой список будет необходим прежде всего лицам, желающим получить чёткое определение для своего вида деятельности и узнать требования, которые к ним будут предъявляться.

В перечне содержатся следующие акты:

- Водный кодекс Российской Федерации;
- Постановление Правительства РФ № 230 «О договоре водопользования, право на заключение которого приобретает на аукционе, и о проведении аукциона»;
- Постановление Правительства РФ № 165 «О подготовке и заключении договора водопользования»;

□ Постановление Правительства РФ № 884 «О порядке подготовки и принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование»;

- Постановление Правительства РФ № 469 «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».

Подробнее: «Перечень нормативных правовых актов (их отдельных положений), содержащих обязательные требования».

Актуализированы правила интернет-торговли

Правительство РФ внесло изменения в правила розничной купли-продажи товаров, в том числе через Интернет. Новые правила вступили в силу 1 января 2021 года.

Нововведениями стали:

- обязанность продавца предоставить потребителю кассовый или товарный чек признается также исполненной, если чек направлен с помощью электронных и иных технических средств;
- если продажа производится вне торговых объектов, то товар должен быть обязательно в потребительской упаковке;
- при дистанционном способе продажи товара продавец предоставляет потребителю полную и достоверную информацию о товаре посредством её размещения в Интернете;
- товар доставляется потребителю по указанному им адресу, а при отсутствии потребителя — любому лицу, предъявившему информацию о номере заказа или другое подтверждение заключения договора розничной купли-продажи/оформления заказа;
- продавец доводит до потребителя информацию о форме и способах направления претензий (если такая информация продавцом не представлена, потребитель вправе направить претензию в любой форме и любым способом);
- расходы на осуществление возврата суммы, уплаченной потребителем в соответствии с договором розничной купли-продажи за товар ненадлежащего качества, несёт продавец (оплата товара потребителем путём перевода средств на счёт третьего лица, указанного продавцом, не освобождает продавца от обязанности осуществить возврат уплаченной потребителем суммы при возврате потребителем товара как надлежащего, так и ненадлежащего качества).

Подробнее: Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2463.

Новая форма проектной декларации

Минстрой России выпустил пояснение о применении своего приказа № 996/пр «Об утверждении формы проектной декларации», вступившего в силу 13 декабря 2020 года. В частности, ведомство рассказало о том, как рассчитывать общую площадь жилого помещения.

Пояснения Минстроя касаются п. 64 приказа. Как указывает ведомство, общая площадь подсчитывается исходя из суммы площадей всех отапливаемых помещений (жилых комнат и помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения бытовых и иных нужд) и всех помещений (лоджий, балконов, веранд, террас, холодных кладовых и тамбуров) без понижающего коэффициента. Данная норма введена в действие с 13 декабря 2020 года.

Указанное примечание распространяется на проектные декларации, по которым положительное заключение экспертизы проектной документации получено после вступления приказа в силу, то есть после 13 декабря 2020 года.

Минстрой добавляет, что информация о проекте строительства должна соответствовать технико-экономическим показателям, подтвержденным положительным заключением экспертизы проектной документации и разрешением на строительство.

При этом вносить изменения в проектные декларации, размещённые в Единой информационной системе жилищного строительства (ЕИСЖС) до 13 декабря 2020 года, не требуется.

Подробнее: Письмо Минстроя России 25.12.2020 № 53201-ИФ/07.

Изменены требования к сведениям в ЕИСЖ

Правительство РФ актуализировало требования к публикации сведений в Единой информационной системе жилищного строительства (ЕИСЖ). Соответствующие поправки внесены министрами правительства.

Начиная с 1 января 2021 года упразднена обязанность застройщика раскрывать условия привлечения денежных средств участников долевого строительства по договорам участия в долевом строительстве, если такие средства размещены на счетах эскроу, а информация за первый квартал, первое полугодие и девять месяцев публикуется застройщиком одновременно с публикацией бухгалтерской отчётности.

Ещё одно нововведение: теперь контролирующий орган обязан публиковать в ЕИСЖ заключения о соответствии застройщиков и проектных деклараций законодательным требованиям, а также мотивированные отказы в выдаче таких заключений в форме электронных документов.

Подробнее: Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2448.

Минстрой выпустил перечень основных законов отрасли

Минстрой составил перечень нормативно-правовых актов, соблюдение которых контролируется ведомством. Список действует с 1 января 2021 года.

В список вошли:

- Федеральный закон № 214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» со всеми изменениями и дополнениями;
- Жилищный кодекс Российской Федерации;
- Постановление Правительства РФ № 1683 «О нормативах финансовой устойчивости деятельности застройщика»;
- Постановление Правительства РФ № 319 «О единой информационной системе жилищного строительства»;
- ещё ряд ведомственных нормативных актов.

В перечне приводятся, в числе прочего: ссылки на текст нормативного правового акта на официальном интернет-портале правовой информации, виды экономической деятельности лиц, обязанных соблюдать установленные законом требования и др.

Подробнее: Приказ Минстроя России от 31.12.2020 № 930/пр.



Минприроды утвердило новые нормативы сбросов в водные объекты

Минприроды в своём приказе сообщило о новой методике подсчёта нормативов для сбросов вредных веществ в водные объекты. Приказ действует до 1 января 2022 года.

Нормативы рассчитываются исходя из показателей качества воды, с учётом его фонового состояния по загрязняющим веществам. По состоянию объекта можно также сделать вывод о применяемых технологиях и особенностях производственного процесса водопользователя.

Величины норматива разрабатываются и утверждаются для действующих и проектируемых организаций-водопользователей. Их разработка осуществляется как организацией-водопользователем, так и по его поручению проектной или научно-исследовательской организацией.

Срок актуальности расчётов нормативов не превышает семи лет с момента получения комплексного экологического разрешения, в заявке на получение которого они содержались, или данный срок исчисляется с момента предоставления декларации о воздействии на окружающую среду, приложением к которой они являлись.

Расчёт новых нормативов осуществляется в следующих случаях:

- при изменении на 30% и более годового объёма сточных вод;
- при изменении перечня сбрасываемых загрязняющих веществ;
- при изменении технологии производства, а также методов очистки сточных вод;
- получении впервые сведений о величинах условных фоновых концентраций или обновлении таких сведений;
- утверждении региональных нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водного объекта рыбохозяйственного значения и др.

Подробнее: Приказ Минприроды России от 29.12.2020 № 1118.

Новые источники финансирования строительства объектов инфраструктуры

Правительство РФ разработало и утвердило Правила финансирования строительства и реконструкции объектов инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры, в том числе реализуемых при жилищном строительстве, с использованием облигаций специализированных обществ проектного финансирования, включая порядок отбора проектов строительства и реконструкции объектов инфраструктуры для осуществления указанного финансирования.

По смыслу норм рассматриваемого постановления под специализированным обществом проектного финансирования понимается общество, 100% акций (долей участия) которого принадлежит Единственному институту развития в жилищной сфере («ДОМ.РФ»), и специализированное общество, 100% акций (долей участия в уставном капитале) которого принадлежит иной организации, определённой правительством.

Отбором объектов инфраструктуры будет заниматься Межведомственная комиссия при Минстрое России.

При реализации проектов строительства (реконструкции) объектов инфраструктуры с использованием облигаций специализированным обществом предоставляются денежные средства на основании договоров займа со специализированным обществом. Кроме того, они получают следующие меры господдержки:

- субсидии в целях финансового обеспечения (возмещения) затрат специализированного общества по выплате процентного (купонного) дохода по облигациям;
- предоставление госгарантий субъектов Российской Федерации в целях обеспечения исполнения денежных обязательств заёмщиков по договорам займа со специализированным обществом.




Подробнее: Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2459.



Международная выставка
оборудования для отопления,
водоснабжения, вентиляции
и климатических систем

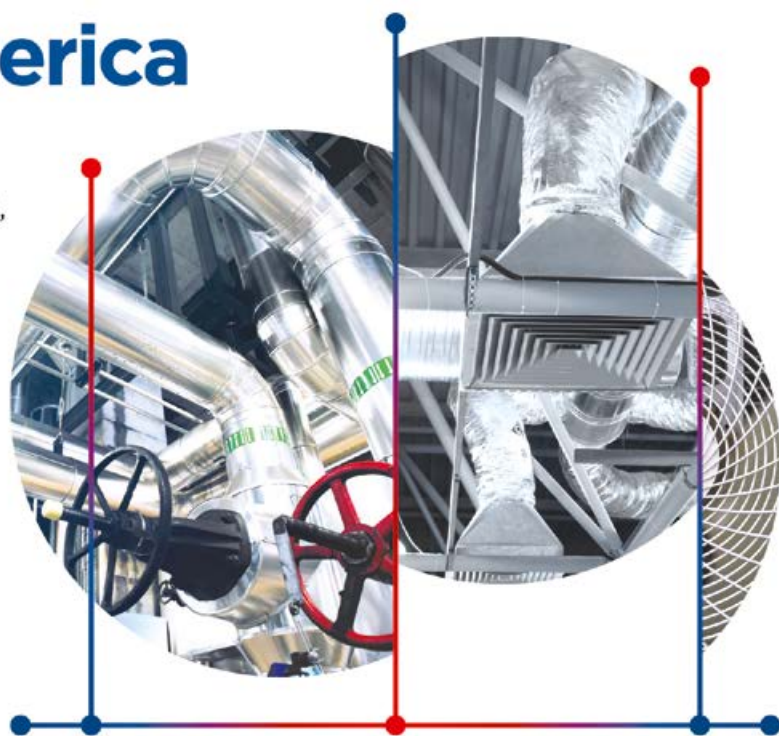
13|14|15 АПРЕЛЯ 2021

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

-  Отопление
-  Водоснабжение
-  Вентиляция
-  Кондиционирование

Получите бесплатный
электронный билет на сайте
engineerica.ru,

используя промокод **engi-cok**



Международная
Выставочная
Компания

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

+7 (812) 380 6014/00
engineerica@mvk.ru



ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



XII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

X МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС



Энергосбережение и энергоэффективность.

IT ТЕХНОЛОГИИ. ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЯ



Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

Организатор



Тел.: +7 (812) 777-04-07; +7 (812) 718-35-37; st@farexpo.ru www.farexpo.ru

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный
информационный
партнер



Проверка на прочность пройдена

Уходящий год по вполне понятным причинам внёс существенные коррективы в отрасль производства и продажи отопительного оборудования. Об итогах уходящего года на рынке HVAC, новинках, которые были представлены брендом NAVIEN на выставке Aquatherm Moscow 2021, первом за 20 лет ребрендинге, а также о том, как иностранным компаниям удалось приспособиться к непростым условиям, главному редактору журнала СОК Александру ГУДКО рассказал Никита ГОЛУБЕВ, директор по маркетингу компании «Навиен Рус» — официального представительства концерна KD NAVIEN в России.

Интервью подготовлено пресс-службой ООО «Навиен Рус» и редакцией журнала СОК

С каким «багажом» компания «Навиен Рус» подошла к порогу 2020 года?

Н.Г.: С более чем сорокалетней историей производства отопительного оборудования и завоевания рынков Азии, Европы, США и России. За это время нами был накоплен огромный опыт адаптации продукции под нужды каждого конкретного рынка. Ведь конечные потребители и потребление в целом сильно отличаются в странах даже одного региона. Что касается российского рынка, то здесь мы всего за семь лет смогли стать абсолютными лидерами продаж в сегменте газовых котлов. В 2018 году мы продали свой миллионный настенный газовый котёл, что для отрасли стало своего рода рекордом, и данное достижение было отмечено многими экспертами. Наряду с этим компания три раза подряд получила отечественную Премию доверия потребителей «Марка №1 в России». Столь серьёзные достижения накладывают на нас большую ответственность. Ведь чтобы соответствовать статусу лидера и оставаться на том же уровне узнаваемости бренда, нам надо очень быстро двигаться вперёд, что называется, «без оглядки», из-за серьёзной конкуренции с немецкими и итальянскими производителями.

Какие задачи ставило руководство компании на 2020 год?

Н.Г.: В 2020 году мы планировали активно развивать сотрудничество с застройщиками и государственными заказчиками. Нашей задачей было увеличение доли присутствия на этом рынке на 20–30 процентов. В сегменте B2C планы были не менее амбициозные: сохранение роста продаж на уровне 10–15 процентов, вывод одной-двух новинок на рынок, в том числе

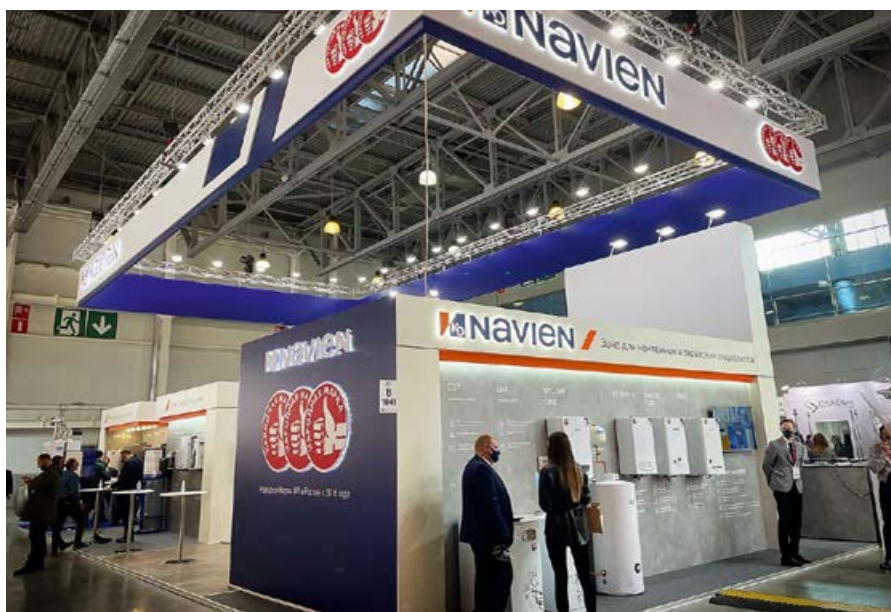


Никита Голубев, директор по маркетингу компании ООО «Навиен Рус»

совершенно нового «умного» Wi-Fi пульта управления для всех котлов NAVIEN. Данный продукт оказался очень кстати в связи с повышенным интересом к оборудованию, которое позволяет дистанционно управлять котельной.

Стоит отметить, что при всех негативных сюрпризах, которые преподнёс нам 2020 год, компания, по большей части, сумела достичь поставленных целей. Это получилось сделать за счёт выстраивания долгосрочных отношений с нашими дистрибьюторами. Специалисты «Технической академии NAVIEN» совместно с нашими партнёрами на протяжении всего года проводили семинары и круглые столы в онлайн-формате. Очень активно работала наша «горячая линия» для покупателей, благодаря чему мы регулярно получали обратную связь от конечных потребителей. И по сей день благодаря данной системе мы отслеживаем качество послепродажного и сервисного обслуживания.

Нам было принципиально важно не сбавлять темпы продаж и не сходить с «отраслевого пьедестала». Хочется поблагодарить коллег за усердную работу, которую они проводили, невзирая на все трудности и, казалось бы, непреодолимые обстоятельства, вызванные мировой пан-



демией COVID-19. Ведь именно наши совместные усилия привели нас к закономерным победам.

❖ Как рынок отреагировал на ограничительные меры, связанные с пандемией коронавируса?

Н.Г.: Рынок HVAC крайне чувствительно реагирует на состояние экономики, которая в 2020 году пострадала достаточно сильно. К негативным факторам можно отнести и последствия режима самоизоляции, и сокращение объёмов внешней торговли, и ослабление рубля по отношению к евро. С другой стороны, мы наблюдаем в России небольшой ипотечный бум и развитие режима удалённой работы. Оба фактора оказали стимулирующее воздействие на рынок: конечные потребители либо покупали отопительное оборудование для новых домов или квартир, либо наконец-то получили возможность физически выделить время на модернизацию текущей системы отопления.

Что касается абсолютных цифр, то за 2020 год нам удалось реализовать на российском рынке более 120 тысяч настенных котлов. С учётом всех факторов мы считаем, что это неплохой результат. Конечно, львиная доля продаж приходится на наш флагманский продукт — настенный газовый котёл NAVIEN Deluxe. Начиная с 2014 года он стал самым продаваемым на российском рынке котлом в своём сегменте. Это своего рода «Хёнде Солярис» или «Киа Рио» от рынка HVAC, если можно провести такую параллель между котлом и автомобилем.

❖ Какие корректировки внесла пандемия в работу NAVIEN в России?

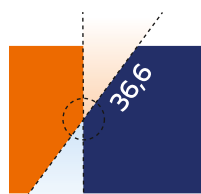
Н.Г.: Нам пришлось более активно работать с нашими партнёрами. «Навиен Рус» всегда ставила перед собой цель — формирование и развитие профессионального сообщества на российском рынке. В 2019 году мы запустили программу лояльности для специалистов по монтажу — организовали клуб NAVIEN PRO. Участие в клубе предоставляет возможность записаться на технические семинары, получить доступ к важной технической и сервисной документации, а также принять участие в интерактивных вебинарах. Программа лояльности также позволяет участникам клуба получить дополнительный доход. Наряду с этим монтажники могут получить напрямую, без посредников, новые заявки на монтаж и сервисное обслуживание котельного оборудования от конечных клиентов. В 2020 году в клубе NAVIEN PRO прибавилось около двух тысяч новых участников.



❖ Настенный газовый котёл Deluxe One

❖ Какое событие стало самым важным для вас в 2020 году?

Н.Г.: Ответ однозначный — это ребрендинг. Изменения в фирменном стиле стали логичным продолжением смены корпоративной стратегии группы компаний KD NAVIEN. На предыдущем этапе своего развития компания стремилась завоевать рынки Азии, Европы, США, России и СНГ. Завоевание лидирующих позиций позволило перейти от стратегии экстенсивного роста к созданию комплексных решений для обустройства жилья. В будущем KD NAVIEN будет позиционировать себя в качестве «умного» партнёра по созданию комфортной окружающей среды.



Мы отразили важность человека в нашем новом логотипе через восходящую линию под углом 36,6 градусов

❖ В 2020 году NAVIEN провёл ребрендинг

Главное изменение логотипа коснулось появления на нём третьего элемента — образа человека. Он расположился в центре фокуса внимания и имеет угол наклона в 36,6 градусов, проводящий аналогию с комфортным состоянием человеческого организма. Наряду с этим логотип сохранил два других элемента, выполненных в основных корпоративных цветах. Фирменный оранжевый цвет символизирует стремление компании к повышению комфорта потребителей, а фирменный синий цвет отражает технологическую экспертизу, лидерство и дух первооткрывателей.

Стоит упомянуть и о том, что «Навиен Рус» стала лауреатом престижной премии «Компания года» в категории «Поставщик отопительного оборудования». Наряду

с этой наградой нам вручили почётную грамоту за реализацию крупного энергоэффективного проекта в Республике Удмуртия, который внёс вклад в развитие «зелёного» будущего для всего региона.

❖ Какие новинки представлены на выставке Aquatherm Moscow 2021?

Н.Г.: На нашем стенде было представлено пять новинок, которые будут продаваться на рынках России и СНГ. Прежде всего хочется отметить две из них. Обе новинки сделаны на одной платформе, и у них есть одно важное сходство — котлы имеют интуитивно понятную сенсорную панель управления с функцией просмотра журнала ошибок и дополнительных настроек. Начнём с одноконтурного настенного котла Deluxe One. Этот агрегат представляет собой попытку разумной гибридации одноконтурной системы с технологическими достижениями флагманского двухконтурного котла Deluxe S. Подключение бойлера косвенного нагрева к этому котлу упрощено до минимума благодаря встроенному трёхходовому клапану, насосу и специальному датчику, который уже идёт в комплекте поставки.

Также мы представляем новую модель Deluxe Comfort Plus со встроенной погодозависимой автоматикой, которая даёт возможность управлять котлом по комнатному термостату или датчику температуры наружного воздуха, что гарантирует поддержание заданной температуры в помещении. Плата управления защищена от перепадов напряжения SMPS-чипом и имеет удобную колодку для подключения внешних датчиков, в том числе датчика температуры бойлера, который поставляется в комплекте с котлом. Из нововведений: при падении давления газа плата управления переходит в режим работы на пониженном давлении, не допуская блокировки работы котла. В котле также используется универсальная система коаксиального дымохода 60/100 миллиметров. Благодаря использованию модулируемого вентилятора и датчика давления воздуха APS, максимальная длина коаксиального дымохода составляет восемь метров и не требует установки дроссельных шайб для разной длины дымохода. Система APS контролирует перепад давления на вентиляторе и автоматически корректирует расход воздуха в зависимости от нагрузки и ветрового подпора, обеспечивая оптимальные показатели сгорания топлива.

К обеим новинкам можно подключить «умный» Wi-Fi-пульт NR-40D, который позволяет удалённо управлять настройками и проводить диагностику котлов через мобильное приложение Smart TOK. ●

Первый термин, который необходимо знать, это Employer's Information Requirements (EIR). На русский его обычно переводят как «информационные требования заказчика» и произносят как «еир» или «иайэр». Этот документ часто называют «ТЗ на BIM», и для простоты мы применим именно это определение.

Техническое задание на BIM (рис. 2) — комплексный документ заказчика, содержащий не только требования к проработке информационной модели, обмену данными и IT-инфраструктуре, но и к организации и управлению проектом.

Для начала стоит определиться со специальными терминами и определениями, чтобы все участники проекта могли «говорить на одном языке». На данный момент многие из этих терминов уже закреплены в недавно утверждённых Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства сводах правил, однако есть и такие, которые всё ещё там отсутствуют. Также в EIR стоит зафиксировать цели и задачи, поставленные заказчиком на текущий проект. После этого необходимо прописать порядок и этапы выполнения работ. Этот раздел частично дублирует основной текст договора в части графика сдачи результатов, однако расширяет его и добавляет, например, промежуточные передачи данных для мониторинга заказчиком динамики и принципиальных подходов к созданию информационных моделей на ранних стадиях проектирования. Здесь же необходимо описать требования к плану выполнения проекта и срокам предоставления и согласования его первичной редакции. Не нужно забывать и о правах на результаты работ. Несмотря на то, что этот раздел обычно является частью основного договора, то, что касается информационных моделей, часто упускается из виду в начале пути заказчика по пути BIM.

Следующий раздел ТЗ на BIM — общие требования к информационным моделям. Здесь в первую очередь необходимо определиться со списком разделов проекта, которые должны быть отражены в информационной модели. Те разделы проекта, которые будут разрабатываться без привязки к информационной модели, должны быть указаны здесь же.

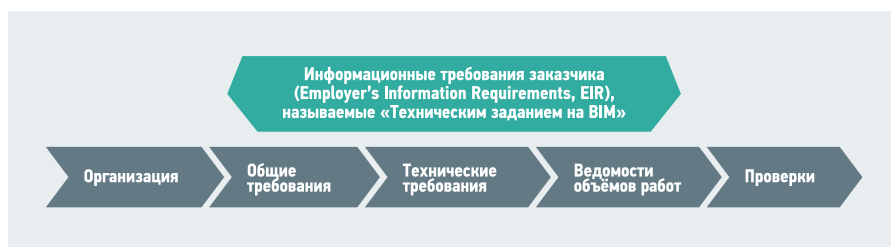
Также необходимо зафиксировать форматы, в которых данные о проекте должны предоставляться заказчику, языки и системы измерения, которые будут использоваться при создании информационных моделей. Список программного обеспечения (с указанием версий), обязательно применяемого для разработки этого проекта, также должен быть отра-



жён в этом разделе. Здесь же должны содержаться и требования к общей структуре проекта и системе координат — это важно как для крупных, так и для небольших проектов. Это могут быть специфические требования по структуре деления, например — разработка подземной части в отдельной модели от надземной или деление на части сложного проекта на стилобате большой площади.

Их следует указать наряду с обязательными параметрами элементов информационной модели — например, такими как часть здания или секция для жилых домов, этаж, данные для квартирографии или арендуемых площадей, зонирование. При необходимости создания дополнительных спецификаций по форме заказчика такие требования тоже должны быть включены в этот раздел. Необходимо указать параметры экспорта BIM-моделей в форматы, определённые предыдущим разделом, чтобы вся необходимая информация корректно отображалась в других программных средах.

Одна из самых важных тем для заказчика сейчас — получение более точных ведомостей объёмов работ на основе информационных моделей. Существует большое количество разных подходов



❖ Рис. 2. Состав технического задания на BIM-проект

Самый большой раздел технического задания — это технические требования. Они включают в себя так называемые «уровни проработки информационных моделей». Это ещё один термин, который будет очень часто встречаться на практике, — таблицы Level of Development (LOD). В этих таблицах устанавливаются требования к геометрии и информации внутри каждого элемента модели. Например, каким образом и нужно ли вообще моделировать фурнитуру у дверей, закладные детали конструкций или системы крепления трасс инженерных сетей — со всем этим заказчику нужно определиться на старте проекта. Не стоит забывать о том, что чем больше деталей будет физически существовать в модели, тем больше станут трудозатраты проектировщика, что может сказаться на сроках проектирования. Объёмы многих работ можно рассчитать на основе безусловно моделируемых элементов (стен, колонн, перекрытий, трасс и т.д.), просто внося в них информацию об этих видах работ.

Чем глубже заказчик погружается в тонкости информационного моделирования, тем больше у него становится специфических требований к созданию моделей. Это могут быть правила моделирования внутренней и внешней отделки, армирования, принципиальных схем и т.д.

к данной теме, и требования к этому необходимо если не вынести в отдельный раздел, то обязательно включить в технические требования. Классификатор строительных элементов, утверждённый заказчиком, следует приложить к техническому заданию на BIM вместе с итоговой формой ведомости объёмов работ, которая должна быть выгружена проектировщиком. В этом разделе указывается программное обеспечение, которое используется для указанных целей, и общий порядок составления ведомостей.

Сейчас на рынке существует несколько IT-решений, подходы которых могут отличаться, поэтому стоит заранее определиться с тем, какой из них будет наиболее эффективным в плане интеграции в существующие процессы заказчика.

Последний раздел ТЗ на BIM — процедуры проверок информационных моделей. Здесь необходимо прозрачно описать процесс контроля качества данных, полученных от проектировщика. Этот процесс иногда называют «валидацией BIM-моделей». Необходимо проверить системы координат, пересечения элементов между собой (коллизии), наличие дубликатов, достаточность информационной и геометрической проработки. Отдельное внимание стоит уделить проверкам ведомостей объёмов работ.

Все эти процессы должны быть понятны для проектировщика, чтобы предупредить появление таких ошибок ещё в процессе проектирования, когда он сам проводит процедуры внутреннего контроля перед передачей моделей заказчику.

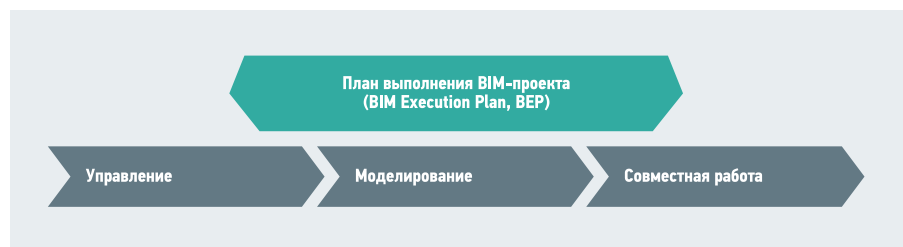
В разделе технического задания на BIM, посвящённом организации работ над проектом, упоминается «план выполнения BIM-проекта». Это второй основной документ, который необходим для координации работ. BIM Execution Plan (BEP, рис. 3) — это ответный документ проектировщика, расширяющий и дополняющий требования заказчика. Проектировщики, имеющие опыт использования технологий информационного моделирования, как правило, имеют уже наработанные подходы к созданию моделей. Для заказчика важно соблюсти баланс между достаточностью требований для достижения целей проекта и отсутствием излишней регламентации действий проектировщика в том, что касается технической стороны создания моделей. Перекос в одну или другую сторону может сказаться на качестве результата работ или на сроках проектирования.



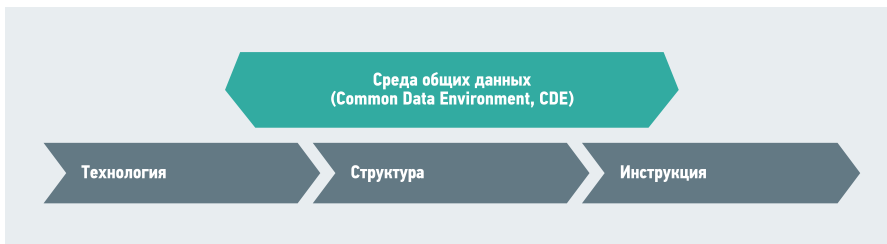
Также необходимо предусмотреть возможность для проектировщика прозрачно описать исключения и отклонения от ТЗ, которые он предлагает заказчику для согласования. Поскольку все нюансы конкретного проекта предусмотреть заранее не всегда представляется возможным, такой механизм позволяет сторонам дого-

ной среде, чтобы сводная модель могла собираться корректно. Также проектировщику в этом разделе необходимо описать принятые им процедуры контроля качества модели — от проверки на пересечения до уточнения порядка создания ведомостей объёмов работ.

EIR и шаблон BEP — два базовых документа заказчика, необходимых для организации работы над BIM-проектом. В процессе развития технологии заказчику также понадобятся инструкции и методики работы с информационными моделями для проверки полученных от проектировщика результатов работ. Эти документы впоследствии станут базовыми для обучения новых сотрудников процессам проверки моделей и ведомо-



•• Рис. 3. Состав шаблона плана выполнения BIM-проекта



•• Рис. 4. Состав регламента среды общих данных

План выполнения проекта — документ, изменяемый на протяжении работы над проектом. Заказчик должен следить за изменениями, чтобы они не противоречили его основным требованиям. Для этого необходимо в первом разделе предусмотреть таблицу редакций плана. Этот раздел — управление проектом — должен содержать основные сведения о проекте, о его участниках и ответственных лицах для облегчения коммуникации при работе. Сюда же следует включить и графики обмена данными, которые могут дублировать требования технического задания, но также могут быть расширены для внутренних нужд проектировщика.

Следующий раздел (моделирование) — основная часть плана выполнения проекта. Именно она отвечает на вопрос, каким образом будут созданы информационные модели. Этот раздел содержит информацию о системе именовании, деления на уровни, специфических приёмах моделирования, принятых проектировщиком.

ворится о взаимодействии по специфическим техническим вопросам. Параметры экспорта в другие форматы, которые были описаны заказчиком в ТЗ, также могут быть расширены проектировщиком для внутренних нужд или при возникновении дополнительных требований в процессе работы.

Совместная работа — раздел BEP, который фиксирует порядок взаимодействия между участниками проекта. В нём должны быть утверждены конкретные версии программного обеспечения, применяемые на проекте, и системы координат моделей разных разделов в программ-

стей объёмов работ. При выборе проектировщика для работы над новым объектом заказчику будет полезен стандартизированный опросный лист, содержащий критерии оценки компетенций компаний в плане применения технологии информационного моделирования зданий.

Для технической организации хранилища данных по объекту необходимо составить ещё один документ, который обычно называют Common Data Environment (CDE) или «регламентом среды общих данных» (рис. 4). Он содержит описание выбранной технологии организации такой среды и порядок взаимодействия с ней: структуру хранилища, правила загрузки данных, порядок создания и администрирования проекта, прав доступа и процессов архивации.

Все эти документы позволяют технологии BIM последовательно развиваться в структуре заказчика и лучше контролировать процесс проектирования и взаимодействия с другими участниками проекта. Ознакомиться с примерами документов, созданными при участии российского подразделения Autodesk, можно на ресурсе Autodesk Knowledge [1], где они размещены в открытом доступе в составе BIM-стандартов для заказчиков и проектировщиков. ●

В процессе развития технологии заказчику также понадобятся инструкции и методики работы с информационными моделями для проверки полученных от проектировщика результатов работ

1. Портал Autodesk Knowledge Network. Autodesk Inc. Режим доступа: knowledge.autodesk.com. Дата обращения: 01.02.2021.



Автоматизация строительных бизнес-процессов. BIM Tender и другие продукты на основе Autodesk Forge*

В XXI веке цифровизация коснулась всех сфер деятельности человека, навсегда изменив быт: мобильный банкинг, «умные» бытовые приборы, определение геолокации, криптовалюты, облачные сервисы, голосовые помощники, беспилотные летательные аппараты... Не стала исключением и строительная отрасль.



Программа, презентации и видеозапись конференции

Автор: Максим ХОХЛОВ, генеральный директор ООО «БИМСофт»

* Статья подготовлена на основе доклада, представленного на III ежегодной BIM-конференции «BIM и BEM как инструменты оптимизации современного инженерного обустройства зданий», проведённой журналом СОК 2 февраля 2021 года в рамках выставки Aquatherm Moscow.

Новые технологии, связанные с информационным моделированием, всё плотнее входят в профессиональную деятельность участников строительной индустрии. В области инноваций, инвестиций в промышленное и гражданское строительство возникает необходимость реорганизации и оптимизации методов проектирования, строительства и эксплуатации. Если прежде основными причинами экономического роста были инвестиционные вложения, то сейчас преимущества на рынке достигаются за счёт использования инноваций и систем управления.

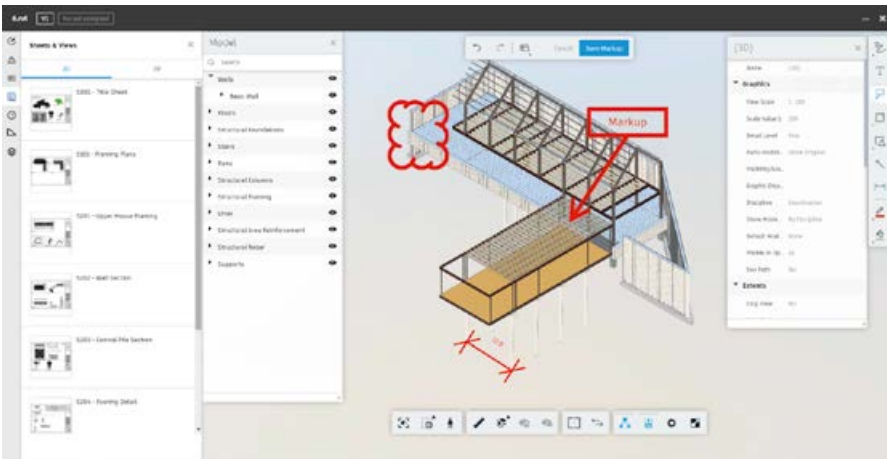
Перед мировой архитектурно-строительной отраслью (Architecture, Engineering & Construction, АЕС) встаёт сложная задача организации социальных и экономических пространств для человечества, а также сохранение и восстановление уже используемых зданий и инфраструктуры. Сложность конструкций сооружений, постоянное усиление давления на сроки строительства при традиционных методах их реализации, необходимость сбора, учёта и обработки значительных объёмов информации в процессе проектирования, строительства и эксплуатации объектов капитального строительства, многократная корректировка данных в процессе реализации проекта — всё это является весомым аргументом в пользу поиска новых технологий.

Очевидно, что архитектурно-строительной отрасли требуются более целостные и эффективные способы проектирования, строительства и эксплуатации, которые позволят удовлетворять текущие мировые потребности и формировать более рациональное и стабильное жизненное пространство. Современные технологии нацелены на помощь в создании более надёжной и экономичной инфраструктуры и архитектурной среды. В 2021 году уже ни один застройщик не начинает новый объект без использования технологии Building Information Modeling. И это касается не только «умного» проектирования, но и всех сопутствующих бизнес-процессов в строительстве.

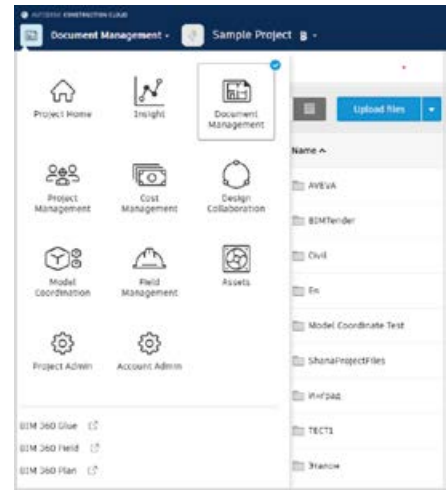
Основные предметы автоматизации в строительстве

Компания «БИМСофт», как партнёр-разработчик концерна Autodesk®, занимается автоматизацией бизнес-процессов, происходящих с использованием веб-сервисов BIM 360® и Autodesk® Construction Cloud, и мы считаем, что технологии информационного моделирования Building Information Modeling позволяют оптимально решить задачи в строительстве:

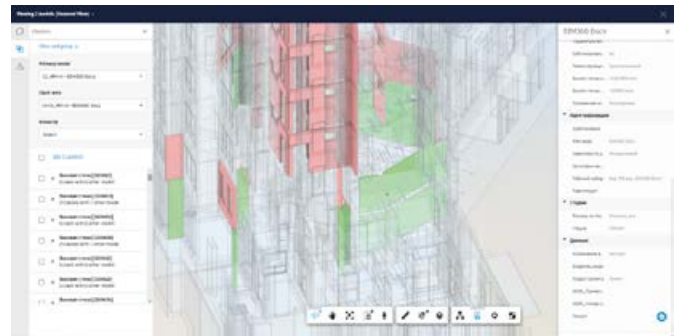
- организация единой рабочей среды для всех участников;
- проведение тендерных процедур на основе данных, полученных из информационной модели;
- сокращение сроков проектирования и строительства;
- проверка информационных моделей проектировщиками перед передачей заказчику;
- 3D-визуализация;
- оцифровка строительной площадки и интеграция технологий, необходимых проектировщикам, инженерам, подрядчикам и владельцам;
- оптимизация управления ресурсами;
- хранение всех создаваемых в ходе работы данных для оптимизации эксплуатации и обслуживания объектов;
- использование данных для организации планирования и снабжения ресурсами на уровне проекта;
- снижение времени, затрачиваемого на разработку проекта;
- точное построение инженерных систем здания;
- точная спецификация и ведомость за счёт автоматизации, более быстрый и простой процесс подбора оборудования;
- основные экономические и экологические характеристики здания определяются уже на стадии эскизного проекта, что позволяет заранее внести изменения в проект, если требуется;
- возможность прогнозирования сметы;
- оптимизация процесса строительства, управления, контроля за графиком выполнения работ, за расходом материалов и средств.



•• Рис. 1. Веб-сервис BIM 360® — среда общих данных для всех участников процесса



•• Рис. 2. В веб-сервисе BIM 360® представлены инструменты: Plan, Field, Project Management, Design Collaboration, Model Coordination



•• Рис. 3. Model Coordination — инструмент для команд проектировщиков •• Рис. 4. Инструмент Model Coordination

Возможности BIM 360® и Autodesk Forge®

Компания Autodesk® предлагает веб-сервис BIM 360® — среду общих данных для всех участников инвестиционно-строительного процесса (рис. 1). Среда общих данных (Common Data Environment, CDE) — это более эффективная координация проекта и взаимодействие с его участниками. Сокращение коллизий до 100%. А именно — несоответствия между конструкциями объекта и его инженерными сетями, которое проявляется, например, в отсутствии технологических отверстий для инженерных систем. Такие коллизии, а также неправильный расчёт объёма материалов являются самыми распространёнными ошибками на этапе проектирования. Эти ошибки, вызванные недостаточно эффективно налаженной коллективной работой между специалистами, занимающимися проектированием различных разделов, уменьшаются за счёт работы в единой информационной среде и с использованием единых регламентов.

Базовым сервисом является BIM 360® Docs — среда общих данных, представляющая собой файловое хранилище с набором различных функций. Это возможность просмотра информационных моделей с помощью Autodesk Forge™ Viewer, поддержка версионности файлов, инструменты сравнения версий, файлов, обмен

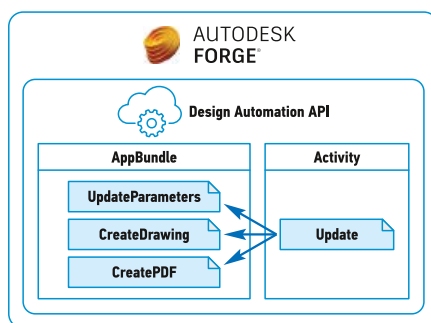
BIM-технологии повышают конкурентоспособность предприятий инвестиционно-строительной сферы, способствуют снижению уровня затрат, сокращению сроков строительства, повышению качества проекта и непосредственно строительства и т.д.

информацией, замечаниями и управление другими административными процессами внутри одной среды.

Помимо BIM 360® Docs, в веб-сервисе BIM 360® представлены и другие инструменты, такие как Plan, Field, Project Management, Design Collaboration, Model Coordination (рис. 2) и другие. Например, Model Coordination (рис. 3 и 4) — инструмент для команд проектировщиков, обеспечивающий формирование сводной модели и её онлайн-проверку на предмет коллизий. Мы видим, как облачные технологии облегчают жизнь профессионалов, открывают новые горизонты, ведь теперь работать со сводной моделью, проверять её стало возможно даже с планшета.

Отдельно хотелось бы отметить платформу Autodesk Forge™ — набор веб-сервисов и API, которые используются программистами для создания инженерных решений на всех стадиях жизненного цикла объекта от проектирования до эксплуатации (рис. 5). Именно эта платформа позволяет практически безгранично расширять стандартный функционал BIM 360® путём доработки существующего и разработки совершенно нового функционала.

Компания Autodesk® прогнозирует взрывной рост числа разработок, основанных на данной платформе, в ближайшие два года.



•• Рис. 5. Платформа Autodesk Forge™

BIM Tender™ — автоматизация тендерного бизнес-процесса

В 2020 году компанией «БИМСофт» был разработан сервис полной автоматизации бизнес-процесса тендерного дела BIM Tender™ (рис. 6), включающий в себя задачи от формирования структуры тендерного задания, до анализа сводной оценочной таблицы (рис. 7) и выбора победителя тендера. Как приложение, основанное на платформе Autodesk Forge®, BIM Tender™ прекрасно дополняет веб-сервис BIM 360® в части, касающейся подсчёта объёмов, декомпозиции модели, создания сводной модели, передачи объёмов субподрядчикам, анализа коммерческих предложений. При анализе стоящих перед нами задач и проектировании сервиса, мы понимали, что он должен включать в себя все роли, участвующие в данном бизнес-процессе — BIM-менеджеров, специалистов технического заказчика, специалистов тендерного комитета, генподрядчиков, подрядчиков и даже проектировщиков для проверки модели перед формированием тендерного задания.



Рис. 6. Сервис BIM Tender™

тендерных заданий, автоматический анализ обновлённой модели — всё это и позволяет сократить рутинную работу более чем на порядок.

Сервис BIM Tender™ предусматривает проверку информационной модели проектировщиком совершенно бесплатно. Перед отправкой модели заказчику проектировщик может загрузить модель в интерфейс и проверить на соответствие шаблону, принятому у данного конкретного

- оптимизация графика производства работ;
- повышение эффективности расходования ресурсов;
- автоматизация расчётов и построения финансовой модели проекта;
- повышение точности сметных расчётов, календарных планов;
- улучшение контроля и мониторинга перемещения персонала, техники;
- автоматизированный подсчёт стоимости проекта;
- сокращение продолжительности процедур экспертизы за счёт более точных и точечных замечаний по проекту;
- высокое качество проектной документации;
- формирование 3D-модели объекта строительства, значительно повышающее степень визуализации проекта;
- параметрическая увязка документов;
- сокращение расходов на печать, упаковку, копирование, отправку, получение документации;
- повышение эффективности документооборота;
- повышение качества управленческих решений за счёт наличия полной, качественной и своевременной информации о проекте в ЕИС;
- повышение качества коммуникаций на проекте между всеми его участниками;
- возможность в единой информационной среде накапливать и использовать массу информации об объекте.

Применение технологий информационного моделирования объектов строительства значительно повышает конкурентоспособность предприятия инвестиционно-строительной сферы, способствует снижению уровня затрат, сокращению сроков строительства, повышению качества проекта и непосредственно строительства, снижению рисков и повышению безопасности, а также обеспечивает всех участников проекта полным объёмом информации, необходимой для принятия управленческих решений.

27 января 2021 года BIM Tender™ стало первым русскоязычным приложением, опубликованным в магазине приложений Autodesk® App Store, а «БИМСофт» — первой компанией из стран СНГ, выпустившей приложение на платформе Autodesk Forge® в App Store.

