

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 697.32:004

К. О. СУХАНОВ¹, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; **С. В. КАШНИКОВ¹**, ст. преп. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; **А. М. ГРИМИТЛИН²**, д-р техн. наук, проф., председатель комитета НОПРИЗ по цифровизации архитектурно-строительного проектирования; **Е. Л. ПАЛЕЙ³**, канд. техн. наук, председатель экспертной комиссии ЦОК

УНИФИКАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ УЗЛОВ КРЫШНЫХ КОТЕЛЬНЫХ В ФОРМАТЕ ЦИФРОВОЙ БИБЛИОТЕКИ

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Тел.: +7 (812) 575-05-31, +7 (921) 388-59-60; эл. почта: suhanov.kirill1993@mail.ru

²Национальное объединение изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ)

Россия, 123056, г. Москва, ул. 2-я Брестская, д. 5. Тел.: +7 (495) 984-21-33, +7 (921) 959-85-61; эл. почта: grimitlin@sro-is.ru

³Ассоциация инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике «Северо-Западный Межрегиональный Центр АВОК»

Россия, 197342, г. Санкт-Петербург, ул. Сердобольская, д. 65, литер «А», пом. 2-Н. Тел.: (812) 336-95-60, (921) 993-33-96; эл. почта: efimpaley@mail.ru

Ключевые слова: технологии информационного моделирования, цифровые библиотеки, информационная модель, проектно-сметная документация, отопление, теплоснабжение, горячее водоснабжение.

В настоящей работе созданы готовые цифровые модули для оптимизации процесса подготовки проектной и рабочей документации, при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте крышных котельных.

Создание открытых цифровых библиотек готовых инженерных узлов в форматах, пригодных для применения в основных программных продуктах для технологии информационного моделирования существенно сократит время на проработку проектных решений, на выбор оборудования, на расчеты и изготовление чертежей, улучшит качество проектной документации, позволит ускорить внедрение прогрессивных энергоэффективных и экологически безопасных технологий и оборудования.

При проектировании объектов капитального строительства активно применяются инструменты технологий информационного моделирования (ТИМ) [1–5]. Переход на технологии информационного моделирования совершили многие организации строительной отрасли, и работа в этом направлении продолжается. Большим плюсом применения информационного моделирования является то, что оно позволяет не только проектировать объект, но и отслеживать весь его жизненный цикл [6].

Преимущества использования ТИМ на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства неоспоримы [7]. Применение этих



технологий позволяет использовать методы энергетического моделирования, популярные в мировой практике [8]. Информационные модели инженерных систем для выполнения рабочей документации требуют высокой степени геометрической и информационной детализации, в связи с чем к компонентам, из которых формируется информационная модель, предъявляются высокие требования. Создание готовых цифровых модулей для оптимизации процесса подготовки проектной и рабочей документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте крышных котельных является в настоящее время весьма актуальной задачей.

Весь цикл проведенных авторским коллективом исследований был разбит на три основных этапа:

1 этап – создание альбома типовых тепломеханических схем и их узлов для крышных котельных в электронном виде (формат 2D).

2 этап – исследование и анализ имеющихся цифровых модулей и цифровых библиотек оборудования, арматуры, деталей и элементов трубопроводов, приборов КИП и т. п.

3 этап – создание альбома цифровых моделей оборудования, арматуры и их сборок по типовым тепломеханическим схемам крышных котельных.

На первом этапе, с целью унификации, тепловые схемы были разделены по типам и по мощности котлов, по установленной тепловой мощности котельных, по видам подключенных тепловых нагрузок и схемам их присоединения. В альбоме были рассмотрены три основные схемы, включающие в себя практически все варианты крышных котельных.

А-I – тепловая схема крышной котельной с настенными котлами (теплогенераторами) единичной тепловой мощностью 50–150 кВт для обеспечения нагрузок отопления и вентиляции (ОВ) и горячего водоснабжения (ГВС). Зависимое присоединение осуществлялось через гидравлический разделитель.

А-II – тепловая схема крышной котельной с котлами единичной тепловой мощностью выше 150 кВт для обеспечения нагрузок ОВ и ГВС с не зависимым присоединением.

А-III – тепловая схема крышной котельной с настенными (навесными) котлами единичной тепловой мощностью выше 150 кВт для обеспечения нагрузок ОВ и ГВС с зависимым присоединением через гидравлический разделитель.

Внутри каждая схема делится на крупные блоки, которые, в свою очередь, в зависимости от сложности и набора оборудования и арматуры могут делиться на подблоки – элементы.

