

«Согласовано»

Глава администрации

города Джанкой Республики Крым

Белашова Л. В.

«__»_____2016 г.



**Схема теплоснабжения городского
округа Джанкой Республики Крым
на 2016-2031 г.г.**

Обосновывающие материалы

Глава 3

**Электронная модель системы теплоснабжения
городского округа Джанкой**

009.СТС.016.004.003.000

Разработчик

НП «Энергоэффективный город»

Исполнительный директор

Силинский В. П.

«__»_____2016 г.

Москва 2016

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

СОСТАВ ДОКУМЕНТА

Наименование документа	Шифр
Схема теплоснабжения городского округа Джанкой Республики Крым на период 2016-2031 гг. (Утверждаемая часть)	009.СТС.016.000.000.000
Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения городского округа Джанкой Республики Крым на период 2016-2031 гг.	
Глава 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения	009.СТС.016.000.001.000
Глава 2. Перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения	009.СТС.016.000.002.000
Глава 3. Электронная модель системы теплоснабжения поселения, городского округа	009.СТС.016.000.003.000
Глава 4. Перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки	009.СТС.016.000.004.000
Мастер-план	Шифр не присваивается
Глава 5. Перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах	009.СТС.016.000.005.000
Глава 6. Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии	009.СТС.016.000.006.000
Глава 7. Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей и сооружений на них	009.СТС.016.000.007.000
Глава 8. Перспективные топливные балансы	009.СТС.016.000.008.000
Глава 9. Оценка надежности теплоснабжения	009.СТС.016.000.009.000
Глава 10. Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение	009.СТС.016.000.010.000
Глава 11. Обоснование предложения по определению единой теплоснабжающей организации	009.СТС.016.000.011.000

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой в топографической основе поселения, городского округа и с полным топологическим описанием связности объектов.	11
2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения.....	29
3. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное.....	53
4. Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.....	55
5. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.....	79
6. расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и территориальному признаку.....	91
7. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя.....	91
8. Расчет показателей надежности теплоснабжения.	93
9. групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.....	94
10. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.....	96
11. Список литературы.....	98

ВВЕДЕНИЕ

Под электронной моделью системы теплоснабжения городского округа Джанкой понимается математическая модель этой системы, привязанная к топографической основе городского округа, предназначенная для имитационного моделирования всех процессов, протекающих в системе теплоснабжения.

Электронная модель системы теплоснабжения городского округа Джанкой предназначена для:

- 1) Хранения и актуализации данных о тепловых сетях и сооружениях на них, включая технические паспорта объектов системы теплоснабжения и графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе города с полным топологическим описанием связности объектов;
- 2) Выполнения гидравлического расчета тепловых сетей (любой степени закольцованности), в том числе гидравлического расчета тепловых сетей при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть;
- 3) Моделирования всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;
- 4) Расчета энергетических характеристик тепловых сетей по показателю «потери тепловой энергии» и «потери сетевой воды»;
- 5) Группового изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения;
- 6) Расчета и сравнения пьезометрических графиков для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей;
- 7) Автоматизированного формирования пути движения теплоносителя до произвольно выбранного потребителя с целью расчета вероятности безотказной работы (надежности) системы теплоснабжения

относительно этого потребителя;

8) Автоматизированного расчета отключенных от теплоснабжения потребителей при повреждении произвольного (любого) участка тепловой сети;

9) Определения существования пути движения теплоносителя до выбранного потребителя при повреждении произвольного участка тепловой сети;

10) Расчета эффективного радиуса теплоснабжения в зонах действия изолированных систем теплоснабжения на базе единственного источника тепловой энергии.

Расчетные модули электронной модели системы теплоснабжения городского округа Джанкой разработаны в программном комплексе ZuluThermo, основой которого является географическая информационная система (ГИС) Zulu. При помощи ГИС создана карта города, на которую нанесены тепловые сети. Модули электронной модели позволяют произвести расчет тупиковых и кольцевых сетей многотрубных систем теплоснабжения с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающими от одного или нескольких источников. В модели предусмотрено выполнение теплогидравлического расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по различным схемам. Расчет систем теплоснабжения производится с учетом утечек из тепловой сети и систем теплопотребления, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети. Расчет тепловых потерь ведется либо по нормативным потерям, либо по фактическому состоянию изоляции. Результаты расчетов представляются в табличном и графическом виде и могут быть экспортированы в MS Excel. Картографический материал и схемы тепловых сетей могут быть оформлены в виде документа с использованием макета печати.

Базовый комплекс электронной модели включает следующие расчетные модули:

- модуль наладочного расчета;
- модуль поверочного расчета;
- модуль конструкторского расчета;
- модуль расчета температурного графика;
- модуль построения пьезометрического графика;
- модуль решения коммутационных задач;
- модуль расчета нормативных потерь тепла через изоляцию.

Наладочный расчет тепловой сети выполняется с целью достижения качественного обеспечения всех потребителей, подключенных к тепловой сети, необходимым количеством тепловой энергии и сетевой воды при оптимальном режиме работы системы централизованного теплоснабжения в целом.

В результате наладочного расчета определяются номера элеваторов, диаметры сопел и дросселирующих устройств, а также места их установки. Расчет проводится с учетом различных схем присоединения потребителей к тепловой сети и степени автоматизации подключенных тепловых нагрузок. При этом на потребителях могут устанавливаться регуляторы расхода, нагрузки и температуры. В тепловой сети устанавливаются насосные станции, регуляторы давления, регуляторы расхода, кустовые шайбы и перемычки.

Поверочный расчет тепловой сети выполняется с целью определения фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количества тепловой энергии, получаемой потребителем при заданной температуре воды в подающем трубопроводе и располагаемом напоре на источнике.

Математическая имитационная модель системы теплоснабжения, предназначенная для решения поверочной задачи, позволяет анализировать гидравлический и тепловой режим работы системы, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей. Расчеты проводятся с различными исходными данными, в том числе при аварийных ситуациях: отключении отдельных участков тепловой сети, передаче воды и

тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т.п. В качестве теплоносителя используется вода (могут использоваться антифриз или этиленгликоль).

Расчёт тепловых сетей проводится с учётом:

- утечек из тепловой сети и систем теплопотребления;
- тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети;
- фактически установленного оборудования на абонентских вводах и тепловых сетях.

Поверочный расчет позволяет рассчитать любую аварию на трубопроводах тепловой сети и источнике теплоснабжения. В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), температура внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температура воды на входе и выходе в каждую систему теплопотребления. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями. Определяются зоны влияния источников на сеть.

Конструкторский расчет тепловой сети выполняется с целью определения диаметров трубопроводов тупиковой и кольцевой тепловой сети при пропуске по ним расчетных расходов при заданном (или неизвестном) располагаемом напоре на источнике. Расчетный модуль используется при:

- проектировании новых тепловых сетей;
- реконструкции существующих тепловых сетей;
- выдаче разрешений на подключение новых потребителей к существующей тепловой сети.

В качестве источника теплоснабжения может использоваться любой узел системы теплоснабжения (например, тепловая камера). Для более гибкого решения задачи предусмотрена возможность задания для

каждого участка тепловой сети либо оптимальной скорости движения воды, либо удельных линейных потерь напора. В результате расчета определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети.

Расчет температурного графика выполняется с целью определения минимально необходимой температуры теплоносителя на выходе из источника для обеспечения у выбранного потребителя температуры внутреннего воздуха не ниже расчетной. Температурный график строится для отопительного периода с интервалом 1°C .

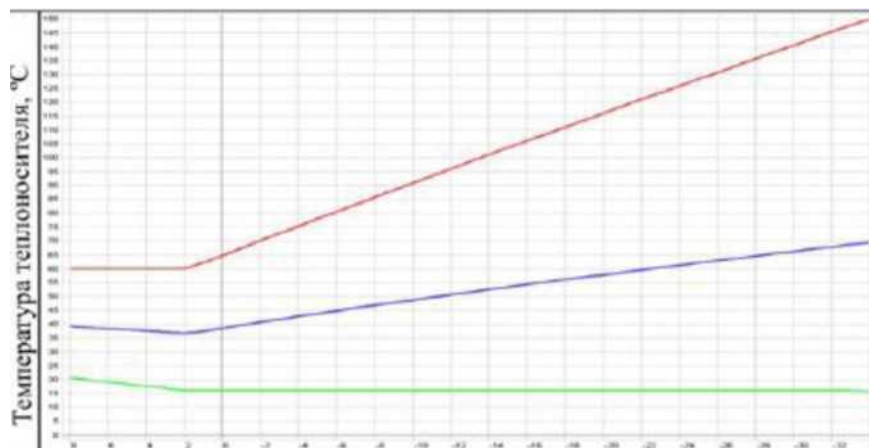


Рисунок 1. Пример температурного графика

В расчетном модуле предусмотрена возможность задания температуры срезки графика и компенсации недоотпуска тепловой энергии в этот период времени за счет увеличения расхода сетевой воды от источника.

Целью построения **пьезометрического графика** является графическое представление результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Настройка графика выполняется оператором, при этом осуществляется вывод:

- линии давления в подающем трубопроводе;
- линии давления в обратном трубопроводе;
- линии поверхности земли;
- линии потерь напора на шайбе;
- линии вскипания;

- линии статического напора;
- высота здания потребителя.

В таблице под графиком выводятся для каждого узла сети наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в подающем и обратном трубопроводах, величина дросселируемого напора на шайбах у потребителей, потери напора по участкам тепловой сети, скорости движения воды на участках тепловой сети и т.д. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем (рисунок 2).

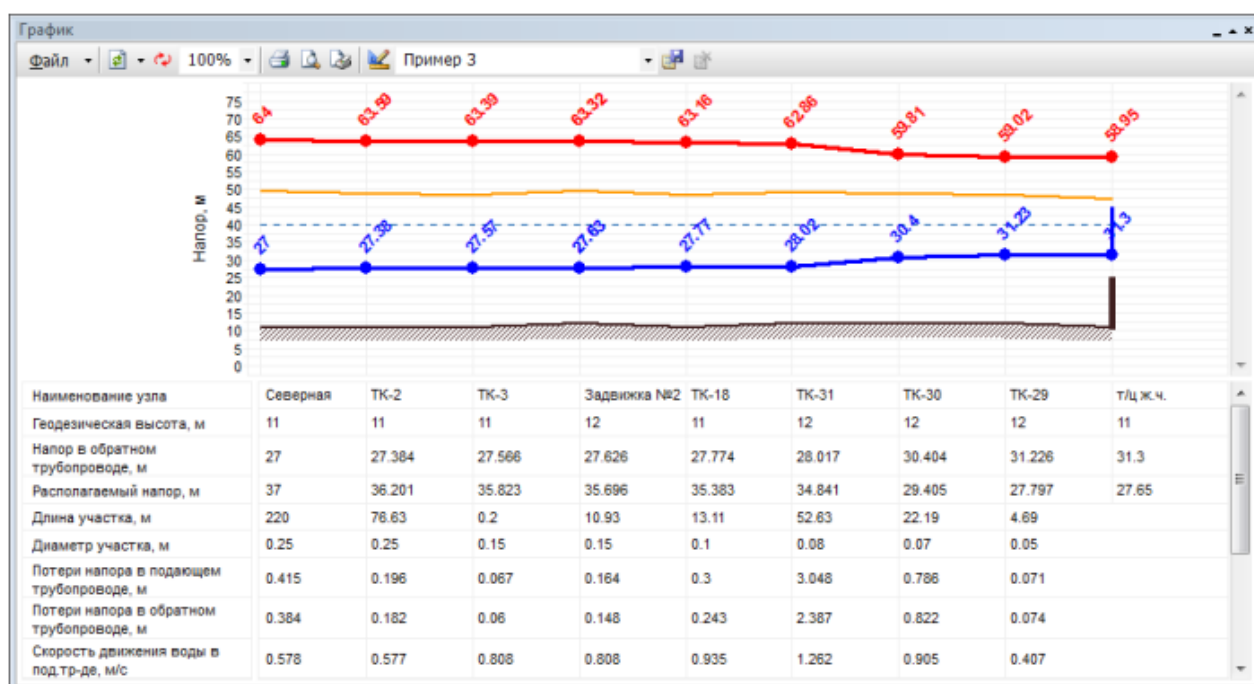


Рисунок 2 - Пример пьезометрического графика.