Как и наши партнёры из Autodesk®, мы видим огромный потенциал в развитии продуктов на основе платформы Autodesk Forge®. Также мы видим, что будущее строительной индустрии — за автоматизацией и оптимизацией, и стремимся, чтобы наши клиенты были на гребне волн технологического прогресса. ●

Номер ТПЗ	Наименование, единицы измерения	Единицы измерения	Количество	ООО "Синтез"			ООО "Юст"			Примечание
				Материал	Работы	Выезды	Материал	Работы	Выезды	
1	Подготовка	Секунды	1000	2 820 010,00	070 000,00	2 144 450,00	1 821 040,10	629 200,20	2 820 720,10	
1.1	Проектирование	Секунды	1000	2 820 010,00	070 000,00	2 144 450,00	1 821 040,10	629 200,20	2 820 720,10	
1.1.1	Работы	Секунды	1000	1 570 420,00	070 000,00	2 144 450,00	1 490 864,10	629 200,20	2 820 720,10	
1.1.1.1	Вс. материалы	Секунды	1000	1 570 420,00	070 000,00	2 144 450,00	1 490 864,10	629 200,20	2 820 720,10	
1.1.1.1.1	АЭС, Восточный, Работы, ГОСТ 14193-81, Работы в 1-й смену	сек	14,8	7 420,00	2 920,00	19 430,00	2 403,00	1 270,00	11 770,00	ИТОГ
1.1.1.1.2	АЭС, Восточный, Работы, ГОСТ 14193-81, Работы в 2-й смену	сек	76,0	47 033,00	19 790,00	67 170,00	63 861,00	32 970,00	107 760,00	ИТОГ
1.1.1.1.3	АЭС, Восточный, Работы, ГОСТ 14193-81, Работы в 3-й смену	сек	144,0	109 470,00	44 870,00	199 740,00	189 870,00	97 740,00	344 640,00	ИТОГ

Рис. 7. Сводная оценочная таблица в BIM Tender™

Мы знаем, как долго и сложно составлять правильные ведомости объёмов работ стандартными инструментами, как бывает сложно сравнить полученные от субподрядчиков коммерческие предложения, поэтому нами был создан продукт BIM Tender™, представляющий собой среду общих данных для всех участников тендерного бизнес-процесса. Мы рассматриваем информационную модель не только как набор геометрии и каких-то параметров, а прежде всего как единую базу данных, источник данных для автоматизации и дальнейшей эксплуатации.

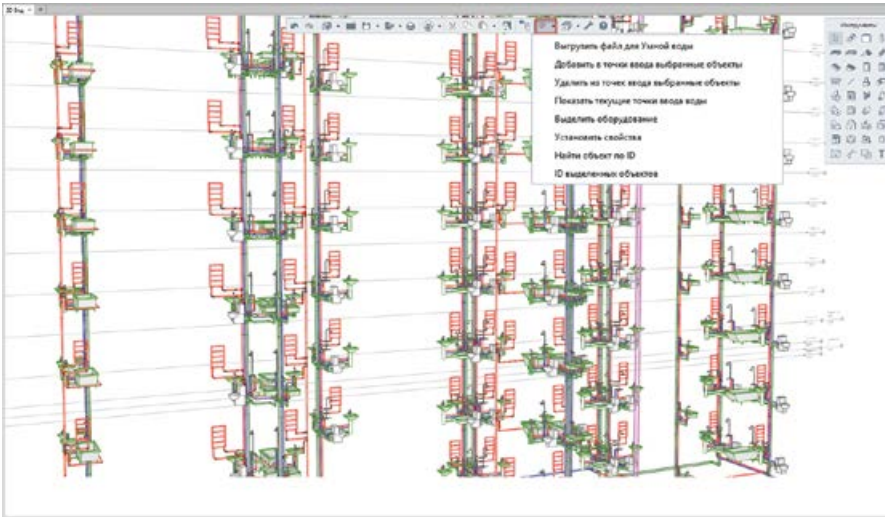
Введение данного программного комплекса позволило сократить время формирования ведомости объёмов работ в среднем до двух часов силами одного специалиста. Применение множественных фильтров и группировок, шаблонов

заказчика, что позволяет в дальнейшем значительно сократить издержки, связанные с исправлениями и дополнениями в модель со стороны проектировщика.

Основные возможности и преимущества автоматизации строительного бизнеса на основе BIM

Таким образом, к основным эффектам от автоматизации, способствующим общему повышению конкурентоспособности предприятий инвестиционно-строительной сферы, следует отнести:

- автоматический поиск и последующее устранение коллизий до 100 %;
- снижение рисков в целом по инвестиционно-строительному проекту до 20 %;
- сокращение в разы продолжительности работ по внесению корректировок в проект;

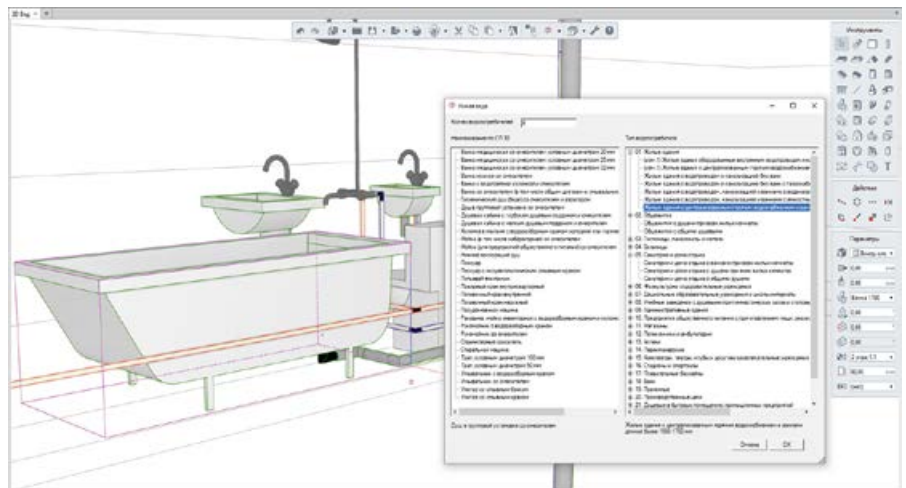


●● Рис. 2. Плагин «Умная вода» в Renga

Он дополняет созданную в BIM-системе информационную модель сетей водоснабжения и водоотведения расчётными данными и переносит её в одноименную программу «Умная вода», где автоматически формируется расчётная схема и производятся все требуемые профильному специалисту расчёты (рис. 2).

Рассмотрим процесс получения расчётов в «Умной воде» по информационной модели. Инженер для каждого объекта санитарно-технического оборудования в Renga назначает свойства, необходимые для гидравлического расчёта (наименование приборов и водопотребителей по СП 30.13300.2016, а также количество последних). Далее выделяет в модели начало каждой водопроводной и канализационной сети, после чего плагин выполняет экспорт данных в расчётную программу. На основании полученных из Renga данных «Умная вода» сама обрабатывает все смоделированные сети и определяет показатели по системам (рис. 3).

В результате создаётся полноценный комплект расчётов, которые требуются специалисту: балансовая таблица водоснабжения и водоотведения; подробный расчёт расходов воды (общий, горячей,



●● Рис. 3. Назначение в Renga свойств, необходимых для гидравлического расчёта

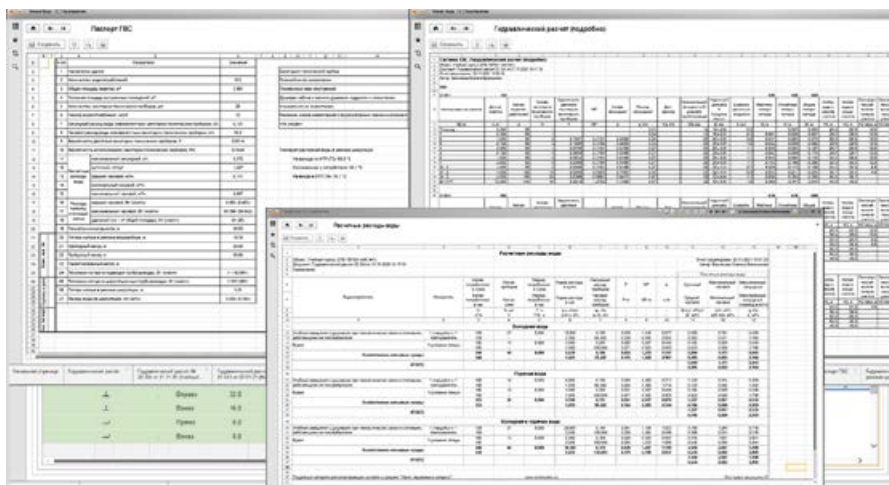
Инженер для каждого объекта санитарно-технического оборудования в Renga назначает в плагине «Умная вода» свойства, необходимые для гидравлического расчёта. Далее выделяет в модели начало каждой водопроводной и канализационной сети, после чего плагин экспортирует данные в расчётную программу

действия инженера и помогает ему в принятии правильных технических решений.

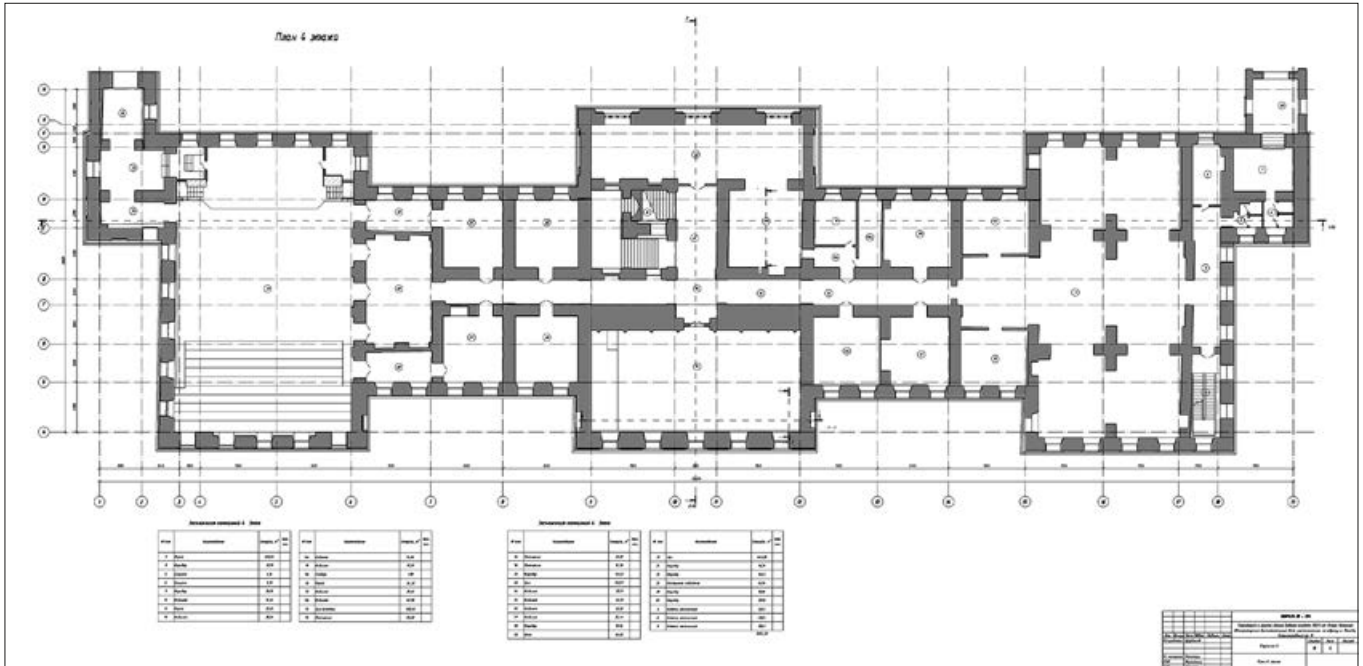
В завершение статьи ещё раз обозначим преимущества получения инженерных расчётов напрямую по информационной модели:

- 1. Точность передачи данных.** Данные из информационной модели передаются в расчётный комплекс без потери информации, так как отсутствует влияние человеческого фактора.
- 2. Скорость.** Передача данных из BIM-системы в расчётную происходит за считанные минуты.
- 3. Информативность.** Инженеру доступны данные по каждому расчётному участку, а также по всей проектируемой системе в целом.
- 4. Автоматическое формирование отчётов.** По результатам расчётов происходит автоматическое формирование требуемых специалистам отчётов, которые можно импортировать в BIM-систему для корректировки модели и формирования комплекта документации.

Таким образом, за счёт взаимодействия BIM-систем и расчётных комплексов удаётся достичь синергетического эффекта, повышающего продуктивность работы инженеров. ●



●● Рис. 4. Пример отчётов по системе водоснабжения, полученные в «Умной воде» по данным информационной модели



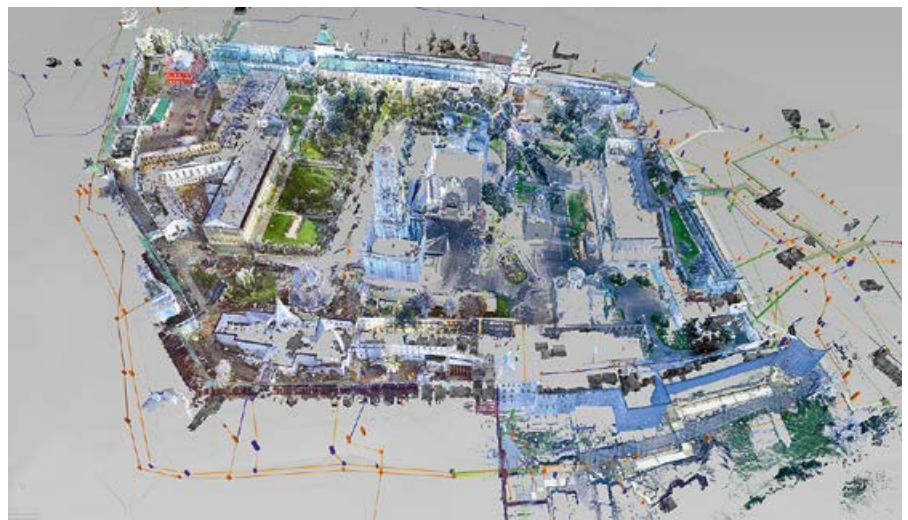
●● Рис. 2. Обмерный план из трёхмерной обмерной модели, выполненной по «облаку точек» лазерного сканирования

На рис. 3 вы видите ещё более подробный пример, как результаты лазерного сканирования выглядят при наложении уже не на обмерный план, а на трёхмерную модель территории. На данной иллюстрации внутри контуров здания можно увидеть контуры конкретных помещений, в которых планируется расположить инженерное оборудование и трубопроводы.

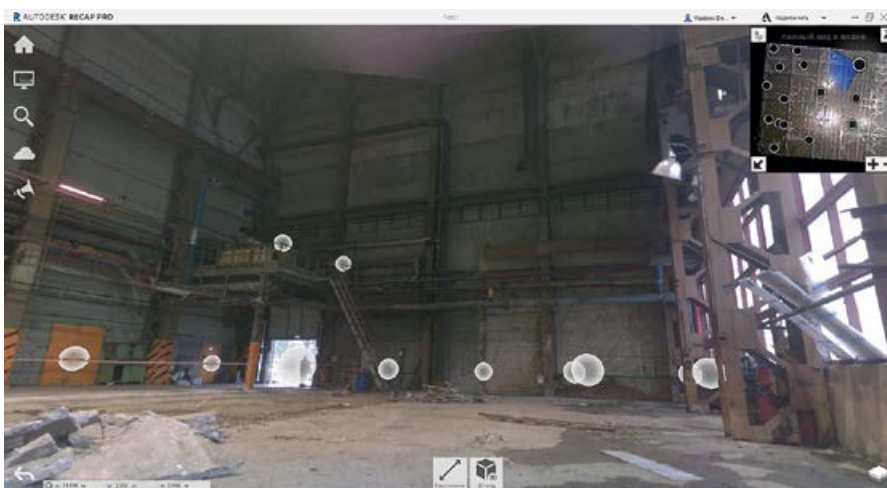
Что нужно для такого сканирования? В первую очередь — сам прибор, лазерный сканер. Его можно приобрести по цене от 2 млн рублей (самая бюджетная модель) до нескольких десятков миллионов либо пригласить для выполнения работ опытного подрядчика со своим оборудованием. Многие приборы работают «в связке» с планшетами — с установленным в гаджете специализированным программным обеспечением. В определённых случаях, если конфигурация помещений не особо сложная, а объём их невелик, при методе обработки данных (сшивке) «облако к облаку» непосредственно по-

сле производства работ по сканированию имеется уже «сшитое» облако, которое нужно только выгрузить с планшета на тот носитель, с которого оно будет использоваться в работе проектировщика.

Что мы получаем в качестве результата? Первое — это цветная либо чёрно-белая панорама. Цветность зависит от того, какое было дано задание инженеру-сканировщику. Цветное сканирование занима-



●● Рис. 3. Результат наложения «облака точек» здания на трёхмерную модель территории



●● Рис. 4. Цветная панорама «облака точек»

ет несколько больше времени, потому что «голова» прибора, кроме сканирования лазером, должна ещё один раз повернуться и сделать фотографию 360° — панорамную фотосферу, чтобы затем раскрасить полученные сканированием точки в цвета, соответствующие этой фотосфере.

В итоге получается цветная панорама (рис. 4), которую можно открыть в самом различном программном обеспечении — Autodesk Recap, Leica Cyclone и т.п., и прямо на этой панораме производить необходимые измерения. Если даже инженер не работает в модели, а ему нужно просто что-то измерить, он может это сделать в панораме.



Рис. 5. Как могут выглядеть «облака точек» при оформлении документации на листы

Результат так называемого чёрно-белого сканирования — тоже панорама, но уже без цветов. Результат предоставляется в спектре интенсивности отражённого света лазера. Чем интенсивнее отражается свет, тем более светлый участок на панораме мы видим. Интенсивность отражения зависит в основном от свойств поверхности. Зеркальная поверхность отражает абсолютно всё, чёрная не отражает ничего, и где-то в середине — то, что как раз удобнее всего сканировать. Как правило, внутри зданий мы делаем именно сканирование в интенсивности отражённого сигнала. И потому, что цвет в большинстве случаев не нужен, и потому, что в тёмном помещении при сканировании в цвете всё просто окрасится в чёрный цвет, и панорама станет бесполезной.

Помимо этих стандартных представлений, в том же Rescap можно настроить множество разных вариантов, как окрасить облако точек для удобства работы. Кроме просмотра в Rescap, есть вариант передавать данные с помощью сервиса Rescap 360, где эти облака точек можно открыть через интернет-браузер. Мы выгружаем «облако в облако» и передаём ссылку на данные проектировщику для просмотра панорам и измерений.

Кроме Rescap 360, есть сервис Leica Trueview — для просмотра панорам в интернет-браузере. При этом размещены они могут быть и локально, не в облаке.

Переходя далее к теме проектирования именно инженерных сетей, можно это облако точек подгрузить внешней ссылкой, например, в Autodesk Revit. Аналогичным образом с облаками точек работают NanoCAD, BricsCAD, Tekla, AutoCAD — в общем, большинство современного ПО для BIM-моделирования. Форматов для сохранения файлов облаков точек много, и всегда можно выбрать подходящий

и сконвертировать в него результаты. Технология работы везде примерно одинаковая: подгружаем облако точек внешней ссылкой и используем как «подложку» для проектирования в трёхмерном представлении, для того чтобы понять геометрию помещения, в котором мы проходим трубопроводами и расставляем оборудование. Облака точек можно подрезать различным образом, выделять из них нужные для работы фрагменты или просматривать целиком.

Кроме непосредственно программного обеспечения для проектирования внутренних инженерных сетей, облака точек можно применять также для проектирования наружных сетей (то есть инфраструктуры) и использовать в координационных сводных моделях

Различным образом мы можем подходить к вопросу использования облаков точек. Кроме ПО для проектирования внутренних инженерных сетей, облака точек можно применять также для проектирования сетей наружных — инфраструктуры. При помощи специально расклеенных перед сканированием геодезических марок на стенах и других точках объекта, координаты которых однозначно определены в абсолютных координатах, при «сшивке» (обработке результатов сканирования) можно этому облаку задать абсолютные координаты. После этого его можно будет «посадить» на топосъемку, которая выполнена в этих же абсолютных координатах, и, таким образом, получить возможность сопрягать внутренние и наружные инженерные сети однозначно.

Также плюс данного подхода заключается в минимизации объёмов работ по демонтажу и созданию отверстий в наружных стенах. Особенно актуально это для зданий — памятников архитектуры.

Также облака точек можно использовать и в координационных сводных моделях. Так же, как в Revit или AutoCAD, они могут быть подгружены в ПО для координации, например, в Navisworks. Будучи совмещёнными с моделью внутренних и/или наружных сетей, они позволяют визуально отслеживать и точки прохода сетей через наружные стены зданий, и их расположение относительно поверхности земли и стен окружающих сооружений в стеснённых условиях. Это позволяет делать более наглядным планирование строительных работ руководителями проектов и начальниками участков.

Кроме того, также более наглядно сможет себе представить ситуацию на объекте специалист по разработке проектов организации строительства (ПОС) и проектов производства работ (ППР): у него появится понимание, какое ещё дополнительное оборудование придётся монтировать на период проведения работ, а какую технику привлечь для использования.

Что касается оформления документации, здесь есть определённые сложности. Связаны они с тем, что облако точек на листах без «подрезки» выглядит как сплошные серые «поля», а с подрезкой — как неровные контуры. Понятно, что когда облако точек было создано для идеального прямоугольного помещения, то, если его разрезать чётко по перпендикулярной плоскости, в плане мы увидим чёткие и достаточно тонкие линии. Однако всё равно они будут неровными и различающимися по толщине, и уж никак не по ГОСТу. Соответственно, приходится делать выбор. Первый вариант — соблю-

дать требования нормоконтроля и эти облака точек исключить, а оставить только реально существующие конструкции, оформленные по ГОСТу. В таком случае придётся прибегать к моделированию по облакам точек строительных конструкций, делать архитектурную модель и в ней показывать проектируемое оборудование. Второй вариант: если заказчику интересно увидеть именно реальную картину, и он готов принять расхождение с ГОСТом, а также некую неровность линий при понимании, что это реальные границы помещений, облака на листах можно оставить в исходном виде. Конечно, удобство ПО для ВІМ-моделирования состоит в том, что на листы можно оформить оба варианта (рис. 5).

Раз уж мы упомянули моделирование существующих конструкций по облакам точек, остановимся на этом вопросе чуть подробнее. Сейчас в большинстве случаев данная работа проводится вручную, хотя и есть некоторые программы-плагины, которые помогают её несколько облегчить. Эти плагины созданы под разные программы. Один из наиболее широко распространённых, под названием AsBuilt (от компании Faro), существует в исполнении и под Revit, и под AutoCAD.

Вообще, функционал у них различный, но суть одна — они «заточены» на оказание помощи проектировщику в переводе неупорядоченной информации (точек) в упорядоченную — поверхности и объёмные элементы. Часть такого перевода с помощью плагинов может делаться автоматически, хотя объём распознаваемых таким образом элементов пока относительно невелик. Так, трубопроводы распознаются в основном прямые. Повороты трубопроводов пока что эти плагины не особо обрабатывают, арматуру на трубопроводах — тоже. Сложная конфигурация стен и потолков также не распознаётся автоматически. И в этом главная сложность — пока трудозатраты на ручную доработку автоматически распознанных элементов примерно равны полному моделированию вручную с нуля. Тем не менее, мы с надеждой смотрим на развитие этих плагинов. Очень хочется верить, что искусственный интеллект удастся привлечь к нуждам автоматического распознавания материалов, конкретных трубопроводов, арматуры. И тогда уже удастся этот конструктор существующих сетей собирать при помощи нейросетей.

Список имеющихся решений для автоматизации моделирования: Faro AsBuilt (разный функционал под Revit и под AutoCAD), Leica CloudWorx, Scantobim, ClearEdge3D.

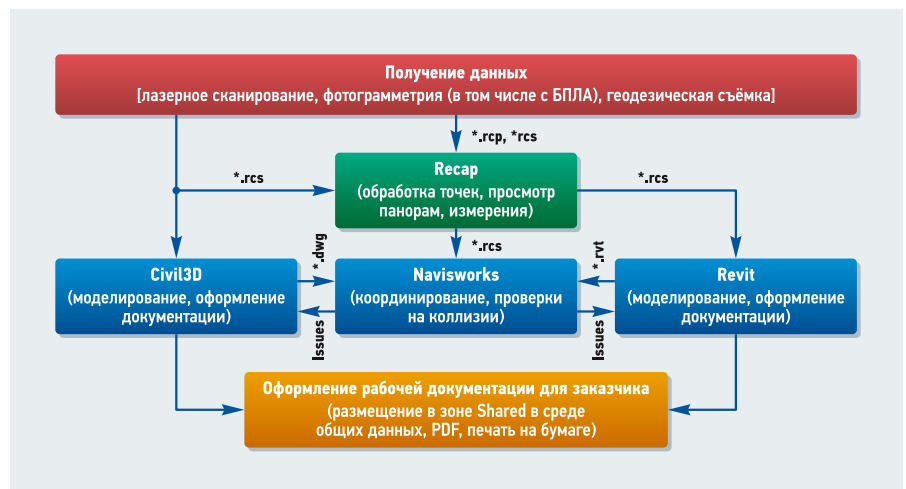
Кроме трубопроводных сетей сканированию поддаются электрические и слаботочные лотки, шинопроводы, кабели достаточно крупного сечения.

Теперь — о времени, затрачиваемом на операции по сканированию. Весь процесс делится на собственно лазерное сканирование, «сшивку» точек и выгрузку в облачный сервис для передачи в работу, а также дальнейшей загрузки из облака проектировщиком. Если мы говорим о небольшом объекте, где само сканирование занимает один-два часа, то наиболее затратное из всех мероприятий по времени — это путь на удалённый объект и выгрузка результатов в облако через Интернет. Файлы облаков точек «вешат»

кода на интернет-странице можно облака точек встроить в определённых форматах на любом сайте и продемонстрировать их в виде трёхмерной визуализации, по которой можно походить или полетать, как в видеоигре. Правда, качество отображения будет не самое высокое. Пример такого облака точек можно увидеть, например, по ссылке roseco.net/clouds/kru.

Сервисы для хранения и просмотра облаков точек: Autodesk Recap 360, Leica Trueview (и сервер Jetstream), potree.org, cintoo.com.

В нашей компании схема работы с облаками точек выглядит следующим образом (рис. 6). Все участники проектного процесса работают в экосистеме Autodesk.



❖❖ Рис. 6. Схема проектной модели по используемому программному обеспечению

довольно много — десятки и сотни гигабайт. И интернет-канал для выгрузки нужен достаточно широкий, но на объектах его часто не хватает.

Ниже приведён перечень известных нам сервисов для хранения и просмотра облаков точек. Это уже упомянутые ранее Autodesk Recap и Recap 360. В Recap облака точек можно просматривать и редактировать, в Recap 360 — только просматривать в формате панорам. Также есть Leica Trueview, где тоже можно изучать их в виде панорам через интернет-браузер. Есть у компании Leica и своё серверное решение. Оно называется Jet Stream и позволяет хранить облака точек на внутреннем сервере и раздавать по внутренней сети, что делает возможным их быстрое использование. Сервис значительно ускоряет именно взаимодействие с облаками точек и загрузку последних в программу за счёт алгоритмов внутренней оптимизации их отображения. Если важна не работа с облаком точек в стороннем ПО, а лишь его демонстрация, для этих нужд существует сервис с открытым кодом potree.org. Через реализацию данного

Соответственно, получаем облака точек и просматриваем мы их в Recap. С наружными сетями работаем в Civil3D, с внутренними — в Revit, навигация и координация — в Navisworks. Всё это происходит в облачном сервисе ВІМ 360, через который мы выдаём замечания при их наличии и производим многоступенчатую приёмку моделей и документации. Далее уже из Revit или Civil3D для заказчика выводятся файлы форматов DWG и PDF, отсюда же при необходимости документация направляется на печать. К счастью, печатные экземпляры нужны всё реже.

Выводы из описанного выше простые. При реконструкции зданий для проектирования инженерных сетей крайне полезно выполнять лазерное сканирование. Если конкретно — для повышения точности проектирования и для получения объёмных чертежей в абсолютных координатах, если речь идёт о проектировании наружных сетей. Лазерное сканирование даёт необходимый источник информации о существующем здании при проектировании в ВІМ его реконструкции, реставрации или капитального ремонта. ●

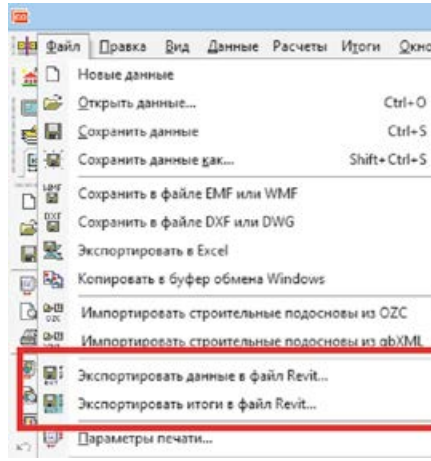
ведущих производителей. Каталоги содержат технические данные продукции вместе с её изображениями. Программа подбирает диаметры трубопроводов и их тепловую изоляцию, а также определяет настройки клапанов и регуляторов перепада давления. Кроме того, она подбирает конвекционные и напольные отопительные приборы, квартирные станции и работающие с ними буферные ёмкости, насосы и насосные группы, а также гидравлические стрелки.

Детальная диагностика ошибок, визуализация критических циркуляционных колец, доступ к разным проекциям систем, отображение реальных диаметров подобранных трубопроводов, а также другие механизмы обеспечивают лёгкую и надёжную ориентацию в проекте, которая, в свою очередь, помогает находить и корректировать возникающие ошибки и коллизии.

Экспорт проекта системы в программу Autodesk Revit

Версия Pro программы Audytor SET позволяет перенести запроектированную систему в программу Autodesk Revit. Благодаря соединению трёх расчётных модулей в одной платформе, возможен экспорт всех трёх систем — отопления, воды и холодоснабжения.

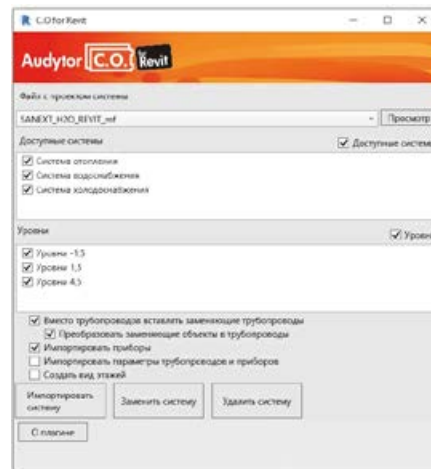
После вызова команды экспорта программа создаёт промежуточный файл, который потом с помощью плагина SET for Revit может быть загружен в программу Autodesk Revit. Экспортировать в Revit можно как данные, так и итоги (рис. 2). Экспорт данных позволяет перенести неполный (ещё не рассчитанный) проект системы. Экспорт итогов позволяет использовать в программе Autodesk Revit технические данные подобранных труб и оборудования: диаметры, настройки, размеры отопительных приборов, шаг



●● Рис. 2. Команды «Экспортировать данные...» и «Экспортировать итоги...»

укладки труб в тёплых полах и тому подобное, а также физические величины — скорость теплоносителя, теплоотдачу радиаторов, потери давления и другие необходимые параметры.

Для того, чтобы в программе Revit запустить плагин для импорта системы, необходимо нажать на вкладку Audytor и затем нажать кнопку «Импорт из С.О.». После этого на экране отобразится окно, в котором необходимо указать файл, который должен быть импортирован, а также определить опции импорта (рис. 3).



●● Рис. 3. Окно плагина для импорта системы

Выбрав нужные опции импорта, необходимо нажать на кнопку «Импортировать систему». Плагин автоматически нарисует систему, используя доступные в Revit инструменты (рис. 4 и 5). В случае, если после импорта системы в программу Revit её проект подвергся изменениям в программе Audytor, существует возможность её обновления в Revit — для этого необходимо в окне плагина выбрать опцию «Заменить систему».

Последняя опция («Удалить систему») позволяет полностью удалить импортированную систему из программы Revit.

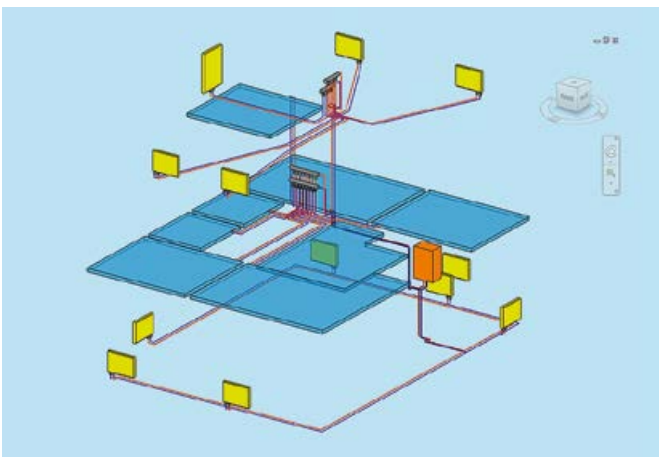
Версия Pro программы Audytor SET позволяет перенести запроектированную систему в программу Autodesk Revit

Заключение

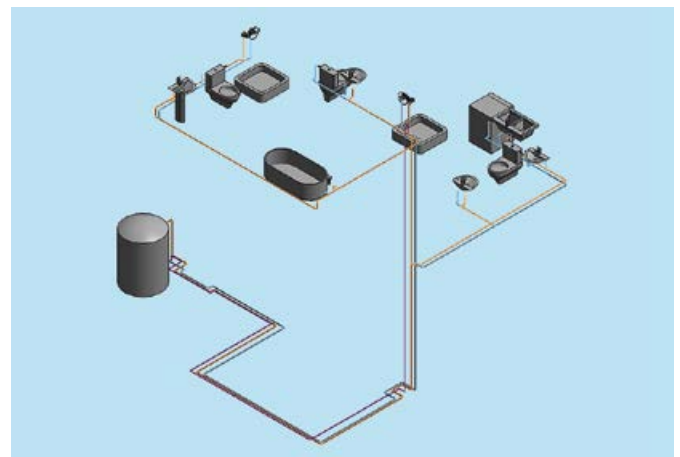
Благодаря использованию программы Audytor SET 7.2 Pro можно значительно ускорить работу над проектированием и моделированием систем отопления, холодо- и водоснабжения.

Проектировщик рисует системы на планах этажей, а программа Audytor SET 7.2 Pro автоматически создаёт их трёхмерную модель. Эту модель вместе с итогами расчёта можно быстро перенести в программу Autodesk Revit. Импортированная из программы Audytor SET схема содержит в себе точные технические данные об элементах системы. В проекте используется лишь то оборудование, которое доступно в заводской сборке, что впоследствии предотвращает возможность совершения ошибок. Таким образом, в программе Autodesk Revit происходит моделирование системы на базе точного проекта.

Всё эти факторы имеют большое значение в случае объёмных проектов. ●



●● Рис. 4. Пример системы отопления, запроектированной в программе Audytor SET и импортированной в программу Autodesk Revit



●● Рис. 5. Пример системы водоснабжения, запроектированной в программе Audytor SET и импортированной в программу Autodesk Revit

BIM-моделирование для жизненного цикла здания: реалии современности и потребности развития в России*

Рецензия эксперта на статью получена 15.02.2021 [The expert review on the article received on February 15, 2021].

Национальные стандарты и внедрение информационного моделирования в России

Важным событием в области цифровизации в строительстве стало принятие Федерального закона от 27 июня 2019 года №151-ФЗ [1], вносящего изменения в закон об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости, где представлена часть положений, которые касаются изменения Градостроительного Кодекса в части информационного моделирования. Этим законом вводится понятие информационного моделирования объекта капитального строительства. Органы государственной власти РФ наделяются соответствующими полномочиями по установлению правил формирования и ведения информационной модели для объектов капитального строительства, на реализацию которых используются бюджетные средства. Также определены полномочия по установлению порядка создания и функционирования Государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД), где хранятся все документы, направляемые для получения разрешения на строительство согласно ст. 51 Градостроительного кодекса. Цифровые информационные модели (ЦИМ), как правило, имеют большие размеры, и могут возникать сложности при передаче этих моделей в ИСОГД и выгрузке их по запросам заявителей, и пока неясно, как эта проблема будет решаться.

Также определены полномочия органов исполнительной власти по правилам ведения классификатора строительной

информации. Классификация строительной информации является обязательной для формирования и ведения информационной модели в случае, если в соответствии с требованиями отечественного Градостроительного кодекса формирование и ведение информационной модели являются обязательным.

Стандарты информационного моделирования включены в новый перечень документов добровольного применения (приказ Росстандарта от 17 апреля 2019 года №831) с 2019 года, как обеспечение соблюдения требований Федерального закона от 30 декабря 2009 года №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В этот перечень, наряду с прочими требованиями, вошли национальные стандарты и своды правил по информационному моделированию в строительстве, которые на сегодняшний день состоят из 12-ти ГОСТов [2] и восьми СП [3]. Добровольность в данном случае условная, так как применение документов по стандартизации из данного перечня, включая стандарты с применением технологий информационного моделирования [2, 3], является достаточным условием соблюдения требований Технического регламента о безопасности зданий и сооружений, а без соблюдения данного технического регламента пройти экспертизу любого объекта капитального строительства невозможно. Поэтому перед проектной организацией возникает выбор — использовать предложенные стандарты из перечня или разрабатывать собственные стандарты организации, соответствующие требованиям стандартов.

УДК 658.26:69.003.13:005.41. Номер научной специальности: 05.14.04.

BIM-моделирование для жизненного цикла здания: реалии современности и потребности развития в России

Т. В. Яцок, инженер-архитектор, Агентство проектного консалтинга «Содействие»; **И. А. Султангузин**, д.т.н., профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ»); **Д. А. Кругликов**, аспирант, НИУ «МЭИ»; **Ю. В. Яворовский**, к.т.н., заведующий кафедрой промышленных теплоэнергетических систем, НИУ «МЭИ»; **Б. А. Христенко**, аспирант, НИУ «МЭИ»; **В. Ю. Чайкин**, магистр, НИУ «МЭИ»

BIM-моделирование постепенно внедряется в России в проектирование и организацию строительного производства объектов гражданского строительства. Но возможности цифровых BIM-технологий намного обширнее, чем то, как они используются сегодня в России, и могут охватывать весь жизненный цикл объекта. В статье представлен процесс информационного моделирования для энергоэффективного жилого дома на разных этапах жизненного цикла, который может быть отчасти применён в гражданском строительстве. Внедрение технологий информационного моделирования может решить множество задач собственников по реконструкции, управлению инженерными системами и обслуживанию имущества дома, особенно в сфере услуг ЖКХ для многоквартирных домов.

Ключевые слова: BIM-моделирование, цифровая информационная модель (ЦИМ), Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД), классификаторы строительных элементов, базовая отраслевая классификация (Industry Foundation Classes, IFC), ArchiCAD, PHPP, энергоэффективность, энергосбережение, мониторинг, цифровизация отрасли строительства и ЖКХ.

UDC 658.26:69.003.13:005.41. Number of the scientific specialty: 05.14.04.

BIM-modeling for the building life cycle: modern realities and development needs in Russia

T. V. Yatsyuk, engineer-architect, "Agency of project consulting "Sodeystvie", LLC; **I. A. Sultanguzin**, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI"); **D. A. Kruglikov**, postgraduate student, NRU "MPEI"; **Yu. V. Yavorovsky**, PhD, Head of the Department of Industrial Heat and Power Systems, NRU "MPEI"; **B. A. Christenko**, postgraduate student, NRU "MPEI"; **V. Yu. Chaikin**, master, NRU "MPEI"

BIM-modeling is gradually being introduced in Russia in the design and organization of construction production of civil engineering facilities. But the possibilities of digital BIM technologies are much more extensive than how they are used today in Russia and can cover the entire life cycle of an object. The article presents the process of information modeling for an energy-efficient residential building at different stages of the life cycle, which can be partially applied in civil construction. The introduction of information modeling technologies can solve many problems of owners for the reconstruction, management of engineering systems and maintenance of the property of the house, especially in the field of housing and communal services for apartment buildings.

Key words: Building Information Modeling (BIM), Digital Information Model (DIM), Russian State Information System for Ensuring Urban Planning Activities (ISOGD), Industry Foundation Classes (IFC), ArchiCAD, PHPP, energy-efficiency, energy-saving, monitoring, digitalization of construction and housing industry.

Чтобы стандарт организации, определяющий процесс проектирования с использованием технологий информационного моделирования, считаться официальным и соответствующим требованиям технического регламента, он должен пройти экспертную оценку в профильном комитете, после чего должным образом быть оформлен и утверждён как СТО. Поэтому, чтобы избежать расходов на утверждение соответствия требований национальному стандарту, большинство стандартов организации в России — это документ, который за пределы организации не выходит, составляется с учётом требований стандарта, включённого в перечень требований технического регламента, и служит главным образом руководством для работы специалистов организации.

Нюанс добровольности применения стандарта, включённого в этот перечень и не только, регламентируется ГОСТ Р 1.0–2012, который говорит о том, что если добровольный стандарт попал в задание на проектирование, то информационные требования заказчика и любые другие документы, сопровождающие информационное моделирование, становятся обязательными для исполнителя в силу Гражданского кодекса, и за его исполнение спросит заказчик. Также, согласно указанному ГОСТу, применение национального стандарта и свода правил становится обязательным для любой организации, если существует ссылка на них в организационно-распорядительных документах этой организации или вышестоящей организации (или органа власти, которому подчиняется организация). Поэтому все исполнители, сталкивающиеся с BIM-моделированием в своей деятельности, при возможности должны принимать участие в формировании технического задания на информационное моделирование, соответствующим образом корректируя требования заказчика и плановую реализацию, поскольку не все национальные стандарты возможно полностью реализовать с использованием существующего программного обеспечения.

Приказом Минстроя России от 6 августа 2020 года №430/пр «Об утверждении структуры и состава классификатора строительной информации» утверждена структура и состав классификатора строительной информации.

Органы местного самоуправления также могут сами определять наборы требований и формировать общий классификатор к информационным моделям по объектам, реализуемым за бюджет этих субъектов, но учитывать этот набор должен минимальные требования, утверждённые

Большинство стандартов организации в России — документ, который за пределы организации не выходит, составляется с учётом требований стандарта, включённого в перечень требований технического регламента

в национальных стандартах и федеральными органами.

Например, Комитетом города Москвы по ценовой политике в строительстве и государственной экспертизе проектов разработаны требования к информационным моделям для прохождения экспертиз проектной документации на строительство для объектов капитального строительства с использованием BIM-модели [4]. Приказом от 26 июня 2019 года №МКЭ-ОД/19-39 определены требования по каждому разделу проектной и рабочей документации, согласно Постановлению №87, расписаны требования к классификации, моделированию элементов и информационному наполнению ЦИМ.

Требования национальных стандартов вступили в силу с 1 января 2021 года для объектов транспортной инфраструктуры, далее с 1 января 2023 года — для ряда объектов, которые будут финансироваться из бюджетов субъектов РФ. По данным, размещённым в Единой информационной системе в сфере закупок, более половины строительного производства осуществляется за счёт бюджетных средств. Заключённые договора на работы по проектированию, инженерным изысканиям, а также строительству, реконструкции, капитальному ремонту в 2019 году по №223-ФЗ составляли 2,842 млрд руб. [5] и 2,364 трлн руб. по №44-ФЗ [6], что составило 57 % от общего объёма строительства в 2019 году [7]. Таким образом, в системе государственных закупок ни один подрядчик и ни один застройщик не могут сдать проектную документацию без цифровой информационной модели, и придётся корректировать свою работу под эти требования.

Готовиться к переходу на работу с использованием технологий информационного моделирования (ТИМ) придётся не только тем, кто работает с госзаказом, но и всем организациям, осуществляющим деятельность в сфере гражданского строительства. Система стандартов по гражданским объектам практически готова, но рынок не готов самостоятельно сформировать этот спрос. В pilotных частных проектах бизнес пробует использовать информационное моделирование для получения конкурных преимуществ, но крупные корпорации задают тон, где так или иначе любой проектировщик опирается на требования заказчика и находится между требованиями экспертизы в лице соблюдения технического регламента безопасности, сводов правил, обязательных и добровольных стандартов и пожеланиями заказчика.

