

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ZULU НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКОВ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ Г. БАРНАУЛА

О. Е. Панфилова, И. А. Бахтина, Т. Ю. Иванова

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Приведены основные виды расчётов при оптимизации систем теплоснабжения с помощью электронной модели Zulu на примере различных участков тепловой сети г. Барнаула. Приведены основные этапы оптимизации систем централизованного теплоснабжения.

Ключевые слова: система теплоснабжения, оптимизация, электронная модель, расчётная модель, гидравлический режим, тепловой режим, программный комплекс Zulu.

Системы теплоснабжения России являются самыми крупными и наиболее затратными. Поэтому их оптимизация отвечает государственной задаче экономии энергии и повышения энергоэффективности. Основными элементами системы теплоснабжения являются: источник тепла (ТЭЦ, котельная), тепловые сети и потребители тепла. Существующие тепловые сети были созданы в период массового жилищного строительства в 1960-1980^х годах и с тех пор серьезной реконструкции не подвергались. В тот период отсутствовали технологии, позволяющие создавать и сохранять проекты строящихся тепловых сетей в электронном виде. Также для большинства тепловых сетей проекты в бумажном виде не сохранились до настоящего времени. Кроме того, часто при строительстве вносились изменения в существующий проект, а с момента создания существующих тепловых сетей изменился состав потребителей: многие заводы и предприятия закрылись, жилищный сектор также претерпел изменения (вместо малоэтажной застройки в городах появились многоэтажные жилые районы) и т.п. Ввиду изменения состава потребителей изменились и существующие тепловые нагрузки. Всё вышеперечисленное в настоящее время приводит к неоптимальному режиму работы различных участков тепловых сетей, а, следовательно, высокие затраты при их эксплуатации.

Первым шагом для оптимизации существующих тепловых сетей и создании эффективных тепловых сетей при новом строительстве, согласно требованиям Федерального закона ФЗ-190 «О теплоснабжении», является создание схем и электронных моделей систем теплоснабжения.

Электронная модель системы теплоснабжения представляет собой математическую модель данной системы с привязкой к топографической основе населённого пункта, позволяющая моделировать все процессы, протекающие в системе теплоснабжения. Необходимость создания электронных моделей систем теплоснабжения и требования к ним зафиксированы в п. 3 Постановления Правительства РФ от 22 февраля 2012 г. № 154 «О требованиях к системам теплоснабжения, порядку их разработке и утверждения».

В настоящее время эффективным инструментом создания электронных моделей инженерных сетей является геоинформационная система ZuluGIS и программно-расчётный комплекс ZuluThermo, разработанная компанией «Политерм». Данная программа позволяет решить следующий круг задач, возникающий при проектировании, наладке и проверке тепловой сети [1, 2]:

1) автоматически создавать электронную модель системы теплоснабжения при нанесении её на карту города с графическим представлением объектов, согласно нормативным документам, с привязкой к топографической основе, выполненной в местной или географической системе координат, с полным топологическим описанием связности объектов;

2) проводить паспортизацию системы теплоснабжения и расчётных единиц территориального деления, включая административное;

3) выполнять гидравлический расчёт тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчёт при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть;

4) моделировать все виды переключений, осуществляемые в тепловых сетях, в том числе переключения тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;

5) выполнять расчёт балансов по сетевой воде и тепловой энергии по каждому источнику тепловой энергии;

6) осуществлять расчёт потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя;

7) проводить групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения;

8) строить пьезометрические графики и производить их сравнение для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей;

9) строить зоны влияния источников на сеть;

10) выполнять реконструкцию тепловых сетей, связанную с увеличением диаметра трубопроводов для обеспечения перспективных приростов тепловой нагрузки или с переводом системы на пониженные параметры теплоносителя;

11) рассчитывать температурный график отпуска тепловой энергии для каждого источника тепловой энергии;

12) проводить расчет показателей надежности теплоснабжения.

Оптимизация систем теплоснабжения – многоэтапный процесс, зависящий от поставленных цели и задач. Основными этапами при оптимизации систем централизованного теплоснабжения являются:

1) Занесение данных о тепловой сети с привязкой к топографической основе населённого пункта с помощью графического редактора ZuluGIS и создание баз данных по объектам тепловой сети. Таким образом, создаётся электронная модель и одновременно формируется расчётная модель тепловой сети объекта.

2) Комплексный анализ и оценка электронной модели. На данном этапе в зависимости от цели оптимизации тепловой сети выполняется конструкторский, наладочный или поверочный расчёт тепловой сети.