Коммутационные задачи. Расчетный модуль решения коммутационных задач предназначен для анализа изменений в системе вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате решения коммутационной задачи определяются отключаемые объекты. При этом производится расчет объемов воды, которые, возможно, придется сливать из трубопроводов тепловой сети и систем теплоснабжения. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет.

Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию выполняется с

целью определения нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов в течение года. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по каждому месяцу. Анализ результатов расчета производится как по всей тепловой сети, так и по каждому источнику тепловой энергии или центральному тепловому пункту (ЦТП) (рисунок 3). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь. Результаты выполненных расчетов экспортируются в MS Excel.

Тепловая сеть: Котельная Южная, ЦТП - Аэропорт, ЦТП - Невское, ЦТП - Невское ГЭС

График: Тно 30.0, Тсо 150.0, Тпо 150.0, Тгв 20.0, Тобр 70.0

Среднегодовые: Тно 6.6, Тгв 3.0, Тпо 52.3, Тгв 10.0, Тобр 49.3

Расчет потерь, Сохранить, Отчет

☒ Поправочный коэффициент на нормы тепловых потерь ☒ Русские заголовки в отчете

Месяц	П.	Пре...	Тно	Тгр	Тпоад	Тобр	Тно	Qпоад	Qгв	Qобр	Qгв	Qут_под_т	Qут_под_...	Qут_обр_т	Qут_обр_...	Qут_теп_т	Qут_теп_...
Январь	0	744	-11.0	1.0	104.5	54.9	5.0	411.4	175.3	264.4	22.7	270.6	11.9	196.7	5.9		
Л	0	-11.0	1.0		60.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Февраль	0	672	-36.0	0.0	150.0	70.0	0.0	485.8	207.9	212.1	28.3	242.7	14.6	179.4	11.3		
Л	0	-36.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Март	0	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	350.5	150.2	268.0	13.4	271.6	10.5	196.7	8.5		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Апрель	0	720	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	339.2	145.4	259.3	17.8	262.9	10.2	192.3	8.2		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Май	0	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	350.5	150.2	268.0	13.4	271.6	10.5	196.7	8.5		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июнь	0	720	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	339.2	145.4	259.3	17.8	262.9	10.2	192.3	8.2		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Июль	0	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	350.5	150.2	268.0	13.4	271.6	10.5	196.7	8.5		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Август	0	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	350.5	150.2	268.0	13.4	271.6	10.5	196.7	8.5		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сентябрь	0	720	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	339.2	145.4	259.3	17.8	262.9	10.2	192.3	8.2		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Октябрь	0	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	350.5	150.2	268.0	13.4	271.6	10.5	196.7	8.5		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ноябрь	0	720	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	339.2	145.4	259.3	17.8	262.9	10.2	192.3	8.2		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Декабрь	0	744	0.0	0.0	77.0	45.0	0.0	350.5	150.2	268.0	13.4	271.6	10.5	196.7	8.5		
Л	0	0.0	0.0		60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Итого:								4356.5	1867.1	3141.4	233.0	3194.8	130.2	2319.2	104.7		

Рисунок 3 - Пример расчета годовых потерь тепла.

1. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой в топографической основе поселения, городского округа и с полным топологическим описанием связности объектов.

Система теплоснабжения включает в себя следующие основные объекты: источник, участок, потребитель и узлы: центральный тепловой пункт (ЦТП), насосную станцию, запорно-регулирующую арматуру и другие элементы, являющиеся объектами математической модели системы, которая представляет собой связанный граф с узлами и дугами графа. Элементы системы теплоснабжения являются узлами, а участки тепловой сети - дугами связанного графа. Каждый объект математической модели относится к определенному типу и имеет режимы работы, соответствующие его функциональному назначению.

Источник - символьный объект тепловой сети, моделирующий режим работы котельной или ТЭЦ. В математической модели источник представляется сетевым насосом (создающим располагаемый напор) и подпиточным насосом (определяющим напор в обратном трубопроводе). Внешнее и внутреннее представление источника показано на рисунке 4.

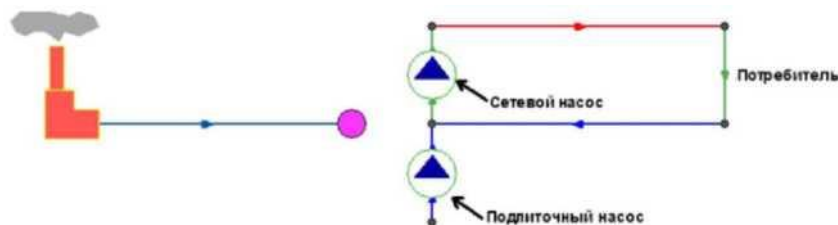


Рисунок 4 - Однолинейное изображение (слева) и внутреннее представление (справа) сети.

При работе нескольких источников на одну тепловую сеть внешнее и внутреннее представление имеет вид, представленный на рисунке 5.

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

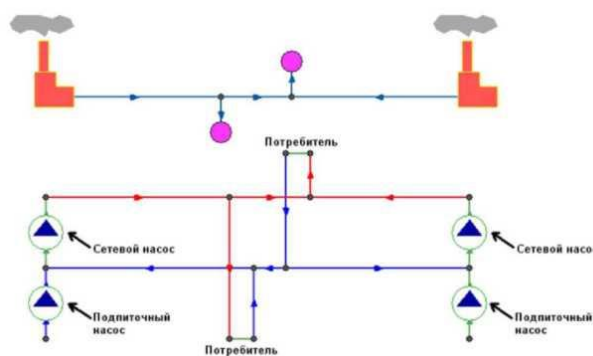
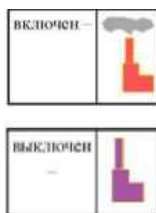


Рисунок 5 - Работа нескольких источников на одну тепловую сеть.

Вверху - однолинейное изображение сети, внизу - внутреннее представление. Условные обозначения источника в зависимости от режима работы:



При работе нескольких источников на сеть один из них может выступать в качестве пикового. Внешнее и внутреннее представление для данного случая приведено на рисунке 6.

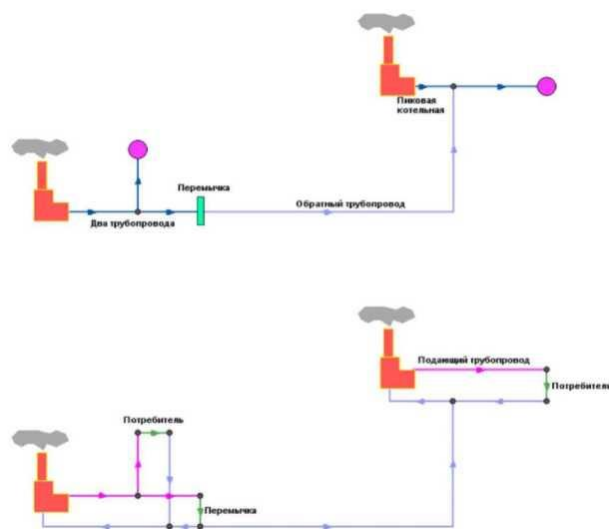


Рисунок 6 - Подключение пикового источника.

Вверху - однолинейное изображение сети, внизу - внутреннее представление. Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как источник. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID1.

Участок - линейный объект, на котором не изменяются:

- диаметр трубопровода;
- тип прокладки;
- вид изоляции;
- расход теплоносителя.

Двухтрубная тепловая сеть изображается в одну линию и соответствует стандартному изображению сети по ГОСТ 21.605-82. Участок имеет различные режимы работы: «отключен подающий», «отключен обратный» и т.п. (рисунок 7).

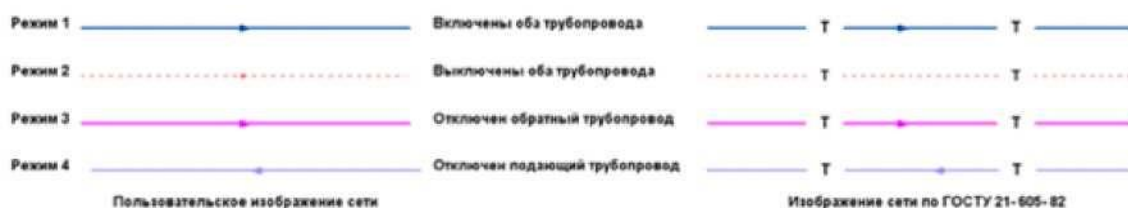


Рисунок 7 - Режимы изображения участка.

На рисунке 8 изображена цепочка из участков в однолинейном изображении, имеющих разные режимы работы. Ниже приведено соответствующее ей внутреннее двухлинейное представление этой сети.

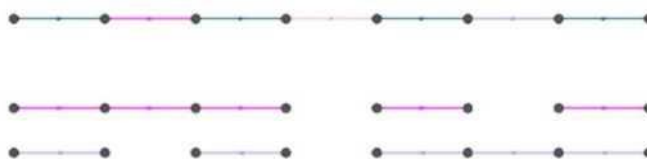


Рисунок 8 - Пример однолинейного и внутреннего представления.

На рисунке 9 показана трехтрубная сеть с двумя подающими и одним обратным трубопроводами, а также четырехтрубная система.



Рисунок 9 - Изображение трехтрубной и четырехтрубной сети.

Участок как тип инженерной сети может выступать в качестве отсекающего устройства. В этом случае его можно использовать для отключения объектов (например, потребителей). Графический тип объекта - линейный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как участок отсекающий. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 6.

Участок обязательно начинается и заканчивается одним из типовых узлов (объектом сети). Условия завершения участка:

- разветвление - меняется расход;
- изменение диаметра - меняется сопротивление;
- смена типа прокладки (канальная, бесканальная, воздушная) - меняются тепловые потери;
- смена вида изоляции (минеральная вата, пенополиуретан и т.д.) - меняются тепловые потери;
- смена состояния изоляции (разрушение, увлажнение, обвисание) - меняются тепловые потери.

Трубопровод может быть разделен на разные участки в любом месте даже там, где тепловые и гидравлические свойства трубопровода не меняются. Например, трубопровод может быть разделен на участки задвижкой, смотровой камерой на магистрали или узлом, разграничивающим балансовую принадлежность.

При нанесении изображения участков теплопровода стрелкой автоматически формируется направление, соответствующее заданному: от начального узла к конечному. Направление движения теплоносителя в подающем трубопроводе выявляется только после выполнения гидравлического расчета. После выполнения расчета значение расхода в подающем трубопроводе на некоторых участках может быть отрицательным. Отрицательное значение расхода означает, что направление движения

теплоносителя в подающем трубопроводе на участке не совпадает с направлением изображения участков теплопровода. Расчетный модуль при установленном флажке *«автоматически изменять направление участков»*, позволяет после выполнения расчетов (наладочный, поверочный) изменить направление стрелки на соответствующее направлению движения теплоносителя по подающему трубопроводу (значение расхода в подающем трубопроводе при этом будет всегда положительно, рисунок 10).



Рисунок 10 - Направление движения теплоносителя.

Вспомогательный участок - линейный объект математической модели, имеющий два режима работы. Вспомогательный участок при использовании его с регуляторами давления «до себя» и «после себя» указывает место контролируемого параметра. Вспомогательный участок для ЦТП определяет начало трубопроводов горячего водоснабжения при четырёхтрубной тепловой сети после ЦТП. Графический тип объекта - линейный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как участок отсекающий. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 13.

Потребитель - символьный объект тепловой сети, характеризующийся потреблением тепловой энергии и сетевой воды. В модели существует два вида потребителей: «потребитель» и «обобщенный потребитель».