Поскольку цифровая информационная модель будет передаваться в Информационную систему обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) на разных этапах проектирования и строительства, то её могут проверить надзорные органы на качество исполнения в любое время и с привлечением соответствующих специалистов и экспертов. Поэтому по формальному признаку вести работы с применением технологий информационного моделирования не представляется возможным. Проектировщикам придётся конкурировать качеством применения стандарта, и тогда информационная модель будет корректно воспринята на каждом этапе жизненного цикла всеми участниками, а данные, которые будут сформированы в ЦИМ с передачей в ИСОГД, будут использоваться по заданию. Эти данные будут корректироваться в соответствии с изменениями, дорабатываться и использоваться для дополнительных значимых задач.

Непонимание требований национальных стандартов и их практическое несоблюдение может повлечь непредвиденные убытки для ответственной проектной организации. На рынке есть разные программные комплексы с возможностью формирования цифровой информационной модели, но не все программы готовы по умолчанию удовлетворять всем сводам правил. Поэтому, если не удастся убрать пункты в техническом задании заказчика, решение которых невозможно с использованием классических инструментов, то для создания требуемой информационной модели приходится использовать несколько программных комплексов, интегрировать их между собой и зачастую дорабатывать под требуемые задачи.



● ● ● Программа, презентации и видеозапись конференции

* Статья подготовлена на основе доклада, представленного на III ежегодной BIM-конференции «BIM и BEM как инструменты оптимизации современного инженерного обустройства зданий», проведённой журналом СОК 2 февраля 2021 года в рамках выставки Aquatehnm Moscow.

Информационное моделирование и взаимодействия в BIM-среде ArchiCAD, виртуальная реальность в BIMx

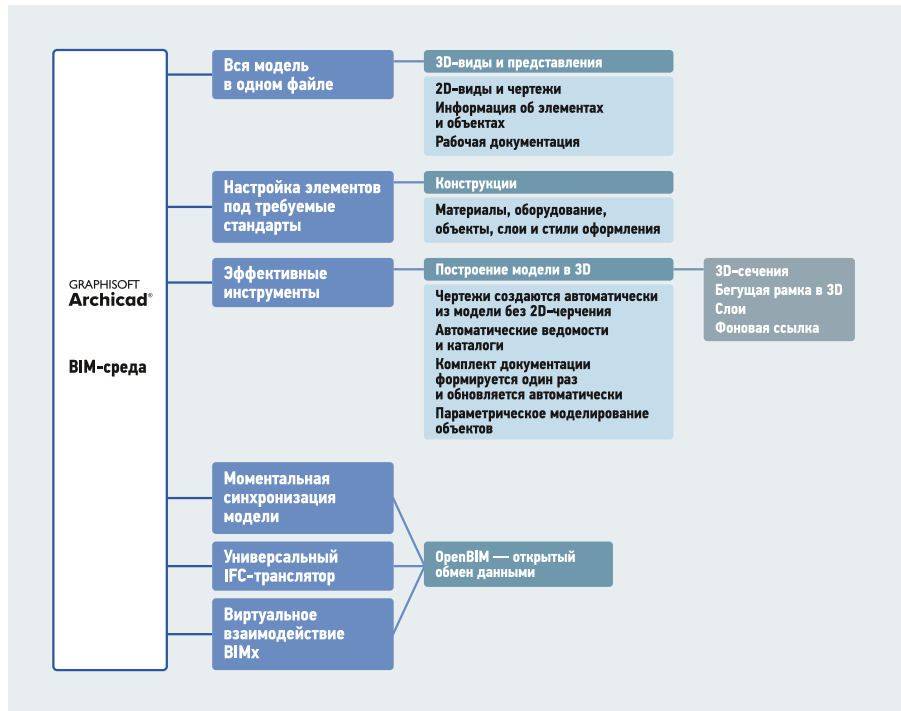
Для информационного моделирования зданий мы создаём сводную координационную BIM-модель в среде ArchiCAD с применением дополнительных интегрирующихся программных комплексов для решения задач этапов жизненного цикла здания, таких как RHPPP, MagiCAD, AnsysFluent и другие [8–9].

Возможности BIM-среды в ArchiCAD представлены в схеме на рис. 1 и включают в себя возможность гибкой настройки элементов под требования национальных стандартов и стандарта организации, возможность создания новых объектов с требуемыми параметрами, обмен данными в настраиваемом IFC-формате по типам параметров.

Отраслевая базовая классификация (Industry Foundation Classes, IFC) — это формат и схема данных с открытой спецификацией. Данная классификация представляет собой международный стандарт обмена данными в информационном моделировании в области гражданского строительства и эксплуатации зданий и сооружений, которая также утверждена для применения в национальных стандартах России для ЦИМ.

OpenBIM в ArchiCAD — открытый обмен данными на базе сводной BIM-модели. Участники проектирования могут выбирать наиболее подходящее для них программное обеспечение. Для обмена данными очень важно иметь возможность отфильтровать содержимое BIM-модели.

Взаимодействие различных разделов проекта, реализованных в разных программных комплексах, происходит через формат IFC, который в ArchiCAD производится через удобный транслятор. Предварительно настраиваются правила сортировки информации со смежными специалистами с требуемой классификацией для передачи информации между программными комплексами. Трансляция модели может производиться частями по группам элементов или целиком в зависимости от той задачи, которую требуется решить в смежном программном комплексе. При обмене данными модели может производиться перенос свойств в среду ArchiCAD из других программ, например, параметры огнестойкости металлических конструкций или свойства материалов воздуховодов. При экспертизе классификаторов может потребоваться внесение дополнительных свойств для некоторых элементов проекта. Такое же требование может предъявить и заказчик



•• Рис. 1. Схема BIM-среды в ArchiCAD

перед сдачей проекта. Перед импортом проекта следует сопоставить все свойства передаваемых данных и привести их в соответствие. Параметры обмена данными касаются сопоставления 3D-элементов, типов классификаций, свойств геометрии, слоёв, материалов и покрытий. Соответственно в BIM-среде ArchiCAD возможно настроить любой отраслевой классификатор, соответствующий национальным стандартам или стандарту организации.

Взаимодействие различных разделов проекта, реализованных в разных программных комплексах, происходит через формат IFC, который в ArchiCAD производится через удобный транслятор. Предварительно настраиваются правила сортировки информации со смежными специалистами с требуемой классификацией для передачи информации между программными комплексами

BIMx — это программное приложение, которое устанавливается на любые гаджеты для интерактивного представления 3D-модели и 2D-документации BIM-моделей зданий, созданных с помощью ArchiCAD, через гораздо более простой и интуитивно понятный интерфейс, чем сложный пользовательский интерфейс среды ArchiCAD. BIMx представляет трёх-

мерные модели зданий в интерактивном режиме, аналогичном игровым платформам. Клиенты, строители, эксперты могут виртуально пройти по объекту и сделать измерения виртуальной линейкой в 3D любого элемента. Модель можно увидеть в 3D-разрезе или в любой плоскости сечения в 3D, сверстанная 2D-документация может быть доступна непосредственно из 3D-моделей и наоборот. Из данного приложения можно также взаимодействовать с проектировщиками информационной модели, направляя запросы или другие данные.

Основная ценность BIM-модели в среде ArchiCAD — объёмно-пространственное представление и совокупность информации, где любой элемент модели может содержать количество информации, необходимое для качественного проектирования и расчётов, обмена данными, управления строительным производством и эксплуатации здания.

Последняя версия ArchiCAD теперь позволяет производить расчёты конструкций прямо в сводной модели, плагин моделирования инженерных систем теперь встроен в программу, в проекте можно размещать готовые модели инженерного оборудования в формате RVT.

Программный комплекс ArchiCAD отвечает требованиям национальных стандартов в отношении предоставления информации для надзорных органов в сфере градостроительной деятельности и может применяться в качестве среды общих данных на всех этапах жизненного цикла.

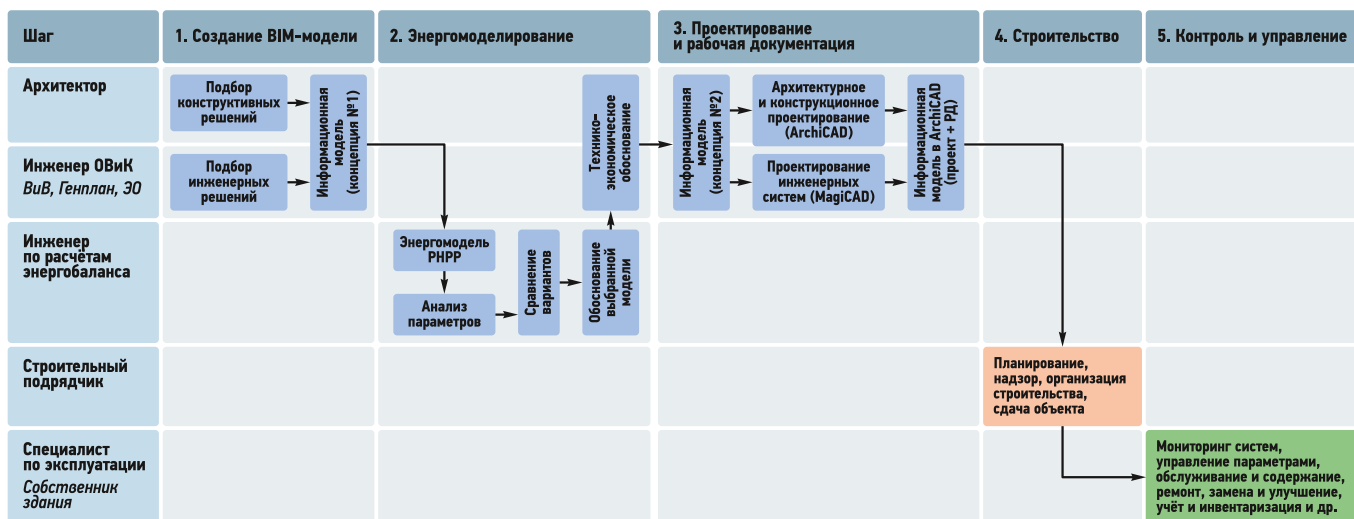


Рис. 2. ВІМ-моделирование энергоэффективного здания на основных этапах жизненного цикла

ВІМ-моделирование на примере энергоэффективного жилого дома

Рассмотрим ВІМ-моделирование на всех реализованных этапах жизненного цикла с использованием различных программных комплексов на примере энергоэффективного жилого дома общей площадью 205 м², построенного в Пушкинском районе Московской области [8]. В силу удобства взаимодействия программы ArchiCAD с различными программными комплексами, программа ArchiCAD 22 выбрана основной координационной средой для информационной модели.

Главными задачами любого проекта жилищного строительства, в том числе индивидуального, является создание благоприятного микроклимата внутри здания, получение высокого уровня энергоэффективности здания, оптимизация капитальных затрат строительства, сокращение эксплуатационных расходов и минимизация ущерба окружающей среде.

Для построенного энергоэффективного жилого дома в Пушкинском районе [8] пройдены и реализованы следующие этапы жизненного цикла: разработка концепции, проектирование, строительство, эксплуатация и дооборудование/модернизация. На всех этапах жизненного цикла происходит работа с информацией об объекте по выбранному методу и с применением технологий информационного моделирования для решения поставленных задач [28]. В табл. 1 показано, какие цели и задачи решаются на каждом этапе жизненного цикла для энергоэффективного жилого дома.

Обобщённая карта процесса ВІМ-моделирования этапов жизненного цикла для энергоэффективного жилого дома с основными ролями отражена на рис. 2, где задачи выбора архитектуры и дизайна здания, его конструкции, а также инженерной системы решаются и уточняются в итерационном процессе на этапе про-

ектирования, дополняются информацией и сопроводительными документами на этапе строительства, эксплуатации и модернизации здания.

В этап проектирования здания добавлен дополнительный этап энергомоделирования [9] для подбора оптимальных параметров дома с удельным потреблением тепловой энергии на отопление во время эксплуатации, приближенном к стандарту «пассивного дома» [11, 12]. На этом этапе анализируются варианты решений и обосновываются принятые решения по значимым параметрам.

По заданию заказчика созданы планировочно-объёмные решения дома, концептуальные решения конструкций и инженерных систем. Отопление дома было выбрано преимущественно тёплыми полами на первом этаже и радиаторами в подвале, предусмотрена централизованная вентиляция с рекуперацией тепла и подогревом.

ВІМ-моделирование энергоэффективного жилого дома на реализованных этапах жизненного цикла

табл. 1

Жизненный цикл	Этап	Цели/задачи
Концепция	Создание объёмной информационной модели здания в среде ArchiCAD. Подбор систем отопления и вентиляции здания с оценкой различных вариантов систем и источников отопления	Выражение идеи проекта в планировочно-объёмном и параметрическом виде с учётом условий местности и ТУ
	Энергомоделирование. Тепловой расчёт с определением нагрузок согласно отобранным вариантам отопления (PHPP и designPH). Сравнительная характеристика вариантов и выбор обоснованного технического решения. Оценка целесообразности применения ВИЭ	Выбор технико-экономически обоснованных конструктивных и инженерных решений и технических характеристик
Проектирование	Разработка проектной документации в ВІМ-модели	Внесение выбранных решений в проект, корректировка параметров и утверждение с уровнем детализации LOD300
	Создание рабочей документации в MagiCAD с интеграцией в сводную ВІМ-модель ОВиК (Отопление, вентиляция и кондиционирование, чертежи для организации основных строительных и монтажных работ). Создание рабочей документации в сводной ВІМ-модели ArchiCAD. Конструкции железобетонные (ЖБ), конструкции металлические (КМ), водоснабжение и водоотведение (ВВ), электроснабжение (ЭС), инженерный раздел генплана	Проверка коллизий проекта, создание рабочих чертежей для осуществления строительного производства с уровнем детализации LOD 400
	Земляные работы. Армирование монолитные работы. Кладка стен и перегородок, заполнение оконных проёмов. Монтаж перекрытий ферм. Сантехнические работы. Монтаж системы вентиляции. Монтаж системы отопления. Утепление здания и т.д. согласно графику работ	Создание готового объекта с основными инженерными системами
Эксплуатация	Мониторинг инженерных систем	Понимание параметров систем и условий
	Управление системами	Выбор и настройка наиболее выгодных режимов отопления и вентиляции
Дооборудование / модернизация	Дооборудование системы отопления потолочными панелями для целей отопления и охлаждения. Дооборудование эклектическими панелями для получения дополнительной электроэнергии. Дооборудование дополнительным источником тепла (подземный теплоаккумулятор с солнечными коллекторами)	Равномерное распределение тепла и холода в доме с использованием потолочных панелей. Достижение нулевого электропотребления. Дополнительная экономия энергии



•• Рис. 3. Пространственная модель здания в BIM-среде ArchiCAD

Расчёты энергетического баланса здания в пакете проектировщика «пассивного дома» (PHPP) [11] с интеграциями разных вариантов параметров позволили выбрать наиболее эффективные решения системы отопления и вентиляция, конструкции оболочки здания. В расчётах потребления энергии для отопления учитываются климатические условия, режимы эксплуатации здания, расположение здания на участке, параметры оболочки, инсоляция, выбранные системы отопления и вентиляции и другие параметры, сравнивались пять вариантов состава оборудования. Параметры для конструктивных и инженерных решений подобраны таким образом [8], чтобы обеспечить годовое потребление тепла для отопления в размере 32 кВт·ч/м².

Выбранные конструктивные решения были внесены в сводную информационную модель в ArchiCAD, где произведено рабочее проектирование конструктивных разделов. По выбранным инженерным решениям были произведены расчёты в MagiCAD и дальнейшая трансляция расположения инженерных систем в сводную информационную модель в среде ArchiCAD. Инженерные разделы генплана, водоснабжение и водоотведение также проработаны в среде ArchiCAD благодаря расширению MER, выполнена трассировка воздуховодов и расстановка оборудования, сводная пространственная модель представлена на рис. 3.

В настоящее время ведётся проектирование сезонного аккумулятора теплоты и холода для модернизации существующей системы энергоснабжения дома [17]. В сводной информационной модели в BIM-среде ArchiCAD выполнено моделирование конструкции ёмкости, солнечные коллекторы установлены на устойчивую металлическую конструкцию с возможностью управления наклоном, выполнена трассировка между аккумулятором, коллекторами, тепловым насосом и баком-аккумулятором (рис. 3).

Для целей строительства и монтажа оборудования произведено планирование

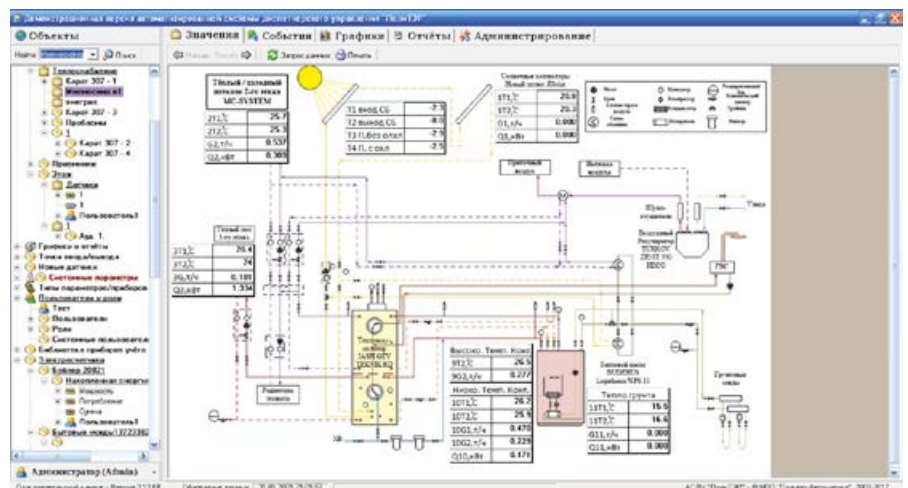
последовательности процессов, создание дополнительных чертежей и схем для производства работ. В процессе строительства и монтажных работ исходная координационная модель использовалась для уточнения данных, визуального представления данных исполнителям строительных и монтажных работ. При отклонении от проекта производства работ изменения вносились по факту произведённых работ.

После ввода в эксплуатацию в доме осуществляется непрерывный мониторинг среды внутри дома, внешней температуры воздуха, мониторинг потребления энергии системами отопления и вентиляции воздуха. Для сбора данных используется ПТК «ПолиТЭР» от фирмы НПП «Политех-Автоматика» [13]. Этот комплекс позволяет производить сбор,

обработку и архивирование значений, получаемых от тепловычислителей, расходомеров, термодар, беспроводных датчиков температуры и электросчётчиков. Эти данные позволяют создать полное представление о работе всех систем дома. Используя данные, поступающие от тепловычислителей, можно сделать выводы о количестве получаемой домом энергии от солнца, грунтового теплового насоса, благодаря чему имеется доступ к полной картине энергопотребления дома (рис. 4).

Ещё одной системой мониторинга является метеостанция MISOL WS-2310-1. Она собирает в автоматическом режиме такие важные показатели, как температура, влажность внутри и снаружи дома, барометрическое давление, количество осадков, солнечную энергию, солнечный УФ-индекс, показания скорости и направления ветра. Подобные параметры имеют высокую ценность для теплоэнергетических расчётов в программах BIM- и BEM-моделирования, так как от параметров окружающей среды зависит работа всех инженерных систем дома. Использование реальных погодных данных и значения теплотребления дома позволяет оценить соответствие произведённых расчётов на проектном этапе энергомоделирования, спланировать дооборудование и модернизацию систем на последующих жизненных циклах.

Выбранные конструктивные решения были внесены в сводную информационную модель в ArchiCAD, где произведено рабочее проектирование конструктивных разделов. По выбранным инженерным решениям были произведены расчёты в MagiCAD и дальнейшая трансляция в сводную информационную модель в среде ArchiCAD



•• Рис. 4. Мониторинг инженерных систем в «ПолиТЭР»

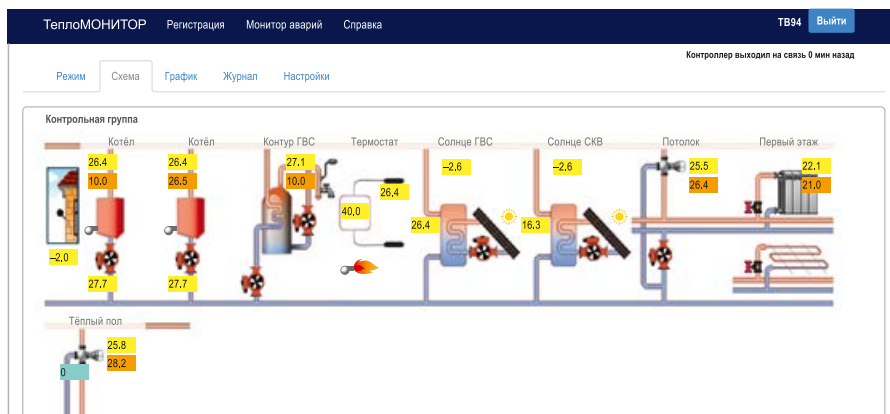


Рис. 5. Схема системы управления энергоэффективным домом в «ТеплоМОНИТОР»

Для мониторинга и удалённого управления инженерным оборудованием применяется модульная система «ТеплоМОНИТОР» (компания «ГидроЛОГО»). При помощи контроллера SmartWeb X, входящего в состав данной системы «ТеплоМОНИТОР», производится:

- управление тепловым насосом;
- управление аккумулятором тепла;
- управление тёплым полом первого этажа;
- управление потолком второго этажа;
- управление температурой ГВС;
- управление солнечными коллекторами;
- сбор информации о системе.

Все указанные операции проводятся в автоматическом режиме для поддержания на объекте заданных значений температур воздуха и горячего водоснабжения. Управление и контроль параметров осуществляется через веб-интерфейс контроллера, с его помощью можно вручную задавать параметры и температуру различных контуров системы отопления. Устройство отправляет на сервер состояния температурных, дискретных и других датчиков, и заходя на личную страницу сервера (рис. 5) из любой локации, можно проверить текущую работу оборудования, просмотреть историю работы устройств, менять режимы и параметры. Управление системой вентиляции осуществляется с помощью встроенного в систему вентиляции автоматического блока управления с датчиками температуры и углекислого газа (CO₂).

В 2019 году дом был оснащён дополнительной системой потолочного отопления/охлаждения на втором этаже, которая представляет их себя гипсокартонные панели MC-System (гипсокартон Гуркос, армированный фиброволокном) с трубками 1,1 × 10,1 мм, разложенные по поверхности потолка. Раскладка панелей была произведена в исходной информационной модели. Целью оснащения было дополнить существующую систему отоп-

режим системы отопления/охлаждения потолка второго этажа сразу снизилась с 26 до 18°C. В 20:00 снова изменили установленную температуру комфорта с 20 до 23°C, после чего режим системы отопления/охлаждения потолка второго этажа изменился с охлаждения на отопление — температура в системе выросла с 18 до 27°C. По мере нагревания помещений, температура в системе отопления/охлаждения потолка второго этажа стала стремиться к установленной температуре в помещениях, что говорит о равномерном распределении тепла. Скачки режима системы потолочных панелей происходят

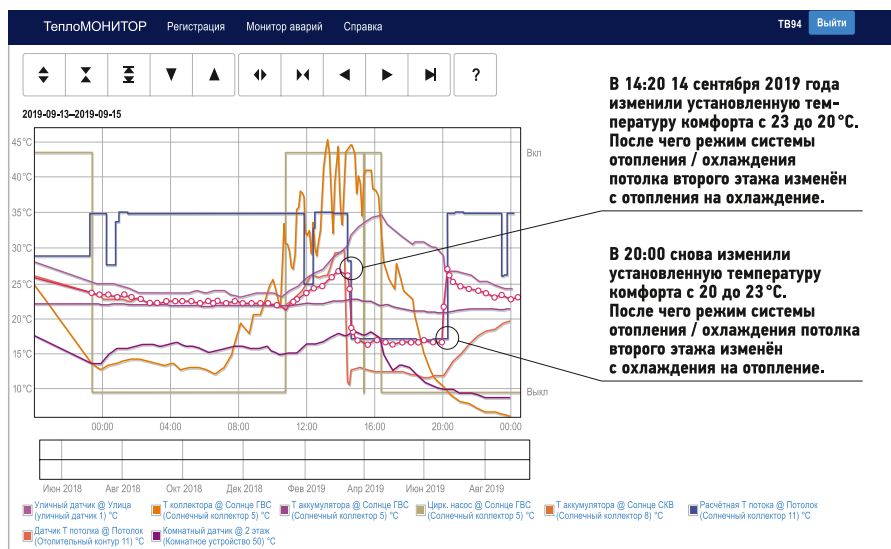


Рис. 6. Управление режимами нагрева и охлаждения потолка в системе «ТеплоМОНИТОР»

ления для быстрого и равномерного поддержания комфортной температуры помещений зимой и равномерного охлаждения помещений летом.

После дооборудования [15] инженерных систем потолочными панелями MC-System для равномерного обогрева или охлаждения помещений второго этажа производилось включение дополнительной системы отопления/охлаждения потолка в комплекс «ТеплоМОНИТОР». На рис. 6 видно, что при тестировании системы 14 сентября 2019 года в 14:20 изменили установленную температуру на втором этаже с 23 до 20°C, после чего

в случае изменения в настройке температурных режимов в помещении, изменений погоды, изменений параметров других систем отопления. В целом потолочные панели позволяют чутко и быстро поддержать установленные параметры комфорта в дополнение к работе более инерционной системы тёплого пола, которая смонтирована на первом этаже.

При внедрении в существующую систему дополнительного оборудования все эти комплексы мониторинга имеют возможность масштабирования, благодаря чему возможно произвести наладку сбора различных параметров инженерного оборудования без значимых затрат. Грамотная настройка системы мониторинга позволяет получать информацию о работе всего оборудования, которое применяется в системах теплоснабжения, подтверждение расчётных параметров, информацию о состоянии среды.

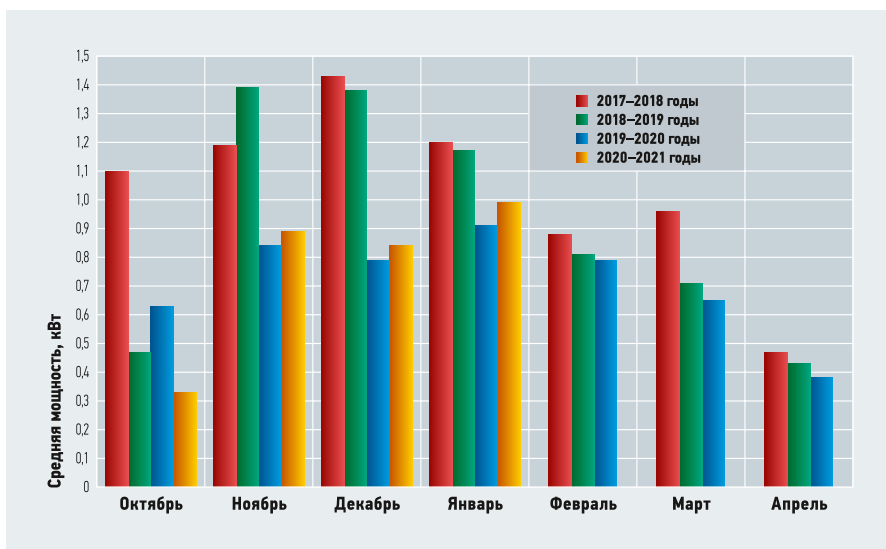
Это, в свою очередь, позволяет судить о состоянии систем, необходимости их ремонта, дооборудования или модернизации, сравнить с аналоговыми решениями других проектов.

Грамотная настройка системы мониторинга позволяет получать информацию о работе всего оборудования, которое применяется в системах теплоснабжения, подтверждение расчётных параметров, информацию о состоянии среды. Это, в свою очередь, позволяет судить о состоянии систем

На базе данных систем мониторинга сделан анализ энергопотребления дома за период эксплуатации с 2017 по 2021 годы (рис. 7). На рис. 7 видно, что потребляемая мощность инженерных систем снижается, что связано с нормализацией влажностного режима внутри дома после строительства, настройкой взаимной работы систем, более тёплой погодой осенне-зимних периодов 2019–2020 годов в сравнении с 2017–2018-ми. Но зима 2021 года значительно холоднее аналогичного периода 2019–2020 годов, что вызвало незначительное повышение потребления мощности отопительной системой.

Перспективы развития энергоэффективного жилого дома. Дооборудование и модернизация инженерных систем

С принятием Федерального закона от 27 декабря 2019 года №471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации» с целью выдачи электроэнергии в сеть разрешается подключать к электрическим сетям «объекты микрогенерации», то есть электростанции мощностью до 15 кВт. В связи с этим на крышу дома смонтировано 30 солнечных панелей (СП) Delta серии BST [16]: 10 СП — по 360 Вт, 10 СП — по 380 Вт, 10 СП — по 450 Вт, суммарной мощностью на 11,9 кВт, что полностью покрывает потребность дома в электрической энергии в солнечные дни. Часть электричества будет накапливаться в аккумуляторные батареи (АКБ) для использования в ночное время, а излишки продаваться в сеть по оптовой цене. Солнечные батареи Delta с фотоэлектрическими модулями BST эффективно работают при низкой интенсивности солнечного света с КПД модуля до 20,2%.



•• Рис. 7. Анализ энергопотребления энергоэффективного жилого дома за 2017–2021 годы

Для целей достижения нулевого энергопотребления на отопление жилого дома в настоящее время ведётся проектирование системы жидкостного аккумулятора тепла и холода в грунте с накоплением тепла от солнечных коллекторов для последующего внедрения в существующую инженерную систему. Тип аккумулирования и параметры новой системы будут зависеть от расчётов термодинамических процессов внутри ёмкости и объёма обмениваемой теплоты или холода в сезонные пики потребности соответственно типу аккумулирования. Более подробно процесс проектирования и расчёта новой системы будут рассмотрены в [17].

Таким образом, для энергоэффективного жилого дома на каждом этапе жизненного цикла реализуются мероприятия с применением технологий информационного моделирования, которые позволяют эффективно решать задачи соответствующего этапа. Данный стандарт BIM-моделирования для этапов капитального строительства, эксплуатации и модернизации энергоэффективных жилых домов может быть с большим успехом применён

для многоквартирных домов и решит ряд серьёзных проблем отрасли ЖКХ в части обслуживания и ремонта общего имущества и инженерных систем на этапах реконструкции и эксплуатации.

Представленная система мониторинга также очень актуальна для контроля и управления энергопотреблением многоквартирного дома, контроля потребляемых прочих коммунальных ресурсов. Ручной контроль общедомовых и поквартирных счётчиков с ежемесячной передачей данных в расчётные центры неэффективен. Анализ показаний счётчиков в совокупности на весь дом и по каждому потребителю жилыцы не могут произвести, так как получить потом эти данные невозможно, а соответственно невозможно сравнить фактическое потребление с начислениями в платёжках, невозможно провести качественную аналитику для целей модернизации инженерных систем.

Возможности информационного моделирования для решения проблем в сфере ЖКХ

Собственники жилых помещений многоквартирных домов ежемесячно оплачивают коммунальные услуги, содержание и обслуживание общего имущества своего дома. Коммунальные услуги — это услуги отопления, холодного и горячего водоснабжения, отведения воды, электро-снабжения, газоснабжения, услуги по обращению ТКО, предоставляемые поставщиками соответствующих услуг — ресурсоснабжающими организациями.

К содержанию и обслуживанию общего имущества относится содержание ограждающих конструкций, общих площадок, лестниц, нежилых помещений, также инженерных систем, по которым жители получают коммунальные услуги: систем отопления, водоснабжения и водоотведения, электро- и газоснабжения (при наличии) и вентиляции.



•• Многоквартирный жилой дом с эксплуатируемой кровлей



●● Типовой квартирный блок с инженерными системами

Согласно п. 1 ст. 38 ЖК РФ, при приобретении в собственность помещения в многоквартирном доме к приобретателю переходит доля в праве общей собственности на общее имущество в многоквартирном доме.

С вводом права на приватизацию собственниками общего имущества в МКД стали жители, и встал вопрос о выделении доли общего имущества каждого собственника жилого помещения в МКД для наделения его правом владения, пользования и распоряжения им, а также для целей распределения расходов на содержание общего имущества. С введением нового Жилищного кодекса Российской Федерации в 2005 году вместо Жилищного кодекса РСФСР местным самоуправлением должно было быть осуществлено выделение общего имущества и передача общего имущества и, соответственно, обязанности его содержания, в собственности жителям (в доле) от государства с постановкой на учёт в ЕГРН.

Из п. 3 ст. 162 ЖК РФ также ясно, что перечень работ по управлению МКД устанавливается в отношении именно общего имущества, состав которого должен быть определён и расходы распределяются на площадь общего имущества пропорционально доле в общей собственности каждого жителя.

Но в большинстве многоквартирных домов перечень общего имущества до сих пор не определён, а доля каждого собственника жилого помещения на общее имущество не выделена и не поставлена на учёт в ЕГРН. Сведения об имуществе и оборудовании носят описательный словесный характер, отсутствуют чертежи размещения конструктивных элементов и инженерных систем. Обслуживание и ремонт имущества и оборудования производится

управляющими компаниями по словесным описаниям без использования геометрических и технических представлений данных. Документы, сопровождающие обслуживание и ремонтные работы, недоступны собственникам МКД и по запросам жителей не предоставляются, так как порядок ведения и предоставления информации от управляющей компании собственникам, не утверждённый на общем собрании собственников жилых помещений, может устанавливаться по усмотрению управляющей компании. При запросе проектной и сопроводительной документации дома управляющие организации делают отсыл к неким типовым проектным документам в архивах, при этом в процессах своей деятельности по обслуживанию «типового» МКД данные чертежи и схемы отсутствуют.

В Германии последние 50 лет непрерывно увеличивались требования по энергосбережению зданий, и в 2013 году был принят закон о сбережении энергии, согласно которому все новые здания, построенные с 2020 года, должны иметь энергопотребление, близкое к нулевому

Более трети энергоресурсов нашей страны уходит на отопление зданий, из которых около половины тратится на тепловую энергию в многоквартирные дома [18]. Но примеров энергоэффективной реконструкции многоквартирных домов в России всё ещё мало, да и строительство большинства новых многоквартирных домов происходит с показателем теплосопроотивления ограждений, близ-

ким к использовавшемуся ещё в советское время. У современных зданий (99% панельных и более 90% зданий с вентилируемым фасадом) термическое сопротивление стен не соответствует проекту и нормативным требованиям [19].

Тема энергоэффективности в отрасли строительства и ЖКХ в России табуирована, хотя государством взят курс на увеличение энергоэффективности и принят ряд требований по поэтапному повышению энергетической эффективности зданий, строений, сооружений. Приказом Минстроя от 6 июня 2016 года №399/пр определены классы энергетической эффективности многоквартирных домов для вновь построенных, реконструируемых или прошедших капремонт домов.

Например, для десятиэтажного дома базовый уровень удельной тепловой энергии для региона по параметрам, приближенным Московской области, составляет 265 кВт·ч/м² для отопительного периода, в том числе на отопление и вентиляцию 120 кВт·ч/м², а высочайшим классом энергоэффективности А++ будет считаться 106 и 48 кВт·ч/м², соответственно, и чем выше этажность, тем меньше этот показатель. И, хотя во многих регионах РФ пытаются решить этот вопрос путём регулирования тепловой энергии через установку индивидуальных тепловых пунктов, снижения энергопотребления на 40% и более по сравнению с базовым уровнем не удаётся достигнуть.

Для примера, в Германии последние 50 лет непрерывно увеличивались требования по энергосбережению зданий, и в 2013 году был принят закон о сбережении энергии, согласно которому все новые здания, построенные с 2020 года, должны иметь энергопотребление, близкое к нулевому, и в Германии к этому абсолютно готовы. В Европейском союзе такое требование обязательно с 2021 года [20], то есть потребность в энергии должна быть очень низкой, а необходимая энергия должна быть возобновляемой, получаемой вблизи здания.

У большинства специалистов отрасли строительства и ЖКХ в России нет практического опыта, а зачастую и понимания технологий энергоэффективного домостроения. Особенно для застройщика, ведь сегодня все подобные проекты проходят госэкспертизу и приёмку, вызывают сложности перехода на новые стандарты, ведь надо перестраивать все бизнес-процессы организации, которые придётся разработать под разные работы строительного производства, дополнительно обучать исполнителей, внедрять в работу и контролировать эти процессы.

Возможности информационного моделирования для решения проблем в сфере ЖКХ

табл. 2

Проблемы отрасли ЖКХ	Возможности информационного моделирования
Отсутствие точного перечня общего имущества с распределением в долях от жилой площади для каждого собственника. Отсутствие схем размещения инженерных сетей по дому, расположения несущих конструктивных элементов, сведений о произведённых перепланировках, ремонтах и реконструкции	Создание единой ЦИМ для МКД позволит определить информации об имуществе и инженерных системах с возможностью использования данных ЦИМ при капитальных ремонтах и модернизации
Отсутствие конкретных смет на обслуживание и текущий ремонт общего имущества МКД	Информационная модель позволит получить необходимые количественные данные по требуемым параметрам здания и оценить объем работ по обслуживанию
Расчёты потреблённой энергии производятся по тарифам, превышающих фактическое потребление ресурсов. Ручной контроль общедомовых счётчиков, данные которых никто не анализирует и не сравнивает с фактическим потреблением	Системы мониторинга инженерных систем дадут понимание о реальном потреблении ресурсов, сплошное снятие данных сэкономит время ручной проверки счётчиков, данные в платёжных документах могут автоматически заполняться по данным систем контроля и мониторинга
Отсутствие статистических данных и как следствие невозможность контроля потребления ресурсов и внедрения инноваций	На основе статистики возможно разработать меры по энергосбережению и обосновать эффективность их внедрения по сравнению с текущим состоянием и прочими вариантами модернизации
Необоснованность расходов на капитальные ремонты	ВИМ-модель здания также позволит реализовать реконструкцию и/или модернизацию наилучшим образом и проконтролировать капитальные расходы

В табл. 2 приведены возможности применения ТИМ для решения существующих проблем отрасли ЖКХ в части обслуживания, содержания и ремонта общего имущества и предоставления коммунальных услуг населению в многоквартирных домах в России.

Таким образом, качественный мониторинг инженерных систем многоквартирных домов позволит контролировать фактическое потребление ресурсов, создание единой ЦИМ даст понимание объёма, состояния и стоимости общего имущества. Данные мониторинга потребления коммунальных ресурсов и расчёты энергобалансов позволят обосновать и выбрать энергоэффективное решение модернизации и реконструкции многоквартирного дома. А использование современных систем управления инженерными системами помогут настроить бережливое потребление ресурсов.

Сегодня мы всё чаще слышим о большом износе жилых фондов (имущества и инженерных систем) в РФ, но оценить его состояние без понимания состава и состояния общего имущества, без наличия документов, сопровождавших этапы

жизненного цикла невозможно. Информация по общему имуществу, внесённая в Государственную информационную систему жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ), недостаточна и зачастую носит лишь словесное описание систем дома без технических схем и чертежей. Система ИСОГД, как источник информации об объекте, также находится ещё в зачаточном состоянии и не наполнена цифровыми информационными моделями, чтобы использовать их на этапах эксплуатации, реконструкции или капитального ремонта МКД. Для оценки износа надо понимать, что мы оцениваем, то есть необходимо определить предмет оценки, зафиксировать его параметры в единой информационной модели с учётом всех значимых параметров и лишь затем оценивать степень износа и принимать решения с использованием технологий информационного моделирования. Затраты на капремонт общего имущества МКД должны быть привязаны должным образом к определённому общему имуществу, подлежащему реконструкции, и они должны быть обоснованы с учётом лучшей мировой практики энергосбережения.

Следовательно, для многоквартирных домов, собственники жилых помещений которых готовы разбираться в проблемах обслуживания и эксплуатации своего дома и выберут энергосбережение, необходимо определить состояние общего имущества, оцифровать данные своего дома, внедрить сплошной контроль параметров потребления и выбрать решения для капитального ремонта с повышением класса энергетической эффективности. Инструментарием для реализации такого перехода к энергосбережению в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства неизбежно станут технологии информационного моделирования.

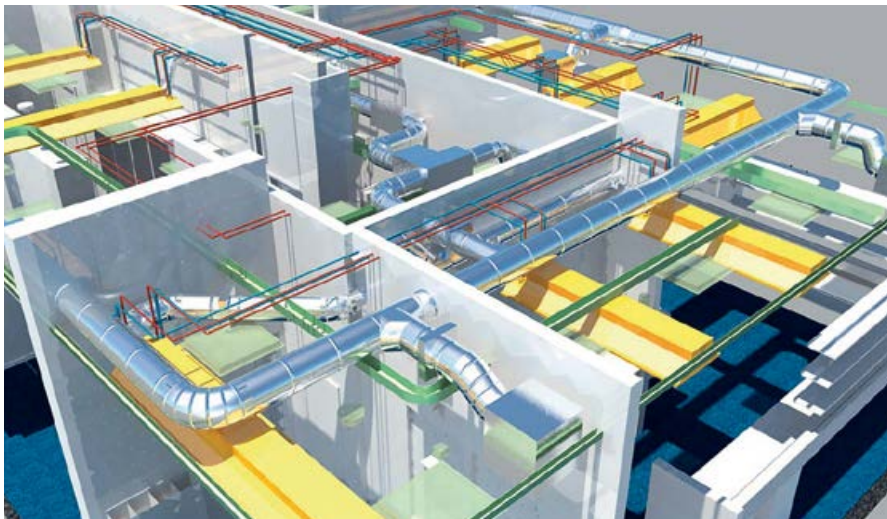
В Европе реализовано на практике много успешных примеров [21, 22] реконструкции зданий по стандартам энергоэффективного или «пассивного» дома, наилучший опыт которых в России нужно перенимать, чтобы избежать собственных ошибок начального этапа и значительно ускорить процесс внедрения.

Заключение

Сегодня в Российской Федерации служба заказчика и проектные организации постепенно внедряют технологии информационного моделирования в процессы проектирования и строительное производство гражданских объектов в силу требований технического регламента безопасности к стандарту ВИМ-моделирования. Для государственных контрактов в сфере строительства запланирован обязательный переход на национальные стандарты ВИМ-моделирования с 2021 года для целей цифровизации строительной отрасли. Цифровые информационные модели будут интегрированы в систему ИСОГД, что позволит сделать прозрачными данные по созданию и вводу в эксплуатацию объектов капитального строительства, ускорить обмен градостроительной информацией.

Каждый этап жизненного цикла здания имеет свою цель, и ТИМ способствует достижению поставленных целей.





Несомненно, каждому участнику жизненного цикла требуется разработка стандарта информационного моделирования с определением целей, параметров данных, процедуры обмена и создания данных, определением роли ответственных исполнителей, требований к участникам на других этапах жизненного цикла. На примере энергоэффективного жилого дома представлен внутренний стандарт информационного моделирования объекта с применением на реализованных этапах жизненного цикла. В этап проектирования добавлено энергомоделирование для подбора и технико-экономического обоснования параметров. Сводная информационная модель может быть

выполнена в BIM-среде ArchiCAD, которая выбрана для целей BIM-моделирования объекта в качестве координационной в силу возможности трансляции через IFC-формат в любой программный комплекс и обратно.

3D- и 2D-представления сводной модели и прочая документация могут использоваться при эксплуатации, модер-

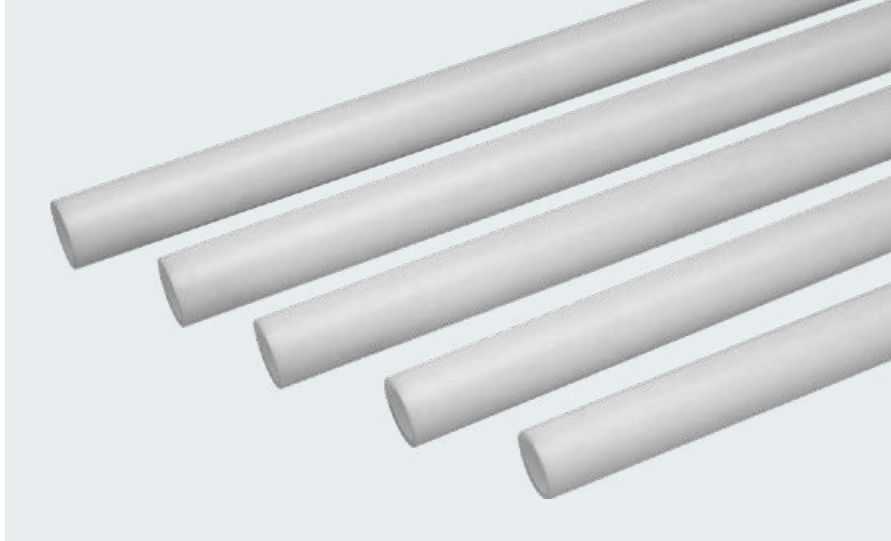
Понимание возможностей информационного моделирования собственниками жилых помещений в МКД будет способствовать ускорению внедрения этих технологий

низации и демонтаже объекта. Варианты использования информационной модели могут быть различными — от отслеживания состояния объекта на протяжении всего жизненного цикла до создания интегративных моделей управления объектом для решения задач соответствующего этапа, обоснование и принятие любых решений в отношении объекта.