Для каждого блока дается своя спецификация, что не позволяет при разработке проектной документации упустить какие-либо позиции оборудования, арматуры или материалов и соответственно не учесть их при формировании сметы. В спецификациях не указывается конкретная марка и изготовитель оборудования, арматуры и других изделий/материалов. Даны только технические характеристики.

Часть блоков, входящих в каждую схему, являются одинаковыми для трех схем, все отличие в блоках связано с производительностью (диаметр труб и арматуры, производительность/объем оборудования). Нумерация блоков в трех схемах также принята одинаковой. Для дальнейшей разработки проектной и рабочей документации (компоновочные решения, разводка трубопроводов)



проектировщики должны будут воспользоваться цифровой библиотекой оборудования, арматуры и других изделий.

На втором этапе производился поиск качественных элементов оборудования, арматуры, деталей и элементов трубопроводов, приборов КИП и т. п. в цифровом формате, пригодном для ТИМ.

На основании проведенного анализа существующих библиотек компонентов информационных моделей выявлено, что не все оборудование и арматура отечественных производителей разработано корректно:

– в некоторых случаях на арматуре отсутствовал соединитель трубопровода, что не давало возможности разместить данный компонент;

– ряд элементов при внешнем сходстве с реальным оборудованием и наличии соединителя некорректно работали в модели, например, прикреплялись к системе под небольшим углом, что в конечном итоге приводило к рассоединению трубопроводов;

– не во всех элементах правильно настроен уровень детализации;

– по ряду позиций не подтверждалась их дальнейшее сопровождение и актуализация.

В результате строгого отбора были подобраны корректно созданные элементы оборудования, доступного на территории Российской Федерации. Эти компоненты внешне соответствуют оригиналу, правильно передают расчетные данные и наполнены характеристиками, необходимыми для создания спецификации.

В итоге на третьем этапе на основе выбранных компонентов был создан альбом цифровых моделей.

Модель каждой схемы создавалась отдельным проектом в специализированном шаблоне. По каждой модели составлена спецификация.

Для удобства применения схем конечным пользователем блоки-модули, из которых собраны схемы котельных, унифицированы. Это позволило применить одни и те же модули во всех трех схемах, за исключением отличия в производительности некоторого оборудования. Нумерация блоков выполнена сквозной для всех трех тепловых схем.

Результаты работы приведены на рис. 1–5.

Пример тепловой схемы блока соединительных трубопроводов представлен на рис. 1.

На рис. 2 представлена модель блока соединительных трубопроводов.

На рис. 3 показана модель блока нагрузочных насосов системы ГВС. Каждая система выполнена в отдельном цвете, в соответствии с используемым шаблоном.

Для удобства координации с другими проектами узлы размещены непосредственно у точек координат проекта (базовая точка проекта, точка съемки). Созданные узлы, например, на основании «Тепловой схемы крышной котельной с настенными (навесными) котлами единичной тепловой мощностью 50–150 кВт для обеспечения нагрузок ОВ и ГВС».

Зависимое присоединение через гидравлический разделитель» А-I изображено на рис. 4.

Созданные узлы могут быть объединены в единую модель, (рис. 5), или каждый узел может использоваться отдельно для конкретного случая.

Созданная цифровая библиотека узлов тепловой крышной котельной значительно упростит работу проектировщика. Каждый узел можно переместить

в создаваемый проект и присоединить к нему разрабатываемую систему. При необходимости можно заменить компоненты, из которых состоят узлы, на другие без ущерба для модели.



Рис. 1. Тепловая схема блока соединительных трубопроводов: Т1 – подающий трубопровод тепловой сети; Т2 – обратный трубопровод тепловой сети

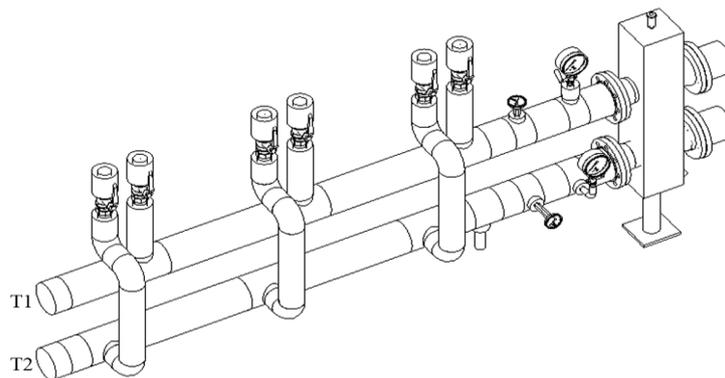


Рис. 2. Модель блока соединительных трубопроводов: Т1 – подающий трубопровод тепловой сети; Т2 – обратный трубопровод тепловой сети