«Потребитель» - это конечный объект участка, в который входит один подающий и выходит один обратный трубопровод тепловой сети. Под потребителем понимается абонентский ввод в здание.

Условное обозначение потребителя в зависимости от режима работы:



Присоединение потребителя к тепловой сети и его внутреннее

представление изображено на рисунке 11.

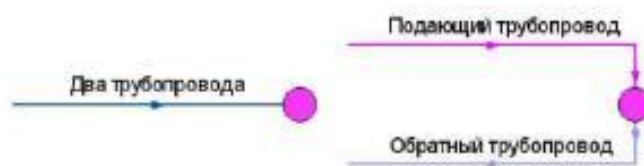


Рисунок 11 - Присоединение потребителя к тепловой сети (слева) и его внутреннее представление (справа).

Внутренняя кодировка потребителя зависит от схемы присоединения тепловых нагрузок к тепловой сети. Используются схемы элеваторные, с насосным смешением, с независимым присоединением, с открытым или закрытым отбором воды на ГВС. Схемы присоединения имеют разную степень автоматизации подключенной нагрузки, которая определяется наличием регулятора температуры, например, на ГВС, регулятором расхода или нагрузки на систему отопления, регулирующим клапаном на систему вентиляции.

На данный момент в модуле предусмотрено использование 32-х схем присоединения потребителей. Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как потребитель. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 3.

«Обобщенный потребитель» - символьный объект тепловой сети, характеризующийся потребляемым расходом сетевой воды или заданным сопротивлением. Таким потребителем моделируется общая нагрузка квартала (рисунок 12).

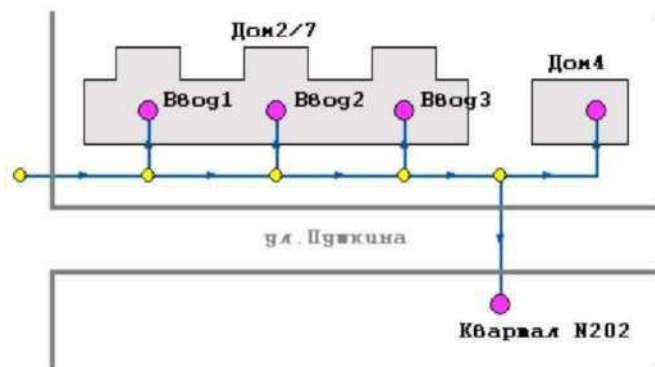


Рисунок 12 - Пример обобщенного потребителя.

Объект используется, когда возникает необходимость рассчитать гидравлику сети без информации о тепловых нагрузках и конкретных схемах присоединения потребителей к тепловой сети (например, при расчете магистральных сетей без информации о квартальных сетях для оценки потерь напора в магистралях при задании обобщенных расходов в точках присоединения кварталов к магистральной сети).

Условное обозначение обобщенного потребителя в зависимости от режима работы:



Обобщенный потребитель не всегда является конечным объектом сети. В связи с этим, обобщенный потребитель может быть установлен на транзитном участке. Схема подключения обобщенных потребителей к тепловой сети представлена на рисунке 13.



Рисунок 13 - Сеть с обобщенными потребителями.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как потребитель. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 12.

Узел - символьный объект тепловой сети. В тепловой сети узлами являются все объекты сети, кроме источника, потребителя и участков. В математической модели внутреннее представление объектов (кроме источника, потребителя, перемычки, ЦТП и регуляторов) моделируется двумя узлами, установленными на подающем и обратном трубопроводах.

Простой узел - символьный объект тепловой сети, например,

разветвление трубопровода, смена прокладки, вида изоляции или точка контроля для регулятора.

Условное обозначение узловых объектов в зависимости от режима работы:

Тепловая камера	
Разветвление	
Смена диаметра	

На рисунке 14 показан внешний вид узла в однолинейном изображении и во внутреннем представлении в математической модели. В математической модели объект представляется двумя узлами, установленными на подающем и обратном трубопроводах.



Рисунок 14 - Однолинейное изображение (слева) и внутреннее представление.

На рисунке 15 представлен вариант подключения одного трубопровода (подающего) к двухтрубной тепловой сети.

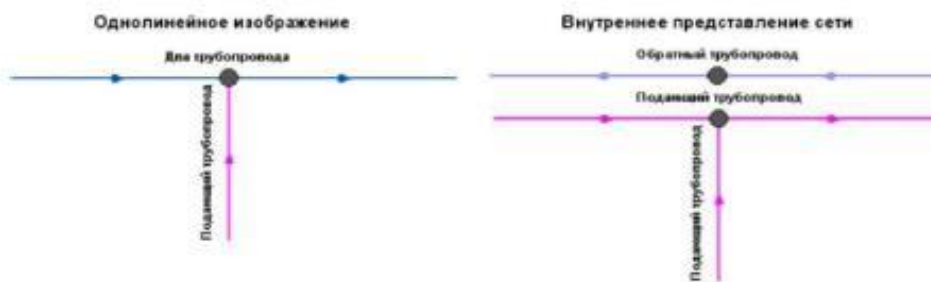


Рисунок 15 - Подключение подающего трубопровода к тепловой сети.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 2.

Центральный тепловой пункт (ЦТП) - символьный элемент тепловой сети, характеризующийся возможностью дополнительного регулирования и распределения тепловой энергии.

Условное обозначение ЦТП:



Наличие такого узла подразумевает, что за ним находится тупиковая сеть с индивидуальными потребителями (рисунок 16).

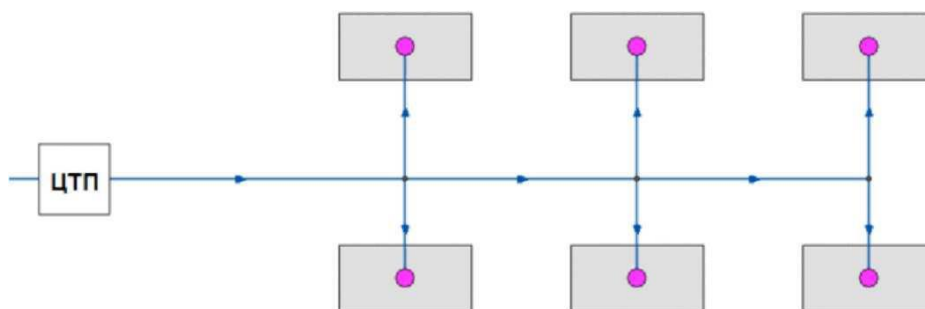


Рисунок 16 - Двухтрубная сеть после ЦТП.

Внутренняя кодировка ЦТП зависит от схемы присоединения тепловых нагрузок к тепловой сети. Это может быть, например, групповой элеватор или независимое подключение группы потребителей. Данный расчетный модуль содержит 29 схем присоединения ЦТП. В ЦТП может входить и выходить только один участок тепловой сети (подающий и обратный трубопровод). При этом, входящий участок направлен к ЦТП (направление стрелки), а выходящий - от ЦТП к следующему объекту. Исключением из данного правила является четырёхтрубная тепловая сеть после ЦТП, в этом случае из ЦТП выходят два участка - один основной и один вспомогательный. Вспомогательный участок используется для подключения трубопровода горячего водоснабжения. Пример однолинейного изображения четырехтрубной тепловой сети после ЦТП показан на рисунке 17. Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 8.

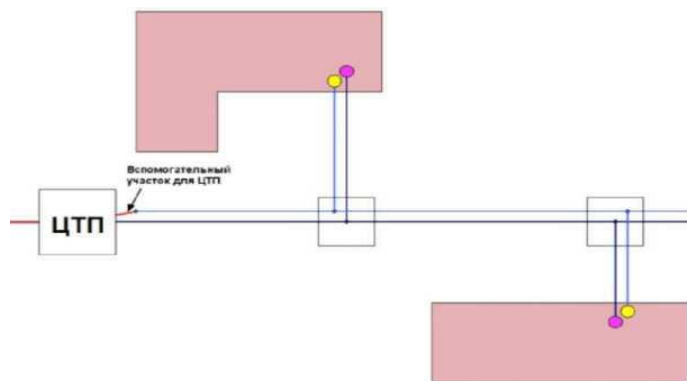


Рисунок 17 - Однолинейное изображение четырехтрубной сети после ЦТП.

Вспомогательный участок указывает начало трубопроводов горячего водоснабжения при четырёхтрубной тепловой сети после ЦТП. Этот небольшой участок заканчивается простым узлом, к которому подключается трубопровод горячего водоснабжения (рисунок 18).

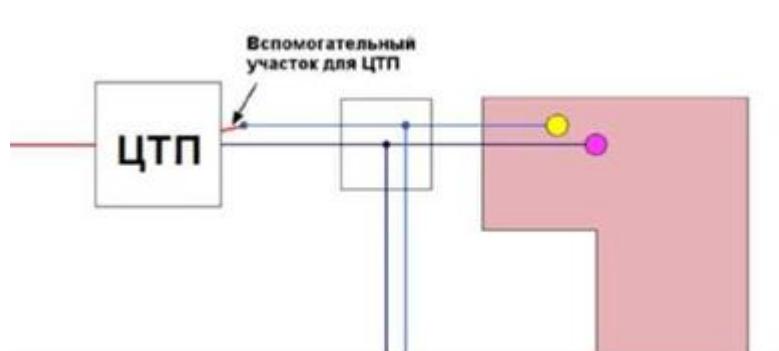


Рисунок 18 - Подключение трубопровода ГВС.

Насосная станция - символный объект тепловой сети, характеризующийся заданным напором или напорно-расходной характеристикой установленного насоса. Условное обозначение насосной станции:



Насосная станция в однолинейном изображении представляется одним узлом, но во внутреннем представлении, в зависимости от заданных параметров в семантической базе данных, может быть установлена на обоих трубопроводах (рисунок 19).



Рисунок 19 - Однолинейное изображение (вверху) и внутреннее представление (внизу) сети с насосными станциями.

Последовательная и параллельная установка насосов на станции в модели схематически изображаются так, как показано на рисунке 20. Если установленные насосы имеют одинаковые характеристики, то на схеме они обозначаются одним объектом с указанием количества работающих насосов.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 4.

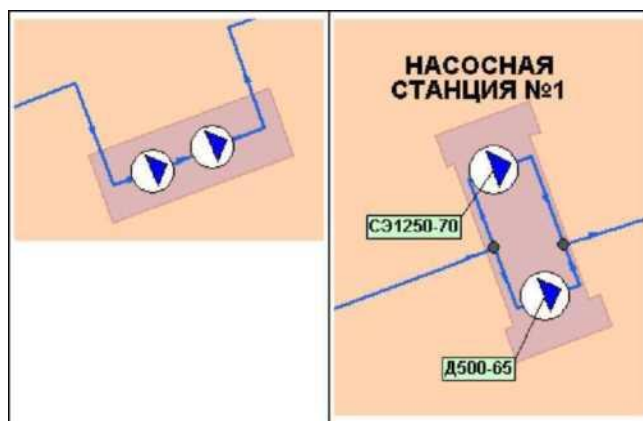


Рисунок 20 - Насосы, работающие последовательно (слева) и параллельно, разных марок (справа).

Задвижка - символьный объект тепловой сети, являющийся отсекающим устройством. Задвижка, кроме двух режимов работы (открыта, закрыта), может находиться в промежуточном состоянии, которое определяется степенью её закрытия. Промежуточное состояние задвижки должно определяться при её режиме работы «Открыто».

Условное обозначение запорно-регулирующего устройства в зависимости от режима работы:



Задвижка в однолинейном изображении представляется одним узлом, но во внутреннем представлении, в зависимости от заданных параметров в семантической базе данных, может быть установлена на обоих трубопроводах (рисунок 21).

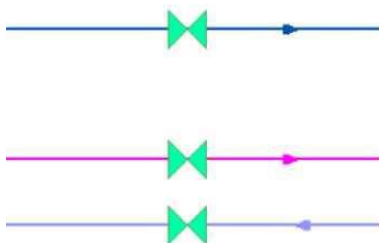


Рисунок 21 - Однолинейное изображение (вверху) и внутреннее представление (внизу) сети с задвижками.