На последующих после строительства этапах жизненных циклах здания технологии информационного моделирования в России практически не используются, за исключением зданий, прошедших сертификацию «зелёных» стандартов. А между тем использование технологий информационного моделирования на всех этапах жизненных циклов решает задачи эффективного управления общим имуществом и инженерными системами зданий для этапа эксплуатации, обоснованного капитального ремонта и модернизации оборудования на этапе реконструкции здания. Особенно эти задачи назрели в сфере ЖКХ при обслуживании многоквартирных домов. Понимание возможностей информационного моделирования собственниками жилых помещений в многоквартирных домах будет способствовать ускорению их внедрения на этапе обслуживания и реконструкции дома, повышению уровня энергосбережения. ●

- О внесении изменений в Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации»: Федеральный закон от 27.07.2019 №151-ФЗ (ред. от 13.07.2020).
- Национальные стандарты по информационному моделированию зданий и сооружений [Электр. текст]. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Режим доступа: rst.gov.ru. Дата обращ.: 01.02.2021.
- Своды правил по информационному моделированию в строительстве [Электр. текст]. Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве. Минстрой России. Режим доступа: faifcc.ru. Дата обращ.: 02.02.2021.
- Об утверждении требований к информационным моделям объектов капитального строительства, а также классификаторов для информационного моделирования: Приказ от 26.06.2019 №МКЭ-ОД/19-39 [Электр. текст]. Комитет города Москвы по ценовой политике в строительстве и государственной экспертизе проектов. Режим доступа: mos.ru. Дата обращ.: 02.02.2021.
- Мониторинг применения Федерального закона от 18.07.2011 №223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» в 2019 году [Электр. текст]. Минфин России. Режим доступа: minfin.gov.ru. Дата обращ.: 04.02.2021.
- Сводный аналитический отчёт по результатам осуществления мониторинга закупок, товаров, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд в соответствии с Федеральным законом от 05.04.2013 №44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» по итогам 2019 года [Электр. текст]. Минфин России. Режим доступа: minfin.gov.ru. Дата обращ.: 04.02.2021.
- Строительство в России 2020. Статистический сборник [Электр. текст]. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Режим доступа: rosstat.gov.ru. Дата обращ.: 04.02.2021.
- Султангузин И.А., Крутлик Д.А., Яворовский Ю.В., Жигулина Е.В., Калякин И.Д., Говорин А.В., Яцок Т.В., Бартевьев А.И., Хромченко В.Г. Применение BIM-, VEM- и CFD-технологий для проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективного дома // Журнал СОК, 2019. №9. С. 36–42.
- Яворовский Ю.В., Султангузин И.А., Крутлик Д.А., Калякин И.Д., Яцок Т.В. Сравнение результатов энергетического моделирования жилого дома с помощью разных программных средств // Вестник МЭИ, 2020. №3. С. 31–39.
- Талапов В. Жизненный цикл здания и его связь с внедрением технологии BIM [Электр. текст]. «Строительный эксперт» от 20.01.2017. Режим доступа: ardexpert.ru. Дата обращ.: 02.02.2020.
- Файт В.В. Основные положения по проектированию «пассивных домов». — М.: Изд-во АСВ, 2011. 144 с.
- Бродач М.М., Ливчак В.И. Здание с близким к нулевому энергетическому балансу // АВОК, 2011. №5. С. 4–11.
- Чайкин В.Ю., Петров В.А., Султангузин И.А., Басалаев А.А., Нечаев А.Н., Капитонов Н.Н. Особенности совместного использования систем мониторинга и управления энергоэффективного дома / Энергосбережение. Теория и практика: Труды X Межд. школы-семинара молодых учёных и специалистов. Москва, НИУ «МЭИ», 19–23.10.2020. — Курск: Изд-во «Университетская книга», 2020. С. 291–297.
- Абдуллин В.В., Шнайдер Д.А., Курзанов С.Ю., Яворовский Ю.В. Использование технологии «интернета вещей» в отоплении зданий: упреждающее управление, распределённый мониторинг, интеллектуальная балансировка // Журнал СОК, 2018. №8. С. 54–58.
- Крутлик Д.А., Яворовский Ю.В., Султангузин И.А., Нечаев А.Н., Трусов А.С. Экспериментальное и численное исследование работы системы потолочного охлаждения на основе гипсокартонных панелей с системой потолочно-вытяжной вентиляции с охлаждением приточного воздуха / Актуальные проблемы транспорта и энергетики — пути их инновационного решения: Сб. мат. VIII Межд. науч.-практ. конф. Нур-Султан, ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва, 20.03.2020. — Нур-Султан, 2020. С. 347–350.
- Петров В.А., Чайкин В.Ю., Христенко Б.А., Савицкий И.Д., Султангузин И.А., Демидов Е.А., Нечаев А.Н., Скоробатюк А.В. Перспективы развития инженерной системы энергоэффективного дома / Энергосбережение. Теория и практика: Труды X Межд. школы-семинара молодых учёных и специалистов. Москва, НИУ «МЭИ», 19–23.10.2020. — Курск: Изд-во «Университетская книга», 2020. С. 66–72.
- Султангузин И.А., Христенко Б.А., Чайкин В.Ю., Яцок Т.В., Крутлик Д.А., Яворовский Ю.В., Нечаев А.Н., Скоробатюк А.В. Разработка и исследование сезонного аккумулятора теплоты и холода для системы энергоснабжения здания // Журнал СОК, 2021. [Материал готовится к печати].
- Смирнова Т. Опыт эксплуатации «пассивных домов» в России и Западной Европе // Строительная теплофизика и энергосбережение, 2009. №5. С. 430–432.
- Крышов С.И., Курилюк И.С. Проблемы экспертной оценки тепловой защиты зданий // Жилищное строительство, 2016. №7. С. 3–5.
- Schütz W. Energy saving regulations in Germany, history — status — future. 3. Ingenieurtag 2016. Der Fakultät Maschinenbau, Elektro- und Energiesysteme. GUS- und Osteuropatag. NESEFF-Netzwerktreffen 2016. Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg. Cottbus, Germany. November 14–15, 2016. Pp. 167–173.
- Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома / Пер. с нем. — СПб: БХВ-Петербург, 2011. 478 с.
- Бисмарк М. Реконструкция в Венском техническом университете / Здания высоких технологий, 2016. №4. С. 18–21.

References — see page 78.



Процесс Энгеля, или История появления трубы PE-X в России

Трубы PE-X хорошо знакомы российскому потребителю. Они заняли свою нишу на отечественном сантехническом рынке и успешно теснят конкурентов. Продукция из сшитого полиэтилена постоянно совершенствуется, технологии изготовления дорабатываются, что позволяет производителям повышать качество, эффективность, надёжность и долговечность всей линейки изделий из PE-X. Они прошли долгий путь эволюции, начиная с 60-х годов прошлого века, и стали значительно лучше предшественников.

Альтернативу металлической трубе нашли в Европе ещё в 1960-х годах. Именно тогда произошёл научный прорыв и были разработаны технологии, позволяющие запустить масштабное производство труб из сшитого полиэтилена, за которыми закрепилось название «труба PE-X». В XXI веке эта продукция остаётся востребованной в Европе и других странах мира. В настоящее время PE-X-трубы набирают популярность и на российском рынке, постепенно вытесняя устаревшую трубопроводную арматуру, унаследованную ещё с советских времён.



Так в чём же преимущество труб из сшитого полиэтилена? Почему они не устаревают и остаются востребованными уже более 50 лет? Технические специалисты компании Profactor Armaturen GmbH предприняли попытку разобраться с этими вопросами, углубившись в историю появления полиэтилена.

Внимательное ознакомление с историческими документами, архивными материалами и сведениями из разных источников, позволило специалистам Profactor узнать об интересных подробностях. Так, после окончания Второй мировой войны немецкий концерн Badische Anilin- & Soda-Fabrik (B.A.S.F.) получил лицензию от британской химической компании Imperial Chemical Industries (ICI) на проведение исследований и экспериментов для вывода производства полиэтилена на уровень промышленных масштабов. Немцы потратили на эту работу более 15 лет и добились определённого успеха.

В конце 1960-х годов инженеры B.A.S.F. нашли своеобразное решение для «сшивания» молекул полиэтилена — они применили радиационный метод. Однако использование ионизирующего бета-излучения в массовом производстве было слишком рискованным делом с высокой степенью опасности для здоровья людей и окружающей среды. К тому же эта технология являлась чрезмерно дорогой, и себестоимость продукции получалась астрономической.

Одновременно с B.A.S.F. над задачей «сшивания» полиэтилена бился немецкий химик Томас Энгель (Thomas Engel). Именно он изобрёл безопасный и недорогой метод.



⚡ **Металлические трубы значительно тяжелее, подвержены ржавлению и зарастанию, в отличие от лёгких, исключительно гладких полипропиленовых труб, которым не страшна коррозия**

Автор: Густав РАЙШ, технический специалист PROFACOR Armaturen GmbH

Секрет Энгеля заключался в применении высокого давления и температуры с участием пероксидного катализатора. В 1967 году профессор запатентовал своё изобретение, которое впоследствии назвали «метод Энгеля» или «процесс Энгеля». «Произведённые по методу Энгеля трубы из сшитого полиэтилена имеют самую большую степень сшивки. Они получают более эластичные и мягкие. Сшивка полиэтилена происходит равномерно по всей трубе», — отмечено в справочнике «Тепло, вода и полимерные трубы. Сантехнический мир в деталях».

Методом Энгеля воспользовались многие известные бренды, в их числе:

- RENAУ — немецкая компания;
- Pirelli — итальянская компания по производству автомобильных шин;
- Dunlop Tires — британская компания по производству автомобильных шин;
- Mitsubishi — японский многоотраслевой концерн;
- BFGoodrich — американский бренд автомобильных шин;
- Continental AG — немецкий производитель шин и автокомпонентов. Компания занимает первое место в Европе и четвёртое на мировом рынке по производству шин.

Патент Энгеля для производства труб РЕ-Х из сшитого полиэтилена в 1970 году приобрело израильское производственное предприятие в кибуце Golan. Он находится на севере Израиля, а название получил от Голанских высот, расположенных по соседству. Первые универсальные трубы по технологии РЕ-Ха завод Golan Plast выпустил в 1974 году, они предназначались для использования в системах водяного отопления, горячего, холодного и питьевого водоснабжения. Позже было налажено производство многослойных труб нового поколения вместе с разнообразной номенклатурой.



∴ Производство на заводе Golan Plast (Израиль)

Завод Golan Plast стал одним из первых предприятий в мире по производству труб из сшитого полиэтилена больших диаметров — до 300 мм. Они, в частности, применяются при прокладке и изоляции внешних сетей в сложных условиях эксплуатации. В настоящее время филиалы израильского завода действуют в Дании, Чили и России. Но израильяне вовсе не являются монополистами в производстве труб РЕ-Х. С ними вполне успешно конкурируют испанцы.

В 2000 году в Испании была основана компания Auray Managing S.L. За короткое время предприятие развилось и стало одним из ведущих европейских производителей, специализирующихся на трубах РЕ-Ха. Они выпускаются на двух предприятиях с современным автоматизированным оборудованием в Барселоне и Сьюдад-Реале, откуда экспортируются в разные страны мира.

Так в чём же преимущества труб из сшитого полиэтилена, которые отличают их от металлических, полипропиленовых или металлополимерных изделий?

Прежде всего, трубы РЕ-Х значительно легче металлических, что значительно облегчает их транспортировку и процесс монтажа.

Все металлические трубы подвержены окислению и коррозии, эти негативные факторы значительно сокращают сроки эксплуатации трубопроводных систем и влияют на качество транспортируемой воды. Трубы из сшитого полиэтилена не подвержены коррозии, она не образуется ни внутри, ни на поверхности изделия.

Более того, на внутренних стенках труб РЕ-Х не остаётся наслоений или наростов от загрязнённой воды с тяжёлыми взвесями. Этот недостаток присущ металлическим трубам. Внутри них образуются толстые корки наслоений, что снижает пропускную способность трубопроводов и вскоре выводит их из строя.

Сшитый полиэтилен экологически безопасен, поэтому трубы РЕ-Х разрешается использовать для транспортировки питьевой воды.

При всех преимуществах и достоинствах труб из сшитого полиэтилена у них, конечно, есть некоторые недостатки. Например, как и все изделия из пластика, трубы РЕ-Х подвержены воздействию ультрафиолетового излучения. В этой связи их лучше устанавливать в закрытых системах коммуникаций, куда не проникают прямые солнечные лучи.

Отметим, что трубы РЕ-Х могут эксплуатироваться в системах водоснабжения и отопления с температурой теплоносителя до +90 °С и выше. Однако производители всё-таки рекомендуют российским потребителям использовать трубы РЕ-Х в сантехнических системах, давление и температура рабочей среды которых соответствует пороговым показателям труб РЕ-Х, указанным в технических паспортах и инструкциях по эксплуатации. ●



∴ Современные трубы из сшитого полиэтилена (РЕ-Х)



Влияние ионного состава воды на её электропроводность

В этой статье будет рассказано, как ионный состав воды влияет на значение её электропроводности, и насколько оправданно использовать общепринятые коэффициенты пересчёта электропроводности воды в её солесодержание (в диапазоне 0,5–0,55) для подавляющего большинства пресных вод. Также в статье рассмотрена возможность использования значения электропроводности воды для контроля процесса её умягчения.

Электропроводность воды — это важнейший параметр её качества, который может быть определён самым простым и доступным способом. Электропроводность зависит от количества растворённых в воде солей, кислот и оснований, то есть от количества ионов. Соответственно, величина электропроводности зависит от концентрации ионов в воде. Чем выше концентрация, тем больше электропроводность. Таким образом, по значению этого параметра можно определить общее солесодержание воды.

Следует отметить, что электропроводность воды, то есть её способность к переносу электрического заряда (электронов), определяется ионами и называется ионной. Если поместить в воду два электрода и включить их в схему с источником тока, то его протекание между ними будет определяться перемещением ионов от одного к другому. Очевидно, что разные ионы будут иметь разную способность к перемещению, или, как принято говорить, они имеют различную подвижность. Последняя в основном определяется условиями взаимодействия ионов с растворителем (водой). Наглядно этот процесс можно представить довольно просто. Если растворить в воде хлорид

натрия, то образуются катионы натрия, имеющие положительный заряд, и анионы хлорида, имеющие отрицательный заряд. Катион и анион вступают во взаимодействие с молекулами воды и гидратируются ею, то есть ионы, имеющие заряд, притягивают дипольные молекулы воды.

Способность к удержанию гидратной оболочки у разных ионов различная. Здравый смысл говорит о том, что чем больше валентность иона и чем больше его атомная масса, тем большей способностью к удержанию гидратной оболочки он обладает. Катион натрия в гидратной оболочке осуществляет перенос электрона в воде от одного электрода к другому. При этом натрий является одновалентным и, соответственно, переносит только один электрон. Ион хлорида тоже переносит только один электрон. Если в воде растворить хлорид кальция, то двухвалентный ион кальция в гидратной оболочке сможет переносить уже два электрона. Соответственно, за один раз ион натрия переносит один электрон, а ион кальция — два. Получается, что способность иона кальция к переносу электрического заряда должна быть в два раза больше, чем иона натрия. На самом деле всё так и есть.



Автор: И.А. ТИХОНОВ, директор по развитию ООО «Сарфильтр» (г. Саратов)

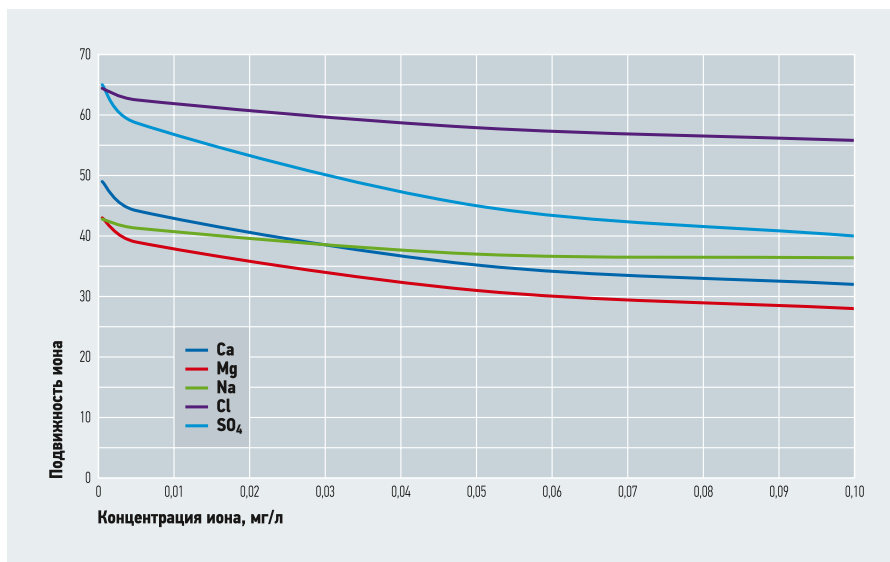


Рис. 1. Падение подвижности ионов при увеличении концентрации растворов

В табл. 1 представлены значения удельной эквивалентной электропроводности (подвижности ионов) в Ом⁻¹·см²/моль при 25 °С. Из табл. 1 видно, что подвижности ионов кальция и натрия, при бесконечном разбавлении их в воде (отсутствие влияния ионной силы раствора), практически равны (59,5 и 50,11). Таким образом, подвижность эквивалентного количества кальция по отношению к натрию составит 59,5×2 = 119, а подвижность натрия останется 50,11. Получается, что определённое количество молей кальция может перенести более чем в два раза больше электрического заряда, чем такое же количество молей натрия. Это правило соблюдается для ионов любой валентности.

Можно заметить, что чем больше молярная масса иона и больше его валентность, тем больше он теряет подвижность при увеличении концентрации ионов в воде. Потерю подвижности ионов при увеличении их концентрации в растворе можно сравнить с человеком, который

пересекает площадь, когда на ней нет людей, и делает то же самое, когда на площади находится толпа народу. Когда «людей» нет, тяжёлые многовалентные ионы имеют преимущество перед одновалентными при пересечении площади. Когда на ней толпа, то многовалентный ион, как большой человек с раскинутыми руками, значительно сильнее тормозится остальными людьми, чем небольшой человек с одной вытянутой рукой.

На рис. 1 представлены графики изменения подвижности ионов в воде в зависимости от их концентрации. Фактически это графическое отображение табл. 1. Можно видеть, что наибольшее падение подвижности имеет самый тяжёлый двухвалентный ион сульфата, далее — одинаковое уменьшение подвижности имеют двухвалентные ионы кальция и магния, и наименьшая потеря — у одновалентных ионов натрия и хлорида. Таким образом, зная значение электропроводности воды, можно определить концентрацию ионов в ней. Но здесь возникает вопрос: «Как

достоверно определить солесодержание воды (общую массу ионов в воде, отнесённую к 1 л), если в жидкости содержится не одна конкретная соль, а несколько?».

Для очень приблизительного определения солесодержания воды по электропроводности используют упрощение, которое предполагает, что вся соль в воде содержится в виде хлорида натрия. Хлорид натрия, растворённый в воде, имеет коэффициент пересчёта электропроводности в солесодержание 0,5–0,55 в зависимости от значения солесодержания воды. Если этот параметр меньше 1 г/л, то используют коэффициент пересчёта 0,5. Чем больше солесодержание, тем выше коэффициент пересчёта. При 16 г/л NaCl коэффициент пересчёта будет 0,57.

Соответственно, для пресных вод (поверхностных и подземных) предполагается, что вся соль — это хлорид натрия, и измеренная величина электропроводности умножается на 0,5–0,55.

Почти все пресные поверхностные воды и большинство подземных имеют в своём составе преимущественно соли карбонатной и некарбонатной жёсткости. Непосредственно доля хлорида натрия в поверхностных водах редко когда бывает больше 10–20% от общего ионного состава

На самом деле практически все пресные поверхностные воды и большинство подземных имеют в своём составе преимущественно соли карбонатной и некарбонатной жёсткости. Непосредственно доля хлорида натрия в поверхностных водах редко когда бывает больше 10–20% от общего ионного состава.

В этих условиях использование коэффициента пересчёта 0,5–0,55 приводит к существенной погрешности в определении солесодержания [мг/л]. Конечно, принципиально можно определить, питьевая это вода или нет, и, например, работает ли установка обессоливания воды. Но погрешность составит примерно 25–30%. Это не позволяет ориентироваться на общее солесодержание воды исходя из электропроводности. Соответственно, необходимо делать анализ на все ионы, входящие в состав источника воды.

Например, в табл. 2 приведены самые доступные и простые данные анализа воды из поверхностного источника на такие параметры, как общая жёсткость, щёлочность и электропроводность.

Значения удельной эквивалентной электропроводности воды (при 25 °С) табл. 1

Ион	Предельная электропроводность при бесконечном разбавлении	Электропроводность ионов [Ом ⁻¹ ·см ² /моль] при концентрациях, моль/л			
		0,0005	0,005	0,05	0,1
1/2 Ca	59,5	49	44,2	35,2	32
1/2 Mg	53,06	43	39	31	28
Na	50,11	42,8	41,3	37	36,4
Cl	76,34	64,4	62,5	57,9	55,8
1/2 SO ₄	80,0	65	58,7	45	40
HCO ₃	44,5	–	–	–	–

Данные анализы воды из поверхностного источника табл. 2

Параметр	Величина
Общая жёсткость (Ca, Mg), мг-экв/л	3,2
Щёлочность (HCO ₃), мг-экв/л	2,1
Электропроводность, мксм/см	451



В результате, ориентируясь на солесодержание воды по электропроводности, получено следующее значение солесодержания $S = 451 \times 0,5 = 225,5$ мг/л (0,5 — коэффициент пересчёта для NaCl). Концентрация бикарбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ равна $(2,1/2) \times 162 = 170,3$ мг/л, где 162 — молярная масса бикарбоната кальция [г/моль]. Если принять, что остальная соль в воде представлена хлоридом кальция (CaCl_2), то получим

$\text{CaCl}_2 = [(3,2 - 2,1)/2] \times 111 = 61,05$ мг/л, где 111 — молярная масса хлорида кальция. Итого: $170,3 + 61,05 = 231,35$ мг/л.

Формально солесодержания равны. На самом деле полный анализ воды показал, что в данной жидкости содержится 60 мг/л сульфатов и 25 мг/л натрия. Итого солесодержание воды, рассчитанное по ионному составу, получилось 312 мг/л. Получается, что значение солесодержания по электропроводности определяет в воде только часть солей при использовании коэффициента пересчёта 0,5–0,55.

Погрешность в измерениях по электропроводности составила почти 30%. Для воды данного состава коэффициент пересчёта электропроводности в солесодержание должен быть 0,69. Это значение значительно отличается от общепринятой величины 0,5–0,55.

Далее произведём несложные расчёты электропроводности воды, состав которой представлен в табл. 2, 3, и сравним со значением измеренной электропроводности по кондуктометру — 451 мкСм/см.

Для расчёта используем данные источника [1].

Электропроводность воды по мольной концентрации в ней конкретного типа соли можно определить по формуле:

$$\mu = 1000 C \mu_0 (1 - a\sqrt{C}) + bC, \quad (1)$$

где μ — электропроводность соли, мкСм/см; C — концентрация соли, моль/л; μ_0 — предельная электропроводность соли при бесконечном разбавлении; a и b — коэффициенты, разные для каждого вида соли, берутся по данным [1].

По формуле (1) были определены значения электропроводности воды для хлорида кальция. Для бикарбоната кальция пересчёт солесодержания в электропроводность был произведён на основании графиков [1]. Результаты расчёта представлены в табл. 3.

В табл. 3 представлены концентрации соответствующих солей в [моль/л], полученные в результате анализа.

Затем, путём умножения на молярную массу, были получены значения концентрации соли в воде в [мг/л]. Далее на основании формулы (1) и графиков [1] была рассчитана электропроводность водного раствора каждой соли, а затем вычислен коэффициент пересчёта электропроводности в солесодержание n путём деления второго на первое.

●● Результаты расчёта электропроводности воды

табл. 3

Соль	C , моль/л	μ_0	a	b	C , мг/л	n (С/Э)	Электропроводность, мкСм/см	Cl, SO ₄ , HCO ₃ , мг/л
CaSO ₄	0,0007				95,2	0,58	164,1	67,0
CaCl ₂	0,00038	135,6	1,37	1,2	42,18	0,44	95,8	26,0
Ca(HCO ₃) ₂	0,00105				170,1	0,81	208,5	128,1
Итог №1					311,68	0,665	468,4	
MgSO ₄	0,0007				84	0,56	150,0	
MgCl ₂	0,00038				36,1	0,43	84,0	
Итог №2							459,2	
Для умягчённой воды								
Na ₂ SO ₄	0,0007				99,4	0,55	180,7	
NaCl	0,00076				44,5	0,48	92,7	
NaHCO ₃	0,0021				176,4	0,88	200,5	
Итог №3					320,3	0,68	473,9	

Если принять, что в исходной воде в качестве катионов содержится только кальций, то в результате расчёта получается значение электропроводности воды, равное 468,4 мкСм/см. Это больше, чем измеренное значение электропроводности (451 мкСм/см). При учёте солей магния, точнее, их доли, расчётная электропроводность составила 459,2 мкСм/см. При этом солесодержание воды было 311 мг/л, а коэффициент пересчёта — 0,665. Как мы видим, реальный коэффициент значительно больше, чем 0,5.

При анализе табл. 3 выясняется, что основное влияние на коэффициент пересчёта электропроводности в солесодержание оказывает анионный состав — прежде всего концентрация бикарбонатов (из-за большого коэффициента пересчёта $n = 0,8-1,0$). Можно сказать, что для карбонатных, кальциево-магниевых вод коэффициент пересчёта электропроводности в солесодержание должен быть в диапазоне 0,6–0,75. И только для хлоридных и сульфатных вод (при любом катионном составе) коэффициент пересчёта составит 0,5–0,55.

Для ориентировочного определения коэффициента пересчёта электропроводности в солесодержание необходимо знать только значение электропроводности, жёсткости и щёлочности (HCO_3) воды. Для ориентировочного определения коэффициента пересчёта электропроводности воды в солесодержание (карбонатно-кальциевой воды) имеется формула:

$$n = (n_{\text{HCO}_3} q_{\text{HCO}_3} + n_{\text{SO}_4, \text{Cl}} q_{\text{SO}_4, \text{Cl}}) - 0,05,$$

где n_{HCO_3} — коэффициент пересчёта для бикарбоната кальция, принимается $n_{\text{HCO}_3} = 0,86$; $n_{\text{SO}_4, \text{Cl}}$ — коэффициент пересчёта для сульфата кальция, $n_{\text{SO}_4, \text{Cl}} = 0,53$; q_{HCO_3} — доля бикарбоната от суммы всех анионов в г-экв; $q_{\text{SO}_4, \text{Cl}}$ — доля суммы сульфата и хлорида от всех анионов.

Пример. Имеется вода карбонатно-кальциевого типа, её электропроводность — 550 мкСм/см; жёсткость — 4,5 мг-эquiv/л; щёлочность — 2,7 мг-эquiv/л. Предполагается отсутствие в воде одновалентных катионов. Соответственно, концентрация анионов предполагается равной 4,5 мг-эquiv/л, тогда:

$$q_{\text{HCO}_3} = 2,7/4,5 = 0,6;$$

$$q_{\text{SO}_4, \text{Cl}} = 1 - 0,6 = 0,4;$$

$$n = (0,86 \times 0,6 + 0,53 \times 0,4) - 0,05 = 0,678.$$

Соответственно, солесодержание воды будет равно $S = 550 \times 0,678 = 373$ мг/л.

Реальная величина коэффициента пересчёта для данной воды составила 0,665. Погрешность при использовании данной формулы для карбонатно-кальциевых вод составляет не более 0,05.

Вторая часть данной статьи посвящена вопросу изменения солесодержания воды в процессе её умягчения.

Для понимания, как изменяется солесодержание и электропроводность умягчённой воды, давайте рассмотрим данные табл. 4. В этой таблице представлены данные для расчёта коэффициента пересчёта каждой соли.

Методика пересчёта следующая:

1. По справочнику [2] определяются молярные электропроводности ионов в воде при бесконечном разбавлении. Например, электропроводность кальция при бесконечном разбавлении равна 59,5 мкСм/см, бикарбоната — 44,5 мкСм/см. Получаем $59,5 + 44,5 = 104$ мкСм/см. Производим такие расчёты для всех солей.

Результаты расчёта записываем в последний столбец табл. 4.

2. Задаёмся молярной концентрацией солей так, чтобы концентрации всех солей были эквивалентно равны. То есть для двухвалентных солей — 0,5 ммоль/л, для одновалентных — 1 ммоль/л. Значения записываем в первый столбец.

3. Умножая на молярную массу каждой соли, получаем концентрацию соли в мг/л. Это третий столбец.

4. Делим значение из третьего столбца на значение из последнего столбца и получаем величину коэффициента пересчёта n для каждой соли.

5. Округляем значение n до второго знака после запятой и умножаем на значение столбца 3.

Как можно видеть, электропроводность любых эквивалентных концентраций солей одного аниона уменьшается с уменьшением заряда и атомной массы катиона. Например, значение электропроводности бикарбоната кальция — самое большое по сравнению с бикарбонатом магния и натрия. Кальций двухвалентный



и имеет самую большую массу. Затем следует бикарбонат магния. И самая маленькая электропроводность из бикарбонатных солей у одновалентного натрия. И это при том, что в эквивалентных концентрациях натрия в два раза молей больше, чем кальция или магния.

Такая же последовательность наблюдается и для других анионов.

Эксперименты подтверждают, что умягчённая вода, которая содержит только натриевые соли в концентрациях, эквивалентных исходным кальциевым и магниевым солям, практически всегда имеет более высокую электропроводность

Получается, что при бесконечном разбавлении раствора двухвалентные ионы переносят больше электрического заряда. Но эксперименты подтверждают, что умягчённая вода, которая содержит только натриевые соли в концентрациях, эквивалентных исходным кальциевым

и магниевым солям, практически всегда имеет более высокую электропроводность. Это связано с тем, что в реальных растворах гидратированные ионы сталкиваются друг с другом, как выше было образно сказано «переходят площадь, на которой толпа людей» (то есть других ионов). В этом случае наблюдается значительное уменьшение переноса электрического заряда двухвалентными ионами. Уже при концентрации в несколько [мг/л] наблюдается значительное падение их электропроводности.

Для того, чтобы наглядно показать это, автор провёл несколько экспериментов по умягчению жёсткой воды.

Было приготовлено четыре раствора. Два раствора CaCl₂ с электропроводностью 1168 и 339 мкСм/см. Два раствора MgSO₄ с электропроводностью 1169 и 355 мкСм/см. Затем было проведено умягчение всех растворов и сделано измерение их электропроводности. Для умягчения использовалась ионообменная колонка с катионитом, а для измерения электропроводности — поверенный кондуктометр с погрешностью не более 1,5% от измеренной величины.

∞∞ Характеристики воды

табл. 4

Соль	ммоль/л	мг/л	n	Электропроводность, мкСм/см	По справ. [2]
Ca(HCO ₃) ₂	0,5	81	0,78	103,8462	104
CaSO ₄	0,5	68	0,49	138,7755	139,5
CaCl ₂	0,5	55,5	0,41	135,3659	135,85
Mg(HCO ₃) ₂	0,5	72,5	0,74	97,97297	97,5
MgSO ₄	0,5	60	0,45	133,3333	133
MgCl ₂	0,5	47,5	0,37	128,3784	129,35
NaHCO ₃	1	84	0,89	94,38202	94,6
Na ₂ SO ₄	0,5	71	0,54	131,4815	130,1
NaCl	1	58,5	0,46	127,1739	126,45

Результаты эксперимента приведены в табл. 5 и 6. Из данных табл. 5 видно, что электропроводность исходного раствора хлорида кальция больше, чем тот же параметр полученного в результате умягчения раствора хлорида натрия. Причём разница в электропроводности исходной и умягчённой воды уменьшается незначительно даже при увеличении солевого содержания в четыре раза. Это подтверждает тот факт, что одновалентные ионы хлорида незначительно теряют подвижность с ростом общего количества ионов.

Коэффициент пересчёта меняется незначительно, как для хлорида кальция, так и для хлорида натрия. Но, так как кальций двухвалентный, он больше теряет подвижность с ростом солевого содержания, и, соответственно, коэффициент пересчёта для хлорида кальция вырастает на $0,47 - 0,445 = 0,025$. При том, что коэффициент пересчёта для хлорида натрия вырастает всего на $0,5 - 0,48 = 0,02$.

Увеличение электропроводности умягчённой воды по сравнению с исходной жёсткой для карбонатно-кальциевых вод происходит прежде всего за счёт присутствия в воде кальция, магния и сульфата и величины общего солевого содержания

Из данных табл. 6 видно, что электропроводность исходного раствора сульфата магния меньше, чем электропроводность полученного в результате умягчения раствора сульфата натрия. Причём чем больше электропроводность (солевого содержания) раствора, тем больше разница между электропроводностью умягчённой и исходной воды. Это говорит о том, что тяжёлый, двухвалентный ион сульфата при увеличении солевого содержания воды значительно теряет подвижность. В связи с этим коэффициент пересчёта n вырастает от 0,56 до 0,7 при увеличении солевого содержания всего в 3,5 раза.

Эксперимент подтверждает ключевое влияние величины солевого содержания и двухвалентных ионов на увеличение электропроводности умягчённой воды по сравнению с исходной.

Мною был проведён эксперимент по умягчению водопроводной воды с жёсткостью 3,2 мг-экв/л и электропроводностью 451 мкСм/см. Результаты измерений представлены на рис. 2.

Как видно из рис. 2, жёсткость умягчённой воды сразу после начала фильтрования составила 0,05 мг-экв/л, а электро-

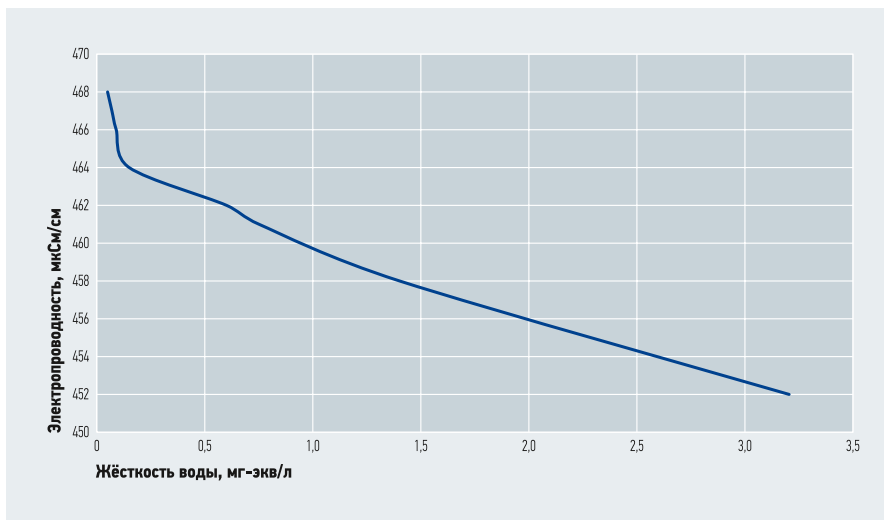


Рис. 2. Зависимость электропроводности умягчённой воды от её остаточной жёсткости

проводность — 468 мкСм/см. Затем электропроводность начала падать, и при значении 464 мкСм/см жёсткость составила 0,1 мг-экв/л. Далее началось существенное падение электропроводности и значительное повышение жёсткости. Причём падение первого носит линейный характер по отношению ко второму.

Можно сказать, что до значения электропроводности 464 мкСм/см умягчение воды проходило в объёме фильтроцикла до истощения катионита по ионам натрия. После этого истощения электропроводность упала ниже 464 мкСм, и жёсткость фильтрата выросла недопустимо для первой ступени умягчения. Когда катионит потерял способность к ионообмену, электропроводность исходной воды стала равна таковой у «умячённой».

Интересное наблюдение. При умягчении воды в самом начале фильтроцикла, когда катионит гарантированно был насыщен ионами натрия, электропроводность полученного фильтрата держалась

на уровне 467 мкСм/см, что соответствовало величине жёсткости умягчённой воды 0,05 мг-экв/л. Затем была значительно увеличена скорость фильтрования, которая была гарантированно больше 100 м/ч. При этом даже насыщенный катионит не успевал полностью умягчать воду, и электропроводность воды снизилась до 461 мкСм/см, что соответствует 0,75 мг-экв/л жёсткости. Затем скорость была восстановлена до значений от 20 до 25 м/ч. Электропроводность снова выросла до 467 мкСм/см.

Это было сделано для того, чтобы исключить возможное влияние на электропроводность фильтрата возможных остатков регенерационного раствора и чётко определить верхнюю границу электропроводности умягчённой воды.

В табл. 3 представлены данные расчёта электропроводности воды, содержащей бикарбонат натрия, хлорид натрия и сульфат натрия (умячённой воды, для которой проводился эксперимент).



Экспериментальные данные (исходный раствор CaCl2)

табл. 5

Электропроводность исходного раствора CaCl2	Электропроводность умягчённого раствора 2 NaCl	Коэффициент пересчёта n		Солевого содержания, мг/л	
		для CaCl2	для 2 NaCl	для CaCl2	для 2 NaCl
1168	1158	0,47	0,5	549	579
339	332	0,445	0,48	151	159



⊘ Экспериментальные данные (исходный раствор $MgSO_4$)

табл. 6

Электропроводность исходного раствора $MgSO_4$	Электропроводность умягчённого раствора Na_2SO_4	Коэффициент пересчёта n		Солеосодержание, мг/л	
		для $MgSO_4$	для Na_2SO_4	для $MgSO_4$	для Na_2SO_4
1169	1527	0,7	0,64	819	977
355	412	0,56	0,575	198	237

Мольная концентрация бикарбоната натрия будет в два раза больше того же показателя исходного бикарбоната кальция, так как 1 моль карбоната кальция эквивалентно замещается двумя молями бикарбоната натрия. Так же — для хлорида натрия. Мольная концентрация сульфата натрия будет равна аналогичному показателю сульфата кальция.

По данным [1] были определены значения коэффициентов пересчёта солеосодержания в электропроводность для натриевых солей. Затем была рассчитана электропроводность каждой из них. В результате сумма электропроводностей всех солей составила 473,9 мкСм/см.

В результате расчёта определено, что электропроводность жёсткой воды составила 459,2 мкСм/см, а умягчённой — 473,9 мкСм/см. Расчётная электропроводность умягчённой получилась немного выше, чем расчётная электропроводность жёсткой. Это соответствует реальным показателям электропроводности на рис. 2.

Так как в природной воде всегда содержится кальций и магний, а также не менее 70% от суммы всех анионов составляет бикарбонат + сульфат, то электропроводность умягчённой воды в подавляющем большинстве случаев будет выше электропроводности жёсткой воды, поступающей на умягчение.

Только в том случае, если в исходной жёсткой воде не будет бикарбоната и сульфата, то после умягчения такой жидкости электропроводность уже умягчённой будет ниже электропроводности исходной жёсткой при солеосодержании исходной воды не более 1 г/л.

Необходимо отметить, что чем выше солеосодержание исходной воды и, соответственно, жёсткость, тем больше будет

разница в значениях электропроводности жёсткой и умягчённой. Электропроводность умягчённой воды будет расти прямо пропорционально увеличению жёсткости и, соответственно, солеосодержанию исходной жидкости. Как было показано выше, при более высоком солеосодержании воды большую подвижность будут иметь одновалентные ионы натрия по сравнению с двухвалентными ионами кальция и магния.

Можно видеть, что экспериментальные данные подтверждают данные расчётов. Для воды с исходной жёсткостью 3,2 мг-экв/л и величиной электропроводности 459,2 мкСм/см перепад электропроводности составил в среднем 15 мкСм.

Анализируя электропроводности различных вод до и после установок умягчения на различных объектах, автор установил определённую закономерность в изменении электропроводности исходной и умягчённой воды.

Увеличение электропроводности воды, умягчённой по сравнению с жёсткой, составляет примерно от 15 до 25 мкСм на 3 мг-экв/л жёсткости. Конечно, необходимо помнить, что данная зависимость характерна только для пресных, слабосоленых, карбонатно-сульфатных поверхностных и подземных вод.

Далее пример из практики автора.

Электропроводность исходной воды до умягчения составляла 1692 мкСм/см и жёсткость — 11,5 мг-экв/л. После умягчения воды её электропроводность составила 1795 мкСм/см. Увеличение электропроводности составило 103 мкСм/см. Данная величина довольно существенна и позволяет вести контроль за установкой умягчения даже при использовании довольно дешёвого кондуктометра.

Выводы

1. Коэффициент пересчёта электропроводности в солеосодержание n зависит прежде всего от анионного состава воды и общей концентрации ионов в ней.
2. Для вод с содержанием бикарбоната от 30 до 80% и более коэффициент пересчёта должен определяться в диапазоне от 0,6 до 0,75.
3. Использование коэффициента пересчёта 0,5–0,55 обосновано только для хлоридно-сульфатных вод. В большей степени — хлоридных.
4. Для ориентировочного определения коэффициента пересчёта электропроводности в солеосодержание (карбонатно-кальциевой воды) можно воспользоваться следующей формулой:

$$n = (n_{HCO_3} q_{HCO_3} + n_{SO_4,Cl} q_{SO_4,Cl}) - 0,05,$$

где n_{HCO_3} — коэффициент пересчёта для бикарбоната кальция, $n_{HCO_3} = 0,86$; $n_{SO_4,Cl}$ — коэффициент пересчёта для сульфата кальция; $n_{SO_4,Cl} = 0,53$; q_{HCO_3} — доля бикарбоната от суммы всех анионов в молях; $q_{SO_4,Cl}$ — доля суммы сульфата и хлорида от всех анионов.

5. Увеличение электропроводности умягчённой воды по сравнению с исходной жёсткой для карбонатно-кальциевых вод происходит прежде всего за счёт присутствия в воде кальция, магния и сульфата и величины общего солеосодержания. Чем выше жёсткость исходной, тем больше разница между электропроводностями умягчённой и жёсткой воды.

6. При умягчении воды вполне возможно осуществлять постоянный автоматический контроль этого процесса изменением электропроводности исходной и умягчённой жидкости. При этом чем выше жёсткость исходной воды, тем эффективнее процесс контроля по электропроводности. При водоподготовке для паровых и водогрейных котлов использование данного метода вполне оправдано в качестве дополнительного.

Для технологий, не подразумевающих повышенных требований к жёсткости воды, данный метод контроля вполне применим как основной. Например, для получения питьевой воды или для использования умягчения в качестве предварительной ступени водоподготовки (например, перед осмосом). ●

1. РД 34.37.302. Методические указания по применению кондуктометрического контроля для ведения водного режима электростанций.
2. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономарёвой. Изд. 10-е, перераб. и доп. — М.: Изд-во «Иван Фёдоров», 2003. 240 с.

Опыт применения геотермальных тепловых насосов для отопления коммерческих и инфраструктурных объектов*

В статье представлен опыт российского производителя тепловых насосов Thermex Energy по устройству геотермального отопления на удалённых объектах государственной и коммерческой инфраструктуры.



Программа, презентации и видеозапись конференции

Автор: Александр ФЁДОРОВ, технический директор ООО «Термекс Энерджи»

* Статья подготовлена на основе доклада, представленного на V отраслевой конференции «Промышленные тепловые насосы. Системы хранения тепла и холода», проведённой журналом СОК 3 февраля 2021 года в рамках выставки Aquatherm Moscow.

Применение и преимущества геотермальных тепловых насосов

Тепловой насос — устройство для переноса тепловой энергии от низкопотенциального источника к системе отопления. Это надёжная, экономичная и экологичная альтернатива классическим источникам тепла, использующая для отопления и нагрева горячей воды возобновляемую энергию из окружающей среды (грунт, воздух, вода). Концепция теплового насоса была разработана в середине XIX века, а практическое применение оборудования для отопления началось с 1940-х годов. Сегодня мировой рынок тепловых насосов уверенно растёт — например, ежегодные объёмы продаж только на территории Европы составляют более одного миллиона агрегатов, из них порядка 100 тыс. — геотермальные.

