

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

*А. М. ЗИМИЧ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

**Актуальность.** Увеличение численности населения и стремительная урбанизация требуют эффективных и устойчивых инженерных решений для обеспечения необходимой инфраструктуры, таких как водо-, электро-, тепло- и газоснабжение. Современные инженерные системы должны учитывать экологические аспекты. Развитие новых технологий, таких как Интернет вещей (*IoT*), автоматизация и цифровизация, открывает новые возможности для проектирования эффективных интеллектуальных инженерных систем. В глобальном масштабе наблюдается тренд на устойчивую архитектуру и «умные города», что требует комплексного подхода к проектированию инженерных систем и их адаптации к меняющимся условиям [1].

**Цель работы** – исследование и систематизация подходов к проектированию объектов инженерных систем с целью создания эффективных, устойчивых и безопасных инженерных решений, способствующих оптимизации эксплуатации ресурсов и минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

### **Основные результаты.**

#### ***Общие принципы и стандарты проектирования инженерных систем***

Проектирование инженерных систем – это сложный процесс, требующий строгого соблюдения нормативных документов и стандартов. Важным аспектом является соблюдение требований к энергоэффективности и экологичности. Современные проекты все чаще разрабатываются с использованием BIM-технологий (*Building Information Modeling*), позволяющих создавать трехмерные модели зданий и инженерных систем, что значительно повышает точность и эффективность проектирования. Общие требования к надежности систем включают минимальные коэффициенты запаса прочности для трубопроводов и оборудования и расчеты рисков и вероятности отказов. При выборе материалов и оборудования необходимо учитывать требования нормативных документов и отдавать предпочтение качественной продукции от проверенных отечественных и зарубежных производителей.

Процесс проектирования состоит из этапов от разработки технического задания до подготовки рабочей документации. На первом этапе разрабатывается концепция и выбираются оптимальные решения. Затем проектная документация согласовывается с заинтересованными организациями. На этапе строительства и монтажа осуществляется авторский надзор, позволяющий контролировать соответствие выполненных работ проектным решениям. Анализ успешных проектов и типичных ошибок позволяет избежать повторения ошибок и внедрять современные инженерные решения. При проектировании

необходимо учитывать климатические особенности региона и экономическую целесообразность применяемых решений.

***Проектирование систем газо-, тепло-, водоснабжения, канализации, автоматической пожарной сигнализации и систем для сельского хозяйства***

Проектирование *систем газоснабжения* включает расчет потребления газа, выбор оборудования, определение диаметров газопроводов и давления газа. Важным элементом являются газорегуляторные пункты (ГРП) и шкафные газорегуляторные пункты (ШГРП), обеспечивающие поддержание необходимого давления газа в системе. Системы контроля загазованности и автоматического отключения газа обеспечивают безопасность эксплуатации газового оборудования. В современных проектах в настоящее время предусматривается интеграция систем газоснабжения с системами «умный дом», что позволяет автоматизировать управление газовым оборудованием.

При проектировании *систем теплоснабжения* необходимо выполнить расчет тепловых нагрузок и выбрать источники тепла. Проектирование тепловых сетей и тепловых пунктов также является важной задачей. В современных проектах все чаще используются возобновляемые источники энергии: солнечные коллекторы и тепловые насосы. Автоматизация управления тепловыми сетями и системами отопления позволяет повысить эффективность использования энергии и снизить затраты на отопление. Применение современных теплоизоляционных материалов снижает теплопотери и повышает энергоэффективность зданий.

Проектирование *систем водоснабжения и канализации* включает расчет потребления воды и выбор насосного оборудования [2]. Важным этапом является проектирование систем водоподготовки и очистки сточных вод. В качестве трубопроводов используются современные полимерные трубы, которые обладают высокой коррозионной стойкостью и долговечностью [3]. Системы учета и контроля расхода воды позволяют контролировать потребление воды и выявлять утечки. Разделение систем водоснабжения на хозяйственно-питьевые и противопожарные обеспечивает надежное водоснабжение при пожаре.

Автоматическая *пожарная сигнализация* проектируется на основе определения категорий пожарной опасности помещений. Выбор типа пожарных извещателей и систем оповещения зависит от особенностей объекта. Проектирование систем автоматического пожаротушения (водяное, пенное, газовое) позволяет быстро локализовать и потушить пожар. Интеграция систем пожарной сигнализации с системами управления зданием обеспечивает комплексную безопасность объекта. Важным требованием является обеспечение надежного электроснабжения систем пожарной сигнализации.