Задвижка в режиме «Закрыто» во внутреннем представлении моделируется двумя закрытыми задвижками на обоих трубопроводах. Изображение задвижек, расположенных внутри тепловой камеры, показано на рисунке 22.

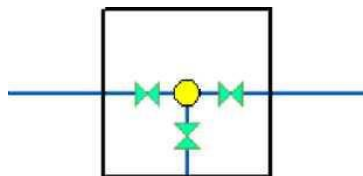


Рисунок 22 - Детализовка тепловой камеры.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как отсекающее устройство. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 5.

Перемычка - символьный объект тепловой сети, моделирующий участок между подающим и обратным трубопроводами.

Условное обозначение перемычки в зависимости от режима работы:



Перемычка во внутреннем представлении является участком, соединяющим подающий и обратный трубопроводы, как показано на рисунке 23.

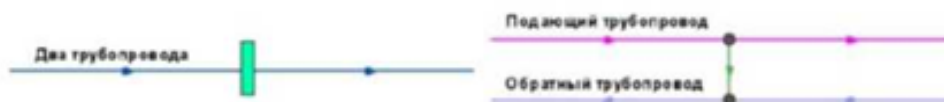


Рисунок 23 - Однолинейное изображение (слева) и внутреннее представление(справа) сети с перемычкой.

Так как перемычка в однолинейном изображении представлена узлом, то изображение соединения между подающим трубопроводом одного участка и обратным трубопроводом другого участка выполняется так, как представлено на рисунке 24.



Рисунок 24 - Однолинейное изображение (слева) и внутреннее представление (справа) сети с перемычкой между подающим трубопроводом одного участка и обратным трубопроводом другого участка.

С помощью перемычек можно моделировать летний режим работы открытых систем централизованного теплоснабжения в случаях, когда теплоноситель может подаваться к потребителям как по подающему, так и по обратному трубопроводам, без возврата воды на источник. Переходы между

подающими и обратными трубопроводами осуществляются через переключки. Изображение этой схемы и её внутреннее представление показаны на рисунке 25.

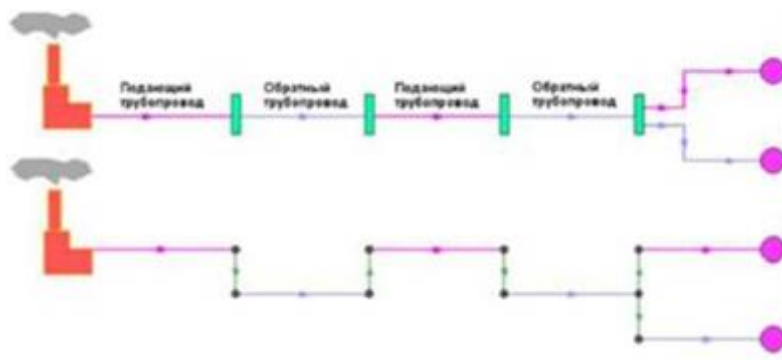
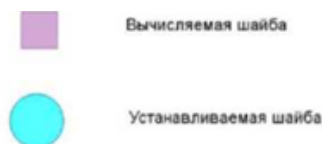


Рисунок 25 - Однолинейное изображение (вверху) и внутреннее представление (внизу) сети для летнего режима работы открытых систем централизованного теплоснабжения.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 11.

Дроссельная шайба - символьный объект тепловой сети, характеризуемый фиксированным сопротивлением, зависящим от диаметра шайбы. Дроссельная шайба имеет два режима работы:



Для объекта «Вычисляемая шайба» в результате наладочного расчета определяются количество шайб и их диаметры.

Для объекта «Устанавливаемая шайба» заносится информация о количестве этих устройств и их диаметрах.

Дроссельная шайба в однолинейном изображении представляется одним узлом, но во внутреннем представлении, в зависимости от заданных параметров в семантической базе данных, может быть установлена на обоих трубопроводах (рисунок 26).



Рисунок 26 - Однолинейное изображение (слева) и внутреннее представление (справа) сети с дроссельными шайбами.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 7.

Регулятор располагаемого напора - символьный объект тепловой сети, поддерживающий заданный располагаемый напор после себя:



- регулятор располагаемого напора на подающем трубопроводе;



- регулятор располагаемого напора на обратном трубопроводе.

Регулятор располагаемого напора устанавливается, в зависимости от выбранного режима, на одном из трубопроводов: подающем или обратном (рисунок 27).

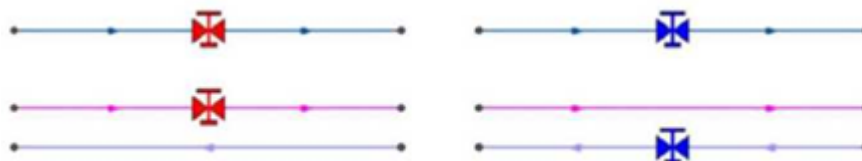
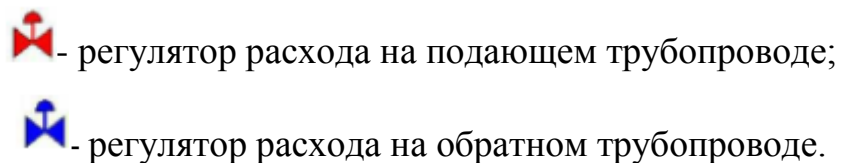


Рисунок 27 - Однолинейное изображение (вверху) и внутреннее представление (внизу) сети с регуляторами располагаемого напора.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 7.

Регулятор расхода - символьный объект тепловой сети, поддерживающий

заданный расход теплоносителя:



Устанавливается, в зависимости от выбранного режима, на одном из трубопроводов: подающем или обратном (рисунок 28).

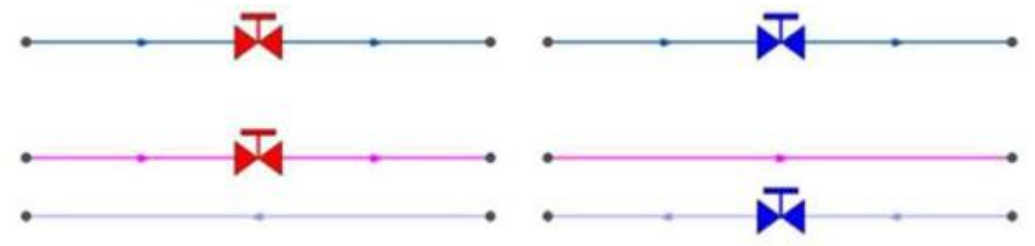


Рисунок 28 - Однолинейное изображение (вверху) и внутреннее представление (внизу) сети с регуляторами давления.

Регулятор давления, установленный на подающем или обратном трубопроводе, контролирует давление «до себя» или «после себя» (рисунок 29). Для указания работы регулятора устанавливается узел контроля (простой узел) и выполняется соединение их вспомогательным участком.

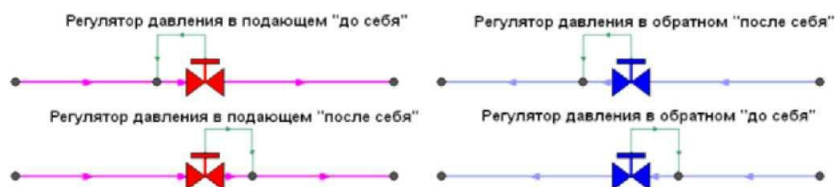


Рисунок 29 - Изображения регуляторов давления "до себя" и "после себя".

На рисунке 30 показан участок трубопровода, на котором установлен регулятор давления «после себя» на подающем трубопроводе, регулирующий давление на всасывающем патрубке насосной станции.

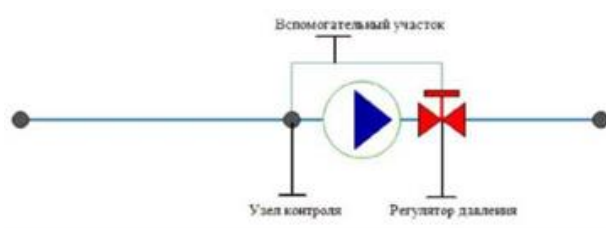


Рисунок 30 - Регулятор давления «до себя» на подающем трубопроводе.

Изображение тепловой сети на карте

Тепловая сеть изображается на карте с привязкой к местности (по координатам, с привязкой к окружающим объектам), что позволяет проводить тепло-гидравлические расчеты и решать другие задачи, исходя из точного местонахождения тепловых сетей. Пример изображения тепловой сети на карте с привязкой к местности приведен на рисунке 31.

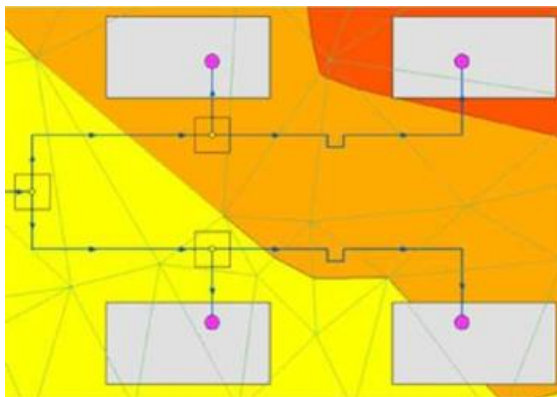


Рисунок 31 - Изображение тепловой сети на карте с привязкой к местности.

Тепловая сеть изображается схематично, при этом важно, чтобы объекты тепловой сети (узлы) были соединены участками (дугами). Степень детализации при изображении тепловой сети на карте с привязкой к местности или при схематичном изображении может быть различной. Наличие компенсаторов и запорных устройств влияет на гидравлические потери в тепловой сети. Все местные сопротивления должны быть занесены в базу данных для адекватного моделирования гидравлических потерь. В связи с этим, точность и детальность отображения сети на карте на результаты расчетов не влияют.

Топологическое описание сети находится в файле описателя сети, формируемого автоматически в процессе нанесения схемы. Описание файловой структуры пакета, а также особенностей формирования схем теплоснабжения различной степени сложности приведены в руководствах и инструкциях на сайте: www.politerm.com.

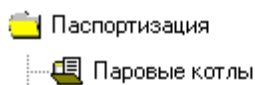
ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

2. Паспортизация объектов системы теплоснабжения

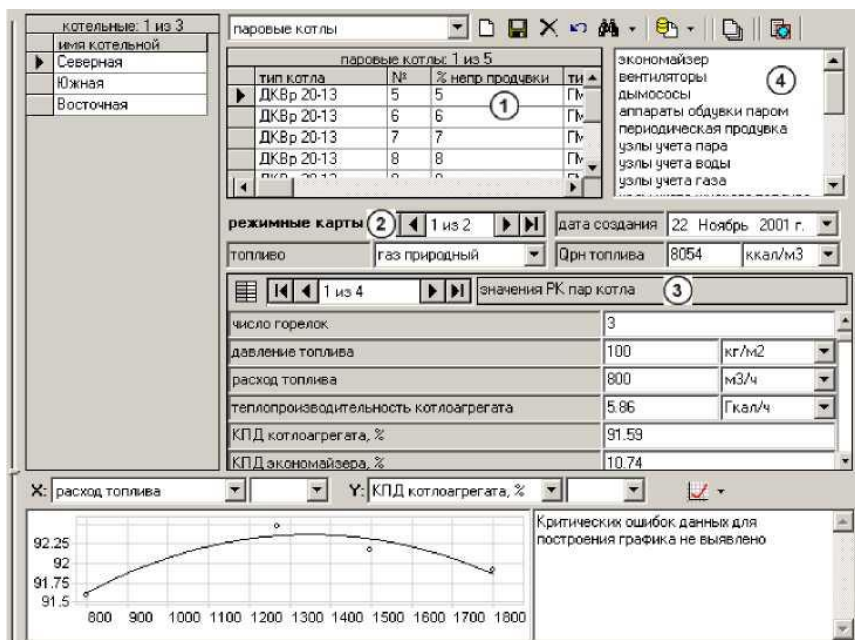
Система паспортизации оборудования котельных и элементов системы теплоснабжения позволяет учитывать индивидуальные технические характеристики реальных объектов при выполнении расчетных задач.