Для геотермальных тепловых насосов низкопотенциальным источником тепла выступает грунт, температура которого ниже глубины промерзания практически весь год составляет от +5 до +10°C. Тепловая энергия собирается заглублённым в почву геотермальным контуром, накапливается в теплоносителе и передаётся в тепловом насосе хладагенту через испаритель, где хладагент переходит в газообразное состояние. Компрессор всасывает хладагент и сжимает его, при этом сильно повышается его давление и температура. Горячий хладагент поступает в конденсатор — теплообменник, в котором происходит передача тепла, полученного из окружающей среды в отопительную систему. Перешедший обратно в жидкую форму в процессе охлаждения хладагент после снижения давления и температуры посредством расширительного клапана может снова отбирать тепло из окружающей среды, и цикл начинается сначала.

Геотермальные тепловые насосы применяются для решения задач отопления, нагрева горячей воды и охлаждения в индивидуальных жилых домах, таунхаусах, многоквартирных домах, на разнообразных коммерческих объектах (от отелей и турбаз до магазинов и АЗС, фото 1), в производственных и складских зданиях, на объектах инфраструктуры (школы, вокзалы и пр.), а также для утилизации бросового тепла.

Ключевые преимущества геотермальных тепловых насосов

Эффективность и экономичность в течение всего года. Выработка до 5 кВт тепла на 1 кВт затрачиваемой электрической энергии и, соответственно, экономия на платежах за отопление и ГВС до 80% в сравнении с прямым электроотоплением, получение «холода» для кондиционирования с минимальными издержками.

Независимость от газовой сети и больших электрических мощностей, от поставок и систем хранения сырья. Геотермальные тепловые насосы быстро монтируются и не требуют регулярного специализированного обслуживания.

Безопасность и комфорт. Здесь нет процессов горения, дымохода; не нужны ёмкости для хранения топлива; отсутствуют специальные требования к котельному помещению; система занимает небольшую площадь и не требует ручных операций.

Надёжность. Высокий уровень автоматизации и автономности работы, срок службы до 25 лет, возможность дистанционного мониторинга и диагностики.

Экологичность. Геотермальные тепловые насосы используют до 80% возобновляемой энергии и не производят выбросов CO₂ в месте установки.



Фото 1. Тепловой узел на базе геотермального теплового насоса Thermex Energy



❖ Фото 2. Здание МБОУ «Житковская СОШ»

Российский рынок тепловых насосов стабильно развивается. Одна из самых перспективных точек роста рынка — применение геотермальных систем отопления на коммерческих и инфраструктурных объектах с ограниченным доступом к инженерным коммуникациям (центральному теплоснабжению, газу, электричеству). Ввиду высоких тарифов на энергоносители для юридических лиц и стремления организаций к повышению автоматизации и автономности энергообеспечения зданий использование геотермальных тепловых насосов в данном сегменте является оптимальным и с экономической, и с эксплуатационной точек зрения. В представленных далее кейсах мы делимся нюансами и результатами реализации проектов устройства геотермального отопления в школе, супермаркете и административном здании в Ленинградской области и Пермском крае.

Перевод здания школы на геотермальное отопление

В конце 2020 года мы реализовали знаковый проект по переводу среднеобразовательной школы в посёлке Житково Выборгского района Ленинградской области на отопление на базе геотермальных тепловых насосов. Житковская школа стала первым в регионе образовательным учреждением, оборудованным геотермальной системой отопления.

До реализации проекта удалённое от центральных сетей кирпичное здание школы 1965 года постройки общей площадью 1150 м² (фото 2) отапливалось электрическими конвекторами, установленными в каждом помещении. Расчётные теплотери здания — 112 кВт. Годовые затраты на отопление составляли в среднем около 3,5 млн рублей (электроэнергия по тарифу для юридических лиц) и являлись ключевой статьёй затрат на содержание здания. Для сокращения эксплуатационных затрат и повышения безопасности системы для учеников

и преподавателей было решено перевести школу на геотермальное отопление. Комплексный проект включил в себя устройство геотермального контура, монтаж теплового узла на базе геотермальных тепловых насосов Thermex Energy и монтаж внутренней радиаторной системы отопления. Все работы были выполнены менее чем за два месяца (ноябрь — декабрь) без остановки учебного процесса.

Ввиду высоких тарифов на энергоносители для юридических лиц и стремления организаций к повышению автоматизации и автономности энергообеспечения зданий использование геотермальных тепловых насосов в данном сегменте является оптимальным как экономически, так и эксплуатационно



❖ Фото 3. Каскадная теплонасосная установка в МБОУ «Житковская СОШ»

Источником низкопотенциальной тепловой энергии для объекта выступает геотермальный контур — на прилегающей к зданию школы территории пробурено 14 скважин по 145 м, в которые завезены геотермальные зонды (ПНД-труба диаметром 40 мм с U-образным наконечником). 14 зондов сведены в единый геотермальный колодец, где установлен коллектор с ротаметрами и запорной арматурой. Соединение геокolleктора с тепловым узлом внутри здания выполнено из ПНД-труб диаметром 90 мм. В качестве теплоносителя в геоконтуре мы использовали безопасный для человека и окружающей среды пропиленгликоль. Благодаря геологическим особенностям локации объекта (обводнённые граниты) гарантирован стабильный теплосъём круглый год. В январе 2021 года температура пропиленгликоля на входе в испаритель составляла в среднем от -1,0 до +0,7°C.

Тепловой узел (фото 3) включил следующие основные элементы: каскад на базе трёх геотермальных тепловых насосов Thermex Energy Pro 35, вспомогательный электродкотёл мощностью 21 кВт, буферная ёмкость объёмом 1000 л, а также насосное оборудование. Суммарная тепловая мощность теплонасосной установки при работе на радиаторную систему отопления составляет 112 кВт (при B0/W55, то есть при температуре теплоносителя в геотермальном контуре на входе в испаритель 0°C и температуре теплоносителя в контуре системы отопления на выходе из конденсатора +55°C).

Двухкомпрессорные геотермальные тепловые насосы Thermex Energy Pro созданы для независимости и экономичности в вопросах теплоснабжения крупных жилых и коммерческих зданий с ограниченным доступом к центральным коммуникациям. Модельный ряд включает девять моделей мощностью от 12 до 56 кВт с возможностью объединения в каскад до 16 единиц. Серия Pro обладает расширенным встроенным функционалом: отопление (управление двумя независимыми контурами отопления), нагрев горячей воды (два режима — постоянно и только ночью), пассивное охлаждение (кондиционирование), нагрев бассейна, погодозависимое регулирование, управление вторым источником тепла, термическая дезинфекция бойлера.

Базовая комплектация включает два современных спиральных компрессора, теплообменники увеличенной площади, полную заводскую электроподготовку, встроенное УЗО, двухступенчатую систему блокировки при превышении нагрузок, две встроенные защиты от низкого качества электроснабжения, пять встроенных защит тепловой установки, русскоязычный контроллер с графическим дисплеем. В мобильном приложении можно отслеживать и настраивать ключевые параметры работы нескольких тепловых насосов, установленных на разных объектах.

В качестве внутренней системы отопления в здании школы были смонтированы более 100 низкотемпературных радиа-

Ключевым фактором принятия решения в пользу геотермального отопления в большинстве случаев является экономическая целесообразность

торов (с увеличенной площадью теплообмена), оборудованных термоголовками для комнатного регулирования. Температурный график системы 55/45 °С.

Ключевыми факторами принятия решения в пользу геотермального отопления в большинстве случаев являются экономическая целесообразность, то есть будущая экономия на платежах за отопление и сроки окупаемости первоначальных вложений, а также надёжность, простота эксплуатации системы и безопасность.

Достижение высоких показателей эффективности работы и отказоустойчивости на данном объекте позволяет комплекс технических и программных решений, реализованных в тепловых насосах Thermex Energy Pro:

1. Погодозависимое регулирование в базовой комплектации. Изменение температуры подачи теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха в сочетании с использованием логарифмической зависимости для расчёта температуры подающей линии контура отопления обеспечивает повышение эффективности: до 6% по сравнению с тепловыми насосами с погодозависимым регулированием и линейной зависимостью и до 30% по сравнению с тепловыми на-

сосами, не имеющими погодозависимого регулирования.

2. Ступенчатое управление мощностью. Каскад из трёх двухкомпрессорных тепловых насосов даёт шесть ступеней мощности всей установки. Нагрузка распределяется в каскаде равномерно с учётом суммарной наработки каждого компрессора: вторая ступень в тепловом насосе включается только при условии, что в остальных тепловых насосах включён хотя бы один компрессор. Это обеспечивает, во-первых, более энергоэффективный режим работы при неполной нагрузке и более точное поддержание температурных параметров без «перетоков» и, во-вторых, повышенную отказоустойчивость и надёжность функционирования системы.

3. Отсечение неработающего фреоновго контура. В геотермальных тепловых насосах Thermex Energy Pro 35 реализованы два независимых холодильных контура. При задействовании только одного из них второй отсекается соленоидным клапаном, что позволяет не допустить раздвоения потока перед нагревом и дальнейшего смешения тёплого и холодного потоков. Всё это позволяет снизить энергопотребление оборудования минимум на 12,5% при частичных нагрузках.

4. Управление вторым источником тепла. Данная функция тепловых насосов Thermex Energy позволила включить в схему в качестве седьмой ступени мощности вспомогательный электрический котёл на 21 кВт для покрытия пиковых теплопотерь здания школы в самые холодные периоды. Данное решение позволило без ощутимых потерь в эффективности и экономичности снизить капитальные затраты на устройство геотермальной системы отопления на 30% в сравнении с вариантом, когда вся необходимая тепловая мощность покрывается тепловыми насосами. Так, согласно расчётам, суммарное потребление тепловой энергии на объекте за год составит ориентировочно 344 МВт·ч, из них на электрокотёл будет приходиться только 2,3 МВт·ч, то есть всего 0,7%.

По итогам реализации проекта ежегодные затраты на отопление школы снизятся на 70–75%. Согласно предварительным расчётам, значение сезонного показателя эффективности SCOP на данном объекте составит ориентировочно 3,7. Дополнительным плюсом является высокий уровень автоматизации теплонасосной установки и возможность дистанционной диагностики, что избавляет систему от необходимости проведения регулярного сервисного обслуживания.

О компании Thermex Energy

Thermex Energy — это российский производитель тепловых насосов, создаваемых с учётом особенностей российского рынка и климата. Компания входит в структуру корпорации «Термекс» и опирается на 70-летний опыт в разработке и производстве передового теплового оборудования и энергосберегающей продукции. Сборка тепловых насосов осуществляется на заводе «Тепловое оборудование» в городе Тосно Ленинградской области — главной производственной площадке «Термекс» в России.

Команда Thermex Energy обладает более чем десятилетним опытом в реализации комплексных проектов теплоснабжения жилых, коммерческих и промышленных объектов на основе использования тепловых насосов. В составе производственной команды работают участники национальной сборной WorldSkills по компетенции «Холодильная техника и системы кондиционирования».

Мощность производства серийных моделей геотермальных тепловых насосов теплопроизводительностью от 6 до 56 кВт составляет до 700 единиц в год. Возможна индивидуальная разработка промышленных теплонасосных установок высокой мощности. В 2021 году планируется запуск собственной линейки воздушных тепловых насосов, буферных ёмкостей и носенных водонагревателей для тепловых насосов, а также линейки чиллеров малой и средней мощности. В 2020 году серия геотермальных тепловых насосов Thermex Energy Cotраст была признана лучшим энергоэффективным тепловым насосом, произведённым в России, по версии конкурса «Мир климата и холода 2020», а в 2021 году компания стала победителем конкурса Aquatherm Moscow Awards в номинации «Энергоэффективность и энергосбережение».



❖ Фото 4. Испытательный стенд на производстве ООО «Термек Энерджи»

Благодаря вышеописанным преимуществам и результатам проект перевода социально-значимого объекта на геотермальное отопление привлёк внимание общественности и был широко освещён в федеральных и региональных средствах массовой информации, что свидетельствует о растущем интересе к энергоэффективным решениям и способствует общей популяризации технологии.

Геотермальное отопление супермаркета

Одним из самых активно растущих и перспективных направлений применения тепловых насосов является сегмент малых и средних коммерческих объектов с затруднённым доступом к центральным сетям теплоснабжения и высокими тарифами на электроэнергию.

Осенью 2020 года наши партнёры реализовали проект перевода здания супермаркета в Пермском крае на геотермальное отопление с использованием обо-

родования Thermex Energy. Исходные параметры объекта: здание площадью 1000 м² из сэндвич-панелей с утеплением, внутренняя система отопления — тёплые полы. Теплопотери здания при расчётной температуре –35 °С составляют 35 кВт.

На объекте была смонтирована система отопления на базе геотермального теплового насоса Thermex Energy Pro 35. Благодаря высокой температуре теплоносителя на входе в испаритель теплового насоса и низкой требуемой температуре воздуха в помещении (15 °С) на данном объекте в моменте достигается высокое значение коэффициента COP — до 6,1.

Утилизация тепла сточных вод для отопления административного здания КОС

Среди областей применения геотермальных тепловых насосов с наиболее высокими показателями эффективности и, соответственно, экономичности отопления стоит выделить утилизацию бросового

тепла, в частности, тепла сточных вод, температура которых весь год держится на высоком уровне.

В практике нашей команды есть несколько подобных реализованных проектов. Один из них — устройство системы отопления административного здания площадью 570 м² на станции канализационных очистных сооружений в Ленинградской области. Ввиду специфики деятельности комплекс канализационных очистных сооружений расположен на значительном удалении от населённого пункта и инженерных коммуникаций.

Основным источником тепла в реализованной схеме отопления является геотермальный тепловой насос номинальной теплопроизводительностью 42 кВт, смонтированный в тепловом узле здания АБК. Тепловой насос осуществляет отопление объекта, обеспечивая температуру в подающем трубопроводе до +58 °С. В качестве резервного источника тепла использован электродкотёл.

В качестве низкопотенциального источника тепла на объекте выступают сточные воды с температурой не ниже +12 °С в зимний период. В сточные воды погружен теплообменник из нержавеющей стали, который обеспечивает отбор низкопотенциального тепла (фото 5). Теплообменник спроектирован и изготовлен на основании тщательного анализа химического состава воды, скорости потока и особенностей монтажа. Установка теплообменника произведена на раму таким образом, чтобы обеспечить удобный доступ для обслуживания в межсезонье. Предусмотрено резервирование циркуляционных насосов с возможностью ротации и автоматическим переключением на резервные. Между теплообменником и тепловым насосом в тепловом узле смонтирована теплотрасса, по которой циркулирует водный раствор пропиленгликоля.

Система отопления данного здания спроектирована с учётом температурного графика 55/45 °С, смонтированы низкопотенциальные радиаторы, оборудованные термоголовками для комнатного регулирования. Температура подачи теплоносителя регулируется по погодозависимому графику.

За счёт высокой температуры сточных вод на объекте достигается повышенная эффективность работы теплонасосной установки: в моменте значение коэффициента COP доходит до 6,0, а среднегодовой показатель SCOP составляет 4,5. По итогам перевода здания с электроотопления на отопление с использованием тепла сточных вод годовые затраты на отопление сократились на 80 %. ●



❖ Фото 5. Теплообменник для отбора тепла от сточных вод



⌘ Алексей Цымбал, генеральный директор компании LIAN technology

Инверторные DC-компрессоры на постоянных магнитах. Применение в климатической технике*

В статье рассказывается об опыте применения инверторных DC-компрессоров на постоянных магнитах при производстве коммерческой холодильной техники и тепловых насосов.



⌘ Программа, презентации и видеозапись конференции

Автор: Алексей ЦЫМБАЛ, генеральный директор компании LIAN

* Статья подготовлена на основе доклада, представленного в рамках V Отраслевой конференции «Промышленные тепловые насосы. Системы хранения тепла и холода», проведенной журналом СОК 3 февраля 2021 года в рамках выставки AquaTherm Moscow 2021.

Проблематика

Проблем, возникающих при использовании имеющегося на рынке стандартного холодильного оборудования, — ровно две. Это недостаточная либо избыточная производительность. С увеличением объема хранения нарушаются технологические процессы, падает выработка оборудования, и оно быстрее приходит в негодность. А с уменьшением, то есть при избыточной производительности, оборудование начинает работать некорректно, увеличивается количество циклов его пусков и остановок. Большинство производителей компрессоров ограничивает регламентированное количество циклов шестью в час.

Это и предполагалось исправить — придумать холодильное оборудование, которое при работе будет подстраиваться под ситуацию. То есть изобрести холодильную технику с изменяющейся производительностью. Была изучена масса агрегатов, уже представленных на рынке.

Линейные компрессоры

Во-первых, возможность регулирования производительности у линейных компрессоров оказалась слишком низкой. Во-вторых, компрессор для каждой задачи необходимо подбирать индивидуально. В-третьих, КПД приводов линейных компрессоров зависит от действительной нагрузки. Как только она начинает отличаться от номинальной (компрессор недогружен или перегружен), падает КПД, снижается момент на валу и растёт энергопотребление.

Частотные преобразователи

Опыт использования частотных преобразователей выявил другой ряд замечаний. Во-первых, отсутствие возможности управления в широком диапазоне. Это не связано непосредственно с преобразователями — чаще всего это регламентировано производителями компрессоров. Они ограничивают возможность регулировать производительность, то есть диапазон частоты вращения до 45–60 Гц. Во-вторых,

преобразователь необходимо располагать в непосредственной близости от компрессора. Поскольку коммерческие компрессорно-конденсаторные блоки часто располагаются на улице, а у разных частотных преобразователей соответственно разная температура эксплуатации, это ставит пользователя в зависимость от температуры окружающей среды. Возможно, сейчас появилось решение. На тот момент, когда вопрос только изучался, температура эксплуатации преобразователей колебалась в диапазоне +5...+25 °С. В-третьих, преобразователи сложны в настройке. Это проблема уже не установки, а сервиса, поскольку для настройки инвертора и дальнейшей его эксплуатации требуются определённые знания, которые у сервисного персонала, обслуживающего тот или иной объект, зачастую отсутствуют. В-четвертых, такие изделия дорого стоят.

Бироторные DC-компрессоры на постоянных магнитах

При их изучении выявлены следующие преимущества: плавный запуск компрессора, возможность регулирования частоты вращения компрессора в широком диапазоне (от 30 до 100%), возможность управления моментом на валу (он не имеет линейной зависимости от частоты вращения компрессора с таким приводом), возможность управления потребляемым током и питающим напряжением, а также защита от перегрузки. Такие компрессоры появились на рынке сравнительно недавно — чуть более десяти лет назад. И произошло это благодаря тому, что в мире изобрели постоянные магниты с высокой точкой Кюри. Это порог, по достижении которого происходит нарушение кристаллической решётки материала магнита и снижаются его магнитные свойства. Последнее обстоятельство очень важно при использовании таких магнитов непосредственно в компрессорах, потому что температура в них может достигать 100 °С и более. Это герметичный прибор, поэтому он должен быть не обслуживаемым.



Пример решаемой задачи

Представим ситуацию: вы занимаетесь хранением цветов. Температура в камере хранения должна быть около $+6^{\circ}\text{C}$ при влажности около 80%. Соответственно, при такой температуре и влажности точке росы соответствует температура $+2,3^{\circ}\text{C}$.

Большинство холодильного оборудования, используемого для этих целей, имеет стандартные заводские настройки с температурой точки кипения около $-12\dots-10^{\circ}\text{C}$. Соответственно, температура на испарителе низкая, а конденсация влаги на испарителе — чрезмерная.

При такой температуре на испарителе влажность снижается до 40%. Соответственно, требуется установка увлажнителей (то есть, дополнительное оборудование, сервисное обслуживание, затраты и пр.). В противном случае продукция быстро приходит в негодность.

Решение и результаты

Благодаря возможности изменения производительности оборудования, температуру как на испарителе, так и на конденсаторе теперь можно плавно регулировать — на испарителе её можно поддерживать на уровне температуры точки росы либо выше. При этом влага не будет конденсироваться, цветы не пострадают, и неграмотно дополнительное оборудование не понадобится.

В итоге вы получите:

1. Гибкое управление температурой конденсации — от $+10^{\circ}\text{C}$ и выше. Большинство линейного оборудования настроено на температуру конденсации $+45^{\circ}\text{C}$. При температуре внешней среды $+20\dots+25^{\circ}\text{C}$, в которой находится компрессорно-конденсаторный блок, это приемлемо. При снижении температуры конденсация остаётся на том же уровне, компрессор производит больше работы для решения одной и той же задачи.



❖ Камера хранения цветов

Соответственно, при снижении температуры конденсации не теряется эффективность теплообменного процесса, но снижается нагрузка на оборудование и производимую им работу.

2. Диапазон температуры от $+30$ до $+15^{\circ}\text{C}$. Одно и то же устройство может работать в качестве как низкотемпературного, так и среднетемпературного, отсюда большая универсальность.

3. Преимущество работы в довольно широком диапазоне питающих напряжений (от 180 до 250 В).

Благодаря изменяемой производительности оборудования, температуру на испарителе и на конденсаторе можно плавно регулировать: например, на испарителе можно поддерживать температуру на уровне точки росы либо выше

При этом составляющие результата — это не только применение инверторных компрессоров на постоянных магнитах. Это также подбор вспомогательных компонентов — электронных сенсоров давления, температуры и, самое главное, разработка собственно контроллера с уникальным алгоритмом управления, который позволяет регулировать всю остальную базу и чётко решать поставленные задачи.

Об эффективности холодильных агрегатов

Эффективность в данном случае — это отношение более низких затрат к более качественному решению одной и той же задачи. Выигрыш здесь — за счёт исполь-

зования DC-компрессоров с синхронными приводами. Но экономия энергопотребления получается не такая большая — порядка 10–15% по сравнению со стандартными приводами. Большую часть экономии вы имеете за счёт плавного регулирования работы, как по части конденсации, так и по части испарения. И это не только благодаря компрессору, но и за счёт применения многоходовых электронных дросселирующих узлов и алгоритма управления.

Тепловые насосы

Многие решения, применяемые в конструировании холодильной техники, также были использованы специалистами LIAN Technology при производстве геотермальных тепловых насосов. Инверторные геотермальные тепловые насосы производятся на тех же самых компрессорах, с теми же самыми контроллерами и с изменённым алгоритмом работы.

Сначала расскажем о плюсах. Геотермальные насосы, как и другое оборудование на базе инверторных компрессоров, не подвержены сбоям от нестабильного напряжения — мы «научили» их работать в диапазоне от 160 до 240 В. Следующее преимущество инверторного насоса — возможность плавно изменять производительность от 30 до 100%. Он подстраивается под требуемые текущие потребности того или иного объекта, на котором он установлен. Ещё один плюс: эффективность геоконтуров на промежуточных мощностях. Надо понимать, что геоконтуров всегда рассчитываются на максимальную пиковую производительность оборудования. При сниженной производительности, например, в межсезонье, нагрузка на геоконтур снижается. Соответственно, хладагент вскипает при более высокой температуре, и мы имеем более высокий коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую.

Одна из проблем всего сегмента тепловых насосов состоит в том, что все считают тепловые насосы холодильными машинами, которые работают «наоборот». На самом деле, тепловые насосы — это отопительные приборы, так как большинство их дросселирующих узлов регулируются точно так же, как и у холодильных машин — по стороне испарения. То есть тут важна часть охлаждения. А что касается нагрева — «имеем то, что имеем».

Проблема перегрева

Эту проблему удалось решить. Происходила она из-за того, что сторона испарения регулируется очень хорошо, а сами конденсаторы работают бесконтрольно и чаще всего неэффективно из-за того, что в них скапливается большое количество жидкого хладагента. То есть хладагент просто «запасается» в конденсаторе.



•• Универсальный инверторный холодильный агрегат производства LIAN Technology



•• Геотермальный инверторный тепловой насос производства LIAN Technology

Приходится ставить теплообменники повышенной площади со всеми вытекающими последствиями.

Компания LIAN Technology немного изменила подход. На данный момент используется управление электронным дросселирующим узлом именно по стороне конденсатора. Иными словами, от него требуется максимально эффективная работа на нагрев. Соответственно, темпера-

тура жидкого хладагента в конденсаторе по горячей стороне поддерживается на минимальном уровне. Благодаря этому удалось добиться перегрева всего в 5°C. То есть выход газа из компрессора всегда равен температуре теплоносителя. Жидкий хладагент запасается в геотермальном контуре. Следовательно, чем больше жидкого хладагента по стороне испарения, тем лучше испаритель работает с отбором низкопотенциальной тепловой энергии. И с уменьшением количества жидкого хладагента в конденсаторе и одновременным увеличением в нём количества горячего газа растёт эффективность его работы на нагрев.

О технологии DX

Вокруг технологии DX ходит много легенд. Она позволяет миновать дополнительный теплообменный процесс в испарителе. Последний целиком погружен под землю, и фреон вскипает при температуре грунта. Такой подход напрямую влияет на коэффициент преобразования теплового насоса.



•• Сертификат ЕС на тепловые насосы LIAN

Заключение

В результате изысканий в конструировании компанией LIAN было получено более гибкое и универсальное холодильное оборудование. Также выработан нестандартный подход к проектированию и производству геотермальных тепловых насосов, который сейчас успешно применяется. В настоящее время тепловые насосы марки LIAN активно выводятся на рынки, в том числе на европейский, для чего получен сертификат по стандартам Европейского союза. ●



Импорт в Россию снижается, отечественное производство растёт

Агентство «Литвинчук Маркетинг» проанализировало российский рынок отопительных приборов. Статья раскрывает тренды в динамике объёмов, структуры и нюансов развития рынка радиаторов водяного отопления на отечественном рынке в 2020 году.

Автор: Антон ТОТМАКОВ,
агентство «Литвинчук Маркетинг»

2020 год сильно поменял ландшафт российского рынка отопительного оборудования. Ограничения, введённые в связи с пандемией, закрытие границ, резкое изменение цен на сырьё, волатильность рубля, а также дефицит товара в «высокий» сезон — совокупность всех этих факторов привела к тому, что многие компании, обеспечивающие путь радиатора от производителя до конечного пользователя, в последнее время всё чаще делают свой выбор в пользу работы с отечественными производителями.

Поставки импортной продукции на российский рынок начали показывать снижение уже в самом начале года, а эпидемия COVID-19 и связанные с ней ограничения лишь усугубили это падение.

Так, количественная динамика импорта по ключевым сегментам выглядит следующим образом:

- объединённый сегмент алюминиевых и биметаллических радиаторов — минус 35 %;
- стальные панельные радиаторы — минус 20 %;
- стальные трубчатые радиаторы — минус 20 %;
- чугунные радиаторы — минус 25 %;
- конвекторы — минус 40 %.

Такое обвальное падение импортных поставок стало своего рода «антирекордом» российского рынка. В предыдущие кризисы (в 2009 и 2015 годах) ничего подобного не наблюдалось, напротив — импорт иногда даже подрастал. Такая динамика открыла дополнительные возможности отечественным производителям, и многие из них воспользовались этим шансом, отодвинув своих зарубежных конкурентов на второй план (рис. 1).

Далее подробнее о динамике внутри каждого из сегментов.



«Алюминий» и «биметалл»

Секционные радиаторы, выполненные из сплава алюминия, являются наиболее распространённым отопительным прибором в России. Сегодня шесть из десяти устанавливаемых радиаторов являются алюминиевыми либо биметаллическими.

В течение последних лет сферы применения алюминиевых и биметаллических радиаторов всё меньше пересекаются. «Алюминий» идёт в новое жильё, и его динамика зависит от темпов строительства, а «биметалл» — на замену отслуживших свой срок приборов водяного отопления, и его продажи зависят от «демографии» имеющегося парка оборудования и количества ремонтов. Поэтому динамику продаж «алюминия» и «биметалла» желательно видеть отдельно.

В течение последнего десятилетия доля «биметалла» стабильно растёт, однако темпы прироста в последние несколько лет немного снизились (рис. 2).



Рис. 1. Импортозамещение на российском рынке радиаторов отопления

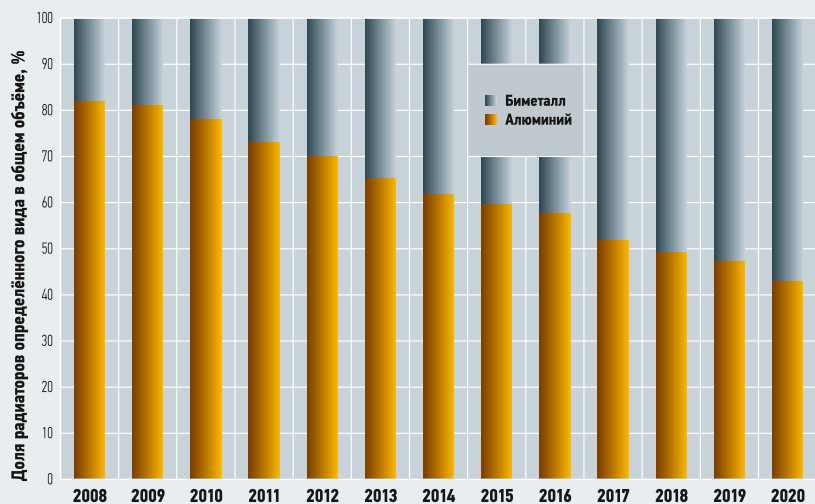


Рис. 2. Доли алюминиевых и биметаллических радиаторов за последние годы

Импортные поставки в 2020 году преимущественно осуществлялись с китайских заводов (падение на 36% к 2019 году). Существенно меньшей долей обладают европейские производители (в 2020 году поставки были из Италии, Польши, Украины и Испании). Поставки из Европы снизились на 32%. При этом российское производство показало положительную динамику. К концу года большинство российских производителей работало со стопроцентной загрузкой. Готовая продукция зачастую попадала напрямую к дилерам, минуя этап складирования и хранения, что может косвенно свидетельствовать о возникновении дефицита. Совокупный рост продаж отечественных радиаторов на внутреннем рынке составил 12%, что позволило российской продукции впервые в современной истории занять более 50% рынка. Экспортные поставки в соседние страны также увеличились. Наглядно динамика подобных изменений показана на рис. 3.

Стальные панельные радиаторы

В 2020 году зафиксировано снижение физических объёмов ввоза на территорию Российской Федерации стальных панель-

ных радиаторов отопления на 20%. Импорт преимущественно был представлен радиаторами из Европы (падение поставок на 22%) и Турции (снижение поставок на 8%). В снижение поставок из Европы существенный вклад внёс запрет на поставки стальных радиаторов из Украины, введённый Правительством РФ в декабре 2019 года.

Российское производство серьёзно увеличилось, и в 2020 году совокупная доля отечественных производителей на внутреннем рынке превысила 60% (рис. 4).

Рост производства в итоге перекрыл падение импорта, и сегмент панельных радиаторов отметился положительной динамикой. В принципе, производственные возможности российских заводов уже сегодня позволяют удовлетворить потребности внутреннего рынка на 100% и заместить оставшиеся 40%, занимаемые импортом.

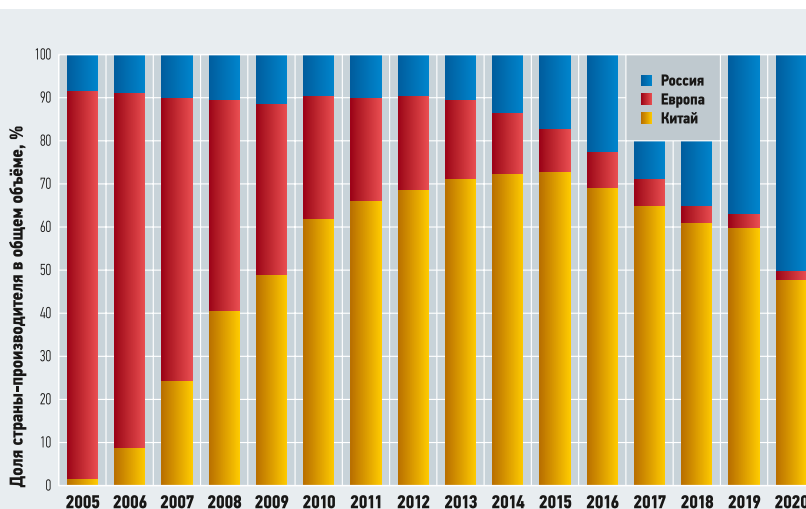


Рис. 3. Рынок алюминиевых и биметаллических радиаторов в РФ по странам-производителям

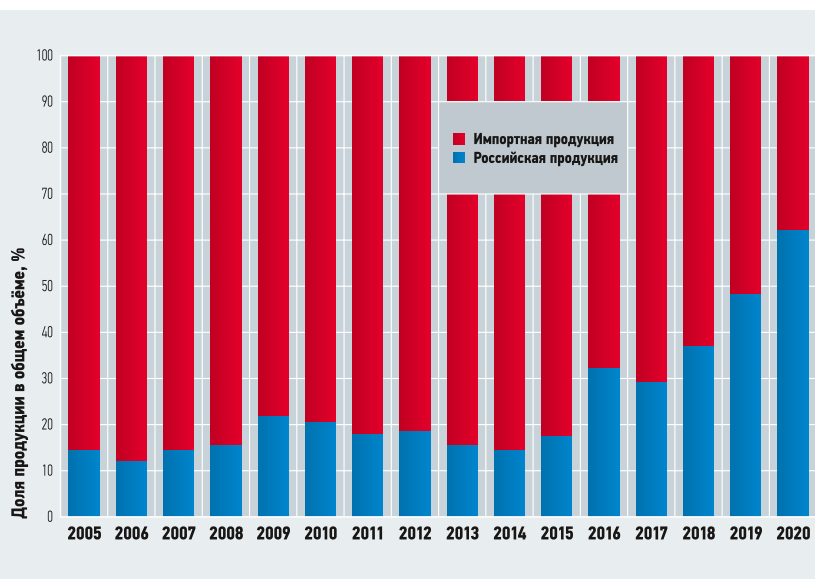


Рис. 4. Изменение доли импорта на российском рынке стальных панельных радиаторов

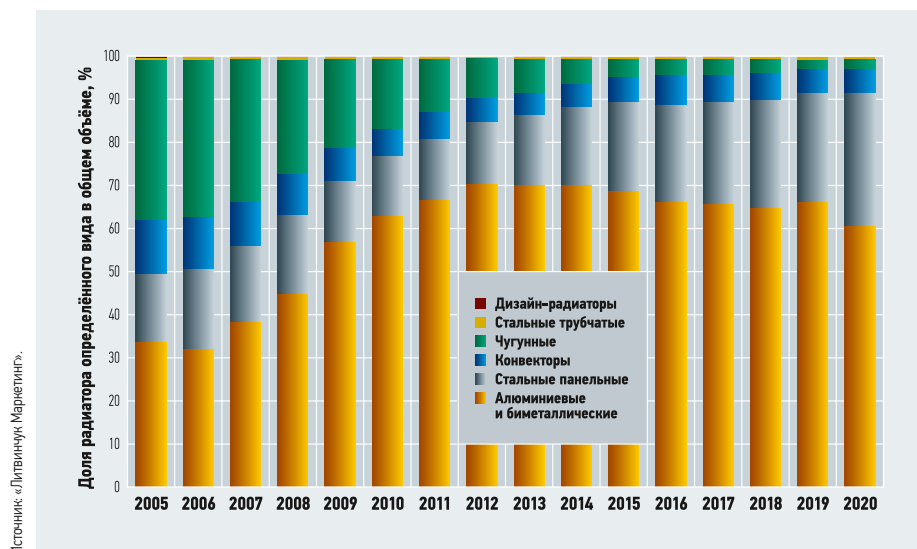
Стальные трубчатые радиаторы

В 2020 году импортные поставки стальных трубчатых радиаторов отопления снизились на 20%. Российские производители не смогли нивелировать это падение, несмотря на положительную динамику и рост внутреннего производства. В итоге общее падение продаж трубчатых радиаторов составило 10%.

Чугунные радиаторы

В 2020 году зафиксировано снижение физических объёмов ввоза на территорию Российской Федерации чугунных радиаторов отопления — на 25%.

Следует отметить, что до 2005 года чугунные радиаторы были наиболее распространённым видом отопительного прибора, но их доля начала стремительно падать с приходом на российский рынок



Источник: «Литвинчук Маркетинг».

Рис. 5. Структурные изменения на российском рынке радиаторов отопления

алюминиевых и биметаллических радиаторов (рис. 5). Количество производителей классических секционных чугунных «батарей», популярных ещё в советские годы, неуклонно сокращалось. Ещё в середине 2000-х годов в России работало восемь предприятий по выпуску чугунных радиаторов. Помимо них, были заводы на Украине и в Беларуси, ориентированные преимущественно на российский рынок. Массовый «исход» производителей начался в тот момент, когда по стоимости секция чугунного радиатора стала дороже секции алюминиевого. На сегодняшний день из десятка заводов осталось лишь два: по одному в России и на Украине. Запрет на поставки радиаторов из Украины, введённый Правительством РФ в декабре 2019 года, затронул также и чугунные радиаторы, в связи с чем оставшееся в одиночестве российское предприятие воспользовалось ситуацией и увеличило объём продаж.

В конце 2020 года заработал один новый российский завод, но его продукция является сугубо нишевой и конкурирует

за потребителя в весьма узком премиальном сегменте. Массовый спрос на чугунные радиаторы удовлетворяется сегодня в большей степени одним российским заводом и регулярными поставками из КНР.

Конвекторы

Термин «конвектор водяного отопления» объединяет в себе два совершенно разных сегмента, зачастую имеющих противоположную динамику: конвекторы со стальным теплообменником и конвекторы с медно-алюминиевым теплообменником.

Конвекторы со стальным теплообменником применяются преимущественно в бюджетных новостройках и коммерческой недвижимости. Этот тип отопительного прибора был популярным ещё во времена СССР и с тех пор не претерпел кардинальных технологических изменений. Российский рынок стальных конвекторов состоит преимущественно из отечественных производителей, доля импортной продукции крайне незначительна. На протяжении последнего десятилетия продажи конвекторов ежегодно сокращаются

в среднем на 5–10% под натиском в первую очередь стальных панельных радиаторов, применение которых в массовом жилом строительстве стремительно растёт. 2020 год не стал исключением, и продажи стальных конвекторов в очередной раз сократились.

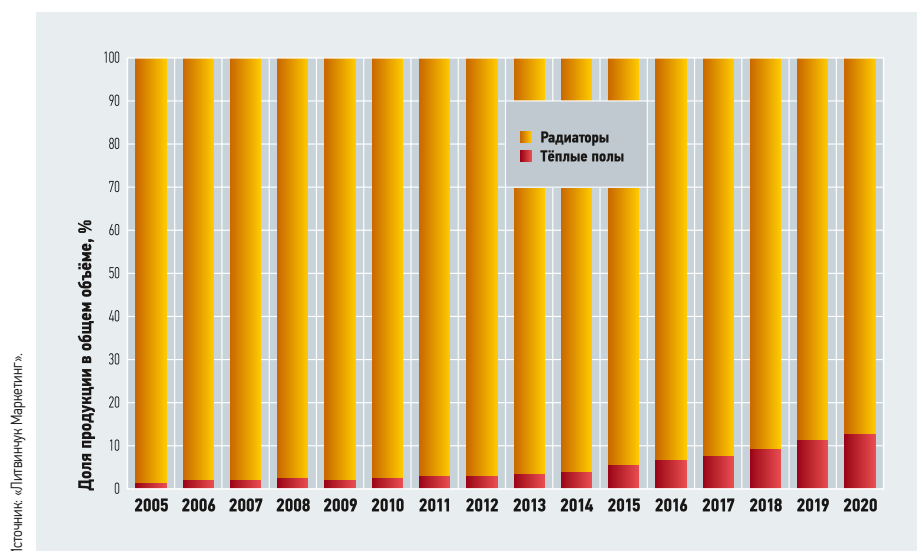
Медно-алюминиевые конвекторы, напротив, являются стабильно растущим сегментом, ежегодно «прибавляющем» по 5–10%. Несмотря на относительно высокую стоимость 1 кВт тепла, продажи растут благодаря популяризации панорамного остекления в строительстве коммерческих, жилых и административных зданий. Продажи импортных конвекторов

Российский рынок стальных конвекторов состоит преимущественно из отечественных производителей, доля импортной продукции незначительна

«привязаны» к валютному курсу, поэтому их доля рынка значительно сокращается в годы ослабления курса рубля и затем на определённый период стабилизируется. В 2020 году импортные поставки медно-алюминиевых конвекторов сократились на 40% на фоне положительной динамики отечественных производителей. Стоит заметить, что доля импорта в данном сегменте в последние несколько лет стабильно ниже 10%, что свидетельствует о том, что российские производители перестали расти за счёт вытеснения импорта и перешли к модели естественного роста.

Тёплые полы

Основной альтернативой радиаторам отопления во времена СССР было печное отопление. Но прогресс не стоит на месте, и системы водяного отопления постепенно приходят в каждый дом. В последние годы пропорции ввода жилой недвижимости изменились в пользу частного домостроения, что в большинстве случаев подразумевает применение тёплых полов в качестве альтернативы радиаторному отоплению. Чаще всего в строительстве применяется комбинированная система, включающая и радиаторы отопления, и тёплые полы. Потребление труб для тёплых полов динамично растёт и уже замещает собою более 10% отопительных приборов (рис. 6). Так что кажется вполне вероятным, что в будущем основным конкурентом российских производителей радиаторов отопления будут вовсе не их зарубежные конкуренты, а производители труб для тёплых полов. ●



Источник: «Литвинчук Маркетинг».

Рис. 6. Изменение доли тёплых полов и радиаторов отопления на российском рынке

Сравнение нагрузок на отопление жилых, общественных и производственных зданий

Рецензия эксперта на статью получена 20.01.2021 [The expert review on the article received on January 20, 2021].

Нормы теплозащиты жилых, общественных и производственных зданий в нашей стране в 2000-х годах были резко повышены. Нормирование по условиям энергосбережения оставило далеко позади сопротивления теплопередаче, требуемые по санитарно-гигиеническим требованиям. Риск выпадения конденсата на внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций при средней (нормируемой?) по площади температуре этой поверхности исключён (речь не идёт о локальных узлах). Однако различные уровни норм теплозащиты жилых, общественных и производственных зданий остались, как при нормировании по санитарно-гигиеническим условиям.

Разумеется, нормы теплозащиты диктуются не только теплотехническими соображениями. Они значимо влияют на экономику страны. С одной стороны, повышение уровня теплозащиты увеличивает капитальные затраты на строительство, с другой — снижает расход топлива на отопление, мощность и стоимость инженерных систем, обслуживающих здание, а также плату за присоединение к теплоснабжающим сетям [1].

В статьях, посвящённых теплозащите зданий, вышедших в последние годы, обсуждается масса проблем. Рассмотрены современные подходы к проблеме энергосбережения и обеспечения комфортных условий жизнедеятельности [2]. Проблема энергоэффективности и энергосбережения включает в себя несколько подходов к сокращению затрат ресурсов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: архитектурно-строительные решения, использование возобновляемых источников энергии, оптимизация систем обеспечения микроклимата [3, 4].

Влияние социального аспекта на затраты теплоты на отопление жилого здания

отмечено в статье [5]. В ней указывается на важность учёта плотности заселения квартир для правильной оценки необходимого расхода воздуха на вентиляцию помещений. Авторы [6, 7] считают, что важнейшей составляющей решения задачи повышения энергетической эффективности зданий является совершенствование нормативно-технической документации в области теплотехнического расчёта в современном домостроении.

Нормы теплозащиты также значимо влияют на экономику страны. С одной стороны, повышение уровня теплозащиты увеличивает капитальные затраты на строительство, с другой — снижает расход топлива на отопление и т.д.

Ими предложено для повышения энергетической эффективности зданий при реконструкции применять мероприятия, направленные на увеличение эффекта от потребления топливно-энергетических ресурсов [8, 9].

Важность учёта климатического фактора, причём круглогодичного, в выборе уровня теплозащиты отмечается в [10]. Предлагается добиваться сокращения теплопотребления в реконструируемых домах путём замены старых окон на современные оконные конструкции с обязательным недопущением нарушения температурно-влажностного режима на границе оконного откоса и собственно конструкции окна [11, 12, 13] и/или путём наружного утепления стен современными минераловатными утеплителями [14]. Большое внимание уделяется выбору экономически целесообразной теплозащиты [1, 15].

УДК 697.12.13. Номер научной специальности: 05.23.03.