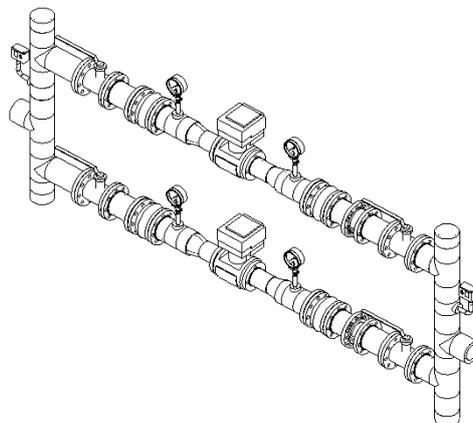


Рис. 3. Модель блока нагрузочных насосов ГВС

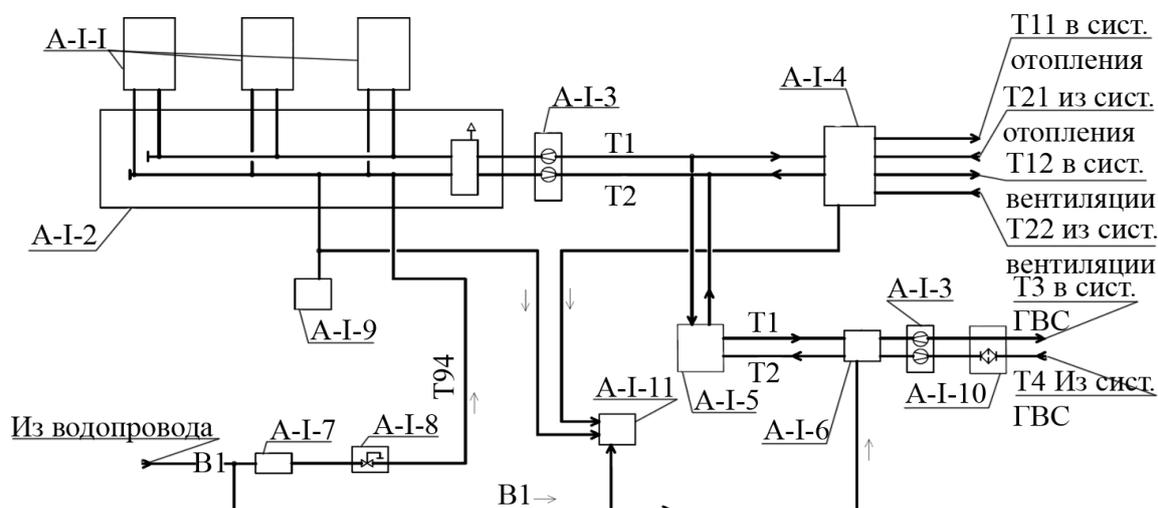


Рис. 4. Тепловая схема котельной: T1 – подающий трубопровод тепловой сети; T2 – обратный трубопровод тепловой сети