Для сельского хозяйства проектируются системы орошения и полива, которые обеспечивают оптимальное увлажнение почвы. Используются различные методы орошения: капельное орошение, дождевание и подпочвенное

орошение. Выбор насосного оборудования и трубопроводов зависит от площади орошаемого участка и требований к поливу. Автоматизация управления системами орошения позволяет оптимизировать расход воды и повысить урожайность. Также проектируются системы водоотведения и очистки стоков животноводческих комплексов, системы вентиляции и отопления теплиц и животноводческих помещений. В некоторых проектах используется геотермальная энергия для отопления теплиц. На рисунке 1 представлен пример проектирования объекта внутренними сетями.

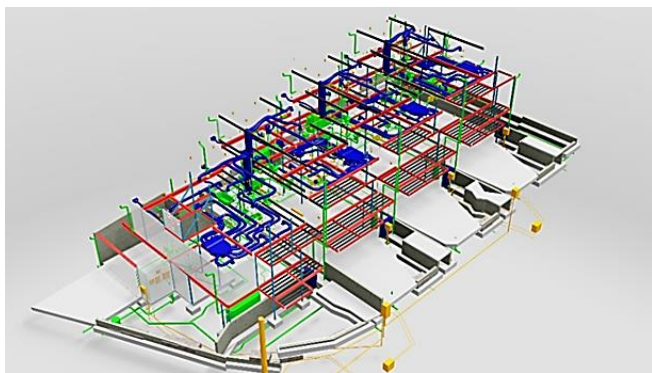


Рисунок 1 – Проект размещения инженерных сетей

### ***Интеграция инженерных систем и обеспечение безопасности***

При проектировании необходимо применять комплексный подход, который предполагает увязку всех инженерных систем между собой. Разрабатывается единая диспетчерская система управления зданием (BMS), которая позволяет контролировать и управлять всеми инженерными системами. Интеграция систем безопасности (охранная сигнализация, видеонаблюдение, контроль доступа) обеспечивает комплексную защиту объекта от несанкционированного доступа. Важным аспектом является обеспечение электромагнитной совместимости оборудования. Для обеспечения взрыво- и пожаробезопасности необходимо выполнять расчет зон безопасности вокруг газопроводов и оборудования, применять взрывозащищенное оборудование и обеспечивать огнестойкость строительных конструкций. Для охраны окружающей среды необходимо минимизировать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и водоемы, утилизировать отходы строительства и эксплуатации и использовать экологически чистые материалы.

Для успешной реализации проекта необходимо организовать процесс проектирования и строительства, разработать календарный план-график работ, распределить ответственность между участниками проекта и организовать строительный контроль и технический надзор. Для получения разрешительной документации необходимо пройти экспертизу проектной документации, получить разрешения на строительство и ввод объекта в эксплуатацию. Важным

этапом является контроль качества проектных и строительно-монтажных работ, включающий входной контроль материалов и оборудования, операционный контроль при выполнении работ и приемочный контроль после завершения работ. По завершении проекта оформляется исполнительная документация, включающая акты скрытых работ, протоколы испытаний и измерений и сертификаты соответствия на материалы и оборудование. После завершения строительства осуществляется мониторинг и анализ результатов реализации проекта, оценивается соответствие фактических показателей проектным, выявляются отклонения и разрабатываются корректирующие мероприятия, а также готовится отчет о завершении проекта и передается заказчику.

**Выводы.** Проектирование объектов инженерных систем представляет сложный и многогранный процесс, который требует глубоких знаний в области инженерии, строительства и управления. Эффективное проектирование обеспечивает не только функциональность и надежность систем, но и их устойчивость к внешним воздействиям и изменениям.

#### Список литературы

1 Епифанов, В. А. Создание современных систем нормативов и стандартов в проектировании объектов различного назначения в России / В. А. Епифанов // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2021. – № 16–1. – С. 321–324.

2 Георгиева, А. Й. Оптимизация процесса проектирования систем водоснабжения в зданиях / А. Й. Георгиева // Технические науки – от теории к практике. – 2012. – № 6. – С. 94–97.

3 Кудина, Е. Ф. Защита газо-нефтепроводов от внешних повреждений. Ч. 1. Полимерные материалы (обзор) / Е. Ф. Кудина // Нефтяник полесья. – 2013. – № 2 (24). – С. 88–93.

УДК 539.3

#### МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ВОЛНЫ ПРИ ГИДРОУДАРЕ В ДВУХСЛОЙНЫХ ОРТОТРОПНЫХ ТРУБАХ

*С. В. КИРГИНЦЕВА, В. В. МОЖАРОВСКИЙ*

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,*

*Республика Беларусь*

*kirgintseva.s@mail.ru, val-mozh@yandex.ru*

**Актуальность.** В случае, если инфраструктуры водопроводов устарели, необходим ремонт, который бывает очень дорогостоящим, поэтому требуется использовать новые бестраншейные технологии для ремонта трубопроводов (CIPP) [1], то есть на основе метода вставки отвержденной, пропитанной смолой трубы («чулка»), которая часто бывает композитной. Разработка и развитие теории на базе механики элементов конструкций из