Сравнение нагрузок на отопление жилых, общественных и производственных зданий

Е. Г. Малявина, к.т.н., профессор; А. В. Здоронко, студент; Д. С. Озерчук, студентка, кафедра «Теплогасоснабжение и вентиляция» (ТГВ), Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Изучается влияние нормативного уровня теплозащиты жилых, общественных и производственных зданий на отопительную нагрузку и сезонные затраты теплоты на отопление в различных климатических условиях РФ. Расчёты выполнены на примере пятиэтажного здания. Предлагается при пересмотре норм теплозащиты экономически обосновать принимаемые нормы с учётом стоимости топлива в различных районах РФ.

Ключевые слова: район строительства, средняя температура наиболее холодной пятидневки, средняя температура отопительного периода, продолжительность отопительного периода, трансмиссионные теплопотери, инфильтрационные теплопотери, потребление теплоты за отопительный период.

UDC 697.12.13. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Comparison of heating loads in residential, public and industrial buildings

E. G. Malyavina, PhD, Professor; A. V. Zdoronok, student; D. S. Ozerchuk, student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

Provision has been made of studying the influence of the standard thermal protection of residential, public and industrial buildings on the heating load and seasonal heat consumption for heating in various climatic conditions of the Russian Federation. The calculations have been performed on the example of a five-story building. It is proposed to economically justify the adopted standards, taking into account the cost of fuel in different regions of the Russian Federation, when revising the norms of thermal protection.

Key words: construction area, average temperature of the coldest five-day period, average temperature of the heating period, duration of the heating period, transmission heat loss, infiltration heat loss, heat consumption for the heating period.

Но со времени повышения норм нам не встретилось ни одной публикации, обосновывающей необходимость различных требований к теплозащите зданий различного функционального назначения по условиям энергосбережения. Неясна и роль сниженной теплозащиты производственных зданий в формировании стоимости продукции, изготавливаемой в этих зданиях, особенно в условиях постоянного повышения стоимости топлива. Целью настоящей статьи является выяснение влияния уровня теплозащиты на отопительную нагрузку в различных российских климатических условиях, то есть подготовка данных для последующего экономического исследования. Для достижения поставленной цели были определены расчётные теплопотери (отопительная нагрузка) и затраты теплоты в год на отопление пятиэтажных строений, теплозащита и тепловой режим в которых соответствуют нормативам для жилого, общественного и производственного зданий.

Долгое время в нормативных документах РФ не освещалась методика расчёта тепловых нагрузок на системы отопления и вентиляции. Последний раз она нормировалась в СНиП 2.04.05–91, а начиная с 1 января 2004 года, когда был введён в действие СНиП 41-01–2003, все пользовались методикой предыдущего СНиП.

Первый раз после долгого отсутствия методика появилась в Приложении Г СП 60.13330.2016 (с Изменением №1, далее — СП 60), утверждённого приказом Минстроя России от 22 января 2019 года №24/пр. Следует уточнить, что постановлением Правительства РФ от 4 июля 2020 года №985, появившегося позже введения Изменения №1 СП 60, Приложение Г не внесено в «перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил)», обязательных для применения. Впоследствии та же версия методики повторена в Проекте СП 60. Однако, поскольку она не признана обязательной, абсолютное большинство проектировщиков используют методику СНиП 2.04.05–91, повторённую в основном в МГСН 3.01-01 «Жилые здания» (Московские городские строительные нормы). Предлагаемая статья касается расчётных теплопотерь и расходов теплоты на отопление. Поэтому уместно обсудить новшества методики СП 60.13330.2020 и методики, по которым выполнялся расчёт в статье.

Соппротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций в расчётах, результаты которых приводятся в статье, приняты по значениям сопротивлений теплопередаче, требуемых табл. 3 СП 50.13330.2012 (с Изм. №1). В данном материале считается, что все неоднородности в ограждающих конструкциях уже учтены.

Автор методики расчёта теплопотерь СП 60 [16] предлагает вести расчёт с учётом линейных и точечных неоднородностей в ограждающих конструкциях каждого отдельного помещения. Однако это предложение натывается на сложности организации проектирования в России. Теплопотери рассчитывают специалисты по отоплению, которые не выполняют теплотехнический расчёт ограждающих конструкций. Постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 года №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» теплозащиту зданий поручается выполнять архитекторам и конструкторам. Постановление утверждает, что раздел 4 проекта «Конструктивные и объёмно-планировочные решения» должен содержать: «л) обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих: соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций».

На правах рекламы



Время выбирать ваш новый Testo!

Газоанализаторы Testo:
профессиональная и надёжная поддержка
при настройке систем отопления

- Исключительно лёгкая эксплуатация
- Удобное управление через приложение
- Минимум бумажной работы
- Интуитивно понятное меню
- Простая замена газовых сенсоров
- Увеличенный срок гарантийного обслуживания
- Прочность, эргономичность и привлекательный дизайн

Но, как известно, научная дисциплина, изучающая процессы теплопередачи, — вовсе не «любимый конёк» архитекторов и конструкторов. Выполнить требование могли бы специалисты по разделу «Энергоэффективность», но они делают теплотехнический расчёт ограждающих конструкций по всему зданию в целом и, как правило, в тот момент, когда теплотери уже давно рассчитаны.

Новацией методики СП 60 является полное упразднение добавочных теплотерь, в том числе на ориентацию и на угловые помещения. Отказ от учёта разной нагрузки в различно ориентированных по сторонам света помещениях обоснован двумя соображениями. Во-первых, конвективная часть теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции нормами заведомо завышена принятием высокой величины её коэффициента теплоотдачи на уровне $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. В то же время известные автору методики [16] натурные исследования отмечают более низкие значения. Во-вторых, меньшее облучение солнцем наружных поверхностей северной ориентации, приводящее к большей эксплуатационной влажности строительных материалов за этими поверхностями, компенсировано довольно высокой эксплуатационной влажностью при нормировании величины теплопроводности строительных материалов в СП 50.13330.2012. Однако добавка на ориентацию учитывала не вообще повышенную влажность, а повышенную на северных ориентациях за счёт не только меньшего прогрева их солнцем, но и за счёт более холодных северных ветров [17].

Добавка на угол упразднена вследствие учёта линейной теплотехнической неоднородности, вносимой изгибом наружной стены. В то же время в [16] признается, что этот учёт не компенсирует перевод обмена наружных ограждений с наружного на внутренний. Факт снижения радиационной температуры угловых комнат предлагается учитывать не добавкой к основным теплотерям, а увеличением температуры воздуха угловой комнаты на 2°C , как это довольно давно делалось для жилых зданий. Только в методике СП 60 это не нормируется ни для жилых, ни для других зданий с иной функциональностью. Без учёта снижения радиационной температуры на границе обслуживаемой зоны помещения упразднение этой добавки некорректно [17, 18].

Теплота, требующаяся на нагрев наружного воздуха, врывающегося через входные наружные двери, в методике СП 60 учтена расчётом инфильтрационных теплотерь. То, что методика расчё-



та нагрузки на нагревание врывающегося в здание наружного воздуха согласована с методикой расчёта расхода теплоты на эти цели за отопительный сезон, хорошо. Однако для расчёта нужны справочные данные о сопротивлении воздухопроницанию входных дверей: одинарных, двойных, тройных с тамбурами и без. Эти сопротивления в разделе проекта «Энергоэффективность» обычно принимаются в диапазоне $0,12\text{--}0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$ при разности давлений 10 Па . Но откуда эти оценки взялись, никто сказать не может.

Рассматриваемое в статье пятиэтажное здание имеет размеры $29,78 \times 11,98 \text{ м}$, с высотой этажа от пола до пола $3,2 \text{ м}$. Чердак и подвал неотапливаемые. Высота этажа в жилых, общественных и производственных зданиях может быть различной, а холодные чердаки в современном строительстве применяется всё реже. Однако для единообразия исходных данных для зданий различного функционального назначения эти позиции приняты одинаковыми, при допущении, что на результат расчётов при поставленной цели эти мелкие несоответствия не окажут значимого влияния. Высота вентиляционной шахты над чердачным перекрытием — $3,9 \text{ м}$. Ориентация по сторонам света и площади их наружных ограждающих конструкций следующие: выходящих на северо-восток наружных стен — $363,2 \text{ м}^2$, окон — 108 , входных дверей — $5,28$; выходящих на юго-восток и северо-запад наружных

стен — $169,18$, окон — $22,5$; выходящих на юго-запад наружных стен — $363,2$, окон — $112,5 \text{ м}^2$. Перекрытия над подвалом и чердачные перекрытия имеют площадь $325,6 \text{ м}^2$.

Температура внутреннего воздуха основных помещений во всех зданиях принята одинаковой — 20°C , а жилых комнат в городах Улан-Удэ и Воркуте — 21°C . В этих городах температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью $0,92$ ниже -31°C . В угловых комнатах жилых домов в соответствии с МГСН 3.01-01 температура внутреннего воздуха считается на 2°C выше температуры рядовых комнат. А в общественных и производственных помещениях применена добавка 5% к основным теплотерям каждого вертикального ограждения помещения.

В соответствии с ГОСТ 30494 в кухнях жилых зданий задана температура 18°C , а на лестничных клетках — 14°C . На лестничных клетках общественных и производственных зданий принята величина температуры 16°C .

В табл. 1 приведены использованные в расчётах показатели отопительного периода городов, для которых определялась отопительная нагрузка и расходы теплоты на отопление в представленных выше зданиях. Далее в табл. 1 города поставлены по убыванию расчётной температуры наружного воздуха для отопления (наиболее низкая — последняя). На отопительную нагрузку влияет не только разность внутренней и наружной температуры, но и скорость ветра. В рассматриваемых городах температура наиболее холодной пятидневки имеет значение в пределах от -2 до -41°C . Расчётная скорость ветра тоже изменяется в широких пределах — от 2 до $10,1 \text{ м}/\text{с}$. Есть города с сочетанием низкой расчётной температуры и высокой расчётной скорости ветра (Воркута), а есть населённые пункты, в которых не самая низкая расчётная температура наружного воздуха сочетается с довольно высоким расчётным ветром (Феодосия).

Меньшее облучение солнцем наружных поверхностей северной ориентации, приводящее к большей эксплуатационной влажности строительных материалов за этими поверхностями, компенсировано довольно высокой эксплуатационной влажностью при нормировании величины теплопроводности строительных материалов в СП 50

Следует обратить внимание на то, что порядок городов по убыванию числа градусо-суток (ГСОП) отопительного периода не следует за порядком по убыванию средней температуры наиболее холодной пятидневки и даже средней температуры отопительного периода, так как свою роль играет ещё и продолжительность отопительного периода.

Для строения определённого функционального назначения требуемое сопротивление теплопередаче каждой ограждающей конструкции, кроме входной двери в здание, зависит только от величины ГСОП. Для входных дверей в здание определяющей является температура наиболее холодной пятидневки. В табл. 2 приведены сопротивления теплопередаче всех наружных ограждающих конструкций, а также сопротивления окон воздухопроницаемости.

Последние для жилых и общественных зданий равны потому, что нормируемая поперечная воздухопроницаемость окон в пластиковых или алюминиевых переплётах для зданий обоих назначений ограничена сверху одной и той же величиной — $5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Для производственных зданий ограничение составляет $8 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Поэтому требуемое сопротивление воздухопроницаемости окон в производственных зданиях значительно ниже. Сопротивления воздухопроницаемости входных дверей зданий всех функциональных назначений заданы на уровне $0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$ при разности наружного и внутреннего давлений воздуха 10 Па .

Отметим, что сопротивления теплопередаче всех ограждающих конструкций, кроме окон и входных дверей, последовательно снижаются от жилых зданий к производственным, причём значи-

тельно. Нормы теплозащиты массивных наружных ограждающих конструкций не менялись с 2000-х годов. Однако логика соотношений этих норм для зданий различного функционального назначения, для различных градаций ГСОП и для различных ограждающих конструкций или не была опубликована никогда, или «затерялась в веках». А она должна быть опубликована в учебниках, так как вузы должны готовить не ремесленников, а инженеров.

Сопротивления теплопередаче входных дверей в жилых зданиях больше, чем в общественных, что обусловлено стоящими в знаменателе при их расчёте значениями нормируемого температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности наружной стены. В жилых зданиях это значение равно 4°C , а в общественных составляет $4,5^\circ\text{C}$. Разные требования к температуре на внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций в жилых и общественных зданиях не вызывают возражений.

Неприятие здесь вызывает то, что коренной переработке норм теплозащиты зданий подверглись подходы к нормированию теплозащиты только ограждения одного назначения — окон. Что касается окон, то их сопротивления теплопередаче для жилых и общественных зданий после переработки норм равны.

Разные нормы теплозащиты для зданий различного назначения могут явиться препятствием при перепрофилировании функционального назначения здания, которое иногда требуется.

В табл. 3 представлены расчётные теплотери зданий через каждую ограждающую конструкцию. Отличие трансмиссионных теплотерь через окна жилых и общественных зданий объясняется более низкой температурой внутреннего воздуха на кухнях.

Интересно, что, несмотря на значительное расхождение в расчётных значениях температуры наружного воздуха, расчётные трансмиссионные теплотери через наружные стены, перекрытия над неотапливаемыми подвалами и чердачные перекрытия в Магадане меньше не только чем в Москве, но и в Феодосии. Такое положение объясняется соотношением требуемых сопротивлений теплопередаче одноименных ограждений, выбранных по ГСОП в разных городах.

Расчётная скорость ветра тоже играет заметную роль в формировании потребности в теплоте на нагревание инфильтрационного воздуха, проникающего через окна. Например, в Феодосии эти теплотери значительно больше, чем в Улан-Удэ.

❖ Климатическая характеристика городов, принятых для расчётов

табл. 1

Район строительства	Темп-ра воздуха наиболее холодной пятидневки, $^\circ\text{C}$	Средняя темп-ра воздуха за отопительный период, $^\circ\text{C}$	Продолжительность отопит. периода, сут.	Расчётная скорость ветра, м/с	Средняя скорость ветра [м/с] за период со средней суточной темп-рой воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$	Градусо-сутки отопит. периода, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$
Сочи	-2	6,6	94	2,5	3,5	1259
Феодосия	-12	3,6	135	5,4	5 (по Керчи)	2214
Москва	-25	-2,2	205	2	2	4551
Магадан	-29	-7,5	279	4,8	3,9	7972
Улан-Удэ	-35	-10,3	230	2,1	1,9	6969
Воркута	-41	-9,1	306	10,1	5,8	8905

❖ Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

табл. 2

Район строительства	Приведённое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$				Расчётное сопротивление воздухопроницаемости окон, $\text{м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$, при $\Delta P = 10 \text{ Па}$
	Наружные стены	Окна	Перекрытия над подвалом и чердачное	Входная дверь в здание	
Жилое здание					
Сочи	1,84	0,49	2,47	0,38	0,24
Феодосия	2,17	0,50	2,89	0,55	0,39
Москва	2,99	0,66	3,95	0,77	0,37
Магадан	4,09	0,747	5,35	0,85	0,47
Улан-Удэ	3,84	0,74	5,04	0,95	0,43
Воркута	4,52	0,76	5,91	1,05	0,80
Общественное здание					
Сочи	1,58	0,49	1,74	0,34	0,24
Феодосия	1,86	0,50	2,07	0,49	0,39
Москва	2,57	0,66	2,89	0,69	0,37
Магадан	3,59	0,75	4,09	0,75	0,47
Улан-Удэ	3,29	0,74	3,74	0,84	0,43
Воркута	3,87	0,76	4,42	0,93	0,80
Производственное здание					
Сочи	1,25	0,23	1,25	0,22	0,15
Феодосия	1,44	0,26	1,44	0,32	0,25
Москва	1,91	0,31	1,91	0,44	0,23
Магадан	2,59	0,40	2,59	0,48	0,29
Улан-Удэ	2,39	0,37	2,39	0,54	0,27
Воркута	2,78	0,42	2,78	0,60	0,50

Методики СНиП 2.04.05–91 и СП 60 расчёта затрат теплоты на нагревание воздуха, проникающего в помещения через неплотности в окнах, одинаковы. Инфильтрационные теплопотери через входные в здание двойные двери с тамбуром (на нагрев врывающегося в здание воздуха) по методике СНиП рассчитаны добавкой $0,27H$ к основным теплопотерям, где H — высота от земли до верха вентиляционной шахты.

Расчёт по методике СП 60 выполнен с учётом расчётной разности давлений воздуха, сформированных под действием теплового и ветрового напоров на наружной и внутренней поверхностях входных дверей и их сопротивления воздухопроницанию. В данной статье в суммарных теплопотерях учтены инфильтрационные теплопотери по действующим нормам СП 60.13330.2016. В зданиях всех трёх функциональных назначений принято одинаковое сопротивление воздухопроницанию входных дверей, однако из-за различной температуры в лестничных клетках инфильтрационные теплопотери через входные в здание двери в жилых зданиях немного меньше, чем в общественных и производственных.

В методике СП 60 на инфильтрационные теплопотери через входные двери влияют только аэродинамические характеристики дверей и расчётная температура наружного воздуха, а в старой методике, кроме того, ещё и сопротивление теплопередаче дверей, что не верно. Поэтому теплопотери на нагревание врывающегося через двери воздуха, рассчитанные по старой методике, были значительно завышены. Новая методика учитывает и температуру наружного воздуха, и скорость ветра, что заметно при сравнении инфильтрационных теплопотерь в Сочи и в Феодосии, а также в Улан-Удэ и в Воркуте.

•• Структура теплопотерь зданий

табл. 3

Район строительства	Трансмиссионные [Вт], через					Инфильтрационные [Вт], через		
	стены	окна	входные двери	чердачное перекрытие	перекрытие над подвалом	окна	входные двери*	входные двери**
Жилое здание								
Сочи	13668,00	12353,15	244,40	2185,67	1457,11	3652,61	123,69	1193,12
Феодосия	16784,00	17596,37	274,56	2727,97	1818,65	7578,53	253,53	1340,35
Москва	17081,98	19045,51	294,47	2813,84	1875,89	6154,61	470,05	1437,53
Магадан	13590,21	18423,66	294,70	2263,32	1508,88	9030,93	546,92	1438,66
Улан-Удэ	16445,88	21078,32	298,82	2723,98	1815,99	7484,54	671,12	1458,79
Воркута	15448,03	22866,03	303,47	2575,29	1716,86	16926,48	805,97	1481,48
Общественное здание								
Сочи	15955,24	12422,93	310,07	3073,79	2049,19	3652,61	129,72	1513,70
Феодосия	19715,54	17922,29	331,60	3776,39	2517,59	7578,53	261,36	1618,81
Москва	20196,14	19087,05	345,29	3825,44	2550,30	6154,61	479,60	1685,62
Магадан	15714,24	18540,80	348,04	2948,51	1965,68	9030,93	556,92	1699,05
Улан-Удэ	19263,46	21106,54	351,41	3624,27	2416,18	7484,54	681,71	1715,52
Воркута	18168,96	22823,52	354,12	3405,96	2270,64	16926,48	817,09	1728,76
Производственное здание								
Сочи	20109,11	26488,35	482,33	4274,16	2849,44	5844,17	129,72	2354,64
Феодосия	25473,87	35443,12	515,82	5430,85	3620,56	12125,65	261,36	2518,15
Москва	27122,37	40236,04	537,11	5793,34	3862,23	9847,37	479,60	2622,08
Магадан	21754,33	34811,08	541,39	4648,50	3099,00	14449,49	556,92	2642,96
Улан-Удэ	26481,03	41719,02	546,64	5661,16	3774,10	11975,26	681,71	2668,59
Воркута	25293,41	40992,63	550,86	5409,30	3606,20	27082,37	817,09	2689,18

* По СП 60. ** По СНиП 2.04.05–91.

Структура теплопотерь через отдельные ограждающие конструкции, приведённая в табл. 3, свидетельствует о том, что инфильтрационные теплопотери через окна превышают сумму трансмиссионных потерь через перекрытия (над неотапливаемым подвалом) и чердачных, причём во всех рассматриваемых городах вне зависимости от расчётной скорости ветра.

При этом следует оговориться, что сопротивления воздухопроницанию окон приняты по расчёту требуемых величин, исходя из нормируемых воздухопрони-

цаемостей окон. Окна, применяемые в современном строительстве, часто плотнее принятых в статье.

В табл. 4 даны расчётные теплопотери за счёт теплопередачи и инфильтрационные теплопотери. Кроме того, в данной таблице приведены затраты теплоты на отопление здания за отопительный сезон.

Если сравнивать порядок городов по убыванию расчётных суммарных теплопотерь и суммарных затрат теплоты, то приходится отметить, что этот порядок разный. В перечне городов, поставленных по убыванию величины затрат теплоты, вторым для зданий различного функционального назначения является город Магадан, тогда как вторым городом по величине расчётных теплопотерь является город Улан-Удэ. В данных городах отношение наибольшей нагрузки на отопление для зданий одного функционального назначения к наименьшей лежит в пределах 1,72–1,8, тогда как отношение сезонного расхода теплоты равно 3,52–3,63.

В то же время средние отношения нагрузки на отопление в одном городе для зданий различного назначения и средние отношения сезонных расходов теплоты очень близки друг к другу и составляют: для производственного здания к общественному — 1,6, а общественного здания к жилому — 1,1.



❖ Расчётные теплотопотери здания и расход теплоты на отопление

табл. 4

Район строительства	Расчётные теплотопотери, Вт			Сезонные затраты теплоты, кВт·ч		
	трансмиссионные	инфильтрационные	суммарные	трансмиссионные	инфильтрационные	суммарные
Жилое здание						
Сочи	29908,33	3776,30	33684,62	42256,26	6347,81	48604,08
Феодосия	39201,55	7832,06	47033,61	66789,88	10697,32	77487,20
Москва	41111,68	6624,65	47736,33	101617,48	10177,79	111795,27
Магадан	36080,77	9577,85	45658,62	142333,29	25392,55	167725,84
Улан-Уде	42362,99	8155,66	50518,65	128959,80	15173,54	144133,34
Воркута	42929,69	17732,44	60662,13	149660,48	26852,49	176512,97
Общественное здание						
Сочи	33811,22	3846,18	37657,40	48556,67	6347,81	54904,49
Феодосия	44263,41	7960,91	52224,32	75557,08	10697,32	86254,39
Москва	46004,22	6723,76	52727,98	114892,83	10177,79	125070,61
Магадан	39517,26	9726,40	49243,66	156329,96	25392,55	181722,51
Улан-Удэ	46761,86	8267,84	55029,70	144368,49	15173,54	159542,04
Воркута	47023,21	18080,62	65103,83	166289,69	26852,49	193142,18
Производственное здание						
Сочи	54203,38	5973,89	60177,27	76832,32	10137,32	86969,64
Феодосия	70484,22	12387,01	82871,24	119362,79	16664,87	136027,66
Москва	77551,09	10326,97	87878,06	191882,51	16358,40	208240,91
Магадан	64854,30	15006,40	79860,70	255919,98	41127,25	297047,23
Улан-Удэ	78181,94	12656,97	90838,91	240241,71	24143,01	264384,72
Воркута	75852,39	27899,45	103751,84	268066,58	42933,06	310999,63

Сравнение соотношений нагрузок на систему отопления и сезонных затрат теплоты на отопление зданий различного назначения, с учётом принятых теплотехнических норм, не выявило ничего необычного: в жилых зданиях эта нагрузка наименьшая, а в производственных наибольшая. Причём в производственных зданиях увеличение нагрузки по сравнению с жилыми зданиями возрастает в 1,75–1,86 раз. Без проведения специальных исследований невозможно однозначно утверждать, что такое положение дел является экономически выгодным.

Несмотря на бытующее мнение о том, что требуемые сопротивления теплопередаче и воздухопроницанию ограждающих конструкций нормируются исходя из попытки выровнять затраты теплоты на отопление в различных районах России, видно, что работы в этом направлении ещё «непечатый край». Может быть, стоит даже не «выравнивать», а просто в нормах учесть стоимость топлива в данных районах РФ

Выводы

1. Различные нормы теплозащиты зданий различного функционального назначения усложняют проектирование зданий, а в ряде случаев могут быть препятствием для перепрофилирования назначения здания.
2. Необходимо экономически обосновать принятые подходы к нормированию теплозащиты в зданиях и сооружениях различного назначения.
3. Несмотря на бытующее мнение о том, что требуемые сопротивления теплопередаче и воздухопроницанию ограждающих конструкций нормируются исходя из попытки выровнять затраты теплоты на отопление в различных районах России, видно, что работы в этом направлении ещё «непечатый край».
4. Хотя, может быть, даже стоит не «выравнивать», а просто в нормах учесть стоимость топлива в различных районах Российской Федерации.
4. Желательно согласовать подход к выбору теплозащиты наружных входных дверей с подходом к выбору теплозащиты остальных наружных ограждающих конструкций, а также привести справочные данные по реальному сопротивлению воздухопроницанию входных дверей с тамбурами и без них.
5. В методике расчёта теплотопотерь необходимо повышением расчётной температуры углового помещения или добавкой к основным теплотопотерям учесть дополнительное возрастание теплотопотерь в этом помещении из-за кривизны наружной стены.
6. Необходимо также вернуть добавки на ориентацию по сторонам света в методику расчёта теплотопотерь, так как они учитывают различную влажность строительных материалов стен, выходящих на разные стороны. ●

1. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Экономическое обоснование выбора теплозащиты офисных зданий // Известия вузов. Строительство, 2018. №9. С. 56–65.
2. Martínez-Molina A., Tort-Ausina I. Energy efficiency and thermal comfort in historic buildings: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. Vol. 61. Pp. 70–85.
3. Лысов В.И., Шилин А.С. Направления повышения энергоэффективности зданий и сооружений // Научный журнал ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование, 2017. №2–3. С. 18–25.
4. Серегин А.И. Энергоэффективный квартал в условиях Крайнего Севера. Уникальный опыт Республики Саха (Якутия) // Энергосбережение, 2020. №8. С. 78–87.
5. Ананьев А.И., Рымаров А.Г., Войтович Е.В., Латушкин А.П. Влияние социальных факторов на требуемый уровень тепловой защиты наружных стен жилых зданий // Вестник МГСУ, 2017. Т. 12. Вып. 7. С. 741–746.
6. Сташевская Н.А., Минина А.П. Особенности теплотехнического расчёта в современном домостроении // Системные технологии, 2017. №23. С. 47–50.
7. Пиир А.Э., Козак О.А., Агафоно И.М. Нормативный коэффициент теплопередачи жилого здания //

- Известия вузов и энергетических объединений СНГ. Энергетика, 2015. №5. С. 69–76.
8. Леонова А.Н., Курочка М.В. Методы повышения энергоэффективности зданий при реконструкции // Вестник МГСУ, 2018. Т. 13. Вып. 7. С. 805–813.
9. Осипов С.Н., Пилипенко В.М. О некоторых особенностях энергоснабжения жилых зданий в отопительный период // Известия вузов и энергетических объединений СНГ. Энергетика, 2017. Т. 60, №1. С. 77–96.
10. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Влияние климатических особенностей района строительства на уровень энергоэффективной тепловой защиты административных зданий сельскохозяйственного назначения // Аграрный научный журнал, 2020. №10. С. 111–114.
11. Пиир А.Э., Козак О.А., Кунтыш В.Б. Пути снижения нормативных теплотопотерь в жилых зданиях // Наука и техника, 2017. Т. 16. №2. С. 113–118.
12. Vihola Ja., Sorri Ja., Heljo Ju., Kero P. Heat loss rate of the Finnish building stock. Procedia Economics and Finance. 2015. Vol. 21. Pp. 601–608.
13. Матехина О.В., Осипов Ю.К. Обобщённая теоретическая модель тепловой защиты жилых зданий с помощью наружных ограждающих конструкций // Вестник СибГИУ, 2015. №1. С. 50–55.

14. Бжахов М.И., Карданов Л.Т., Кучуков М.А., Антипова Е.А., Люев А.Х. Повышение теплозащитных качеств наружной ограждающей конструкции жилого дома типовой серии [Электр. текст] // Инженерный вестник Дона, 2016. №2. Режим доступа: ivdon.ru. Дата обрац: 15.01.2021.
15. Толстова Ю.И. Тепловая защита зданий и сооружений — экономический подход / Энергосбережение и энергоэффективность на промышленных предприятиях и в жилищно-коммунальном хозяйстве: Сб. мат. I Всерос. науч.-техн. конф., посвящённой памяти д.т.н., проф. А.А. Сандера. Ноябрь 2016. — Новосибирск: Изд-во АНС «СибАК», 2017. 212 с.
16. Неклюдов А.Ю. Расчёт характеристик энергопотребления здания при определении трансмиссионных тепловых потерь // Жилищное строительство, 2016. №7. С. 11–14.
17. Сканава А.Н. Конструирование и расчёт систем водяного и воздушного отопления зданий. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1983. 304 с.
18. Малявина Е.Г., Умнякова Н.П. Величина добавки к основным теплотопотерям помещения с числом наружных стен более одной // Технология текстильной промышленности, 2017. №2. С. 291–296.

References — see page 78.

Центр Энерго-эффективных Технологий от НПТ Климатика

Российский завод-изготовитель профессиональной климатической техники «НПТ Климатика» официально подтвердил разработку уникального для отечественного сегмента отрасли проекта — Центра Энергоэффективных Технологий.

Для получения более подробной информации и уточнения деталей нового масштабного замысла одного из крупнейших производителей отрасли редакция журнала СОК обратилась к пресс-службе завода и её руководителю Александру ЯРОЦКОМУ, который ответил на наши вопросы.

❖ Центр Энергоэффективных Технологий позиционируется вами как некое уникальное явление для российского климатического рынка. В чём именно заключается уникальность данного проекта? Как возникла идея подобной концепции?

А.Я.: Одним из ключевых преимуществ компании «НПТ Климатика» является непрерывный диалог с внешними партнёрами, благодаря которому организация напрямую получает обратную связь о тех или иных потребностях рынка, которые актуальны сегодня или станут актуальными в ближайшем будущем.

Обработывая поступающую информацию, а также анализируя динамику продвижения нашей технологической платформы инженерии климата WHEEL, мы выявили целый ряд общих, пересекающихся задач у данных направлений. Решать их по отдельности — неэффективный путь, который не позволяет сформировать цельное и однозначное восприятие наших идей. Нам требовалось нечто, что могло бы гибко адаптироваться под нужды наших партнёров, демонстрировать на деле преимущества использова-



❖ Александр Яроцкий, руководитель пресс-службы и отдела маркетинга компании ООО «НПТ Климатика»

Общая концепция Центра Энергоэффективных Технологий — в формате завода-изготовителя систем микроклимата представить передовые технологии в сферах вентиляции и кондиционирования воздуха, а также алгоритмы и решения по их автоматизации, функционирующие в рамках единого комплексного подхода



ния современных технологий, а в идеале — ещё и обладать (хотя бы частично) функционалом испытательного стенда для ниши производственных задач.

Найти столь многогранное решение — непросто, но в сентябре 2020 года нам удалось сформировать общую концепцию будущего Центра. В ходе обсуждения деталей внутри компании стало понятно — замысел получается интересный, но весьма масштабный: впервые в России, в едином пространстве, в формате завода-изготовителя систем микроклимата мы собираемся представить передовые технологии в сферах вентиляции и кондиционирования воздуха, а также алгоритмы и решения по их автоматизации,

функционирующие в рамках единого комплексного подхода.

Подобных проектов в нашей отрасли пока ещё не было реализовано. Шоурум — да, есть у многих компаний, стандартная, в общем-то, опция. Испытательная лаборатория — только у крупных производителей, и, как правило, завязана на конкретных задачах. Платформа для продвижения передовых технологий — отсутствует в принципе. Какие-то отдельные демонстрации освоенных инженерных достижений, безусловно, проводятся, но в большинстве случаев они либо слабо, либо вообще никак не связаны с глобальной идеологией продуктового бренда или предприятия.

А предложенная нами концепция Центра Энергоэффективных Технологий решает сразу несколько ключевых задач в рамках реализации стратегии продвижения высокотехнологичных инженерных решений на российском климатическом рынке:

- демонстрация энергоэффективных технологий в области создания микроклимата;
- проведение обучения и практических тренингов для участников рынка;
- организация мероприятий по продвижению энергоэффективных технологий с практической демонстрацией их эксплуатации;
- долговременная эксплуатация технологий в различных режимах, с проведением замеров потребления тепловой и электрической энергии;
- проведение испытаний технологий в пограничных режимах эксплуатации.

Иными словами, Центр Энергоэффективных Технологий представляет из себя некий универсальный комплекс, в рамках которого присутствуют и шоу-рум, и лаборатория, и функционал учебно-демонстрационного заведения, правильно? А как предложенную вами концепцию восприняли ключевые партнёры завода?

А.Я.: В целом, верно, но акцентирую внимание на важном моменте. Центр Энергоэффективных Технологий — это шоу-рум, стендовый полигон и уникальная платформа для продвижения современных разработок в формате общего комплексного решения, созданного совместно с лидерами отрасли.

В сентябре 2020 года, после того как мы окончательно осуществили переход от идеи к формированию концепции проекта, пришло понимание: чтобы реализовать наш замысел на максимально эффективном уровне, крайне желательно участие наших партнёров. Их знания, многолетний опыт и встречные идеи по оптимизации отдельных участков проекта совершенно точно помогли бы нам приблизиться к тому идеалу, который задумывался нами изначально, а также реализовать дополнительные уникальные образы, которые ранее по тем или иным причинам реализованы до сих пор не были.

Мы провели ряд деловых встреч, в ходе которых презентовали концепцию ЦЭТ, были готовы долго и аргументированно отстаивать преимущества и перспективы проекта, но этого не потребовалось! Все ключевые партнёры завода крайне положительно отреагировали на проявленную нами инициативу и выразили вполне конкретную заинтересован-

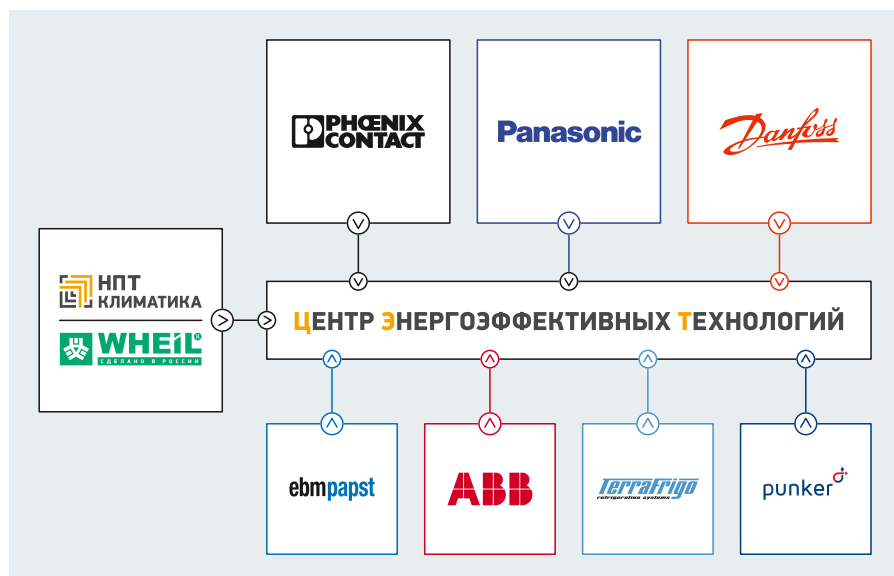
ность в участии и поддержке нашего, теперь уже общего, проекта «Центр Энергоэффективных Технологий».

Так, например, в рамках развития технологического партнёрства с корпорацией Panasonic ещё одним вектором общего движения станет сегмент Центра Энергоэффективных Технологий, посвящённый VRF-системам и сопутствующим им технологиям автоматизации. Совместно с компанией Danfoss активно разрабатывается концепция участка холодильных систем и агрегатов. Компании ebm-papst и ABB осуществляют поддержку в разработке вентиляторных модулей по части электродвигателей и рабочих колёс.

Отдельные слова благодарности мы хотим выразить нашим партнёрам из компании Phoenix Contact: подпроектом Центра Энергоэффективных Технологий в разделе систем автоматизации и диспетчеризации зданий является разработка систем автоматизированного управления эксплуатацией объектов недвижимости WHEEL Digital Building.

Новая система управления позволит решить широкий спектр наиболее востребованных задач:

- учёт и оптимизация потребления ресурсов;
- дистанционное управление инженерными системами и оборудованием;



Центр Энергоэффективных Технологий — это шоу-рум, стендовый полигон и уникальная платформа для продвижения современных разработок в формате общего комплексного решения, созданного совместно с лидерами отрасли!

Не менее важный и значительный вклад в данный сегмент (вентиляторы) вносит компания Punker. С помощью партнёров из компании Terrafrigo мы проектируем теплообменные агрегаты в различных специальных исполнениях и специальных покрытиях.

- мониторинг, предотвращение и обработка аварийных ситуаций;
- интеграция с «облачными» технологиями;
- максимизация комфорта людей при использовании недвижимости в жилых и коммерческих целях.

Очень скоро пришло понимание: чтобы реализовать наш замысел на максимально эффективном уровне, крайне желательно участие наших партнёров. Их знания, многолетний опыт и встречные идеи по оптимизации отдельных участков проекта совершенно точно помогли бы нам приблизиться к тому идеалу, который задумывался нами изначально, а также реализовать дополнительные уникальные образы

Получается, над проектом «Центр Энергоэффективных Технологий» сейчас работает целая команда? Это уже не частная разработка вашей компании?

А.Я.: Верно, работает целая команда профессионалов и лидеров различных отраслей, связующим звеном между которыми выступает наша организация — завод «НПТ Климатика». Всех нас объединяет стремление создавать современные инженерные решения в климатической отрасли, и Центр Энергоэффективных Технологий станет достойным воплощением наших знаний, многолетнего опыта и всеобщей коллаборации. ●

Технико-экономическое обоснование применения специальной схемы обработки притока с косвенным испарительным охлаждением

Рецензия эксперта на статью получена 29.01.2021 [The expert review on the article received on January 29, 2021].

УДК 697.921.252:699.86. Номер научной специальности: 05.23.03.

Технико-экономическое обоснование применения специальной схемы обработки притока с косвенным испарительным охлаждением

О. Д. Самарин, к.т.н., доцент; **Д. А. Кирушок**, преподаватель, аспирант, кафедры теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ), Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Рассмотрен расчёт основных составляющих капитальных затрат и годовых эксплуатационных издержек при функционировании разработанной авторами приточно-вытяжной вентиляционной установки, оборудованной пластинчатым рекуператором для осуществления косвенного испарительного охлаждения в тёплый период и утилизации теплоты вытяжного воздуха в холодный с переключением потоков воздуха, позволяющим использовать одну секцию увлажнения. Выполнено технико-экономическое сравнение с существующим аналогом, включающим два увлажнителя без изменения направления воздушных потоков, выявлены преимущества и недостатки предлагаемого варианта и определён его дисконтированный срок окупаемости с учётом действующих цен на оборудование по данным производителей и актуальных тарифов на тепловую и электрическую энергию. Доказано, что применение разработанного авторами агрегата является экономически обоснованным и относится к малозатратным и быстроокупаемым энергосберегающим мероприятиям.

Ключевые слова: капитальные затраты, эксплуатационные издержки, срок окупаемости, дисконтирование, приточный воздух, испарительное охлаждение.

Топливо-энергетический комплекс является основой формирования доходов бюджетной системы России. Развитие российской энергетики оказывает содействие социально-экономическому развитию страны, а также влияет на сохранение и укрепление её позиций в мировой энергетике. Согласно Энергетической стратегии РФ на период до 2035 года, утверждённой распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 года №1523-р, энергоёмкость экономики страны снизилась, причём одним из основных факторов, повлиявших на это, является рост энергоэффективности энергопотребляющего оборудования.

Эксплуатационные затраты инженерных систем вентиляции и кондиционирования воздуха достигают 60–80 % от общих расходов на энергообеспечение здания [1–3]. При этом рост цен на электроэнергию за последние четыре года составил порядка 30 % (табл. 1).

Следует также отметить, что вопросы повышения эффективности климатического оборудования и оценки необходимых для их функционирования затрат являются актуальными и для других стран [4–7]. В связи с этими обстоятельствами в работе [8] авторами предложена конструкция энергосберегающей установки кондиционирования воздуха с применением косвенного испарительного охлаждения в пластинчатом рекуператоре.

Статистические данные утверждают, что эксплуатационные затраты инженерных систем вентиляции и кондиционирования воздуха достигают 60–80 % от общих расходов на энергообеспечение здания

Рассмотрим технико-экономические аспекты использования обработки приточного воздуха по данной схеме.

Для этого проведём её сопоставление с ближайшим аналогом, описанным в [9, 10] и других публикациях указанных авторов. По сравнению с ним новая конструкция предусматривает переключение потоков воздуха при переходе с летнего на зимний режим и обратно, что позволяет, с одной стороны, применять одну и ту же секцию увлажнения в течение всего года, как для увлажнения притока, так и для его косвенного испарительного охлаждения, а с другой — даёт возможность увеличить в тёплый период эффективность рекуператора за счёт скрытой теплоты испарения капель жидкой воды, унос которой из увлажнителя появляется вследствие изменения направления воздушного потока.

Можно заметить, что, с точки зрения капитальных единовременных затрат K [руб.], в предлагаемом варианте исключаются

Тарифы на электрическую энергию в городе Москве

табл. 1

Вид энергии	Потребители / цена (тариф)	2017	2018	2019	2020	2021 (6 мес.)
Электрическая	Население (стационарные электроплиты и/или электроотопительные установки), руб/кВт·ч	3,77	4,04	4,37	4,65	4,87
	Прочие, руб/кВт·ч	1,79	2,188	2,41	2,40	2,47

Источник: ПАО «Мосэнергосбыт».

UDC 697.921.252:699.86. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Feasibility study of the application of a special flow treatment scheme with indirect evaporative cooling

O. D. Samarina, PhD, Associate Professor; **D. A. Kirushok**, teacher, post-graduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

The calculation of the main components of capital costs and annual operating costs for the operation of the supply and exhaust ventilation system developed by the authors, equipped with a plate recuperator for indirect evaporative cooling in the warm period and for heat utilization of the exhaust air in the cold period with switching of air flows, allowing the use of one section of humidification. A technical and economic comparison with the existing analog, which includes two humidifiers without changing the direction of air flow, is performed, the advantages and disadvantages of the proposed option are identified and its discounted payback period is determined, taking into account the current prices for equipment according to manufacturers and current tariffs for heat and electricity. It is proved that the use of the unit developed by the authors is economically justified and refers to low-cost and fast-paying energy-saving measures.

Key words: capital costs, operating costs, payback period, discounting, supply air, evaporative cooling.

ются расходы на второй увлажнитель, по необходимости присутствующий в схеме [9, 10] и её вариантах, и могут также уменьшиться затраты в целом на приточно-вытяжной агрегат из-за возможного сокращения его типоразмера вследствие снижения требуемого воздухообмена в помещении L [м³/ч] из-за роста коэффициента эффективности рекуператора $k_{эф}$.

В то же время появляются дополнительные затраты на добавляемые промежуточные секции, но, поскольку их стоимость существенно меньше, чем увлажнителя, в большинстве случаев мы должны получить снижение суммарной величины K . При этом расходы на автоматизацию, монтаж и наладку установки должны оставаться практически постоянными, поскольку клапаны в дополнительно устанавливаемых секциях переключаются вручную при переходе с зимнего на летний режим и обратно.

Что касается эксплуатационных издержек \mathcal{E} [руб/год], можно отметить, что в случае сокращения L должны уменьшиться затраты на теплоту для нагрева притока в холодный период, а также расход электроэнергии на привод вентиляторов, так как обе эти величины пропорциональны L . Но даже если воздухообмен меняться не будет, по крайней мере, расход электрической энергии должен снижаться за счёт того, что аэродинамическое сопротивление добавляемых промежуточных секций пренебрежимо мало по сравнению с сопротивлением исключаемого второго увлажнителя. Таким образом, в большинстве случаев применение предлагаемой схемы по сравнению с аналогом должно давать снижение как K , так и \mathcal{E} , то есть иметь абсолютную окупаемость.

Точный учёт всех перечисленных обстоятельств и оценку их относительного вклада в суммарные капитальные и эксплуатационные затраты исследуем на следующем примере. Рассмотрим для начала простейший вариант, когда мы в первом приближении пренебрегаем возможным уменьшением воздухообмена, и, таким образом, типоразмеры приточно-вытяжных агрегатов обоих сравниваемых конструкций будут одинаковы.

В этом случае мы сможем выделить в чистом виде влияние на составляющие затрат именно со стороны изменения схемы обработки притока. В частности, затраты на теплоту для подогрева вентиляционного воздуха за отопительный период тогда можно считать в обоих вариантах совпадающими, и различаться будут только расходы на электроэнергию и амортизацию оборудования.

