



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 624

ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

Кутмухамедова А.А.

ФГАОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», Екатеринбург, Россия, (620002, Свердловская область, город Екатеринбург, ул. Мира, д. 19), e-mail: ainura-01@mail.ru

Статья посвящена проектированию инженерных систем зданий. Рассматриваются этапы проектирования начиная с отопления и заканчивая системами безопасности и телекоммуникаций. Особое внимание уделяется многоэтапности процесса проектирования, куда входит анализ потребностей, разработка технических заданий, детальное проектирование и экспертиза. Подчеркивается значимость каждой системы для создания функционального и безопасного пространства.

Ключевые слова: Проектирование инженерных систем, внутренние инженерные системы, отопительная система, системы безопасности, телекоммуникации, энергоэффективность.

THE PROCESS OF DESIGNING ENGINEERING NETWORKS

Kutmukhamedova A.A.

URAL FEDERAL UNIVERSITY NAMED AFTER THE FIRST PRESIDENT OF RUSSIA B.N. YELTSIN, Yekaterinburg, Russia, (19 Mira st., Yekaterinburg, Sverdlovsk Oblast, 620002), e-mail: ainura-01@mail.ru

The article is devoted to the design of engineering systems of buildings. The stages of design are considered, starting with heating and ending with security and telecommunications systems. Special attention is paid to the multi-stage design process, which includes needs analysis, development of technical specifications, detailed design and expertise. The importance of each system for creating a functional and safe space is emphasized.

Keywords: Engineering systems design, internal engineering systems, heating system, security systems, telecommunications, energy efficiency.

Любое строительство зданий и сооружений начинается с проектирования. Проект является детальным описанием будущего объекта со всеми необходимыми расчетами и дополнениями. Сегодня без проектирования инженерных сетей невозможно представить ни одно современное здание, так как процесс является очень важной частью общего проекта, поэтому допущенные при проектировании ошибки могут обойтись для заказчика не только очень дорого, но и привести к авариям различного масштаба.

Сегодня инженерные сети делятся на внутренние и внешние. К проектированию внутренних сетей относятся:

- отопительная система, водоснабжения и канализация с очисткой стоков.
- вентиляционная система здания и кондиционирование его помещений.
- электроснабжение и осветительная система.

- слаботочные системы – сигнализация, видеонаблюдение, диспетчеризация инженерных системы, системы «Умный дом» и так далее.

Для строящихся крупных предприятий, к примеру, сложность проектирования этих систем заключается в рациональном использовании внутреннего пространства, которое должно приносить собственнику максимальную прибыль и при этом отвечать всем требованиям безопасности.

Процесс проектирования внутренних инженерных сетей здания основывается на следующих этапах:

1. Сбор информации об объекте проектирования – анализ информации, разработка предварительной концепции.

2. Разработка эскизного проекта и технико-экономического предложения – это визуальное оформление на предоставленных Заказчиком планах объекта строительства основной идеи (концепции) функционирования и расположения основных элементов инженерной системы.

3. Разработка технического задания (ТЗ) на создание инженерной системы – составление перечня требований, условий, целей, задач, которые должны быть реализованы в проектной документации, поставленных от лица Заказчика и оформленных документально.

4. Разработка проектной документации и коммерческого предложения – оформляются технические решения для производства монтажных работ по инженерной системе без их детализации и спецификации.

5. Разработка рабочей документации на инженерные системы – разрабатывается необходимый пакет документов для производства работ по созданию внутренней инженерной системы. Пакет документов включает в себя детальные планы, спецификацию инженерного оборудования с их характеристиками, а также спецификацию на используемые материалы.

Начинается процесс проектирования с разработки отопительной системы, поскольку в условиях климата России затраты на отопление являются одной из самых значительных статей расходов в строительстве. В секторе промышленного строительства эта задача стоит особенно остро из-за больших площадей объектов и высокой энергоемкости используемого оборудования, что делает невозможным применение стандартных решений.