Паровые котлы.

Паспортизация паровых котлов, установленных в котельных, выполняется в узле «Паровые котлы» дерева задач ГИС Zulu™.



В таблице (1) формы (рисунок 32) содержится перечень паровых котлов, установленных в текущей котельной. Группа элементов (2) предназначена для отображения атрибутов режимных карт текущего котла. В таблицу (3) вводятся значения показателей работы котла на каждом из режимов, указанных в режимной карте. Список (4) содержит перечень элементов и вспомогательного оборудования котла, необходимых для паспортизации.



тип котла	№	% непр. проводки	ти
ДК8р 20-13	5	5	Гм
ДК8р 20-13	6	6	Гм
ДК8р 20-13	7	7	Гм
ДК8р 20-13	8	8	Гм

число горелок	давление топлива	расход топлива	теплопроизводительность котлоагрегата	КПД котлоагрегата, %	КПД экономайзера, %
3	100 кг/м2	800 м3/ч	5.86 Гкал/ч	91.59	10.74

График: расход топлива (X) vs. КПД котлоагрегата (Y). Ось X: 800-1800 м3/ч. Ось Y: 91.5-92.25 %.

Рисунок 32 - Изображение формы паспортизации паровых котлов.

Назначение полей таблицы паспортизации паровых котлов (1) приведено

в таблице 1.

Таблица 1 - Назначение полей таблицы паспортизации паровых котлов.





Поле	Описание поля
Тип котла	Тип парового котла, значение поля выбирается из списка, сформированного на базе поля справочной таблицы типов паровых котлов. Значение поля используется в расчетах котлов в том случае, когда режимная карта данного котла отсутствует.
№	Станционный номер котла. Поле носит информационный характер.
% непр.продувки	Поле определяет среднее значение процента непрерывной продувки котла (если котел имеет непрерывную продувку). По умолчанию принимается значение 0%. Значение поля используется в расчете потерь тепла с непрерывной продувкой.
Тип горелок	Тип горелок, установленных на котле. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе справочной таблицы горелок. Значение поля используется при определении выбросов загрязняющих веществ расчетным методом.
Число горелок	Количество горелок, установленных на котле.
Тип форсунок	Тип форсунок, установленных на котле. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе справочной таблицы форсунок. Значение поля используется в расчетной задаче “Нормирование”.
Число форсунок	Количество форсунок, установленных на котле.
Дробеочистка	Система дробеочистки котла. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе справочной таблицы систем дробеочистки. Значение поля используется в расчетной задаче “Нормирование”.

Назначение полей таблицы режимных карт паровых котлов (2, 3) приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Назначение группы полей таблицы режимных карт.

Псевдоним поля	Описание поля
Дата создания	Дата создания режимной карты, значение выбирается из календаря. При отсутствии значения в поле, данная режимная карта признается недоступной. Значение поля используется в расчете величины снижения КПД котла.
Топливо	Вид топлива, для которого создана данная режимная карта. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе таблицы топлив, применяемых на предприятии. При отсутствии значения в поле данная режимная карта признается недоступной.
$Q_{\text{рн}}$ топлива	Низшая теплота сгорания топлива, для которого создана режимная карта. При отсутствии значения в поле данная режимная карта признается недоступной. Значение поля используется в расчетах количества выработанной котлом тепловой энергии.
Число горелок	Число работающих горелок на котле. При отсутствии значения в поле вся данная режимная карта признается недоступной. Значение поля используется в расчете суточной ведомости работы котла.
Давление топлива	Давление газообразного или жидкого топлива перед горелками котла. Значение поля должно обязательно сопровождаться указанием единицы измерения давления топлива, выбранной из списка. При отсутствии значения в поле или отсутствии значения в поле единиц измерения давления вся данная режимная карта признается недоступной.
Расход топлива	Режимный расход топлива на котел. Значение поля должно обязательно сопровождаться указанием единицы измерения расхода топлива, выбранной из списка. При отсутствии значения в поле вся данная режимная карта признается недоступной. Значение поля используется в расчетах количества выработанной котлом тепловой энергии.
Теплопроизводи-тельность котлоаг- регата	Поле определяет режимное значение теплопроизводительности парового котло- агрегата. Значение поля должно обязательно сопровождаться указанием единицы измерения давления топлива, выбранной из списка. При отсутствии значения в поле вся данная режимная карта признается недоступной. При отсутствии значения в поле единицы теплопроизводительности принимается, что теплопроизводи- тельность котлоагрегата задана в <i>Гкал/ч</i> . Значение поля используется в расчетах количества выработанной котлом тепловой энергии.
КПД котлоагрегата	Режимное значение КПД котлоагрегата, %. При отсутствии значения в поле вся данная режимная карта признается недоступной. Значение поля используется в расчетах количества выработанной котлом тепловой энергии.

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.**

Псевдоним поля	Описание поля
КПД экономайзера	Режимное значение КПД экономайзера котла, %. При отсутствии значения в поле вся данная режимная карта признается недоступной, если котел оборудован теплофикационным экономайзером. Значение поля используется в расчетах количества выработанной котлом тепловой энергии и в расчетах потерь тепла на собственные нужды котельной. Определение КПД экономайзера выполняется по формуле (1).
Паропроизводительность	Режимная паропроизводительность котлоагрегата, т/ч. При отсутствии значения в поле вся данная режимная карта признается недоступной. Значение поля используется в расчетах количества выработанной котлом тепловой энергии.
Давление пара	Режимное значение давления пара на котле. Значение поля должно обязательно сопровождаться указанием единицы измерения давления пара, выбранной из списка. При отсутствии значения в поле вся данная режимная карта признается недоступной.
Температура перегретого пара	Режимное значение температуры перегретого пара (температура насыщенного пара определяется программными средствами приложения в зависимости от давления), С. При отсутствии значения в поле температура перегретого пара принимается равной 255 °С. Значение поля используется в расчетах количества выработанной котлом тепловой энергии.
Температура питательной воды	Режимное значение температуры питательной воды, и С. Значение поля используется в расчетах количества выработанной котлом тепловой энергии.
Коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом	Режимное значение коэффициента избытка воздуха за последней по ходу газов поверхностью нагрева. Значение поля используется в расчетах выбросов загрязняющих веществ и затрат электроэнергии на привод дымососа. Кнопка  определяет режимный коэффициент избытка воздуха на базе справочного значения для котла данного типа на номинальной нагрузке.
Температура газов за котлоагрегатом	Режимное значение температуры продуктов сгорания за последней по ходу газов поверхностью нагрева. Значение поля используется в расчете затрат электроэнергии на привод дымососа. Кнопка  определяет режимную температуру газов на базе справочного значения для котла данного типа на номинальной нагрузке.
Соппротивление газового тракта	Режимное значение сопротивления газового тракта котла в единице измерения, выбранной из списка. Значение поля используется в расчете затрат электроэнергии на привод дымососа. Кнопка  определяет режимное сопротивление газового тракта котла на базе справочного значения для котла данного типа на номинальной нагрузке.
Соппротивление воздушного тракта	Режимное значение сопротивления воздушного тракта котла в единице измерения, выбранной из списка. Значение поля используется в расчете затрат электроэнергии на привод вентилятора. Кнопка  определяет режимное сопротивление воздушного тракта котла на базе справочного значения для котла данного типа на номинальной нагрузке.
Температура дутьевого воздуха	Режимное значение температуры дутьевого воздуха. Значение поля используется в расчете затрат электроэнергии на привод вентилятора.
Коэффициент избытка воздуха за топкой	Режимное значение коэффициента избытка воздуха на выходе из топки. Значение поля используется в расчетах выбросов загрязняющих веществ.

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.**

Псевдоним поля	Описание поля
Потери q3	Режимное значение потерь тепла с химическим недожогом топлива. Значение поля используется в расчетах выбросов загрязняющих веществ.
Потери q4	Режимное значение потерь тепла с механическим недожогом топлива. Значение поля используется в расчетах выбросов загрязняющих веществ.
% рециркуляции	Режимное значение процента рециркуляции газов в топку котла, %. Значение поля используется в расчетах выбросов загрязняющих веществ.
Доля уноса золы	Режимное значение доли золы в уносе твердых частиц с продуктами сгорания топлива (безразмерная величина). Значение поля используется в расчетах выбросов загрязняющих веществ.

Определение значения КПД экономайзера выполняется по формуле (1):

$$\eta_{\text{эк}} = \eta_{\text{ка}} - \eta_{\text{к}}, \quad (1)$$

$\eta_{\text{эк}}$ – КПД экономайзера, %;

$\eta_{\text{ка}}$ – КПД

$\eta_{\text{к}}$ – КПД собственно котла (без экономайзера), %.

Формы паспортизации вспомогательного оборудования (4) паровых котлов появляются на экране после щелчка левой кнопкой мыши на соответствующем элементе списка, в том числе:

экономайзер - форма паспортизации экономайзера котла; вентиляторы - форма паспортизации вентиляторов котлов;

-дымососы - форма паспортизации дымососов котлов;

-аппараты обдувки паром - форма паспортизации обдувочных аппаратов;

-периодическая продувка - эксплуатационные условия проведения периодической продувки котла;

-индивидуальные узлы учета пара котла;

-индивидуальные узлы учета питательной воды котла;

-индивидуальные узлы учета газа котла;

-индивидуальные узлы учета жидкого топлива котла;

-обработка испытаний котла - расчет альтернативной режимной карты котла;

-график режимной карты - графическое представление данных текущей режимной карты;

-протокол контроля данных - контроль данных к расчету текущего котла.

В ходе процедуры контроля данных проверяется информация о показателях работы котла, указанная в режимных картах, справочнике паровых котлов и в таблицах данных о вспомогательном оборудовании котла. По результатам контроля данных определяется возможность расчета текущего котла на всех видах топлива, используемых на предприятии;

-топка котла - форма паспортизации топки котла;

-выбросы NO_x - форма ввода результатов измерений концентрации оксидов азота за котлоагрегатом;

-выбросы CO - форма ввода результатов измерений концентрации оксида углерода за котлоагрегатом;

-выбросы SO - форма ввода результатов измерений концентрации оксидов серы за котлоагрегатом;

-выбросы твердых частиц - форма ввода результатов измерений концентрации твердых частиц за котлоагрегатом;

-выбросы мазутной золы - форма ввода результатов измерений концентрации мазутной золы за котлоагрегатом;

-выбросы бенз(а)пирена - форма ввода результатов измерений концентрации бенз(а)пирена за котлоагрегатом.

Форма «Экономайзер котла» предназначена для паспортизации водяного экономайзера парового котла (рисунок 33).

Экономайзер котла ДКВр 20-13 №5	
№	5
тип экономайзера	ЭП1-808
назначение	теплофикационный
давление воды	5 кг/см2
температура воды на входе	100
площадь поверхности нагрева, м2	808
водяной объем, м3	12

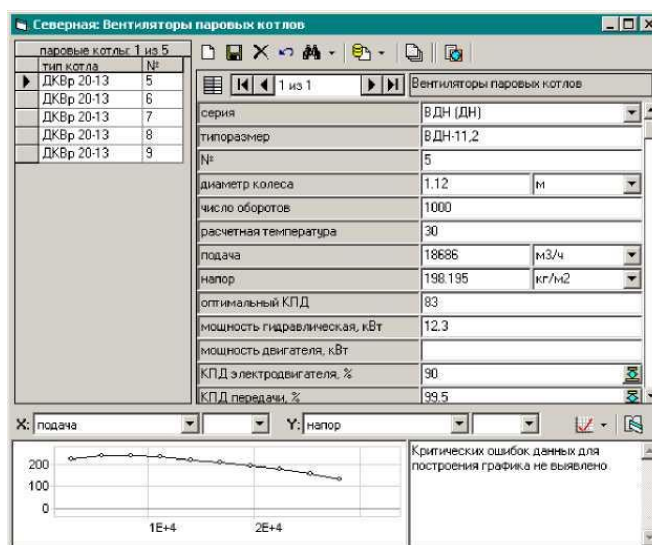
Рисунок 33 - Изображение формы паспортизации «Экономайзер котла».