Для получения более обоснованных результатов значения K принимаем по данным нескольких различных производителей (ООО «ВЕЗА» и ООО «Европейская Климатехника»). Компоненты \mathcal{E} при этом вычислялись по методике, приведённой в [3], в соответствии с выбранной величиной L , режимом работы установок и рассчитанным при подборе их элементов аэродинамическим сопротивлением.

Эксплуатационные затраты [руб/год], связанные с потреблением электроэнергии системами вентиляции или кондиционирования воздуха, вычисляются как:

$$\mathcal{E}_{эл} = Z_p N_{раб} N_{уст} C_{эл}, \quad (1)$$

где Z_p — продолжительность работы вентиляционного оборудования в течение суток, принимаемая равной 14 ч; $N_{раб}$ — число рабочих дней в году, определяемое по режиму работы объекта, в данном случае 360 сут.; $N_{уст}$ — установочная мощность оборудования (электродвигателей насосов, вентиляторов), кВт; $C_{эл}$ — стоимость электроэнергии, учитываемая в размере 2,47 руб/кВт·ч.



Лучшее предложение сезона

Тепловизор testo 868

обладает самым высоким качеством тепловизионного изображения в своем классе

- Связь с мобильным приложением по WiFi
- Разрешение до 320x240 пикселей с технологией SuperResolution
- Объективное сравнение термограмм и автоматическое определение коэффициента излучения с функциями testo ScaleAssist и ε -Assist



Годовые амортизационные отчисления на оборудование климатических систем [руб/год] определяются как:

$$\mathcal{E}_{ам} = \frac{1,5K}{T_{ам}}, \quad (2)$$

где $T_{ам}$ — расчётный срок эксплуатации оборудования, принимаемый для систем вентиляции и кондиционирования на уровне 15 лет. Коэффициент 1,5 включает отчисления на полное восстановление оборудования, на его капитальный и текущий ремонт.

Суммарные годовые эксплуатационные затраты [руб/год] найдём по следующему выражению:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_{ам}. \quad (3)$$

Результаты расчётов по определению значений $\mathcal{E}_{эл}$, $\mathcal{E}_{ам}$ и суммарных эксплуатационных затрат \mathcal{E} для наглядности представлены в табл. 2 и 3.

В условиях рыночной экономики общую оценку экономической эффективности принимаемых решений по энергосбережению наиболее целесообразно вести по величине совокупных дисконтированных затрат $СДЗ$, связанных с дополнительными капиталовложениями и уровнем годовых эксплуатационных издержек с учётом изменения цен и тарифов на энергоносители [3], тогда $СДЗ$ [руб.] можно определить по формуле:

$$СДЗ = K \left(1 + \frac{p}{100} \right)^T + \mathcal{E} \left[\left(1 + \frac{p}{100} \right)^T - 1 \right] \frac{100}{p}. \quad (4)$$

где T — расчётный срок, годы; p — норма дисконта, принятая в расчётах на уровне

6% годовых (при текущей ключевой ставке ЦБ РФ в 4,25%).

Результаты вычисления величины совокупных дисконтированных затрат $СДЗ$ для двух вариантов устройства системы кондиционирования воздуха представлены в табл. 4 и 5, соответственно, и для наглядности дополнительно в виде графиков на рис. 1 и 2.

Нетрудно видеть, что кривые на данных рисунках не пересекаются, что подтверждает сделанное ранее предположение об абсолютной окупаемости предлагаемой авторами конструкции.

Если же её сравнивать с другими способами обработки притока, можно отметить, что в рассматриваемой схеме расход притока будет выше, чем при использовании искусственного охлаждения в тёплый период, из-за более низкой располагаемой разности температур подаваемого в помещение и уходящего воздуха.

•• Эксплуатационные затраты на СКВ фирмы ООО «ВЕЗА» табл. 2

$Z_p, ч$	$N_{раб}, сут.$	$N_{уст}, кВт$	$C_{эл}, руб/кВт-ч$	$\mathcal{E}_{эл}, руб/год$	$T_{ам}, лет$	$K, руб.$	$\mathcal{E}_{ам}, руб/год$	$\mathcal{E}, руб/год$
Вариант 2 (ПВУ с двумя увлажнителями по схеме [9, 10])								
14	360	10,56	2,47	131 459,3	15	1 349 593	134 959	266 418,7
Вариант 1 (ПВУ с одним увлажнителем и дополнительными секциями с ручным управлением по схеме [8])								
14	360	10,28	2,47	127 973,7	15	1 156 790	115 679	243 652,6

•• Эксплуатационные затраты на СКВ фирмы ООО «Европейская Климатехника» табл. 3

$Z_p, ч$	$N_{раб}, сут.$	$N_{уст}, кВт$	$C_{эл}, руб/кВт-ч$	$\mathcal{E}_{эл}, руб/год$	$T_{ам}, лет$	$K, руб.$	$\mathcal{E}_{ам}, руб/год$	$\mathcal{E}, руб/год$
Вариант 2 (ПВУ с двумя увлажнителями по схеме [9, 10])								
14	360	11,1	2,47	138 181,7	15	1 452 336	145 234	283 415
Вариант 1 (ПВУ с одним увлажнителем и дополнительными секциями с ручным управлением по схеме [8])								
14	360	10,71	2,47	133 326,6	15	1 385 070	138 507	271 834

•• Значения $СДЗ$ в зависимости от T для установок ООО «ВЕЗА» табл. 4

$T, лет$	$СДЗ_1, руб.$	$СДЗ_2, руб.$	$T, лет$	$СДЗ_1, руб.$	$СДЗ_2, руб.$
1	1 696 988	1 469 850	9	5 341 611	4 754 261
2	2 065 226	1 801 693	10	5 928 526	5 283 169
3	2 455 558	2 153 448	11	6 550 656	5 843 812
4	2 869 310	2 526 307	12	7 210 114	6 438 094
5	3 307 887	2 921 538	13	7 909 140	7 068 032
6	3 772 779	3 340 483	14	8 650 107	7 735 766
7	4 265 565	3 784 565	15	9 435 532,013	8 443 565
8	4 787 917	4 255 291			

•• Результаты $СДЗ$ в зависимости от T для установок ООО «Европейская Климатехника» табл. 5

$T, лет$	$СДЗ_1, руб.$	$СДЗ_2, руб.$	$T, лет$	$СДЗ_1, руб.$	$СДЗ_2, руб.$
1	1 822 891	1 740 008	9	5 710 505	5 463 773
2	2 215 680	2 116 242	10	6 336 551	6 063 433
3	2 632 036	2 515 050	11	7 000 159	6 699 072
4	3 073 373	2 937 787	12	7 703 584	7 372 850
5	3 541 191	3 385 887	13	8 449 214	8 087 055
6	4 037 078	3 860 874	14	9 239 582	8 844 112
7	4 562 718	4 364 360	15	10 077 372	9 646 592
8	5 119 896	4 898 056			



Ведущий российский производитель
оборудования для ОВиК

Центральные кондиционеры **ВЕРОСА®**



Более 8500 штук в год

Сделано качественно. Сделано в России.

veza.ru

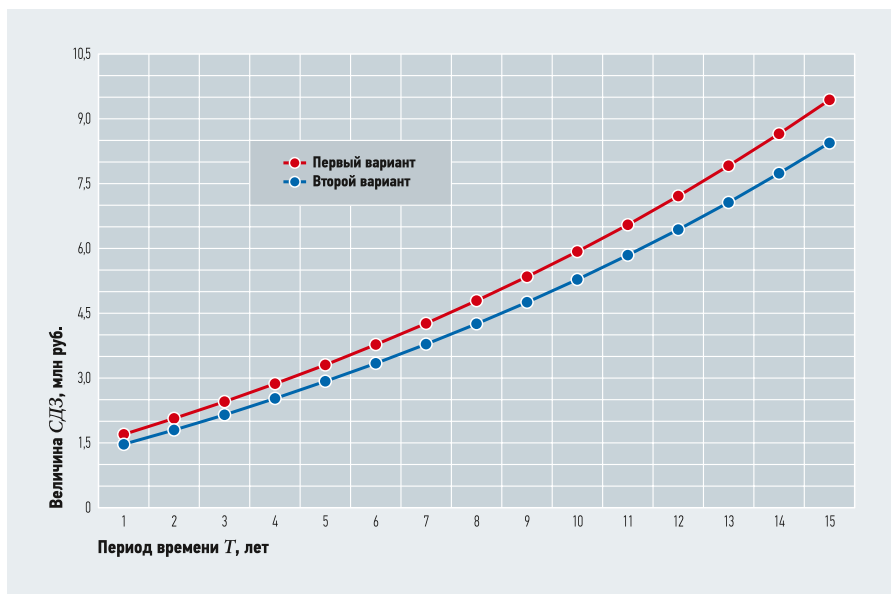


Рис. 1. График зависимости СДЗ от T (для установок ООО «ВЕЗА»)

Поэтому, при наличии значительных тепловыделений в помещении в холодный период, превышающих расчётные теплотери и, следовательно, остающихся даже при отключении отопительных приборов автоматическими терморегуляторами, значительно увеличивается вероятность того, что ассимиляцию этих теплоизбытков можно произвести только с помощью снижения температуры притока, без использования так называемого «свободного охлаждения». Тогда исключаются дополнительные капитальные затраты на устройство такого охлаждения и вообще на оборудование местных охладителей типа фанкойлов, доводчиков и сплит-систем, которые в предлагаемой схеме оказываются излишними как в тёплый, так и в холодный периоды года.

Это в значительной степени или даже полностью компенсирует повышение единовременных расходов на саму вентиляционную установку, воздуховоды и эксплуатационные издержки на привод вентиляторов, не говоря уже об отсут-

Разработанная авторами схема обработки приточного воздуха является экономически эффективной и пригодной для использования в практике проектирования и монтажа климатических систем большинства общественных зданий на преобладающей части территории Российской Федерации

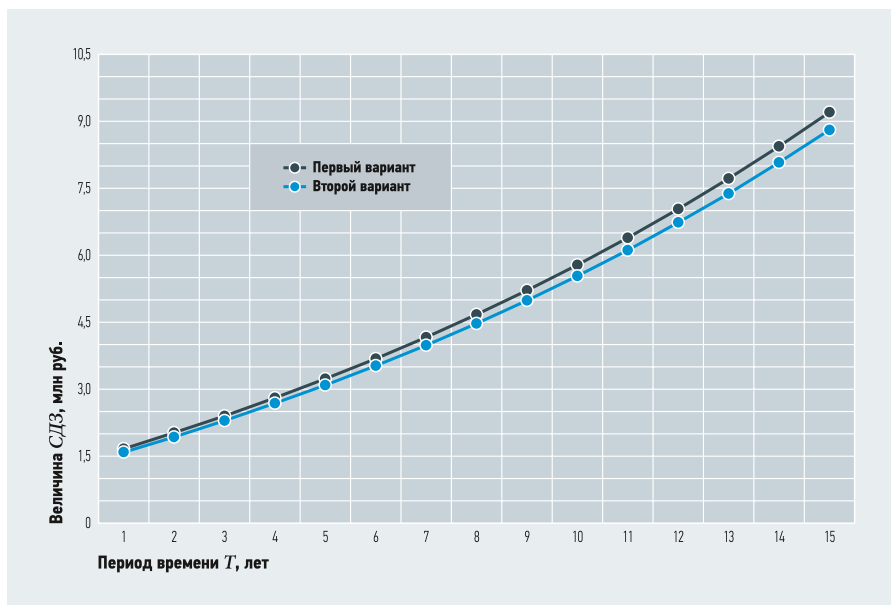


Рис. 2. График зависимости СДЗ от T (для установок ООО «Европейская Климатехника»)

ствии такой существенной составляющей стоимости, как затраты на холодильную машину и привод её компрессора.

Кроме того, снижение температуры притока в холодный период позволяет частично компенсировать и повышение затрат на подогрев притока из-за роста воздухообмена, особенно с учётом наличия утилизации теплоты в пластинчатом рекуператоре.

Более того, повышенный расход приточного воздуха обеспечивает лучшие санитарно-гигиенические условия с точки зрения концентрации вредных примесей в помещении и, следовательно, самочувствия находящихся в нём людей, а также частично в отношении организации воздухообмена, поскольку будет проще добиться допустимой температуры в точках входа приточных струй в рабочую зону.

Таким образом, разработанная авторами схема обработки притока является экономически эффективной и пригодной для использования в практике проектирования и монтажа климатических систем большинства общественных зданий на преобладающей части территории Российской Федерации. ●

1. Мурашко В.П. Системы кондиционирования воздуха. Теория и практика. — М.: Евроклимат, 2017. 627 с.
2. Мотрев А.А. Технические решения систем кондиционирования и отопления / Альманах научных работ молодых учёных: XLV научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО. Т. 3. Февраль 2016. — СПб.: Университет ИТМО, 2016. С. 295–298.
3. Самарин О.Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Изд-во АСВ, 2015. 136 с.
4. De Angelis A., Saro O., Truant M. Evaporative cooling systems to improve internal comfort in industrial buildings. Proc. of the 72nd Conference of the Italian Thermal Machines Engineering Association. September 6–8, 2017. Lecce, Italy. Pp. 313–320.
5. Meggers F., Guo H., Teitelbaum E. et al. The Thermoheiodome — “Air conditioning” without conditioning the air, using radiant cooling and indirect evaporation. Energy and Buildings. 2017. No. 157. Pp. 11–19.
6. Paiho S., Abdurafikov R., Hoang H. Cost analyses of energy-efficient renovations of a Moscow residential district. Sustainable Cities and Society. 2015. Vol. 14. No. 1. Pp. 5–15.
7. De Rosa M., Bianco V., Scarpa F., Tagliafico L.A. Modelling of energy consumption in buildings: an assessment of static and dynamic models. Russian Journal of Construction Science and Technology. 2016. Vol. 2. No. 1. Pp. 12–24.
8. Самарин О.Д., Лушин К.И., Кирушок Д.А. Энергосберегающая схема обработки воздуха с косвенным испарительным охлаждением в пластинчатых рекуператорах // Жилищное строительство, 2018. №1–2. С. 43–45.
9. Королёва Н.А., Фокин В.М., Тарабанов М.Г. Разработка рекомендаций по устройству энергоэффективных схем систем вентиляции и кондиционирования // Вестник ВолГАСУ. Серия: Строительство и архитектура, 2015. Вып. 41. С. 53–62.
10. Королёва Н.А., Фокин В.М. Применение систем кондиционирования воздуха с испарительным охлаждением в современных зданиях // Вестник ВолГАСУ. Серия: Строительство и архитектура, 2015. Вып. 39. С. 173–182.

References — see page 79.

Исследование зависимости температурной эффективности пластинчатых рекуператоров от типоразмера вентустановки

Рецензия эксперта на статью получена 29.10.2020 [The expert review on the article received on October 29, 2020].

В настоящее время вопросы энергосбережения и энергоэффективности становятся решающими при выборе и расчёте систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Одним из способов снижения энергозатрат в этих системах является использование теплоутилизационного оборудования, в том числе в комбинации с испарительным охлаждением и некоторыми другими техническими решениями [1–7]. Однако, помимо расчётных теплофизических параметров, таких как температура и влажность приточного и удаляемого воздуха, оказывающих существенное влияние на интенсивность теплообмена между встречными потоками в подобных аппаратах, в значительной степени на эффективность теплообменных процессов влияет и конструктивное исполнение самой теплоутилизующей установки.

Задача расчёта температурной эффективности пластинчатого рекуператора является важным звеном в улучшении конструктивных свойств оборудования, что должно привести к максимальному снижению потребления теплоты в приточно-вытяжной установке (ПВУ). В процессе данного исследования и в результате расчёта будет показано, насколько способна измениться картина, отражающая зависимость коэффициента температурной эффективности $k_{эф}$, в рассматриваемом варианте пластинчатого перекрёстно-точного рекуператора, от изменения расстояния между пластинами в аппарате, а также от размеров самих пластин.

Изначально можно предположить, что величина $k_{эф}$ должна определённым об-

разом изменяться в соответствии с изменением типоразмера установки. Однако необходимо выяснить, как при прочих равных условиях, в первую очередь при совпадении расходов приточного и удаляемого воздуха, обеспечивающего наибольшую эффективность рекуператора, будет выглядеть функция, описывающая данную зависимость.

Задача расчёта температурной эффективности пластинчатого рекуператора является важным звеном в улучшении конструктивных свойств оборудования, что должно привести к максимальному снижению потребления теплоты в ПВУ

Таким образом, целью расчёта в данном случае является выявление вида функциональной взаимосвязи значения $k_{эф}$ и типоразмера приточно-вытяжного агрегата, определяемого его номинальной воздухопроизводительностью. В качестве основной задачи работы можно рассматривать расчёт величины $k_{эф}$ для различных вариантов аппаратов и оценку влияния на неё изменения их габаритов. Для возможности сравнения получаемых результатов выполним вычисления для двух модельных рядов*, имеющих характеристики, представленные в табл. 1 и 2. Конструкция исследуемых теплообменников изображена на рис. 1.

* Источник: air-ned.com, с уточнениями.

UDK 697.001:628.8. Номер научной специальности: 05.23.03.

Исследование зависимости температурной эффективности пластинчатых рекуператоров от типоразмера вентиляционной установки

О. Д. Самарин, к.т.н., доцент; **В. А. Яцына**, бакалавр, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

В работе рассматривается вопрос изменения теплового совершенства пластинчатых рекуперативных теплообменников, предназначенных для утилизации теплоты вытяжного воздуха в зависимости от габаритов приточно-вытяжного агрегата. Приведены основные соотношения, описывающие теплообмен в подобных аппаратах и правила расчёта их коэффициента температурной эффективности. Представлены результаты вычислений основных теплотехнических показателей рекуператоров в широком диапазоне изменения габаритов и расчётных расходов для нескольких серий установок каркасно-панельного типа. Выявлены зависимости изменения коэффициента эффективности для малой и высокой воздухопроизводительности. Показано, что в малогабаритных установках данный коэффициент меняется неравномерно, что вызвано отсутствием полной пропорциональности между размерами пластин и расстоянием между ними. В то же время при повышенных расходах воздуха обнаружено уменьшение эффективности при увеличении габаритных размеров рекуператора, что также связано с особенностями конструктивных характеристик аппарата и отсутствием полного геометрического подобия установок.

Ключевые слова: теплообмен, теплопередача, теплоутилизация, воздухопроизводительность, пластинчатый рекуператор, коэффициент температурной эффективности.

UDC 697.001:628.8. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Research of the dependence of the thermal efficiency of the plate heat exchanger from the ventilation unit size

O. D. Samarin, PhD, Associate Professor; **V. A. Yatsyna**, bachelor, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

The paper deals with the issue of changing the thermal perfection of plate heat exchangers designed for heat recovery of exhaust air, depending on the dimensions of the supply and exhaust unit. The main relations describing heat transfer in such devices and the rules for calculating their coefficient of temperature efficiency are given. The results of calculations of the main heat engineering indicators of recuperators in a wide range of changes in dimensions and estimated costs for several series of frame-panel type installations are presented. The dependences of changes in the efficiency coefficient for low and high air capacity are revealed. It is shown that in small-sized installations, this coefficient varies unevenly, which is caused by the lack of complete proportionality between the size of the plates and the distance between them. At the same time, with increased air flow, a decrease in efficiency was found with an increase in the overall dimensions of the recuperator, which is also due to the design characteristics of the device and the lack of complete geometric similarity of the installations.

Key words: heat exchange, heat transfer, heat recovery, air flow, plate heat exchanger, temperature efficiency coefficient.

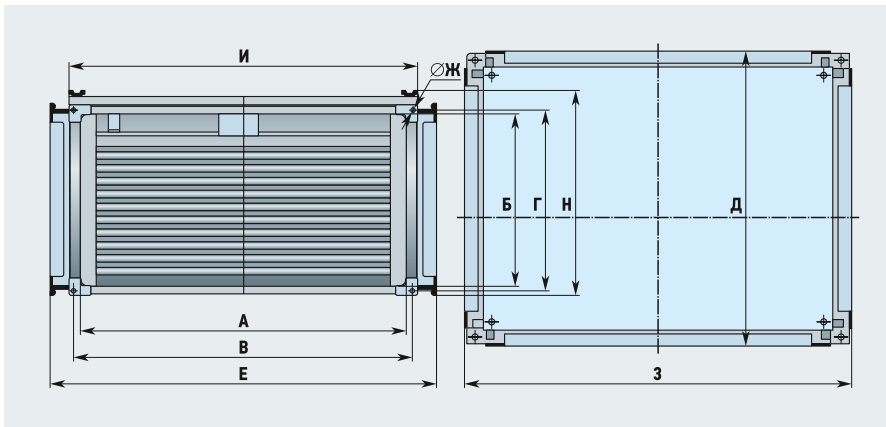


Рис. 1. Схема пластинчатого рекуператора

Для начала расчёта зададимся следующими исходными данными: t_n — температура наружного воздуха в холодный период, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 в Москве по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» $t_n = -25^\circ\text{C}$; t_y — температура удаляемого воздуха, принимаем $t_y = +22^\circ\text{C}$.

Последовательность расчёта

Общепринятое определение $k_{эф}$ пластинчатого рекуператора может быть записано в виде формулы (1) [7–10]:

$$k_{эф} = \frac{t_{yt} - t_n}{t_y - t_n}, \quad (1)$$

где t_{yt} — температура наружного воздуха, подогретого в аппарате. Однако данная формула непосредственно не учитывает конструктивного исполнения теплообменника, а отражает только физический смысл величины $k_{эф}$. Для её расчёта воспользуемся методикой [7–10], используя

следующие безразмерные параметры, включающие конструктивные характеристики рекуператора и параметры потоков воздуха в нём. Тогда основное выражение для перекрёстной схемы движения теплоносителей будет выглядеть так:

$$k_{эф} = \frac{NTU}{1 + 1,137NTU}, \quad (2)$$

где NTU — безразмерное число единиц переноса теплоты для теплоутилизационного оборудования рассматриваемой системы приточной вентиляции или кондиционирования и вентиляции:

$$NTU = \frac{3,6KF}{L\rho}, \quad (3)$$

где L — объёмный расход воздуха в установке, $\text{м}^3/\text{ч}$; c — удельная теплоёмкость воздуха, принимаемая равной $1,005 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; K — коэффициент теплопередачи соответствующего теплообменника, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$; F — поверхность теплообмена, м^2 ; ρ — плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Далее вычислим среднюю плотность воздуха в рекуператоре:

$$\rho = \frac{353}{273 + t_{cp}}, \quad t_{cp} = \frac{t_n + t_y}{2}, \quad (4)$$

где t_{cp} — средняя температура воздуха в аппарате, $^\circ\text{C}$. Отсюда получим:

$$t_{cp} = 0,5 \times (-25 + 22) = -1,5^\circ\text{C};$$

$$\rho = 353/(273 - 1,5) = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Тогда, если пренебречь термическим сопротивлением пластины как незначительным и считать коэффициенты конвективного теплообмена α [$\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$] с обеих её сторон одинаковыми, что вполне можно допустить при равенстве расходов притока и вытяжки и одинаковой ширине каналов в аппарате, можно считать, что $K = \alpha/2$. Для определения α лучше всего воспользоваться критериальными уравнениями для безразмерного числа Нуссельта $Nu = \alpha l/\lambda$, где l — характерный размер, м ; λ — теплопроводность воздуха, равная примерно $0,024 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, откуда $\alpha = Nu(\lambda/l)$.

Рассмотрим два варианта расчёта конвективного теплообмена в теплоутилизующей установке. По их результатам можно выявить наиболее достоверный способ определения α и в целом $k_{эф}$.

Вариант 1. Обтекание пластины. Здесь за определяющий размер принимается длина пластины по направлению движения воздуха, в табл. 1 и 2 указанная как сторона А, м . В этом случае можно записать следующее соотношение [7, 8]:

$$Nu = 0,037 Re^{0,8} Pr^{0,43}. \quad (5)$$

Вариант 2. Расчёт по толщине канала δ . Здесь определяющий размер принимается толщина канала рекуператора. Принимаем за характерный размер δ , м .

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} Pr^{0,43}, \quad (5a)$$

где Re — число Рейнольдса для воздуха — $Re = v l/\nu$, где v — скорость воздушного потока, $\text{м}/\text{с}$; $\nu = 1,32 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ — кинематическая вязкость воздуха; $Pr = \nu c\rho/\lambda$ — число Прандтля, которое для воздуха можно считать равным 0,7. При этом ν :

$$\nu = \frac{L}{3600 A(B - 0,5\Delta)}, \quad (6)$$

где A и B — длина и ширина пластины, м ; n — число пластин в пакете, шт. (табл. 1 и 2), а определение основных конструктивных параметров рассматриваемых модельных рядов пластинчатых рекуператоров было выполнено на основе методики, описанной в [10]. В частности, $n = C/d$, где C — длина пакета, мм ; d — расстояние между пластинами, мм (табл. 1 и 2); Δ — толщина пластины, мм . Принимаем $\Delta = 0,00025 \text{ м} = 0,25 \text{ мм}$.

Типоразмерный ряд пластинчатых рекуператоров №1

табл. 1

Типоразмер рекуператора	А, мм	В, мм	С, мм	п, шт.	L, м ³ /ч	δ, мм
REC 50-25	500	250	574	88	1600	6,5
REC 50-30	500	300	574	88	1900	6,5
REC 60-30	600	300	674	75	2300	9,0
REC 60-35	600	350	674	75	2700	9,0
REC 70-40	700	400	774	86	3600	9,0
REC 80-50	800	500	874	97	5100	9,0
REC 90-50	900	500	974	108	5700	9,0
REC 100-50	1000	500	1074	119	6300	9,0

Типоразмерный ряд пластинчатых рекуператоров №2

табл. 2

Типоразмер рекуператора	А, мм	В, мм	С, мм	п, шт.	L, м ³ /ч	δ, мм
КК-013	1550	880	3300	367	13 000	9,0
КК-018	1850	930	3300	367	18 000	9,0
КК-024	2100	1055	3300	287	24 000	11,5
КК-030	2350	1180	3300	287	30 000	11,5
КК-038	2640	1325	3700	322	38 000	11,5
КК-045	2850	1430	4000	286	45 000	14,0
КК-055	3100	1555	4800	282	55 000	17,0
КК-065	3400	1705	5000	294	65 000	17,0
КК-085	3700	1855	5000	250	85 000	20,0

Теплотехнические показатели рекуператоров типоразмерного ряда №1

табл. 3

Типоразмер	ρ , г/м ³	v , м/с	Re_1	Re_2	Nu_1	Nu_2	α_1	α_2	K_1	K_2	NTU_1	NTU_2	$k_{эф1}$	$k_{эф2}$
REC 50-25	1,3	7,80	29545	7534	120	23	5,74	42	2,87	21,01	0,13	0,92	0,11	0,45
REC 50-30	1,3	7,60	28773	7337	117	22	5,62	41	2,81	20,57	0,10	0,76	0,09	0,41
REC 60-30	1,3	7,57	34415	10181	135	29	5,41	39	2,70	19,31	0,10	0,70	0,09	0,39
REC 60-35	1,3	7,55	34302	10148	135	29	5,39	39	2,70	19,26	0,08	0,60	0,08	0,35
REC 70-40	1,3	7,55	40030	10151	153	29	5,23	39	2,62	19,26	0,09	0,69	0,08	0,39
REC 80-50	1,3	7,44	45120	10011	168	29	5,04	38	2,52	19,05	0,09	0,70	0,08	0,39
REC 90-50	1,3	7,44	50725	10004	184	29	4,92	38	2,46	19,04	0,11	0,87	0,10	0,44
REC 100-50	1,3	7,44	56395	10010	201	29	4,82	38	2,41	19,05	0,13	1,07	0,12	0,48

Теплотехнические показатели рекуператоров типоразмерного ряда №2

табл. 4

Типоразмер	ρ , г/м ³	v , м/с	Re_1	Re_2	Nu_1	Nu_2	α_1	α_2	K_1	K_2	NTU_1	NTU_2	$k_{эф1}$	$k_{эф2}$
КК-013	1,3	5,91	69404	8060	237	24	3,67	32	1,83	16,02	0,73	6,37	0,40	0,77
КК-018	1,3	6,45	90367	8670	293	25	3,80	34	1,90	16,98	0,65	5,82	0,37	0,76
КК-024	1,3	6,46	102730	11129	324	31	3,71	32	1,85	16,23	0,42	3,70	0,29	0,71
КК-030	1,3	6,40	113929	11029	352	31	3,60	32	1,80	16,11	0,37	3,29	0,26	0,69
КК-038	1,3	6,43	128505	11074	388	31	3,53	32	1,76	16,16	0,40	3,68	0,28	0,71
КК-045	1,3	6,46	139407	13574	414	36	3,49	31	1,74	15,62	0,35	3,12	0,25	0,69
КК-055	1,3	6,64	155942	16978	453	44	3,51	31	1,75	15,39	0,37	3,24	0,26	0,69
КК-065	1,3	6,51	167682	16645	480	43	3,39	30	1,69	15,15	0,36	3,21	0,25	0,69
КК-085	1,3	7,12	199578	21441	552	53	3,58	32	1,79	15,77	0,27	2,36	0,21	0,64

Полученные результаты расчётов по обоим вариантам сведены в табл. 3 и 4. Соответствующие зависимости для коэффициента температурной эффективности $k_{эф}$ и их графические аппроксимации приведены на рис. 2.

На основании полученных данных можно заметить, что вычисление α по второму варианту даёт значительно более достоверные значения, сопоставимые с величинами, измеренными в режиме реальной работы перекрёстно-точного пластинчатого рекуператора [10], поэтому именно их и следует использовать для окончательного определения $k_{эф}$.

Заключение

По результатам расчёта можно сделать следующие выводы:

1. Из двух методов определения коэффициента конвективного теплообмена на поверхностях пластин наиболее достоверным является расчёт с использованием ширины каналов в качестве характерного размера.
2. Установки ряда №1 работают в зоне наименьшего уровня $k_{эф}$, что подтверждает предположение о влиянии типоразмера установки, а значит, и пропускаемого расхода воздуха на тепловую эффективность пластинчатого рекуператора.
3. Из-за варьирования ширины каналов между пластинами непропорционально изменению их размера, с увеличением значений расхода $k_{эф}$ начинает падать.
4. Наибольшую величину $k_{эф}$ пластинчатый рекуператор обеспечивает при увеличении числа пластин и пропорциональном

изменении ширины канала без снижения скорости перемещения воздуха, что приводит к сохранению геометрического подобия аппаратов в пределах рассматриваемой серии. Оптимальное значение этой скорости лежит в диапазоне 6–7 м/с. ●

1. Королева Н.А., Фокин В.М., Тарабанов М.Г. Разработка рекомендаций по устройству энергоэффективных схем систем вентиляции и кондиционирования // Вестник ВолГАСУ. Серия: Строительство и архитектура, 2015. Вып. 41. С. 53–62.
2. Емельянов А.Л., Кожевникова Е.В. Методика расчёта теплообмена при движении воздуха в поверхностных воздухоохладителях // Вестник МАХ, 2014. №1. С. 39–42.
3. de Angelis A., Saro O., Truani M. Evaporative cooling systems to improve internal comfort in industrial buildings. Proc. of the 72nd Conference of the Italian Thermal Machines Engineering Association (ATI 2017). September 6–8, 2017. Lecce, Italy. Pp. 313–320.
4. Meggers F., Guo H., Teitelbaum E. et al. The Thermoeliodome — “Air conditioning” without conditioning the air, using radiant cooling and indirect evaporation. Energy and Buildings. 2017. No. 157. Pp. 11–19.
5. Paiho S., Abdurafikov R., Hoang H. Cost analyses of energy-efficient renovations of a Moscow residential district. Sustainable Cities and Society. 2015. Vol. 14. No. 1. P. 5–15.
6. Самарин О.Д., Кирушок Д.А. Влияние увлажнения вспомогательного потока воздуха на процесс теплообмена в пластинчатом рекуперативном теплообменнике // Строительство и реконструкция, 2019. №3. С. 112–119.
7. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1983. 416 с.
8. Теория теплообмена / Под ред. А.И. Леонтьева. — М.: Изд-во МГУ, 1997. 684 с.
9. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. — М.: Изд-во АСВ, 2014. 296 с.
10. Пиир А.Э., Козак О.А., Кунтыш В.Б., Сухоцкий А.Б. Тепловой расчёт пластинчатых рекуператоров для систем вентиляции // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. — Минск: БГТУ, 2018. №2. С. 236–243.

References — see page 79.

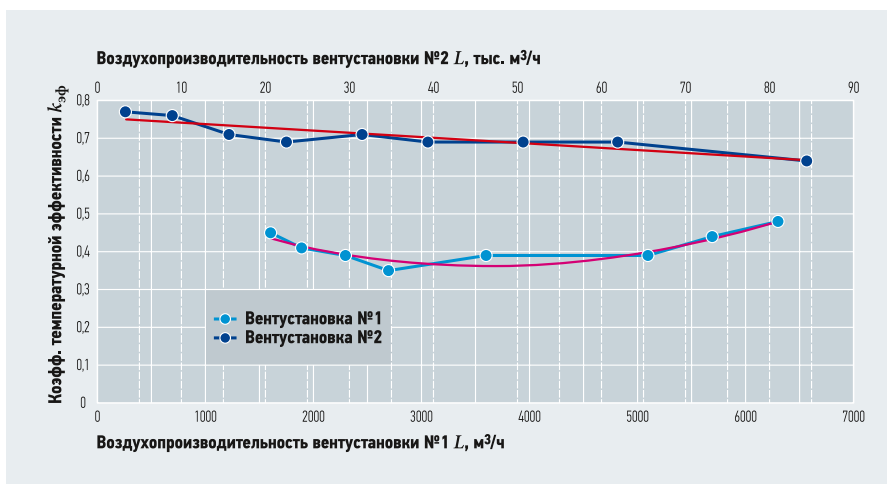


Рис. 2. Зависимости эффективности рекуператоров от воздухопроизводительности установки для типоразмерных рядов №1 и 2

Использование фотоэлектрического питания аппарата ИВЛ «Фаза-21» на основе ФЭП третьего поколения

Рецензия эксперта на статью получена 27.10.2020 [Expert review on the article received on October 27, 2020].

Введение

Аппараты искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) находят всё более широкое применение при оказании помощи больным с различными формами лёгочных заболеваний. Для надёжной работы ИВЛ необходимо наличие стационарного или передвижного источника энергии для привода в действие компрессора и электронного блока управления. По ГОСТ Р 50444–92 «Приборы, аппараты и оборудование медицинские» мощность источника энергии должна превышать средний уровень потребляемой мощности на 15–25 %, что связано в первую очередь с необходимостью обеспечения пусковых токов для электроприводных устройств, работающих в нестационарном режиме [1].

Особенностью работы аппарата искусственной вентиляции лёгких является требование надёжной, непрерывной и длительной работы в заданном режиме, что накладывает соответствующие требования к источнику энергии. Особенно остро эта проблема стоит в условиях полевой медицины или на удалённых территориях, не имеющих централизованного энергоснабжения. Для этого большинство аппаратов ИВЛ имеют возможность питания от передвижных энергоустановок, бортовой сети транспортных средств и резервной аккумуляторной батареи (АКБ). Однако длительная бесперебойная работа от указанных источников приводит к значительному расходу топлива, а также ограничивается непосредственно ресурсом энергоустановок.

Особенностью работы аппарата искусственной вентиляции лёгких является требование надёжной, непрерывной и длительной работы в заданном режиме, отсюда соответствующие требования к источнику энергии

Особенности работы аппарата ИВЛ «Фаза-21»

Для рассмотрения возможности длительной (не ограниченной по времени) бесперебойной работы ИВЛ от системы фотоэлектрического питания были выполнены экспериментальные исследования энергопотребления ИВЛ «Фаза-21», разработанного и серийно выпускающегося Уральским приборостроительным заводом (УПЗ, город Екатеринбург) [2]. Аппарат ИВЛ «Фаза-21» предназначен для искусственной вентиляции лёгких в стационарах, транспортных средствах и на дому.

Компактный вентилятор с микропроцессорным управлением и встроенным компрессором низкого давления могут использоваться при низком давлении кислорода и напряжении в электросети 190–250 В переменного тока, 12 и 27 В постоянного тока бортового питания автомобиля, самолёта, вертолёта.

Аппарат обеспечивает широкий диапазон режимов вентиляции, позволяющий изменять объём вентиляции от 0,6 до 30 л/мин. В составе аппарата имеется встроенный аккумулятор, обеспечивающий работу в течение четырёх часов.

УДК 620.92. Научная специальность: 05.14.08.

Об использовании фотоэлектрического питания аппарата ИВЛ «Фаза-21» на основе ФЭП третьего поколения

С. Е. Щеклеин, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Атомные станции и возобновляемые источники энергии» (АСиВИЭ), Уральский энергетический институт (УралЭНИИ) Уральского федерального университета (УрФУ, г. Екатеринбург); **В. Н. Алехин**, к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования объектов строительства» (САПРОС), Институт строительства и архитектуры (ИСА) УрФУ (г. Екатеринбург); **Е. П. Шароварова**, ассистент кафедры САПРОС, ИСА УрФУ; **М. А. Фадейкина**, магистр, кафедра АСиВИЭ, УралЭНИИ УрФУ; **М. А. Плесников**, магистр, кафедра АСиВИЭ, УралЭНИИ УрФУ; **Н. В. Первозкин**, магистр, кафедра АСиВИЭ, УралЭНИИ УрФУ (г. Екатеринбург)

В статье приведены результаты экспериментального исследования энергетических характеристик системы питания мобильного аппарата искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) «Фаза-21» от гибких фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) компании Uni-Solar (КНР). Данный эксперимент показал, что для питания мобильных аппаратов ИВЛ возможно использование ФЭП на основе как аморфного, так и монокристаллического кремния. Установлено, что ФЭП третьего поколения, обладающие высокой эффективностью, малым весом, компактностью и более низкой стоимостью, в сравнении с монокристаллическими ФЭП, могут широко применяться для питания мобильных аппаратов ИВЛ. В условиях современной санитарно-эпидемиологической обстановки мобильные решения по энергоснабжению являются особенно актуальными.

Ключевые слова: фотоэлектрические преобразователи, аморфный и монокристаллический кремний, аппараты ИВЛ, мобильность, энергоснабжение, возобновляемые источники энергии.

УДК 620.92. Number of scientific specialty: 05.14.08.

The use of photovoltaic power supply for the “Phase-21” ALV device based on photoelectric converters of the 3rd generation

S. E. Shcheklein, PhD, Professor, Head of the “Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources” Department (NPP RES), Ural Power Engineering Institute (UralENIN) of Ural Federal University (UrFU, Yekaterinburg city); **V. N. Alekhin**, PhD, Professor, Head of the “Computer-Aided Design of Construction Objects” Department (CAD CO), Institute of Construction and Architecture (ICA) of UrFU (Yekaterinburg city); **E. P. Sharovarova**, assistant of the CAD CO Department, ICA of UrFU; **M. A. Fadeykina**, magister, the NPP RES Department, UralENIN of UrFU; **M. A. Plesnikov**, magister, the NPP RES Department, UralENIN of UrFU; **N. V. Perevozkin**, magister, the NPP RES Department, UralENIN of UrFU

The article presents the results of an experimental study of the energy characteristics of the power supply system of the mobile mechanical lung ventilation device (MLV) “Phase-21” from flexible photovoltaic converters (FPVC) manufactured by Uni-Solar (China). This experiment showed that it is possible to use flexible photovoltaic converters based on both amorphous and single-crystal silicon to power mobile mechanical lung ventilation device. It is established that the third-generation flexible photovoltaic converters, which have high efficiency, low weight, compactness and lower cost, in comparison with single-crystal photovoltaic converters, can be widely used for powering the mobile mechanical lung ventilation device. In the current world sanitary and epidemiological situation, mobile solutions for energy supply are particularly relevant.

Key words: photovoltaic converters, flexible photovoltaic converters, amorphous and monocrystalline silicon, mechanical lung ventilation, medical ventilation, intermittent mandatory ventilation, invasive and non-invasive ventilation, respirator, ventilator, mobility, power supply, renewable energy sources.

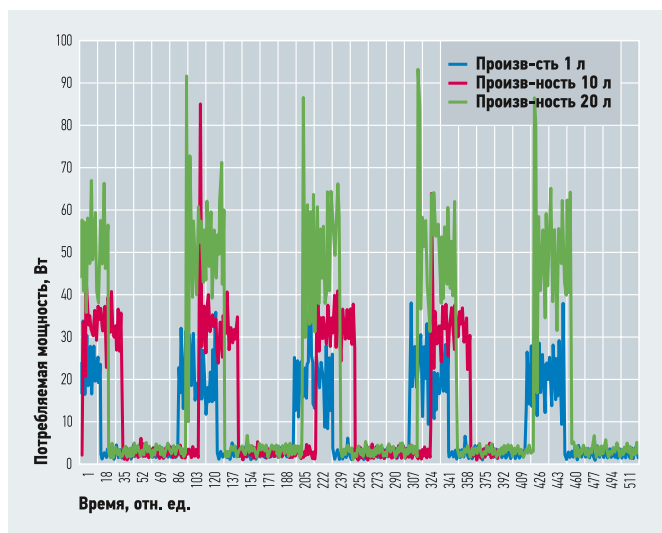


Рис. 1. Изменение потребляемой мощности при работе «Фаза-21»

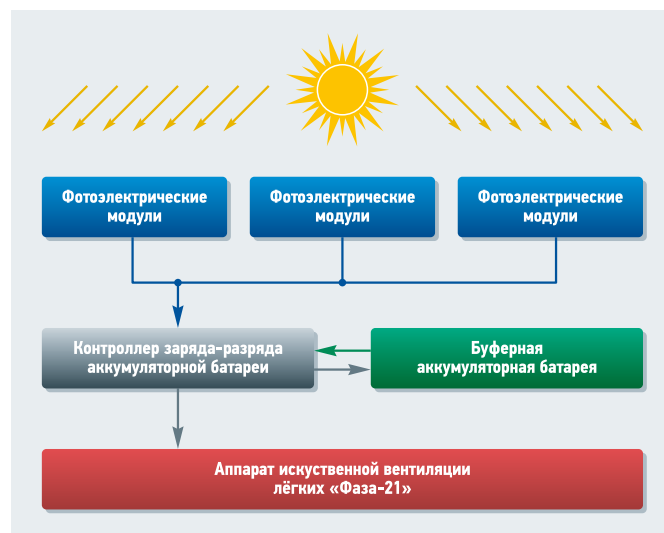


Рис. 2. Блок-схема системы ФВ-питания аппарата ИВЛ

Общий вид аппарата ИВЛ «Фаза-21» и его технические характеристики приведены на фото 1 и в табл. 1. Результаты экспериментальных исследований энергопотребления данного аппарата для разных режимов работы при питании от стационарного источника постоянного тока напряжением 12 В приведены на рис. 1.

Очевидно, что энергопотребление характеризуется периодически изменяющейся величиной, задаваемой объёмом и ритмом дыхания. При выбранном типе питания значения тока изменялись в диапазоне от 0,1 до 8 А. Отметим, что данные, приведённые на рис. 1, не учитывают особенности электропитания, связанные с нестационарностью работы аппарата, и характеризуют лишь среднее потребление электроэнергии, влияющее на выбор источника подпитки буферной АКБ. С учётом особенностей энергопотребления аппарата предложена схема (рис. 2), включающая буферный накопитель энергии (АКБ) и позволяющая при ограниченной мощности системы фотоэлектрической подпитки обеспечить устойчивую работу аппарата в широком диапазоне изменения потребляемого тока.

Описание эксперимента

В летний период 2020 года были проведены экспериментальные исследования энергетических характеристик системы

фотоэлектрического питания аппарата искусственной вентиляции лёгких на базе высокоэффективных гибких фотоэлектрических преобразователей компании Uni-Solar (Китай).

Моделирование электрических нагрузок на постоянном токе, в диапазоне

мощностей требуемых для работы аппарата ИВЛ производилось нагружением ФЭС электролампами (имитаторами нагрузки ИВЛ) в диапазоне от 5 до 100 Вт. Исследование фотоэлектрических преобразователей производилось на территории Свердловской области в 20 км от города Екатеринбург. Территория, где проводилось тестирование, расположена 56°44'22" N, 61°3'33" E.

Экспериментальная установка представляет собой подложку из ОСП на усиленной деревянной раме, на которую наклеена гибкая солнечная панель на специальной клеевой подложке (фото 2).