Особое внимание в процессе проектирования уделяется обеспечению высокой надежности отопительной системы, поскольку любые сбои или аварии могут привести к серьезным последствиям: повреждению оборудования, риску для здоровья персонала и возможность длительных простоев производства. Для минимизации таких рисков предусматривается внедрение систем полной или частичной автоматизации управления отопительной системой. Благодаря этому можно оптимизировать ее работу и обеспечить эффективное реагирование на возникающие проблемы. Проектирование производится в несколько этапов [4, с. 37]:

Первый этап – предварительный анализ и сбор данных:

- изучение климатических условий региона для определения оптимальных параметров отопительной системы;
- анализ специфики объекта строительства, включая площадь, объем помещений, предназначение здания и требования к температурному режиму;

- сбор исходных данных о доступных энергоресурсах, возможностях подключения к внешним сетям и ограничениях, наложенных законодательством и нормативами.

Второй этап – разработка предварительной концепции:

- определение основных технических решений, включая выбор типа отопительной системы (централизованная, автономная), видов топлива, принципов управления и автоматизации;
- разработка концептуальных схем распределения тепловой энергии по объекту.

Третий этап – технико-экономическое обоснование:

- расчет потребности в тепловой энергии исходя из теплопотерь здания и необходимых параметров микроклимата;
- оценка экономической эффективности предложенных решений, включая анализ затрат на установку и эксплуатацию системы, сроки окупаемости.

Четвертый этап – разработка технического задания:

- формулирование технических требований к отопительной системе, включая параметры температуры, мощности, надежности и безопасности;
- уточнение условий эксплуатации и требований к системе управления и автоматизации.

Пятый этап – проектирование системы:

- детальное проектирование всех элементов системы, включая расчеты мощности, выбор оборудования, проектирование маршрутов трубопроводов и расположение теплогенерирующего оборудования;
- разработка схем управления и автоматизации, обеспечивающих оптимальный режим работы и возможность оперативного реагирования на изменение условий;
- подготовка проектной документации, включающей все технические решения, схемы и расчеты;
- создание рабочей документации, необходимой для монтажа, пусконаладочных работ и последующей эксплуатации системы.

Шестой этап – проведение экспертизы проекта на соответствие нормативам безопасности, экологии и энергоэффективности.

После разработки отопительной системы важнейшим этапом проектирования внутренних инженерных систем является создание систем водоснабжения и канализации. Одним из важнейших элементов этого этапа – проектирование очистных сооружений. Если речь идет о промышленных объектах, то необходимы очистные сооружения, которые способны обеспечивать высокую степень очистки сточных вод при минимальном расходе электроэнергии. Их конструкция должна быть направлена на оптимизацию производственных процессов, увеличение их производительности при соблюдении всех норм безопасности и надежности [1, с. 103].

В проекте также должна быть рассмотрена разработка водозаборного узла и станции подготовки питьевой воды, обеспечивающих соответствие санитарным и гигиеническим нормам. В условиях повышенных требований к экологической безопасности и рациональному использованию водных ресурсов для промышленных объектов может потребоваться реализация систем замкнутого водооборота, что позволяет значительно снизить потребление природных вод и минимизировать объемы сточных вод.

Особое внимание в процессе проектирования уделяется взаимодействию систем водоснабжения, отопления и канализации. Интеграция данных систем позволяет достигать высокой эффективности и экономии ресурсов за счет взаимодействия компонентов, например, сегодня активно практикуется использование отработанной тепловой энергии для подогрева воды. Этот этап требует тщательного планирования и координации на всех шагах проектирования, чтобы минимизировать риски возможных перекрестных помех, обеспечить эргономику расположения элементов и избежать дополнительных финансовых затрат на последующую корректировку проекта [2, с. 33].

В проектирование водоснабжения входят следующие этапы. Первый этап – анализ и планирование:

- изучение особенностей объекта для определения потребностей в водоснабжении и канализации;
- оценка исходных условий (анализ местных водных ресурсов, существующих систем и экологических требований);
- планирование очистных сооружений с учетом необходимой степени очистки и минимизации энергопотребления.

Второй этап – разработка концепции:

- выбор технологий очистки сточных вод, определение их расположения и масштабов в соответствии с производственными и экологическими требованиями.
- проектирование водозаборного узла и станции подготовки питьевой воды, обеспечение их соответствия санитарным нормам.
- разработка систем замкнутого водооборота для минимизации потребления воды и объемов сточных вод.