Назначение полей таблицы паспортизации «Экономайзер котла» приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Назначение полей таблицы паспортизации «Экономайзер котла».

Поле	Описание поля
№	Станционный номер экономайзера. Поле носит информационный характер.
Тип экономайзера	Тип экономайзера. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе поля справочной таблицы экономайзеров. Поле носит информационный характер.
Назначение	Поле определяет назначение экономайзера. Значение поля выбирается из списка: -теплофикационный; -питательный. При отсутствии значения в поле принимается питательный экономайзер. Значение поля используется в расчетах количества выработанной тепловой энергии и потерь тепла на собственные нужды котельной.
Давление воды	Давление воды. Поле носит информационный характер.
Температура воды на входе	Температура воды на входе в экономайзер, °С. Поле носит информационный характер.
Площадь поверхности нагрева	Площадь поверхности нагрева экономайзера, м ² . Поле носит информационный характер.
Водяной объем	Водяной объем экономайзера, м ³ . Поле носит информационный характер.

Форма «Вентиляторы» предназначена для паспортизации тягодутьевых машин, установленных на котлах (рисунок 34).

**Рисунок 34 - Изображение формы паспортизации «Вентиляторы».**

Данные паспортизации тягодутьевых машин, установленных на котлах, используются при определении затрат электроэнергии на привод вентиляторов и дымососов в расчетных задачах "Планирование" и "Нормирование".

Назначение полей таблицы паспортизации «Вентиляторы» приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Назначение полей таблицы паспортизации «Вентиляторы»

Поле	Описание поля
Серия	Обозначение серии тягодутьевых машин, гидравлически подобных установленной. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе поля справочной таблицы типов тягодутьевых машин.
Типоразмер	Типоразмер установленной тягодутьевой машины.
№	Станционный номер вентилятора/дымососа
Диаметр колеса	Диаметр колеса установленной машины.
Число оборотов	Число оборотов электродвигателя, об/мин.
Расчетная температура	Расчетная температура перекачиваемого потока, °С.
Подача	Подача машины в оптимальной рабочей области. Для поля указывается единица измерения подачи (в формате расхода количество/время), выбранная из списка.
Напор	Напор, развиваемый машиной в оптимальной рабочей области. Для поля указывается единица измерения напора, выбранная из списка.
Оптимальный КПД	Гидравлический КПД машины в оптимальной рабочей области, %.
Мощность гидравлическая	Гидравлическая мощность машины в оптимальной рабочей области, кВт.
КПД электродвигателя, %	Коэффициент полезного действия электродвигателя насоса.
Мощность двигателя	Электрическая мощность двигателя машины, кВт.
КПД передачи, %	Коэффициент полезного действия механической передачи "электродвигатель-насос".

Форма «Обдувочные аппараты паровых котлов» предназначена для паспортизации аппаратов, применяемых для обдувки поверхностей нагрева паровых котлов паром (рисунок 35). Информация, указанная в паспорте обдувочного аппарата, используется в расчете потерь тепла с обдувкой поверхностей нагрева паровых котлов.

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.**

паровые котлы: 1 из 5

тип котла	№
ДКВр 20-13	5
ДКВр 20-13	6
ДКВр 20-13	7
ДКВр 20-13	8
ДКВр 20-13	9

1 из 2 | обдувочные аппараты

наименование	ОП-ДКВР	
№	5к	
состояние пара на обдувку	насыщенный	
давление пара	5	кг/см2
диаметр сопла	6	мм
количество сопел	24	
продолжительность обдувки, мин	15	
число часов между обдувками, час	24	

протокол контроля данных

Пример расчета		
параметр	значение	ед измер
Температура хол воды	0	грС
Потери тепла	0	Гкал/ч
Потери пара	0	т/ч

Рисунок 35 - Изображение формы паспортизации «Обдувочные аппараты паровых котлов».

Назначение полей таблицы паспортизации «Обдувочные аппараты паровых котлов» приведено в таблице 5.

Таблица 5 - Назначение паровых котлов.

Поле	Описание поля
Наименование	Тип обдувочного аппарата. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе поля справочной таблицы обдувочных аппаратов.
№	Станционный номер обдувочного аппарата. Поле носит информационный характер.
Состояние пара на обдувку	Состояние пара, поступающего на обдувку поверхностей нагрева парового котла. Значение поля выбирается из списка: насыщенный; перегретый.
Давление пара	Давление пара, поступающего на обдувку. Единицы давления выбираются из списка.
Диаметр сопла	Внутренний диаметр сопла обдувочного аппарата, мм.
Количество сопел	Число сопел обдувочного аппарата, шт.
Продолжительность обдувки	Средняя продолжительность одной операции обдувки, принятая по условиям эксплуатации данного котла, мин.

Форма «Периодическая продувка котла» предназначена для паспортизации технологического процесса периодической продувки парового котла (рисунок 36). Информация, указанная в паспорте технологического процесса периодической продувки, используется в расчете потерь тепла с периодической продувкой паровых котлов.

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.**

Периодическая продувка котла ДКВр 20-13 №5	
продолжительность одной продувки, мин	15
часов между продувками	12
норма потерь пара на одну продувку, %	2

Рисунок 36 - Изображение формы паспортизации «Периодическая продувка котла».

Назначение полей таблицы паспортизации «Периодическая продувка котла» приведено в таблице 6.

Таблица 6 - Назначение полей таблицы паспортизации «Периодическая продувка котла».

Поле	Описание поля
Продолжительность одной продувки	Средняя продолжительность одной операции периодической продувки, принятая по условиям эксплуатации данного котла, мин.
Часов между продувками	Средняя продолжительность интервала между операциями периодической продувки, принятая по условиям эксплуатации данного котла, ч.
Норма потерь пара на одну продувку, %	Нормативное значение потерь пара при одной операции периодической продувки, принятое для данного котла в процентах по отношению к номинальной паропроизводительности. Кнопка Ж] расчет устанавливает значение поля, равное 2%.

Формы паспортизации индивидуальных узлов учета, установленных на котлах, по своей структуре и назначению элементов аналогичны формам паспортизации узлов учета котельных. С помощью расчетных характеристик потока определяется ориентировочное значение расхода при проведении режимно-наладочных испытаний на вновь вводимых в эксплуатацию котлах в условиях, когда узел учета котла не прошел поверку в органах метрологического контроля. На рисунке 37 представлена форма ввода расчетных характеристик узла учета газообразного топлива парового котла.

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.**

Рисунок 37 - Изображение формы паспортизации «Индивидуальных узлов учета».

Форма «Топка котла» предназначена для паспортизации топочных камер котлов (рисунок 38).

Рисунок 38 - Изображение формы паспортизации «Топка котла».

Назначение полей таблицы паспортизации «Топка котла» приведено в таблице 7.

Таблица 7 - Назначение полей таблицы паспортизации «Топка котла».

Поле	Описание поля
1	2
Тип топки	Тип топочной камеры. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе справочной таблицы топок. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ.

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

Обшивка топки	Наличие наружной обшивки топки металлическими листами.
шлакоудаление	Вид шлакоудаления топки, предназначенной для сжигания твердого топлива. Значение поля выбирается из списка:
Объем топки, м ³	Объем топочной камеры, м ³ . Данные поля используются в расчете выбросов за-грязняющих веществ.
Площадь зеркала, м ²	Площадь зеркала горения топки, предназначенной для сжигания твердого топлива данного типа. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ
Рециркуляция газов	Точка ввода дымовых газов в топочную камеру при наличии рециркуляции Значение поля выбирается из списка: -отсутствует - рециркуляция газов отсутствует; -в под топки - ввод газов рециркуляции осуществляется через под топки; -через шлицы под горелками - ввод газов рециркуляции осуществляется через шлицы под горелками; -по наружному каналу горелок - ввод газов рециркуляции осуществляется по наружному каналу горелок; -в воздушное дутье - ввод газов рециркуляции осуществляется в воздушный канал горелок; -в первичную аэросмесь - ввод газов рециркуляции осуществляется в канал первичного воздуха горелок; -во вторичный воздух - ввод газов рециркуляции осуществляется в канал вторичного воздуха горелок. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ.
% рециркуляции газов	Доля рециркуляции дымовых газов в процентах от общего объема продуктов сгорания. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ, если иное не указано в режимной карте котла.
Подача воздуха помимо горелок, %	Процент подачи части дутьевого воздуха в топку помимо горелок. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ.
Коэффициент избытка воздуха за топкой	Коэффициент избытка воздуха на выходе из топки. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ, если иное не указано в режимной карте котла.
Температура дутьевого воздуха	Температура воздуха поступающего в топку на горение. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ, если иное не указано в режимной карте котла. При отсутствии данных температура воздуха принимается равной 30 °С.
Разрежение в топке	Разрежение в топочной камере в единице измерения, выбранной из списка.
Потери q ₃ , %	Потери тепла с химическим недожогом топлива, %. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ, если иное не указано в режимной карте котла.
Потери q ₄ , %	Потери тепла с механическим недожогом топлива, %. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ, если иное не указано в режимной карте котла.
Доля уноса золы	Доля золы в уносе твердых частиц с продуктами сгорания топлива. Данные поля используются в расчете выбросов загрязняющих веществ, если иное не указано в режимной карте котла.
Наличие парового дутья	Флажок отмечается галочкой, если при сжигании твердого топлива в топку подается пар. Данные поля используются в расчетной задаче "Нормирование".
Способ шлакоудаления	Способ удаления шлака из топки при сжигании твердого топлива. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе справочной таблицы нормативов потерь воды на шлакоудаление. Данные поля используются в расчетной задаче "Нормирование".
Подогрев дутьевого воздуха в калорифере	Флажок отмечается галочкой, если в топку подается воздух, предварительно подогретый в калорифере. Данные поля используются в расчетной задаче "Нормирование".

Форма «Измерения выбросов загрязняющих веществ» предназначена

НП «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ГОРОД» 009.СТС.016.001.003.000

для ввода результатов измерений выбросов загрязняющих веществ на котлах (рисунок 39).

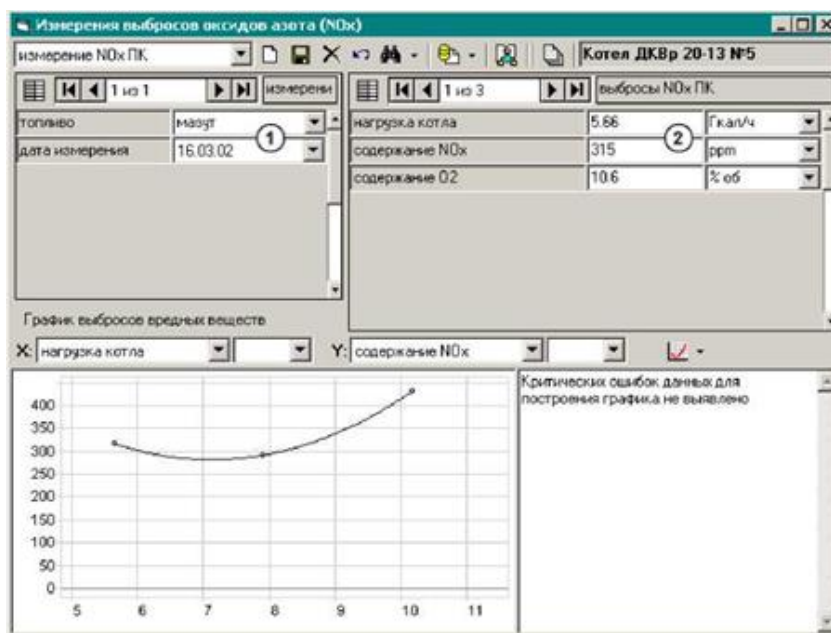


Рисунок 39 - Изображение формы «Измерения выбросов загрязняющих веществ».