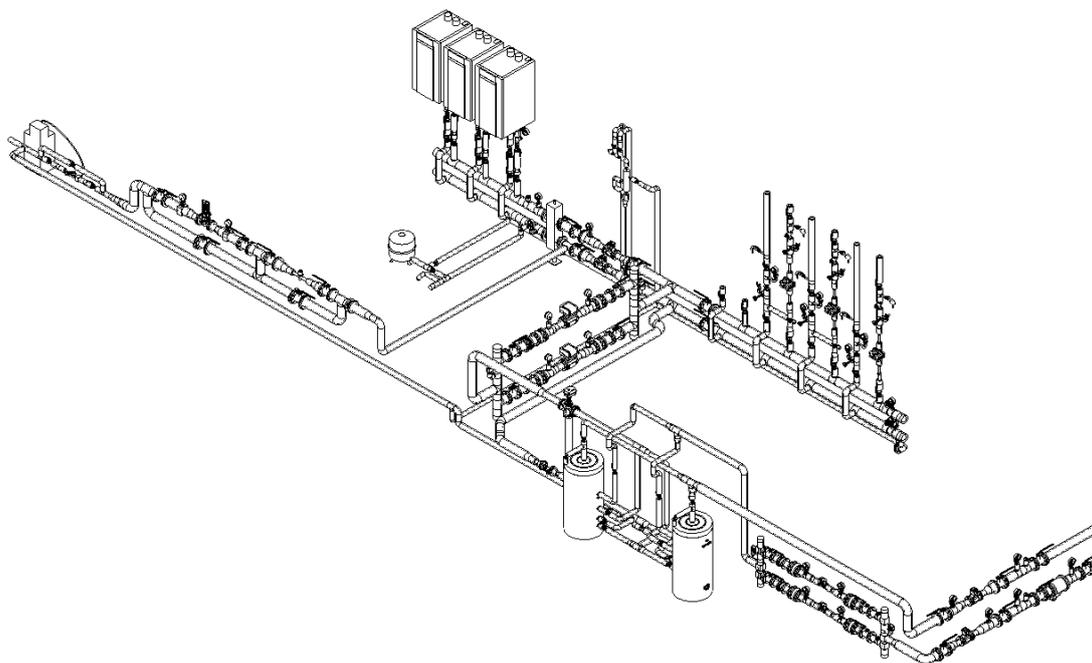


Рис. 5. Модель: тепловая схема котельной

В заключение отметим, что разработанные модели могут быть экспортированы в различные форматы для использования в смежных программных комплексах. Это дает возможность применять элементы цифровой библиотеки в энергетическом и численном моделировании для более подробного исследования инженерных систем. Во многих организациях идет переход с зарубежного программного обеспечения на отечественное [9], в связи с этим



подобные узлы также могут быть реализованы в программных комплексах *Renga*, *nanoCad* и *Model Studio*.

Создание открытых цифровых библиотек готовых инженерных узлов в форматах, пригодных для применения в основных программных продуктах для ТИМ, существенно сократит время на проработку проектных решений, на выбор оборудования, на расчеты и изготовление чертежей, улучшит качество проектной документации, позволит ускорить внедрение прогрессивных энергоэффективных и экологически безопасных технологий и оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sukhanova, I. Numerical Simulation of a Stable Microclimate in a Historic Building / I. Sukhanova, K. Sukhanov // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2020. – Volume. – 982. – P. 84–90.
2. Российская Федерация. Правительство. О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы : указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 // *Собрание законодательства Российской Федерации*. – 2017. – № 20. – Ст. 2901.
3. Курило, Е. Ю. Технологии информационного моделирования при проектировании гидротехнических сооружений / Е. Ю. Курило, Д. В. Нижегородцев // *Вестник гражданских инженеров*. – 2020. – № 4 (81). – С. 54–57.
4. Горовой, Н. В. Методика междисциплинарного взаимодействия специалистов при разработке информационных моделей здания / Н. В. Горовой, И. А. Рудный, И. А. Марданов. – Текст : электронный // ВМ-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы V Международной научно-практической конференции / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург. – 2022. – С. 58–63. – DOI: 10.23968/ВМАС.2022.007.
5. Ротков, С. В. Организация учебного процесса в ННГАСУ для сквозной подготовки строителей технологиям информационного моделирования / С. В. Ротков, Е. В. Конопацкий, М. В. Лагунова // *Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет*. – Нижний Новгород, 2023. – № 3 (67). – С. 9–21.
6. Гримитлин, А. М. Энергетическое моделирование – инструмент повышения энергоэффективности зданий / Д. М. Денисихина // ВМ-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы Всероссийской научно-практической конференции / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург. – 2018. – С. 93–97.
7. Chikovskaya, I. N. Building information modeling-based engineering systems design / I. N. Chikovskaya, I. I. Sukhanova, K. O. Sukhanov // *Lecture notes in civil engineering*. – 2023. – Volume. – 257. – P. 245–252. – DOI: 10.1007/978-3-030-99877-6_29.
8. Reinhart, C. F. Urban building energy modeling – a review of a nascent field / C. F. Reinhart, C. Cerezo Davila // *Building and Environment*. – 2016. – № 97. – P. 196–202. – DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.12.001.
9. Преимущества использования и развития отечественного BIM : системы для трехмерного проектирования Renga / Д. А. Дубинин, А. А. Набок, В. А. Харин, Л. М. Лаврентьева // *Инженерный вестник Дона*. – 2017. – № 3. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4334 (дата обращения: 29.01.2024).