Третий этап – технико-экономическое обоснование:

- расчеты эффективности и экономии от внедрения предложенных систем и технологий;
- оценка стоимости реализации проекта, включая строительство очистных сооружений, водозаборных узлов и систем подготовки питьевой воды.

Четвертый этап – разработка технического задания:

- формулирование требований к системам водоснабжения и канализации, учитывая их взаимодействие с отопительной системой;
- уточнение параметров для системы управления и автоматизации, обеспечивающей эффективную и экономичную эксплуатацию.

Пятый этап – детальное проектирование:

- разработка подробных схем и чертежей, включая расположение труб, очистных сооружений, водозаборных узлов и других элементов систем;
- выбор оборудования и материалов, оптимально подходящих для заданных условий и требований.

Шестой этап – разработка проектной и рабочей документации:

- подготовка документации, описывающей все аспекты систем водоснабжения и канализации, включая технологические процессы очистки и подготовки воды;
- создание инструкций для строительства, монтажа, пусконаладочных работ и эксплуатации систем.

Ну и, наконец, последний этап – экспертиза и согласование проекта на соответствие нормам и стандартам безопасности, экологии и санитарии.

На третьем месте по значимости в процессе проектирования современных инженерных сетей находятся системы вентиляции и кондиционирования. Растущие требования к качеству воздуха, температурному режиму и влажности в помещениях, обусловленные как развитием новых производственных технологий, так и появлением высокотехнологичного оборудования, делают эти системы неотъемлемым элементом современных зданий.

Разработка эффективных систем вентиляции и кондиционирования требует комплексного подхода, который будет учитывать специфику использования здания, а также необходимость обеспечения оптимальных условий для комфорта людей и бесперебойной работы оборудования. Если речь идет о промышленных помещениях, то важно предусмотреть системы, способные обеспечивать стабильную температуру и влажность, необходимые для производственных процессов, а также отвод вредных выбросов.

Внедрение систем принудительной приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования в жилых и общественных зданиях стало стандартом, который необходим для комфортного проживания и пребывания людей. Достичь высокой эффективности и экономии энергоресурсов также позволяет интеграция с системами холодоснабжения, где температура в различных зонах здания может регулироваться индивидуально с помощью холодильных машин.

При проектировании систем вентиляции и кондиционирования особое внимание необходимо уделить не только техническим характеристикам оборудования, но и его энергоэффективности. Применение современных энергосберегающих технологий, например, рекуперации тепла, значительно позволит снизить энергопотребление при обеспечении необходимого микроклимата в помещениях. Это возможно благодаря использованию теплообменников, которые возвращают часть тепла или холода из вытяжного воздуха обратно в систему, сокращая тем самым потребление энергии на подогрев или охлаждение приточного воздуха.

Необходимо рассмотреть рассмотрим ключевые этапы этого процесса:

Первый этап – анализ потребностей и планирование:

- определение требований к качеству воздуха, температуре и влажности в зависимости от назначения помещений, учитывая как комфорт людей, так и требования к работе оборудования;
- изучение особенностей здания, его архитектурных и конструктивных особенностей для определения возможных вариантов систем вентиляции и кондиционирования.

Второй этап – разработка концепции системы:

- выбор типа системы вентиляции (естественная, принудительная приточно-вытяжная вентиляция, механическая вентиляция и т.д.) и системы кондиционирования воздуха, а также определение потребности в системах холодоснабжения;
- разработка предварительных схем расположения оборудования и каналов вентиляции с учетом архитектурных особенностей здания и требований к эффективности и экономии энергии.

Третий этап – технико-экономическое обоснование:

- расчет необходимой мощности оборудования и объема воздухообмена для обеспечения оптимального микроклимата;
- оценка экономической эффективности предлагаемых решений, включая анализ стоимости оборудования, установки и эксплуатации, а также расчет сроков окупаемости инвестиций.

Четвертый этап – разработка технического задания:

- формулирование технических требований к системам вентиляции и кондиционирования (параметры качества воздуха, температурные и влажностные режимы);
- определение требований к энергоэффективности и экологическим характеристикам системы.