Фото 1. Аппарат ИВЛ «Фаза-21»



Фото 2. Экспериментальная установка

Основные технические характеристики аппарата ИВЛ «Фаза-21» (ОАО «УПЗ») табл. 1

Параметр	Величина
Диапазон минутной вентиляции, л/мин.	от 0,6 до 30
Диапазон частоты вентиляции, мин ⁻¹	от 2 до 300
Давление вентиляции, см вод. ст.	от 70
Чувствительность триггера, см вод. ст.	1–10
Габаритные размеры (в×ш×г), мм	280×300×300
Масса, кг	не более 11

Дополнительно панель зафиксирована по периметру металлическими зажимами с шагом 60 см. ФЭП производства Uni-Solar изготовлена из аморфного кремния. Размеры панели — 5000×390 мм (20 ячеек с размерами 356×239 мм), номинальная мощность панели — 144 Вт, номинальное выходное напряжение — 24 В, паспортный КПД составляет 14%. Солнечная панель стационарно ориентирована на юг под углом наклона 60°.

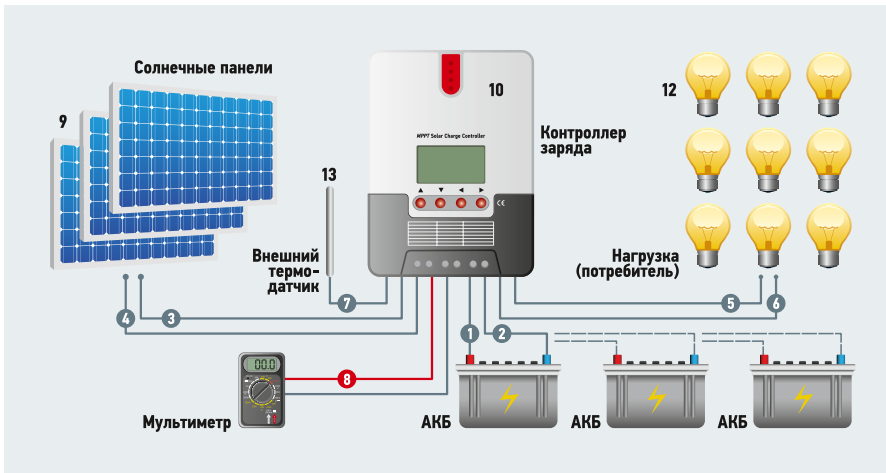


Рис. 3. Принципиальная схема экспериментальной установки

Производитель отмечает такие преимущества панели, как небольшой вес, гибкость конструкции, возможность установки на кровле, не нарушая гидроизоляционный слой, высокая производительность при частичном затенении и высоких температурах.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 3.

Контроллер заряда (поз. 10 на рис. 3) Delta SolarSeries серии MPPT2420 (Maximum Power Point Tracking — слежение за точкой максимальной мощности) может следить за мощностью генерации солнечного модуля и отслеживать максимальные напряжения и ток в режиме реального времени, что позволяет системе заряжать аккумулятор с максимальной мощностью. Благодаря технологии двухпикового или многопикового слежения контроллер отслеживает максимальную точку мощности, что позволяет повысить эффективность использования энергии фотоэлектрических систем [3].

К разъёмам 3 и 4 подключена солнечная панель (поз. 9) и мультиметр (поз. 8), к разъёмам 1 и 2 аккумулятор (поз. 11, 14 В), а к разъёмам 5 и 6 — нагрузка (поз. 12). К разъёму 7 подключён внешний термодатчик (поз. 13) — рис. 3.

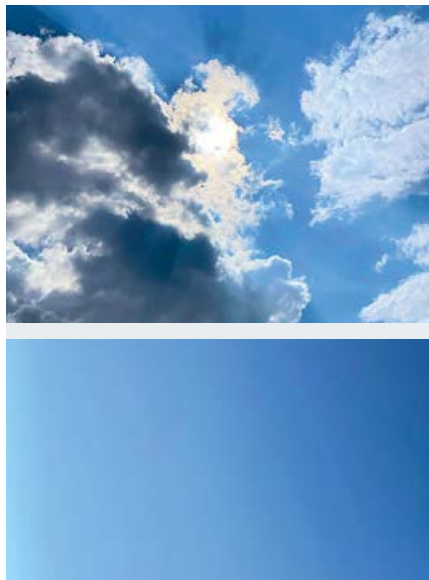


Фото 3. Два состояния неба, при которых производились измерения

Были произведены измерения напряжений и тока для следующих случаев:

- без нагрузки (холостый ход);
- с лампой мощностью 5 Вт (12 В);
- с лампой мощностью 10 Вт (12 В);
- с лампой мощностью 20 Вт (12 В);
- с лампой мощностью 40 Вт (36 В);
- с лампой мощностью 100 Вт (12 В).



Измерения производились 26 июля при переменной облачности и 7 августа при ясном небе (фото 3). При подключении к фотоэлектрическому преобразователю нагрузки мощностью 100 Вт 26 июля наблюдалось снижение заряда АКБ спустя две-три минуты после включения лампы. Суммарная солнечная радиация в период измерений с 12:00 до 13:00 составила 117,66 Вт/м².

При такой же нагрузке в 100 Вт 7 августа заряд АКБ по истечении десяти минут измерений тока и напряжения остался равным 100%, но при этом в течение двух минут заряд АКБ опустился до 90–95%. Суммарная солнечная радиация в период измерений с 11:00 до 12:00 составила 644,57 Вт/м².

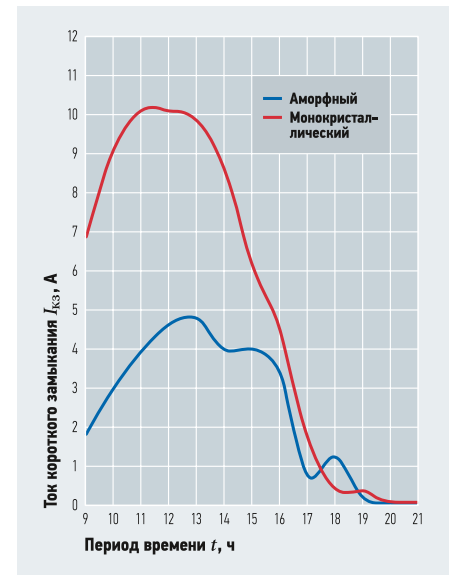


Рис. 4. Ток короткого замыкания ФЭП на основе аморфного/монокристаллического кремния

Рядом с экспериментальной установкой на участке установлена с той же ориентацией и углом наклона к горизонту солнечная панель на основе монокристаллического кремния мощностью 150 Вт, с номинальным выходным напряжением 12 В. Паспортный коэффициент полезного действия — 13% (рис. 4). В течение всего дня в период с 09:00 до 21:00 7 августа производились замеры тока короткого замыкания $I_{кз}$ (рис. 5) и напряжение холостого хода $U_{хх}$ (рис. 6) для двух ФЭП на основе аморфного и монокристаллического кремния.

На рис. 7 показано производство тока короткого замыкания и напряжения холостого хода для разных панелей.

В ходе эксперимента были получены предельные значения коэффициентов полезного действия для фотоэлектрических преобразователей на основе аморфного и монокристаллического кремния.

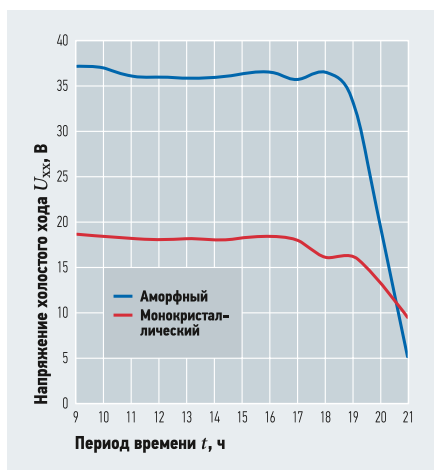


Рис. 5. Напряжение холостого хода фотоэлектрического преобразователя

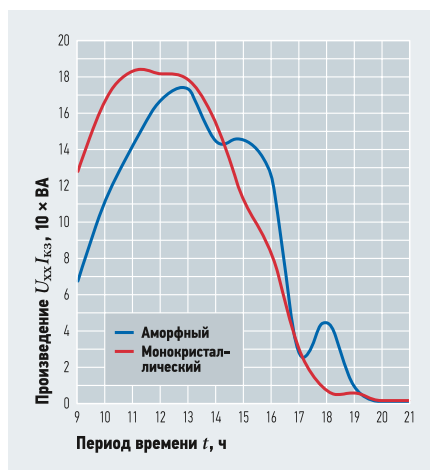


Рис. 6. Производство напряжения и тока короткого замыкания разных ФЭП

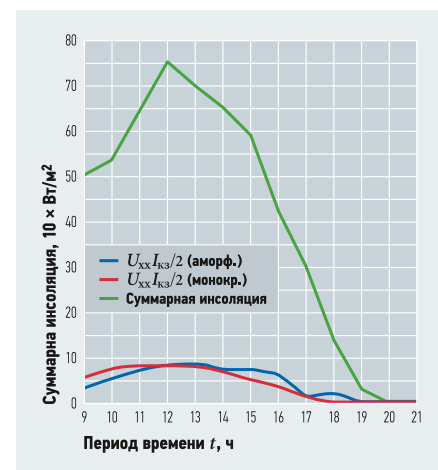


Рис. 7. Выработка энергии ФЭП на основе аморфного и монокристаллического кремния

Коэффициенты полезного действия для разных ФЭП определяются как отношение выработанной энергии к поступившей на их поверхность солнечной радиации (рис. 5):

$$\eta_{\text{аморф}} = \frac{U_{XX} J_{KЗ}}{S_{\text{аморф}} Q} 100\% = \frac{172,679}{1,95 \times 753,447} 100\% = 11,75\%; \quad (1)$$

$$\eta_{\text{монокр}} = \frac{U_{XX} J_{KЗ}}{S_{\text{монокр}} Q} 100\% = \frac{183,073}{2,16 \times 753,447} 100\% = 11,25\%. \quad (2)$$

Кривые изменения коэффициента полезного действия в период с 11:00 до 15:00 для ФЭП на основе аморфного и монокристаллического кремния показаны на рис. 6.

Экспериментальные установки позволили проанализировать и сравнить ток короткого замыкания и напряжение холостого хода для разных ФЭП при изменении угла наклона к горизонту.

На рис. 7 показаны кривые зависимости $I_{KЗ} U_{XX}$ от положения панелей.

Из полученных данных можно сделать вывод, что при изменении угла наклона для обоих ФЭП $I_{KЗ} U_{XX}$ меняется практически одинаково:

□ для аморфной панели

$$\frac{(J_{KЗ} U_{XX})_{\min}}{(J_{KЗ} U_{XX})_{\max}} = 0,57;$$

□ для монокристаллической

$$\frac{(J_{KЗ} U_{XX})_{\min}}{(J_{KЗ} U_{XX})_{\max}} = 0,56.$$

Заключение

Экспериментальные исследования показали, что для питания аппаратов искусственной вентиляции лёгких возможно использование фотоэлектрических преобразователей на основе как аморфного, так

Преимущества гибких фотоэлектрических преобразователей третьего поколения: высокая эффективность, малый вес, компактность и более низкая стоимость

и монокристаллического кремния. Однако такие преимущества гибких фотоэлектрических преобразователей третьего поколения, как высокая эффективность, малый вес, компактность установки и более низкая стоимость в сравнении с монокристаллическими ФЭП одинаковой мощности, позволяют осуществить широкое применение ФЭП для питания мобильных аппаратов ИВЛ [4, 5]. В условиях современной санитарно-эпидемиологической обстановки мобильные решения питания особенно актуальны. ●

1. ГОСТ Р 50444-92. Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия (принят в качестве межгос. стандарта ГОСТ 20790-93) (с Изм. №1, 2). — М.: Изд-во стандартов, 1993.
2. Аппарат управляемой и вспомогательной искусственной вентиляции лёгких «Фаза-21». Руководство. — Екатеринбург: ОАО «УПЗ», 2007. 42 с.
3. Контроллер заряда для солнечных батарей Delta Solar Series серия MPPT. Руководство пользователя. — Люберцы: Delta Solar, 2018. 20 с.
4. Саврасов Ф.В., Ковалёв И.К. Исследование эффективности работы солнечной батареи в полевых условиях // Известия ТПУ, 2012. №4. С. 165-168.
5. Казанский А.Г. Тонкоплёночные кремниевые солнечные элементы на гибких подложках // РЭНСИТ, 2015. №1. С. 15-24.

References — see page 79.

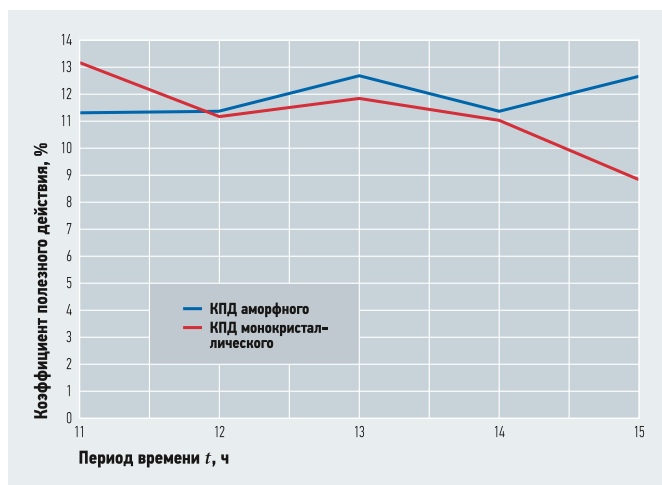


Рис. 8. Коэффициент полезного действия для ФЭП на основе аморфного/монокристаллического кремния в период с 11:00 до 15:00

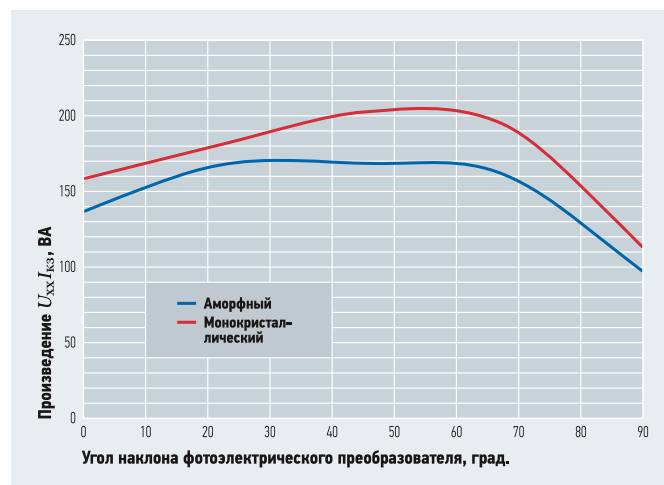


Рис. 9. Зависимость произведения напряжения и тока короткого замыкания разных ФЭП от угла наклона к горизонту

ARCHITECTURE, ENGINEERING & CONSTRUCTION

BIM-modeling for the building life cycle: modern realities and development needs in Russia. Pp. 30–39.

Tatiana V. Yatsyuk, engineer-architect, "Agency of project consulting "Sodeistvie", LLC; **Ildar A. Sultanguzin**, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI"); **Dmitry A. Kruglikov**, postgraduate student, NRU "MPEI"; **Yuri V. Yavorovsky**, PhD, Head of the Department of Industrial Heat and Power Systems, NRU "MPEI"; **Bogdan A. Christenko**, postgraduate student, NRU "MPEI"; **Vladislav Yu. Chaikin**, master, NRU "MPEI"

1. O vnesenii izmenenij v Federal'nyj zakon "Ob uchastii v dolevom stroitel'stve mnogokvartirnyh domov i inyh ob'ektov nedvizhimosti i o vnesenii izmenenij v nekotorye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii i ot del'nyh zakonodatel'nyh akty Rossijskoj Federacii" [On amendments to the Federal Law "On participation in the shared construction of apartment buildings and other real estate objects and on amendments to some legislative acts of the Russian Federation and certain legislative acts of the RF"]. Federal Law of Russia No. 151-FL of July 27, 2019. [In Russian]
2. Nacional'nye standarty po informacionnomu modelirovaniju zdaniy i sooruzhenij [National standards for information modeling of buildings and structures]. Federal'noe agentstvo po tehničeskomu regulirovaniju i metrologii (Rosstandart) [Russian Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart)]. Web-source: rst.gov.ru. Access data: February 1, 2021. [In Russian]
3. Svody pravil po informacionnomu modelirovaniju v stroitel'stve [Code of practice for information modeling in construction]. Federal'nyj centr normirovanija, standartizacii i tehničeskoy ocenki sootvetstvija v stroitel'stve. Minstroj Rossii [Federal center for regulation, standardization and technical conformity assessment in construction. Ministry of Construction and Housing of the Russian Federation]. Web-source: faufcc.ru. Access data: February 2, 2021. [In Russian]
4. Ob utverzhenii trebovanij k informacionnym modeljam ob'ektov kapital'nogo stroitel'stva, a takzhe klassifikatorov dlja informacionnogo modelirovanija [On the approval of requirements for information models of capital construction objects, as well as classifiers for information modeling]. Order of Moscow City Committee on Pricing Policy in Construction and State Expertise of Projects No. MKE-OD/19-39 of June 26, 2019. Web-source: mos.ru. Access data: February 2, 2021. [In Russian]
5. Monitoring primeneniya Federal'nogo zakona ot 18.07.2011 No. 223-FZ "O zakupkah tovarov, rabot, uslug ot del'nymi vidami juridičeskikh lits" v 2019 godu [Monitoring the application of the Federal Law of Russia No. 223-FL of July 18, 2011 "On the procurement of goods, works, services by certain types of legal entities" in 2019]. Minfin Rossii [Ministry of finance of the Russian Federation]. Web-source: minfin.gov.ru. Access data: February 4, 2021. [In Russian]
6. Svodnyj analitičeskij otčet po rezul'tatam osushhestvlenija monitoringa zakupok, tovarov, uslug dlja obespečeniya gosudarstvennyh i municipal'nyh nužd v sootvetstvii s Federal'nym zakonom ot 05.04.2013 No. 44-FZ "O kontraktnej sisteme v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug dlja obespečeniya gosudarstvennyh i municipal'nyh nužd" po itogam 2019 goda [Consolidated analytical report on the results of monitoring purchases, goods, services to meet state and municipal needs in accordance with Federal Law of Russia No. 44-FL of April 5, 2013 "On the contract system in the procurement of goods, works, services to ensure state and municipal needs" at the end of 2019]. Minfin Rossii [Ministry of finance of the Russian Federation]. Web-source: minfin.gov.ru. Access data: February 4, 2021. [In Russian]
7. Stroitel'stvo v Rossii 2020. Statističeskij sbornik [Construction in Russia 2020. Statistical collection]. Federal'naja služba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat) [Russian Federal State Statistics Service (Rosstat)]. Web-source: rosstat.gov.ru. Access data: February 4, 2021. [In Russian]
8. I.A. Sultanguzin, D.A. Kruglikov, Ju.V. Javorovskij, E.V. Zhigulina, I.D. Kaljakin, A.V. Govorin, T.V. Jacjuk, A.I. Barten'ev, V.G. Hromčenko. *Primenenie BIM-, BEM- i CFD-tehnologij dlja proektirovanija, stroitel'stva i jekspluatacii jenergoeffektivnogo doma* [Application of BIM, BEM and CFD technologies for the design, construction and operation of an energy efficient home]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2019. No. 9. Pp. 36–42. [In Russian]
9. Ju.V. Javorovskij, I.A. Sultanguzin, D.A. Kruglikov, I.D. Kaljakin, T.V. Jatsyuk. *Sravnenie rezul'tatov jenergetičeskogo modelirovanija zhilogo doma s pomosh'ju raznyh programnyh sredstv* [Comparison of the results of energy modeling of a residential building using different software]. *Vestnik MPEI* [Bulletin of Moscow Power Engineering Institute]. 2020. No. 3. Pp. 31–39. [In Russian]
10. V. Talapov. *Zhiznennyj cikl zdaniya i ego svjaz' s vnedreniem tehnologii BIM* [Life cycle of a building and its relationship with the introduction of BIM technology]. "Construction Expert". January 20, 2017. Web-source: ardxpert.ru. Access data: 02.02.2020. [In Russian]
11. Vol'fgang V. Fajst. *Osnovnye položeniya po proektirovaniju "passivnyh domov"* [Basic provisions for the design of passive houses]. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities ("ASV" Publishers)]. 2011. 144 p. [In Russian]
12. M.M. Brodach, V.I. Livčhak. *Zdanie s blizkim k nulevomu jenergetičeskomu balansu* [A building with close to zero energy balance]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics (ABOK)]. 2011. No. 5. Pp. 4–11. [In Russian]
13. V.Ju. Chajkin, V.A. Petrov, I.A. Sultanguzin, A.A. Basalae, A.N. Nechaev, N.N. Kapitonov. *Osobennosti sovmestnogo ispol'zovanija sistem monitoringa i upravlenija jenergoeffektivnogo doma* [Features of the joint use of monitoring and control systems for an energy efficient home]. *Jenergosberezhenie — teorija i praktika: Trudy X Mezhd. shkoly-seminara molodyh učennyh i specialistov* [Energy saving: theory and practice. Proc. of the X International School-Seminar for Young Scientists and Specialists]. Moscow. National Research University "Moscow Power Engineering Institute". October 19–23, 2020. Kursk. *Izd-vo "Universitetskaja kniga"* ["University book" Publishers]. 2020. Pp. 291–297. [In Russian]
14. V.V. Abdullin, D.A. Shnajder, S.Ju. Kurzanov, Ju.V. Javorovskij. *Ispol'zovanie tehnologii "internetna veshhej" v otoplenii zdaniy: uprezhdajushhee upravlenie, raspredelennyj monitoring, intellektual'naja balansirovka* [Using the IoT in heating buildings: proactive control, distributed monitoring, intelligent balancing]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2018. No. 8. Pp. 54–58. [In Russian]

15. D.A. Kruglikov, Ju.V. Javorovskij, I.A. Sultanguzin, A.N. Nechaev, A.S. Trusov. *Jeksperimental'noe i čislennoe issledovanie raboty sistemy potolčnoho ohlazhdenija na osnove gipsokartonyh panelej s sistemoj potolčno-vytjazhnoj ventiljacii s ohlazhdeniem pritočnogo vozduha* [Experimental and numerical study of the operation of a ceiling cooling system based on plasterboard panels with a ceiling-exhaust ventilation system with supply air cooling]. *Aktual'nye problemy transporta i jenergetiki: puti ih innovacionnogo reshenija. Sb. mat. VIII Mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Actual problems of transport and energy: ways of their innovative solution. Col. vol. of the VIII International scientific and practical conference]. Gumilyov Eurasian National University. Mart 20, 2020. Nursultan, Republic of Kazakhstan. 2020. Pp. 347–350. [In Russian]
16. V.A. Petrov, V.Ju. Chajkin, B.A. Hristenko, I.D. Savickij, I.A. Sultanguzin, E.A. Demidov, A.N. Nechaev, A.V. Skorobatjuk. *Perspektivy razvitiya inženernoj sistemy jenergoeffektivnogo doma* [Prospects for the development of an energy efficient home engineering system]. *Jenergosberezhenie — teorija i praktika. Trudy X Mezhd. shkoly-seminara molodyh učennyh i specialistov* [Energy saving: theory and practice. Proc. of the X International School-Seminar for Young Scientists and Specialists]. Moscow. National Research University "Moscow Power Engineering Institute". October 19–23, 2020. Kursk. *Izd-vo "Universitetskaja kniga"* ["University book" Publishers]. 2020. Pp. 66–72. [In Russian]
17. I.A. Sultanguzin, B.A. Hristenko, V.Ju. Chajkin, T.V. Yatsyuk, D.A. Kruglikov, Ju.V. Javorovskij, A.N. Nechaev, A.V. Skorobatjuk. *Razrabotka i issledovanie sezonnogo akumuljatora teploty i holoda dlja sistemy jenergosnabženija zdaniya* [Development and research of a seasonal heat and cold accumulator for the building's power supply system]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2021. [In work]
18. T. Smirnova. *Opyt jekspluatacii "passivnyh domov" v Rossii i Zapadnoj Evrope* [Experience of operating passive houses in Russia and Western Europe]. *Stroitel'naja teplofizika i jenergosberezhenie* ["Building thermal physics and energy saving" Magazine]. 2009. No. 5. Pp. 430–432. [In Russian]
19. S.I. Kryshov, I.S. Kuriljuk. *Problemy jeksportnoj ocenki teplovoj zashhity zdaniy* [Problems of expert assessment of thermal protection of buildings]. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* ["Housing construction" Magazine]. 2016. No. 7. Pp. 3–5. [In Russian]
20. W. Schütz. *Energy saving regulations in Germany, history — status — future. 3. Ingenieurtag 2016. Der Fakultät Maschinenbau, Elektro- und Energiesysteme. GUS- und Osteuropatag. NESEFF-Netzwerktreffen 2016. Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg. Cottbus, Germany. November 14–15, 2016. Pp. 167–173.*
21. I. Gabriel', H. Ladener. *Rekonstrukcija zdaniy po standartam jenergoeffektivnogo doma* [Reconstruction of buildings according to energy efficient home standards]. Transl. from German. St. Petersburg. *BHV-Peterburg* ["BHV-Petersburg" Publishers]. 2011. 478 p. [In Russian]
22. M. Bismark. *Rekonstrukcija v Venskom tehničeskome universitete* [Reconstruction at the Vienna Technical University]. *Zdaniya vysokih tehnologij* ["High technology buildings" Magazine]. 2016. No. 4. Pp. 18–21. [In Russian]

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

Comparison of heating loads in residential, public and industrial buildings. Pp. 58–63.

Elena G. Malyavina, PhD, Professor; **Andrey V. Zdoronok**, student; **Daria S. Ozerchuk**, student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. E.G. Maljavina, A.A. Frolova. *Jekonomičeskoe obosnovanie vybora teplozashhity ofisnyh zdaniy* [Economic substantiation of the choice of thermal protection of office buildings]. *Izvestija vuzov. Stroitel'stvo* [News of higher educational institutions. Construction]. 2018. No. 9. Pp. 56–65. [In Russian]
2. A. Martínez-Molina, I. Tort-Ausina. *Energy efficiency and thermal comfort in historic buildings: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 61. Pp. 70–85.
3. V.I. Lysev, A.S. Shilin. *Napravlenija povyšeniya jenergoeffektivnosti zdaniy i sooruzhenij* [Directions for improving the energy efficiency of buildings and structures]. *Nauchnyj zhurnal Universiteta ITMO. Holodil'naja tehnika i kondicionirovanie* [Scientific journal of the St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University). Series: Refrigeration and air conditioning]. 2017. No. 2–3. Pp. 18–25. [In Russian]
4. A.I. Serjogin. *Jenergoeffektivnyj kvartal v uslovijah Krajnego Severa. Unikal'nyj opyt Respubliki Saha (Jakutija)* [Energy efficient quarter in the Far North. The unique experience of the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Jenergosberezhenie* ["Energy saving" Magazine]. 2020. No. 8. Pp. 78–87. [In Russian]
5. A.I. Anan'ev, A.G. Rymarov, E.V. Vojtovich, A.P. Latushkin. *Vlijanie social'nyh faktorov na trebuemyj uroven' teplovoj zashhity naruzhnyh sten zhilyh zdaniy* [Influence of social factors on the required level of thermal protection of the outer walls of residential buildings]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering (Vestnik MGSU)]. 2017. Vol. 12. Issue 7. Pp. 741–746. [In Russian]
6. N.A. Stashevskaja, A.P. Minina. *Osobennosti teplotehničeskogo raschjota v sovremennom domostroenii* [Features of heat engineering calculation in modern housing construction]. *Sistemnye tehnologii* ["System technologies" Magazine]. 2017. No. 23. Pp. 47–50. [In Russian]
7. A.Je. Piir, O.A. Kozak, I.M. Agafonov. *Normativnyj koeficient teploperedachi zhilogo zdaniya* [Standard coefficient of heat transfer of a residential building]. *Izvestija vuzov i jenergetičeskikh ob'edinenij SNG. Energetika* [News of higher educational institutions and energy associations of the Commonwealth of Independent States. Series: Power engineering]. 2015. No. 5. Pp. 69–76. [In Russian]
8. A.N. Leonova, M.V. Kurochka. *Metody povyšeniya jenergoeffektivnosti zdaniy pri rekonstrukcii* [Methods for improving the energy efficiency of buildings during reconstruction]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering (Vestnik MGSU)]. 2018. Vol. 13. Issue 7. Pp. 805–813. [In Russian]
9. S.N. Osipov, V.M. Pilipenko. *O nekotoryh osobennostjah jenergosnabženija zhilyh zdaniy v otopitel'nyj period* [On some features of the power supply of residential buildings during the heating season]. *Izvestija vuzov i jenergetičeskikh ob'edinenij SNG. Energetika* [News of higher educational institutions and energy associations of the Commonwealth of Independent States. Series: Power engineering]. 2017. Vol. 60. No. 1. Pp. 77–96. [In Russian]

- E.G. Maljavina, A.A. Frolova. *Vliyanie klimaticheskikh osobennostej rajona stroitel'stva na uroven' jenergojeffektivnoj teplovoj zashhity administrativnykh zdaniy sel'skohozjajstvennogo naznacheniya* [Influence of climatic features of the construction area on the level of energy efficient thermal protection of administrative buildings for agricultural purposes]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal]. 2020. No. 10. Pp. 111–114. [In Russian]
- A. Je. Piir, O.A. Kozak, V.B. Kuntysch. *Puti snizheniya normativnykh teplopoter' v zhilykh zdaniyakh* [Ways to reduce the standard heat loss in residential buildings]. *Nauka i tehnika* ["Science and technology" Magazine]. 2017. Vol. 16. No. 2. Pp. 113–118. [In Russian]
- Ja. Viholo, Ja. Sorri, Ju. Heljo, P. Kero. Heat loss rate of the Finnish building stock. *Procedia Economics and Finance*. Vol. 21. 2015. Pp. 601–608.
- O.V. Matehina, Ju.K. Osipov. *Obobshhennaya teoreticheskaya model' teplovoj zashhity zhilykh zdaniy s pomoshhju naruzhnykh ograzhdajushhih konstrukcij* [Generalized theoretical model of thermal protection of residential buildings using external enclosing structures]. *Vestnik SibGIU* [Bulletin of the Siberian State Industrial University]. 2015. No. 1. Pp. 50–55. [In Russian]
- M.I. Bzhahov, L.T. Kardanov, M.A. Kuchukov, E.A. Antipova, A.H. Ljuev. *Povyshenie teplozashhitynykh kachestv naruzhnoj ograzhdajushhej konstrukcii zhilogo doma tipovoy serii* [Improving the heat-shielding qualities of the external enclosing structure of a residential building of a standard series]. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Don's Engineering Bulletin]. 2016. No. 2. Web-source: ivdon.ru. Access data: January 15, 2021. [In Russian]
- Ju.I. Tolstova. *Teplovaya zashhita zdaniy i sooruzhenij — jekonomicheskij podhod* [Thermal protection of buildings and structures — an economic approach]. *Jenegersberezhenie i jenergojeffektivnost' na promyshlennykh predpriyatiyakh i v zhilishhno-kommunal'nom hozjajstve*. Sb. mat. I Versos. nauch.-tehn. Konf. posvjashhijomj pamjati d.t.n., prof. A.A. Sander [Energy saving and energy efficiency in industrial enterprises and in housing and communal services. Coll. vol. of the First All-Russian Scientific and Technical Conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor A.A. Sander]. November 2016. Novosibirsk. *Izd-vo ANS "SibAK"* [Publishing House of the Association of Scientific Researchers "Siberian Academic Book" (ASE Sibac)]. 2017. 212 p. [In Russian]
- A. Ju. Nekljudov. *Raschet harakteristik jenergotrebleniya zdaniya pri opredelenii transmissionnykh teplovykh poter'* [Calculation of the characteristics of the energy consumption of the building when determining the transmission heat losses]. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* ["Housing construction" Magazine]. 2016. No. 7. Pp. 11–14. [In Russian]
- A.N. Skanavi. *Konstruirovaniye i raschet sistem vodjanogo i vozdušnogo otopleniya zdaniy* [Design and calculation of water and air heating systems for buildings]. 2th edition, rev. and exp. Moscow. *Strojizdat* [Publishing House of literature on the construction and architecture ("Stroiizdat" Publishers)]. 1983. 304 p. [In Russian]
- E.G. Maljavina, N.P. Umnjakova. *Velichina dobavki k osnovnym teplopoterjam pomeshheniya s chislom naruzhnykh sten bolee odnoj* [The value of the additive to the main heat loss of a room with more than one external wall]. *Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti* ["Textile industry technology" Magazine]. 2017. No. 2. Pp. 291–296. [In Russian]
- N.A. Koroleva, V.M. Fokin. *Primenenie sistem kondicionirovaniya vozduha s isparitel'nykh ohlazhdeniem v sovremennykh zdaniyakh* [Application of air conditioning systems with evaporative cooling in modern buildings]. *Vestnik VolGASU. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Building and architecture]. 2015. Issue 39. Pp. 173–182. [In Russian]

Research of the dependence of the thermal efficiency of the plate heat exchanger from the ventilation unit size. Pp. 71–73.

O. D. Samarin, PhD, Associate Professor; **V. A. Yatsyna**, bachelor, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

- N.A. Koroleva, V.M. Fokin, M.G. Tarabanov. *Razrabotka rekomendacij po ustrojstvu jenergojeffektivnykh shem sistem ventiljacii i kondicionirovaniya* [Development of recommendations for the design of energy efficient ventilation and air conditioning systems]. *Vestnik VolGASU. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Building and architecture]. 2015. Issue 41. Pp. 53–62. [In Russian]
- A.L. Emel'janov, E.V. Kozhevnikova. *Metodika rascheta teploobmena pri dvizhenii vozduha v poverhnostnykh vozduhoohladitel'nykh* [Methodology for calculating heat transfer during air movement in surface air coolers]. *Vestnik MAH* [Bulletin of the International Academy of Refrigeration]. 2014. No. 1. Pp. 39–42. [In Russian]
- A. De Angelis, O. Saro, M. Truant. Evaporative cooling systems to improve internal comfort in industrial buildings. Proc. of the 72nd Conference of the Italian Thermal Machines Engineering Association (ATI 2017). September 6–8, 2017. Lecce, Italy. Pp. 313–320.
- F. Meggers, H. Guo, E. Teitelbaum et al. The Thermoheliodome — "Air conditioning" without conditioning the air, using radiant cooling and indirect evaporation. *Energy and Buildings*. 2017. No. 157. Pp. 11–19.
- S. Paiho, R. Abdurafikov, H. Hoang. Cost analyses of energy-efficient renovations of a Moscow residential district. *Sustainable Cities and Society*. 2015. Vol. 14. No. 1. P. 5–15.
- O.D. Samarin, D.A. Kirushok. *Vliyanie uvlazhneniya vspomogatel'nogo potoka vozduha na process teploobmena v plastinchatom rekuperativnom teploobmennike* [Influence of humidification of the auxiliary air flow on the process of heat exchange in a plate recuperative heat exchanger]. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija* ["Construction and reconstruction" Magazine]. 2019. No. 3. Pp. 112–119. [In Russian]
- V.N. Bogoslovskij, M.Ja. Poz. *Teplofizika apparatov utilizacii tepla sistem otopleniya, ventiljacii i kondicionirovaniya vozduha* [Thermal physics of heat recovery devices for heating, ventilation and air conditioning systems]. Moscow. *Strojizdat* [Publishing House of literature on the construction and architecture ("Stroiizdat" Publishers)]. 1983. 416 p. [In Russian]
- Teoriya teploassoobmena* [Theory of heat and mass transfer]. Edited by A.I. Leont'ev. Moscow. *Izd-vo MG TU* [Publishing House of the Moscow State Technical University]. 1997. 684 p. [In Russian]
- O.D. Samarin. *Teplofizika. Jenegersberezhenie. Jenergojeffektivnost'* [Thermophysics. Energy saving. Energy efficiency]. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities ("ASV" Publishers)]. 2014. 296 p. [In Russian]
- A. Je. Piir, O.A. Kozak, V.B. Kuntysch, A.B. Suhockij. *Teplovoj raschet plastinchatykh rekuperatorov dlja sistem ventiljacii* [Thermal calculation of plate recuperators for ventilation systems]. *Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe hozjajstvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovljajemykh resursov* [Proc. of the Belgorod State Technological University. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources]. Minsk, Belarus. *Belgorod State Technological University*. 2018. No. 2. Pp. 236–243. [In Russian]

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

Feasibility study of the application of a special flow treatment scheme with indirect evaporative cooling. Pp. 66–70.

Oleg D. Samarin, PhD, Associate Professor; **Dmitry A. Kirushok**, lecturer, post-graduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

- V.P. Murashko. *Sistemy kondicionirovaniya vozduha. Teoriya i praktika* [Air conditioning systems. Theory and practice]. Moscow. *Yevroklimat* ["Euroclimat", LLC]. 2017. 627 p. [In Russian]
- A.A. Motrev. *Tehnicheskie resheniya sistem kondicionirovaniya i otopleniya* [Technical solutions for air conditioning and heating systems]. Almanah nauchnykh rabot molodykh uchennykh: XLV nauchnaja i uchebno-metodicheskaja konferencija Universiteta ITMO [Almanac of scientific works of young scientists: XLV scientific and educational-methodical conference of the St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University)]. Vol. 3. February 2016. St. Petersburg. *Universitet ITMO* [ITMO University]. 2016. Pp. 295–298. [In Russian]
- O.D. Samarin. *Voprosy jekonomiki v obespechenii mikroklimata zdaniy* [Economic issues in ensuring the microclimate of buildings]. 2th edition, rev. and exp. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities ("ASV" Publishers)]. 2015. 136 p. [In Russian]
- A. De Angelis, O. Saro, M. Truant. Evaporative cooling systems to improve internal comfort in industrial buildings. Proc. of the 72nd Conference of the Italian Thermal Machines Engineering Association. September 6–8, 2017. Lecce, Italy. Pp. 313–320.
- F. Meggers, H. Guo, E. Teitelbaum et al. The Thermoheliodome — "Air conditioning" without conditioning the air, using radiant cooling and indirect evaporation. *Energy and Buildings*. 2017. No. 157. Pp. 11–19.
- S. Paiho, R. Abdurafikov, H. Hoang. Cost analyses of energy-efficient renovations of a Moscow residential district. *Sustainable Cities and Society*. 2015. Vol. 14. No. 1. Pp. 5–15.
- M. De Rosa, V. Bianco, F. Scarpa, L.A. Tagliacof. Modelling of energy consumption in buildings: an assessment of static and dynamic models. *Russian Journal of Construction Science and Technology*. 2016. Vol. 2. No. 1. Pp. 12–24.
- O.D. Samarin, K.I. Lushin, D.A. Kirushok. *Jenegersberegajushhaja shema obrabotki vozduha s kosvennykh isparitel'nykh ohlazhdeniem v plastinchatykh rekuperatorakh* [Energy-saving air treatment scheme with indirect evaporative cooling in plate recuperators]. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* ["Housing construction" Magazine]. 2018. No. 1–2. Pp. 43–45. [In Russian]
- N.A. Koroleva, V.M. Fokin, M.G. Tarabanov. *Razrabotka rekomendacij po ustrojstvu jenergojeffektivnykh shem sistem ventiljacii i kondicionirovaniya* [Development of recommendations for the design of energy efficient ventilation and air conditioning systems]. *Vestnik VolGASU. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Building and architecture]. 2015. Issue 41. Pp. 53–62. [In Russian]

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

The use of photovoltaic power supply for the "Phase-21" artificial lung ventilation device based on photoelectric converters of the 3rd generation. Pp. 74–77.

Sergey E. Shcheklein, PhD, Professor, Head of the "Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources" Department (NPP RES), Ural Power Engineering Institute (UralENIN) of Ural Federal University (UrFU, Yekaterinburg city); **Vladimir N. Alekhin**, PhD, Professor, Head of the "Computer-Aided Design of Construction Objects" Department (CAD CO), Institute of Construction and Architecture (ICA) of UrFU (Yekaterinburg city); **Ekaterina P. Sharovarova**, assistant of the CAD CO Department, ICA of UrFU; **Maria A. Fadeykina**, magister, the NPP RES Department, UralENIN of UrFU; **Maxim A. Plešnikov**, magister, the NPP RES Department, UralENIN of UrFU; **Nikolay V. Perevozkin**, magister, the NPP RES Department, UralENIN of UrFU

- GOST R 50444–92 [State Industry Standard of Russia No. 50444–92]. *Pribory, apparaty i oborudovanie medicinskie. Obshhie tehnicheckie uslovija (prinjat v kachestve mezghos. standarta GOST 20790–93) (s Izm. № 1, 2)* [Medical devices, apparatus and equipment. General technical conditions (adopted as interstate standard GOST 20790–93) (on Amendments No. 1, 2)]. Moscow. *Izd-vo standartov* [Standards Publishing House]. 1993. [In Russian]
- Apparat upravljajemoj i vspomogatel'noj iskusstvennoj ventiljacii legkih "Faza-21". Rukovodstvo po jekspluatacii* [Device for controlled and auxiliary artificial ventilation of the lungs "Phase-21"]. Ekaterinburg. *OAO "UPZ"* ["Ural Instrument Engineering Facility", OJSC]. 2007. 42 p. [In Russian]
- Kontrollier zarjadja dlja solnechnykh batarej Delta Solar Series serija MPPT. Rukovodstvo pol'zovatelja* [Charge controller for solar panels Delta Solar Series MPPT series. User's manual]. Moscow. *Delta Solar*. 2018. 20 p. [In Russian]
- E.V. Savrasov, I.K. Kovalev. *Issledovanie jeffektivnosti raboty solnechnoj batarei v polevykh usloviyakh* [Study of the efficiency of the solar battery in the field]. *Izvestija TPU* [Bulletin of Tomsk Polytechnic University]. 2012. No. 4. Pp. 165–168. [In Russian]
- A.G. Kazanskij. *Tonkoplennochnyye kremniyye solnechnyye jelementy na gibkikh podlozhkah* [Thin-film silicon solar cells on flexible substrates]. *RjeNSIT* ["Radio electronics. Nanosystems. Information technology" Magazine (RENSIT)]. 2015. No. 1. Pp. 15–24. [In Russian]

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ufi
Approved
Event



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

X Международный конгресс



Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития

ОРГАНИЗАТОР: **FarEXPO**



Тел.: +7(812) 777-04-07; 718-35-37 st@farexpo.ru www.farexpo.ru
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1, павильон G

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:





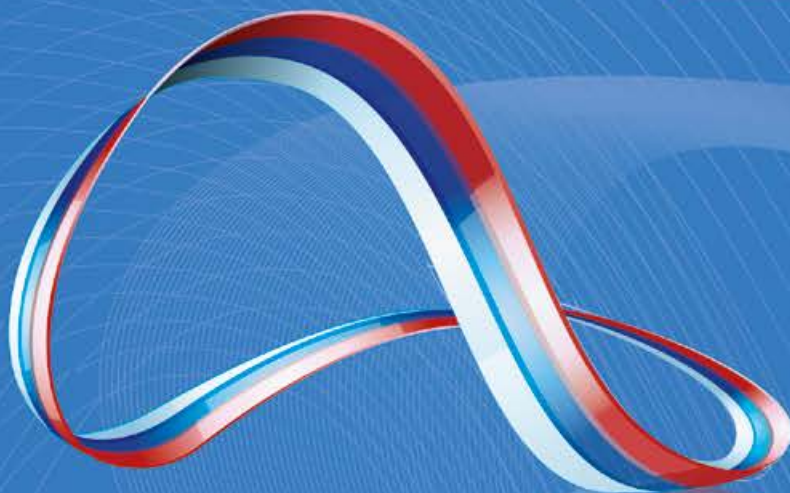
17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

КЛИМАТА

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ,
ОТОПЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ХОЛОД



ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ
СОБЫТИЕ ГОДА*



Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА

МАРТ 2022

МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

Получить новых поставщиков и клиентов

Договориться о выгодных условиях и скидках

Найти новые возможности заработать

Узнать о крутых продуктах и технологиях

* Согласно данным ООО «Евроэкспо» на основании количества посетителей, профиля участников и стран-участниц выставки 2020 года

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



www.climatexpo.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



РЕКОМЕНДУЕТ





LUNDA

для профессионалов

МУЛЬТИСЕРВИСНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ



43 филиала в 33 городах России

Продукция от более чем 350 производителей
из Европы и России

Более 30 000 м² складских помещений

Около 18 000 уникальных артикулов товара на складе