SUKHANOV Kirill Olegovich¹, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heat and gas supply and ventilation; KASHNIKOV Sergey Vladimirovich¹, senior teacher of the chair of heat and gas supply and ventilation; GRIMITLIN Aleksandr Moiseevich², doctor of technical sciences, professor, chairman of the Committee on Digitalization of Architectural and Construction Design; PALEY Efim Lvovich³, candidate of technical sciences, chairman of the expert commission

UNIFICATION OF DESIGN SOLUTIONS FOR ROOF BOILER HOUSE UNITS IN DIGITAL LIBRARY FORMAT

¹St Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

4, 2-ya Krasnoarmeyskaya St., St Petersburg, 190005, Russia. Tel.: +7 (812) 575-05-31, +7 (921) 388-59-60; e-mail: suhanov.kirill1993@mail.ru

²National Association of Surveyors and Designers

5, 2-ya Brestskaya St., Moscow, 113534, Russia. Tel.: +7 (495) 984-21-33, +7 (921) 959-85-61; e-mail: grimitlin@sro-is.ru

³Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air Conditioning, Heat Supply and Construction Thermophysics «Northwest Interregional Center of AVOC»

65 A, Serdobolskaya St., St Petersburg, 197342, Russia. Tel.: +7 (812) 336-95-60, +7 (921) 993-33-96; e-mail: efimpaley@mail.ru

Key words: information modeling technologies, digital libraries, information model, design and estimate documentation (DED), heating, heat supply, hot water supply.

In this work, ready-made digital modules have been created to optimize the process of preparing design and working documentation for construction, reconstruction, and major repairs of roof-top boiler houses.

The creation of open digital libraries of ready-made engineering components in formats suitable for use in major software products for information modeling technology will significantly reduce the time for developing design solutions, selecting equipment, making calculations and producing drawings, will improve the quality of project documentation and will accelerate the implementation of progressive energy-efficient and environmentally friendly technologies and equipment.

REFERENCES

1. Sukhanova I., Sukhanov K. Numerical Simulation of a Stable Microclimate in a Historic Building // *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 982, p. 84-90 (2020).

2. Rossiyskaya Federatsiya. Pravitelstvo. O strategii razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiyskoy Federatsii na 2017 – 2030 gody [On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017-2030]. Ukaz Prezidenta RF ot 9 maya 2017 g. № 203 // SZ RF. 2017. № 20, st. 2901.

3. Kurilo E. Yu., Nizhegorodtsev D. V. Tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya pri proektirovanii gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [Technologies of information modeling in the design of hydraulic structures] // *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]*. 2020. № 4 (81). P. 54–57.

4. Gorovoy N. V., Rudny I. A., Mardanov I. A. Metodika mezhdistsiplinarnogo vzaimodeystviya spetsialistov pri razrabotke informatsionnykh modeley zdaniya [The methodology of interdisciplinary interaction of specialists in the development of building information models] // *BIM-modelirovanie v zadachakh stroitelstva i arkhitektury: materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sankt-Peterburg. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Saint-Petersburg, 2022. P. 58–63. DOI: 10.23968/BIMAC.2022.007.*



5. Rotkov S. I., Konopatskiy E. V., Lagunova M. V. Organizatsiya uchebnogo protsessa v NNGASU dlya skvoznoy podgotovki stroiteley tekhnologiyam informatsionnogo modelirovaniya [Organization of the educational process in the NNGASU for end-to-end training of builders in information modeling technologies] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2023. № 3 (67). P. 9–21.

6. Grititlin A. M., Denisikhina D. M. Energeticheskoe modelirovanie – instrument povysheniya energoeffektivnosti zdaniy [Energy modeling is a tool for improving the energy efficiency of buildings] // BIM-modelirovanie v zadachakh stroitelstva i arkhitektury: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii; Sankt-Peterburg. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Saint-Petersburg, 2018. P. 93–97.

7. Chikovskaya I. N., Sukhanova I. I., Sukhanov K. O. Building information modeling-based engineering systems design // Lecture notes in civil engineering. – 2023. – Volume. – 257. – P.245-252. DOI: 10.1007/978-3-030-99877-6_29.

8. Reinhart C. F., Cerezo Davila C. Urban building energy modeling – a review of a nascent field // Building and Environment. 2016. № 97. P. 196–202. DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.12.001.

9. Dubinin D. A., Nabok A. A., Kharin V. A., Lavrenteva L. M. Preimushchestva ispolzovaniya i razvitiya otechestvennogo BIM: sistemy dlya tryokhmernogo proektirovaniya Renga [Advantages of using and developing domestic BIM: systems for three-dimensional design Renga] // Inzhenerny vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don], 2017, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4334 (data obrashcheniya: 29.01.2024).

© К. О. Суханов, С. В. Кашников, А. М. Гримитлин, Е. Л. Палей, 2024

Получено: 04.04.2024 г.