Пятый этап – проектирование:

- подробное проектирование систем, включая разработку технических решений, выбор оборудования, расчет воздуховодов и каналов, а также систем управления и автоматизации;
- интеграция системы с другими инженерными системами здания, такими как отопление и водоснабжение, для обеспечения эффективного взаимодействия и оптимизации работы.

Этап шестой – разработка проектной и рабочей документации: создание полного пакета проектной документации, куда входят чертежи, схемы расположения оборудования и каналов, а также спецификации и технические условия на установку и эксплуатацию.

На седьмом этапе происходит проведение экспертизы проекта на соответствие нормам и стандартам, включая требования пожарной безопасности, санитарно-эпидемиологические нормы и стандарты энергоэффективности.

После чего производится проектирование электричества, без которого невозможно нормальное функционирование систем отопления, водоснабжения и водоотведения, а также вентиляции, не говоря уж об оборудовании. Электросети должны соответствовать следующим требованиям [3, с. 45]:

- бесперебойная и стабильная подача электроэнергии;
- безопасность сетей для пользователей;
- соответствие электросистем всем действующим нормам и стандартам;
- безопасность электросетей при их регулярном обслуживании.

Проектировщики также должны предусмотреть возможности увеличения нагрузки электросистемы, ее автоматизацию и минимизацию расходов на эксплуатацию сетей.

Проектирование электросети также подразделяется на несколько этапов:

Первый этап – анализ потребностей и исходных данных:

- оценка общей потребности в электроэнергии здания, исходя из предполагаемых нагрузок всех инженерных систем и оборудования;
- изучение условий подключения к внешним источникам питания и существующей инфраструктуры электроснабжения.

Второй этап – разработка концепции системы электроснабжения:

- выбор системы электроснабжения (централизованное, резервное, автономное) в зависимости от требований к надежности и безопасности;

- планирование распределительной сети внутри здания, включая определение мест расположения щитов, кабельных трасс и оборудования.

Третий этап – технико-экономическое обоснование:

- расчет стоимости реализации системы электроснабжения, включая оборудование, материалы и работу;
- анализ возможностей для оптимизации расходов на электроэнергию, в том числе через использование энергосберегающих технологий.

Четвертый этап – разработка технического задания:

- формулирование требований к электроснабжению, учитывая все аспекты безопасности, надежности и экономичности;
- учет возможного будущего расширения системы и увеличения нагрузок без существенных изменений инфраструктуры.

Пятый этап – проектирование:

- разработка схем электроснабжения, включая выбор оборудования (кабели, автоматы, УЗО, щиты и т.д.);
- расчет и проектирование системы автоматизации управления электроснабжением для повышения его эффективности и безопасности.

Шестой этап – разработка проектной и рабочей документации:

- создание полного комплекта документации, включающего все необходимые чертежи, схемы и спецификации;
- подготовка технических условий для установки, пусконаладочных работ и дальнейшей эксплуатации системы.

На седьмом этапе проводится экспертиза проекта на соответствие действующим нормам и стандартам, в том числе требованиям пожарной безопасности и электробезопасности.

Следующим шагом является разработка системы освещения. Сюда входит подбор осветительных приборов и расчет освещенности для создания комфортных условий для проживания и работы, а также энергоэффективности и соответствия нормативам по освещенности. Важно уделить внимание проектированию противопожарных систем: систем оповещения, пожаротушения и эвакуации. Они предназначены для минимизации рисков и обеспечения безопасности людей и имущества в случае пожара.

Следующим этапом является разработка систем телекоммуникаций, куда входит интернет-инфраструктура, системы видеонаблюдения, связи и данных. Они играют ключевую роль в обеспечении бесперебойной коммуникации и безопасности зданий.

Для того, чтобы упростить процесс проектирования можно использовать BIM (Building Information Modeling) – это современная технология и процесс, который позволяет архитекторам, инженерам, строителям и владельцам проектов совместно проектировать, визуализировать, симулировать и управлять информацией о строительстве и эксплуатации объектов на протяжении всего их жизненного цикла, от концепции до сноса.