Для уже построенных тепловых сетей с существующими источниками теплоснабжения, как для г. Барнаула, как правило, требуется поверочный расчёт. В результате поверочного расчёта определяются фактические расходы теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей; напоры в узловых точках сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей; температуры теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь); температуры внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температуры теплоносителя на входе и выходе в каждую систему теплоснабжения. Если в тепловую сеть поступает теплоноситель от нескольких источников, то определяется распределение теплоносителя и тепловой энергии между источниками; подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями и определяются зоны влияния источников на сеть. По результатам расчёта строится пьезометрический график (рисунок 1).

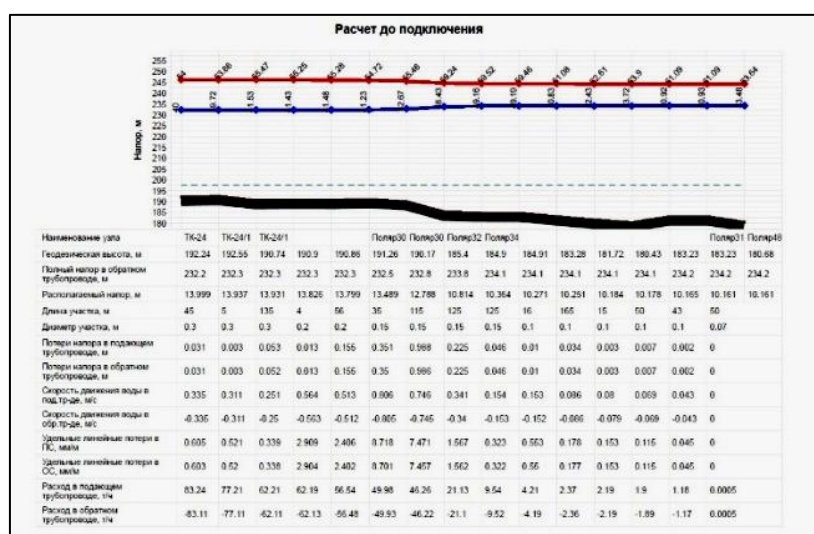


Рисунок 1 – Пьезометрический график по результатам поверочного расчёта тепловой сети до подключения потребителя


```
----- Подбор диаметров для подсети от узла: ID=515 -----  
Кодировка сети...  
Расчет потокораспределения...  
Расчет диаметров #2...  
  
Подбор напора...  
Запись результатов по объектам 'Участки'  
Минимально необходимый напор в узле подключения ID=515: 197.009 м  
Расчет окончен!  
Время - 00:00:05
```

Рисунок 3 – Результат конструктивного расчёта

В результате конструктивного расчёта определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети. Результаты расчёта записываются в базу данных по объектам и в окне сообщений выводится информация о необходимом располагаемом напоре в узле подключения (рисунок 3).

В ходе эксплуатации тепловой сети происходит изменение различных параметров: изменяются сопротивление трубопроводов и теплообменников на тепловых пунктах ввиду зарастания; у потребителей изменяется конфигурация и параметры (установка новых радиаторов, замена подводов, установка регуляторов, разукomплектованность элеваторных узлов, самовольное нарушение потребителями схем присоединения (установленных проектами, техническими условиями и договорами) и т.п.).

Любые изменения приводят к изменению режимов работы, разрегулировки тепловой сети, а, следовательно, понижению качества поставки тепловой энергии потребителям и повышенным расходам теплоносителя. Для обеспечения потребителей расчётным количеством теплоносителя и тепловой энергии в данном случае выполняется наладочный расчёт тепловой сети.

Наладка достигается регулировкой гидравлического режима за счёт установки дроссельных шайб, смесительных устройств, элеваторов и их сопел и подбора их необходимых диаметров. В результате расчёта определяются:

- а) по участкам тепловой сети: потери напора и теплоты, скорости движения воды;
- б) по узловым точкам тепловой сети: располагаемые напоры, температуры и давление теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах;
- в) у потребителей: величины избыточных напоров; диаметры, типы и конструктивные размеры дроссельных шайб, сопел и смесительных устройств; а также температу-

ры внутреннего воздуха и температуры воды в системе горячего водоснабжения.

Независимо от вида расчёта (поверочного, конструктивного, наладочного) необходимо создать гидравлический режим работы тепловой сети, обеспечивающий требуемое давление для работы теплопотребляющих установок потребителей, с учётом заданных расходов сетевой воды и тепловой нагрузкой. Гидравлический режим зависит от характеристики основных элементов системы теплоснабжения: водоподогревательной установки источника тепловой энергии, параметров тепловой сети и теплопотребляющих установок.