Назначение нумерованных элементов формы:

Элемент (1) - предназначен для назначения атрибутов процедуры измерения загрязняющих веществ на котле;

Элемент (2) - предназначен для паспортизации измеренных значений концентрации загрязняющих веществ на котле.

Назначение полей таблицы «Измерения выбросов загрязняющих веществ» приведено в таблице 8.

Таблица 8 - Назначение полей таблицы «Измерения выбросов загрязняющих веществ».

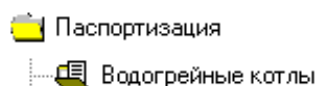
Поле	Описание поля
Назначение полей элемента 1	
Топливо	Вид топлива, на котором работал котел во время измерения содержания загрязняющих веществ. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе таблицы видов топлива, применяющихся на предприятии.
Дата измерения	Дата проведения измерений загрязняющих веществ на котле.

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.**

Назначение полей элемента 2	
Нагрузка котла	Теплопроизводительность котла при измерении содержания загрязняющих веществ в единице измерения выбранной из списка.
Содержание	Измеренное содержание загрязняющего вещества при данной нагрузке котла.
Содержание O ₂	Содержание кислорода в продуктах сгорания при данной нагрузке котла.

Водогрейные котлы

Паспортизация водогрейных котлов, установленных в котельных, выполняется в узле «Водогрейные котлы» дерева задач ГИС Zulu™.



Назначение элементов формы «Водогрейные котлы» аналогично назначению элементов формы «Паровые котлы» (рисунок 40).

тип котла	№	тип горелки	ч
ПТВМ-50	1	ДКЗ	12
ПТВМ-50	2	ДКЗ	12
ПТВМ-50	3	ДКЗ	12
ПТВМ-50	4	ДКЗ	12

параметр	значение	единица
число горелок	4	
давление топлива	650	кг/м²
расход топлива	2300	м³/ч
теплопроизводительность	17.4	Гкал/ч
КПД котла	94.2	
расход воды	745	т/ч

Рисунок 40 - Изображение формы «Водогрейные котлы». Основные отличия форм паспортизации водогрейных котлов от паровых котлов.

1. В таблицу режимной карты водогрейного котла включены поля

для ввода режимных значений расхода воды, температуры и давления воды на входе и на выходе из котла.

2. В список вспомогательного оборудования водогрейного котла включены аппараты обмывки водой.

Форма «Аппараты обмывки водогрейных котлов» предназначена для паспортизации аппаратов, применяемых для обмывки поверхностей нагрева водогрейных котлов водой (рисунок 41). Информация, указанная в паспорте обмывочного аппарата, используется в расчете потерь тепла с обмывкой поверхностей нагрева водогрейных котлов.

Назначение полей таблицы «Аппараты обмывки водогрейных котлов» приведено в таблице 9.

Пример расчета		
параметр	значение	ед измер.
Температура хол воды	0	грС
Потери тепла	0.024534	Гкал/ч
Потери воды	68.165	т/ч

протокол контроля данных

Обмывочный аппарат 0A-1 №1
ошибок не обнаружено

Рисунок 41 - Изображение формы «Аппараты обмывки водогрейных котлов».

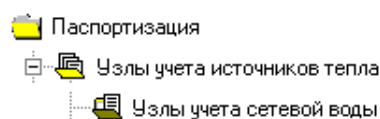
Таблица 9 - Назначение полей таблицы «Аппараты обмывки водогрейных котлов».

Поле	Описание поля
Наименование	Наименование обмывочного аппарата. Поле носит информационный характер.
№	Станционный номер обмывочного аппарата. Поле носит информационный характер.
Число основных сопел	Число основных сопел аппарата, применяемых для обмывки прямых участков труб котла, шт.
Диаметр основных сопел	Диаметр основных сопел обмывочного аппарата, мм.
Число дополнительных сопел	Число дополнительных сопел аппарата, применяемых для обмывки изгибов труб котла, шт.
Диаметр дополнительных сопел	Диаметр дополнительных сопел аппарата, мм.
Давление воды	Давление воды, поступающей на обмывку в единице измерения, выбранной из списка.
Температура воды на обмывку	Температура воды, поступающей на обмывку, °С.

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.**

Продолжительность обмывки	Средняя продолжительность одной операции обмывки, принятая по условиям эксплуатации данного котла, мин.
Число часов между обмывками	Средняя продолжительность интервала между обмывками, принятая по условиям эксплуатации данного котла, ч.

Данные паспортизации узлов учета сетевой и исходной воды, пара, топлива и других теплоносителей используются при вычислении основных показателей работы котельных за истекший (отработанный) период. Паспортизация узлов учета сетевой воды, установленных в котельных, осуществляется в формах «Узлы учета сетевой воды» дерева задач ГИС Zulu™.



В таблице (1) формы «Узлы учета сетевой воды» представлен перечень котельных предприятия (рисунок 42).

Рисунок 42 - Изображение формы «Узлы учета сетевой воды».

В поле (2) отображается наименование зоны теплоснабжения текущей котельной, на выводе которой установлен узел учета сетевой воды.

В поле (3) отображается наименование узла учета, установленного на текущей зоне теплоснабжения котельной. Трубопровод, на котором установлен текущий узел учета сетевой воды, выбирается с помощью списка

(4). В списке (5) содержится перечень видов средств измерения расхода текущего узла учета:

- СУ - первичным средством измерения расхода является сужающее устройство;
- тахометрический счетчик - средство измерения расхода, действие которого основано на измерении числа оборотов подвижного элемента прибора;
- вычислитель расхода - средство измерения, показания которого не нуждаются в обработке;
- отсутствует - средство измерения расхода отсутствует.

Информационное поле (6) служит для представления протокола ошибок, выявленных в процессе выполнения примера расчета текущего узла учета.

На вкладках формы размещены элементы для ввода и редактирования информации о средствах измерения узла учета, а также таблица для ввода данных к выполнению проверочного расчета.

Назначение полей вкладке «Расходомер» приведено в таблице 10.

Таблица 10 - Назначение полей вкладке «Расходомер».

Поле	Описание поля
Нижний предел измерения	Нижний предел измерения расхода. При отсутствии данных принимается равным 0.
Верхний предел измерения	Верхний предел измерения расхода. При отсутствии данных расходомер узла учета признается недоступным для расчета. Единицы измерения верхнего предела расхода должны быть выбраны из списка
Планиметр	Вид планиметра для обработки диаграммы расхода. Значение поля выбирается из списка: -корневой; -пропорциональный; -полярный; -отсутствует. Данные используются при определении расхода по результатам обработки диаграммы планиметром. При отсутствии данных в поле планиметр признается отсутствующим.
Верхний предел планиметра	Предельное число планиметра. При отсутствии данных расчет расхода по результатам обработки диаграммы планиметром признается недоступным.
Функция преобразования	Вид функции преобразования сигнала, поступающего на вторичный прибор расходомера. Значение выбирается из списка: линейная; квадратичная. Данные используются при расчете расхода через сужающее устройство. При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается недоступным.
Тип сужающего устройства	Тип сужающего устройства. Значение выбирается из списка:

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

Поле	Описание поля
	<p>диафрагма; сопло ИСА; сопло Вентури; труба Вентури.</p> <p>Данные используются при расчете расхода через сужающее устройство. При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается недоступным.</p>
Диаметр СУ при 20грС, мм	Диаметр отверстия сужающего устройства при 20 0С, мм. При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается недоступным.
Сталь СУ	Марка стали, из которой изготовлено сужающее устройство. Значение выбирается из списка, сформированного на базе поля справочной таблицы марок сталей и сплавов. При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается недоступным.
Отбор импульса	<p>Способ отбора импульса перепада давления на сужающем устройстве. Значение выбирается из списка:</p> <ul style="list-style-type: none"> -угловой; -фланцевый; -трехрадиусный. <p>При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается недоступным.</p>
Диаметр трубопровода при 20 С, мм	Внутренний диаметр трубопровода при 20 °С, мм. При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается недоступным.
Сталь трубопровода	Марка стали, из которой изготовлен трубопровод. Значение выбирается из списка, сформированного на базе поля справочной таблицы марок сталей и сплавов. При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается недоступным.
Абсолютная шероховатость трубопровода, мм	Абсолютная шероховатость трубопровода, мм. При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается
Перепад дифманометра	Номинальный перепад динамометра в единице измерения, выбранной из списка. При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается недоступным.
Радиус закругления кромки СУ, мм	Радиус притупления входной кромки диафрагмы. При отсутствии данных принимается значение 0,05мм.
Период поверки, год	Продолжительность межповерочного интервала расходомера, год. При отсутствии данных расчет расхода через сужающее устройство признается недоступным.
Поправочный коэффициент	Поправочный коэффициент на показания вычислителя расхода. Значение поправочного коэффициента может быть указано монтажной организацией в паспорте расходомера. При отсутствии данных принимается значение 1.

Назначение полей вкладки «Манометр» приведено в таблице 11.

Таблица 11 - Назначение полей вкладки «Манометр».

Поле	Описание поля
Нижний предел измерения	Нижний предел измерения давления. При отсутствии данных манометр узла учета признается недоступным для расчета.
Верхний предел измерения	Верхний предел измерения давления в единицах измерения, выбранных из списка. При отсутствии данных манометр узла учета признается недоступным для расчета.
Планиметр	<p>Вид планиметра для обработки диаграммы давления. Значение поля выбирается из списка:</p> <ul style="list-style-type: none"> -корневой; -пропорциональный; -полярный; -отсутствует. <p>Данные используются при определении давления по результатам обработки диаграммы планиметром.</p> <p>При отсутствии данных в поле планиметр признается отсутствующим.</p>
Верхний предел планиметра	Предельное число планиметра. При отсутствии данных расчет давления по результатам обработки диаграммы планиметром признается недоступным.
Функция преобразования	Вид функции преобразования сигнала, поступающего на вторичный прибор

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.**

	<p align="center">манометра. Значение выбирается из списка: -линейная; -квадратичная. При отсутствии данных расчет давления по результатам обработки диаграммы планиметром признается недоступным.</p>
--	--

Назначение полей вкладки «Термометр» приведено в таблице 12.

Таблица 12 - Назначение полей вкладки «Термометр».

Поле	Описание поля
Нижний предел измерения	Нижний предел измерения температуры, С. При отсутствии данных термометр узла учета признается недоступным для расчета.
Верхний предел измерения	Верхний предел измерения температуры, С. При отсутствии данных термометр узла учета признается недоступным для расчета.
Планиметр	<p>Вид планиметра для обработки диаграммы давления. Значение поля выбирается из списка: -корневой; -пропорциональный; -полярный; -отсутствует.</p> <p>Данные используются при определении температуры по результатам обработки диаграммы планиметром. При отсутствии данных в поле планиметр признается отсутствующим.</p>
Верхний предел планиметра	Предельное число планиметра. При отсутствии данных расчет температуры по результатам обработки диаграммы планиметром признается недоступным.
функция преобразования	<p>Вид функции преобразования сигнала, поступающего на вторичный прибор термометра. Значение выбирается из списка: -линейная; -квадратичная.</p> <p>При отсутствии данных расчет давления по результатам обработки диаграммы планиметром признается недоступным.</p>

На вкладке «Расчет» размещены элементы, позволяющие выполнить пример расчета параметров потока с одновременным контролем паспортных данных (рисунок 43). Таблица, размещенная на вкладке, позволяет ввести значения контролируемых параметров потока, а так же отображает результаты выполнения примера расчета.

пример расчета с контролем исходных данных			
данные и результаты расчета			
параметр	значение	ед. измер	результат
давление	1	МПа	10.197 кг/см ²
температура	60	%	90 грС
расход	234	число планиметра	30171 т
барометр. давление	760	мм рт ст	1257.14 т/ч
продолжит. учета	24	час	0

Рисунок 43 - Изображение вкладки «Расчет» формы «Узлы учета сетевой воды».