Применение BIM в процессе проектирования инженерных систем зданий значительно повышает его эффективность, позволяя достичь следующих преимуществ:

1. Улучшение визуализации проекта. BIM предоставляет трехмерное представление строения, благодаря чему можно лучше понять проект в целом и оценить влияние отдельных элементов системы друг на друга и на общую функциональность здания.

2. Координация и интеграция. Технология BIM позволяет синхронизировать работу различных специалистов, вовлеченных в проект, обеспечивая высокую степень интеграции и координации всех инженерных систем, что снижает вероятность ошибок и несоответствий в проекте.

3. Оптимизация процессов. Благодаря BIM можно проводить анализ эффективности проектируемых систем, оптимизировать их работу, выбирать наиболее подходящее оборудование и материалы, а также предсказывать и управлять затратами на строительство и эксплуатацию объекта.

4. Поиск конфликтов. Главным преимуществом BIM является возможность автоматического обнаружения конфликтов между различными системами (например, между вентиляционными каналами и несущими конструкциями) еще на стадии проектирования, что позволяет избегать дорогостоящих изменений в процессе строительства.

5. Поддержка устойчивого развития. При помощи данного инструмента, можно разрабатывать более энергоэффективные и экологически устойчивые решения за счет анализа энергопотребления и выбора оптимальных технологий.

6. Управление данными в реальном времени. Благодаря BIM обеспечивается доступ к актуальной информации о проекте для всех участников на всех этапах его реализации, облегчая процесс внесения изменений, обновления документации и управления строительством.

Таким образом, проектирование внутренних инженерных систем здания – это комплексный процесс, который требует междисциплинарного подхода и внимания к деталям на каждом этапе. От систем отопления, водоснабжения и канализации до систем электроснабжения, освещения, противопожарной безопасности и телекоммуникаций – каждый элемент важен для создания функционального, комфортного и безопасного пространства.

Список литературы

1. Бутко Д.А. Проектирование сооружений водопровода и канализации/Д.А.Бутко, В.А.Лысов, Л.И.Нечаев//Строительство и архитектура–2015: материалы международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 26–27 ноября 2015 года/ФГБОУ ВПО «Ростовский гос.строит.университет», Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация строителей Дона. Том 2. – Ростов-на-Дону: Редакционно-издательский центр РГСУ, 2015. – С. 103-105.
2. Квасов, И. С. Проектирование распределительных систем отопления/ И. С. Квасов, М. Я. Панов // Программные средства для информатизационных технологий, используемых во ВГАСУ: Аннотированный каталог. – 2-е издание, дополненное. – Воронеж: Воронежских государственный архитектурно-строительный университет, 2002. – С. 33.
3. Проектирование и электрическая часть // Светотехника. – 2006. – № S5. – С. 43-50.
4. Шапенкова, А. В. Методы и подходы к проектированию эффективных систем отопления и вентиляции в производственных помещениях / А. В. Шапенкова // Молодой ученый. – 2023. – № 47(494). – С. 37-40.

References

1. Butko, D. A. Design of water supply and sewerage structures / D. A. Butko, V. A. Lysov, L. I. Nechaeva // Construction and Architecture 2015 : materials of the International scientific and Practical conference, Rostov-on-Don, November 26-27, 2015 / Rostov State University of Civil Engineering, Union of Builders of the Southern Federal District, Association of Builders of the Don. Volume 2. – Rostov-on-Don: Editorial and Publishing Center of the Russian State University of Economics, 2015. – pp. 103-105.
 2. Kvasov, I. S. Design of distribution heating systems/ I. S. Kvasov, M. Ya. Panov // Software tools for informatization technologies used in VGASU: An annotated catalog. – 2nd edition, supplemented. Voronezh: Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, 2002. - p. 33.3.
 3. Design and electrical part // Lighting Engineering. - 2006. – No. S5. – pp. 43-50.
 4. Shapenkova, A.V. Methods and approaches to the design of efficient heating and ventilation systems in industrial premises / A.V. Shapenkova // Young Scientist. – 2023. – № 47(494). – pp. 37-40.
-