Необходимо учесть взаимосвязанность гидравлического и теплового режима систем теплоснабжения. Оптимизация теплового и гидравлического режимов системы теплоснабжения с помощью расчётов в Zulu позволяет повысить энергоэффективность и надёжность функционирования системы и обеспечить требуемое качество отпускаемой тепловой энергии в соответствии с запросами потребителей.

Таким образом, на данном этапе после расчёта производится комплексный анализ функционирования системы теплоснабжения, при необходимости определяются проблемные участки или объекты тепловой сети; оценивается резерв мощности и пропускной способности; выдаются рекомендации по оптимизации режимов, закольцовок и т.п.

3) На данном этапе разрабатывается схема теплоснабжения и оценивается электронная модель системы теплоснабжения с учётом генерального плана населённого пункта; проектов подключения новых теплопотребителей; требований энерго- и ресурсосбережения. Результат на данном этапе – это разработка перечня мероприятий по энерго- и ресурсосбережению и плана их внедрения. На данном этапе для достижения энерго- и ресурсосбережения систем теплоснабжения может быть предусмотрено:

а) замена, ремонт, реконструкция или строительство новых источников тепла, тепловых пунктов, насосных станций или тепловых сетей;

б) автоматизация, диспетчеризация или телемеханика источников тепла, тепловых пунктов, включая внедрение погодозависимых индивидуальных тепловых пунктов у потребителей.

4. Расчёт технико-экономического эффекта от разработанных мероприятий энерго- и ресурсосбережения.

5. Для разработанной схемы теплоснабжения с учётом применяемых мероприятий разработка инвестиционных программ.

6. Внедрение и реализация мероприятий по реконструкции, модернизации или совершенствованию систем теплоснабжения и её элементов.

7. Корректировка на основе внедрённых мероприятий модели и системы теплоснабжения; её дальнейшее совершенствование.

Оптимизация теплового и гидравлического режимов системы теплоснабжения позволяет сократить расход топлива за счёт ликвидации перегрева систем теплоснабжения и уменьшения тепловых потерь; сократить расход электроэнергии на перекачку теплоносителя за счёт снижения удельного расхода сетевой воды и возможного отключения излишних насосных агрегатов; сократить капитальные затраты на развитие системы при присоединении новых потребителей, за счёт оптимизации системы при многовариантном проектировании тепловой сети; сократить расхода тепловой энергии, связанной за счёт уменьшения расхода подпиточной воды и сокращения расхода химически очищенной воды на подпитку тепловых сетей.

Всё вышеперечисленное позволяет получить технико-экономический эффект при оптимизации системы теплоснабжения. И, безусловно, наибольший эффект достигается за счёт применения электронной модели системы теплоснабжения в Zulu, ввиду больших возможностей различных расчётов и учёта перспективы развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Продукт ZuluThermo [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.politerm.com/products/thermo/zuluthermo/>.

2. Online Справка по ZuluThermo (8 версия) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.politerm.com/zuluthermo/webhelp/index.html>.

Панфилова О.Е. – студентка гр. 8С-61(з) ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: oliga94x@mail.ru.

Бахтина И.А. – к.т.н., доцент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: bia-altai@mail.ru.

Иванова Т.Ю. – к.т.н., доцент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: trodivilina@mail.ru.

УДК 69.059.7

ИЗМЕНЕНИЕ РЫНОЧНОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ ПРИ РАЗВИТИИ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В. В. Перфильев, П. Т. Авкопашвили, И. О. Немченко, А. В. Иляхин

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Изучены факторы, влияющие на изменение стоимости объектов недвижимости. Рассмотрены проблемы, возникающие при развитии застроенных территорий. Проведен анализ положительного опыта в их решении. Внесены предложения по повышению эффективности использования территории Барнаула.

Ключевые слова: объекты недвижимости, развитие застроенных территорий, реновация, ветхое и аварийное жилье, расселение, застройщик, финансирование

Многие города за рубежом и в России столкнулись с необходимостью развития существующей застройки взамен нового строительства на новых территориях [1]. Для Барнаула реконструкция и обновление приобретают первоочередное значение вследствие специфики его местоположения. Город находится в излучине р. Обь [2].

С другой стороны, свободные территории ограничены зоной аэропорта и реликто-

вым бором. Отметим также, что значительная часть жилых жилья в городах существенно изношена, наблюдается рост числа аварийных домов. Нуждаются в реконструкции объекты инженерной и транспортной инфраструктур. Поэтому, на наш взгляд, необходимо изучить и провести анализ накопленного положительного опыта в данной сфере, как зарубежного, так и отечественного.

Последние десятилетия за рубежом по-