Назначение полей таблицы вкладки «Расчет»:

-параметр - наименование контролируемого параметра (заполняется средствами приложения);

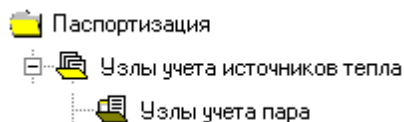
-значение - значение контролируемого параметра;

-ед. измерения - единицы измерения контролируемого параметра выбираются из списка в виде физических единиц измерения, в виде процента шкалы, соответствующего средства измерения или в виде планиметрического числа;

-в столбце «Результат» воспроизводятся результаты расчета избыточного давления потока в кг/см², температуры потока в °С, количества и часового расхода контролируемого потока (для воды и пара в т и т/ч, а для газообразных потоков - в м³ и м³/ч).

Если в результате выполнения расчета обнаруживаются ошибки исходных данных, то в информационном поле (6) появляется соответствующая запись.

Для паспортизации узлов учета пара, установленных в котельных, осуществляется в формах «Узлы учета пара» дерева задач ГИС Zulu™.



В таблице (1) формы «Узлы учета пара» представлен перечень котельных предприятия (рисунок 44). В поле (2) отображается наименование зоны пароснабжения текущей котельной, на выводе которой установлен узел учета. В поле (3) отображается наименование узла учета, установленного на текущей зоне пароснабжения котельной.

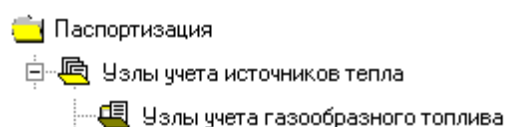
ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

расходомер		манометр	термометр	расчет
нижний предел измерения	0			
верхний предел измерения	32			
функция преобразования	квадратичная			
перепад дифманометра	0.63			
отбор импульса	угловой			
тип срабатывающего устройства	диафрагма			
диаметр СУ при 20грС, мм	142.53			
сталь СУ	12х18Н3Т			
радиус закругления кромок СУ, мм	0.5			
диаметр трубопровода при 20грС, мм	205.4			
сталь трубопровода	20			

Рисунок 44 - Изображение формы «Узлы учета пара».

Вид теплоносителя, расход которого измеряет текущий узел учета, выбирается с помощью списка (4). В списке (5) содержится перечень видов средств измерения расхода текущего узла учета. Информационное поле (поз. 6) служит для представления протокола ошибок, выявленных в процессе выполнения расчета текущего узла учета.

Паспортизация узлов учета газообразного топлива, установленных в котельных, осуществляется в формах «Узлы учета газообразного топлива» дерева задач ГИС Zulu™.

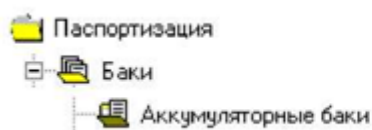


В таблице (1) формы «Узлы учета газообразного топлива» представлен перечень котельных предприятия (рисунок 45). В поле (2) отображается наименование узла учета газа текущей котельной. Вид газообразного топлива, расход которого измеряет текущий узел учета, выбирается с помощью списка (3). В списке (4) содержится перечень видов средств измерения расхода текущего узла учета. Информационное поле (5) служит для представления протокола ошибок, выявленных в процессе выполнения примера расчета

текущего узла учета.

Рисунок 45 - Изображение формы «Узлы учета газообразного топлива».

Паспортизация узлов учета аккумуляторных баков, установленных в котельных, осуществляется в формах «Аккумуляторные баки» дерева задач ГИС Zulu™.



Форма «Аккумуляторные баки» предназначена для паспортизации аккумуляторных баков, установленных в котельных (рисунок 46).

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.**

Аккумуляторные баки

котельная: 1 из 3

для котельной:

- Северная
- Южная
- Восточная

аккумуляторные баки

1 из 4

№: 1

диаметр: 15.18 м

высота: 11.92 м

толщина стенки: 12 мм

сталь бака: 20

изоляция: мин вата 400

толщина изоляции: 80 мм

% неизолир. поверх: 0

покрытие изоляции: сталь оцинкованная

расположен: снаружи

Пример расчета

параметр	значение	ед. измер.
Температура окр. среды	0	град.С
Скорость ветра	5	м/с
Потери в окр. среду	0	Гкал/ч

протокол контроля данных

Рисунок 46 - Изображение формы «Аккумуляторные баки».

Назначение полей таблицы паспортизации аккумуляторных баков приведено в таблице 13.

Таблица 13 - Назначение полей таблицы паспортизации «Аккумуляторные баки».

Поле	Описание поля
№	Станционный номер аккумуляторного бака. Поле носит информационный характер.
Диаметр	Диаметр обечайки бака в единице измерения, выбранной из списка. При отсутствии значения в поле бак признается недоступным для расчета.
Высота	Высота обечайки бака в единице измерения, выбранной из списка. При отсутствии значения в поле бак признается недоступным для расчета.
Толщина стенки	Толщина стенки обечайки бака в единице измерения, выбранной из списка. При отсутствии значения в поле принимается равной 8 мм.
Сталь бака	Марка стали, из которой изготовлена обечайка бака. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе справочной таблицы сталей и сплавов.
Изоляция	Вид теплоизоляционного материала бака. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе справочной таблицы изоляционных материалов. При отсутствии значения в поле бак признается неизолированным.
Толщина изоляции	Толщина теплоизоляционного слоя бака в единице измерения, выбранной из списка. При отсутствии значения в поле бак признается неизолированным.
Покрывтие изоляции	Вид наружного покрытия теплоизоляционного слоя бака. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе справочной таблицы покрытий изоляции.
% неизолир. поверхности	Процент неизолированной поверхности по отношению к полной наружной поверхности бака. При отсутствии данных в поле принимается, что процент неизолированной поверхности равен 0.
Расположен	Место установки бака. Значение выбирается из списка: -внутри помещения; -снаружи. При отсутствии данных в поле принимается, что бак установлен снаружи.
Ориентация	Ориентация бака (расположение образующей стенки бака). Значение выбирается из списка: -горизонтально; -вертикально. При отсутствии данных в поле принимается, что бак установлен вертикально.
Температура в баке	Средняя температура воды в баке во время эксплуатации, °С.

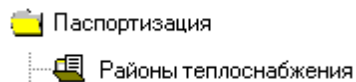
Информация, указанная в паспорте аккумуляторного бака, используется в

расчете потерь тепла в окружающую среду. Кроме того, в расчете суточных ведомостей определяется количество аккумулированного тепла. При необходимости выполняется процедура расчета потерь тепла от бака в окружающую среду для указанной температуры окружающей среды и скорости ветра. В процессе выполнения расчета осуществляется контроль паспортных данных по текущему аккумуляторному баку.

3. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное

В электронной модели системы теплоснабжения районы теплоснабжения представляются как объекты, сгруппированные по территориальному (или иному) признаку котельных.

Паспортизация районов теплоснабжения осуществляется в форме «Районы теплоснабжения» дерева задач ГИС Zulu™.



В поле таблицы вносится название района теплоснабжения (рисунок 47).

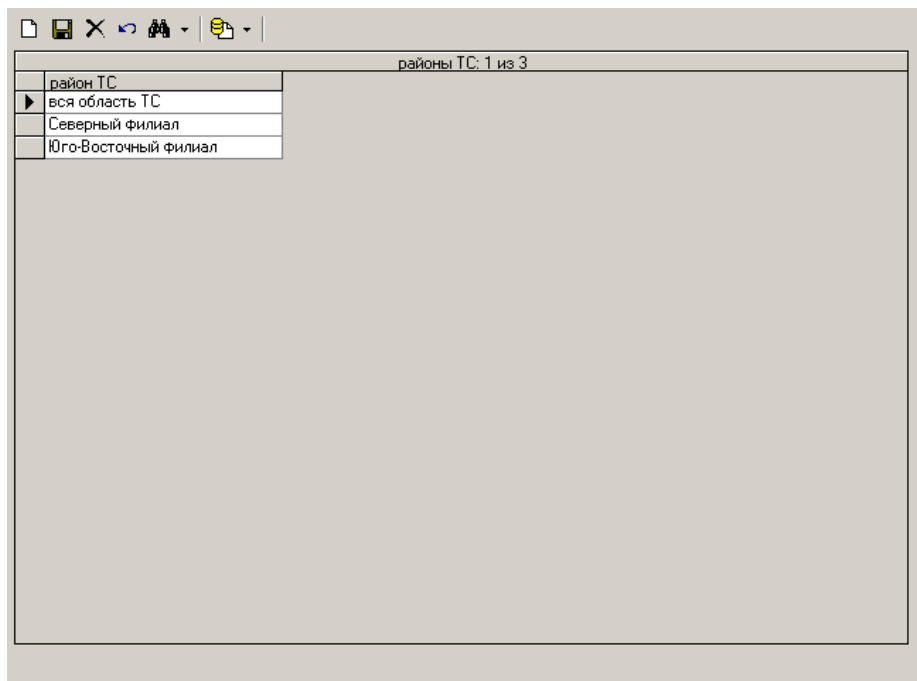




Рисунок 47 - Изображение формы «Районы теплоснабжения».

Особенностью данной формы является то, что первую запись «Вся область ТС» удалять не разрешается.

Теплоснабжающая организация (ЭСО) - это юридическое лицо, осуществляющее деятельность по выработке тепловой энергии, передаче и снабжению потребителей теплом. Теплоснабжающие организации действуют на территории районов теплоснабжения. Паспортизация теплоснабжающих организаций, осуществляется в форме «Теплоснабжающие организации

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.
(ЭСО)» дерева задач ГИС Zulu™ (рисунок 48).

 Паспортизация
 Теплоснабжающие организации (ЭСО)

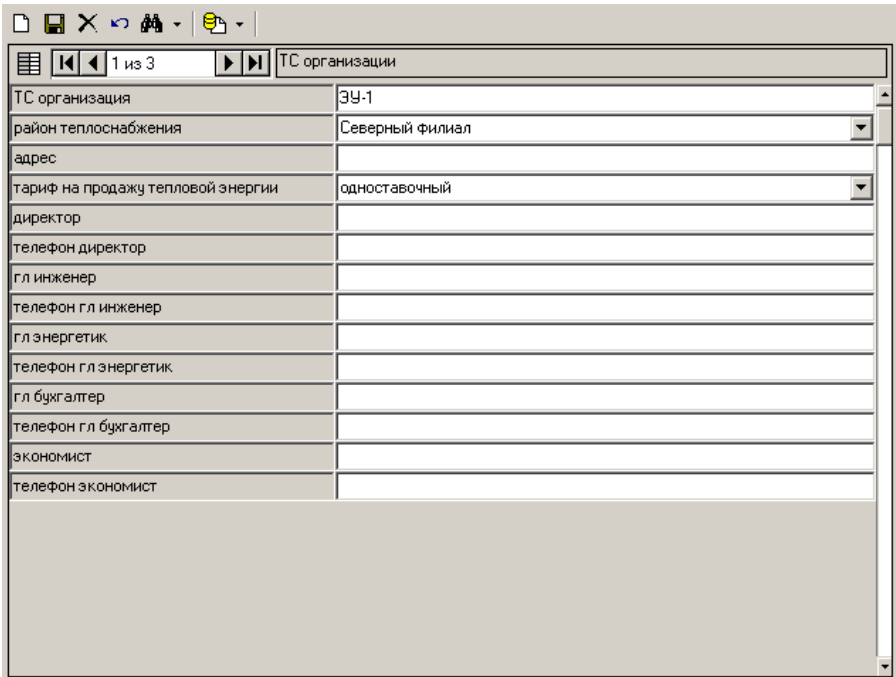


Рисунок 48 - Изображение формы «Теплоснабжающие организации (ЭСО)».

Назначение полей таблицы паспортизации аккумуляторных баков приведено в таблице 14.

Таблица 14 - Назначение полей таблицы паспортизации «Теплоснабжающие организации».

Поле	Описание поля
ТС организация	Название теплоснабжающей организации
Район теплоснабжения	Район теплоснабжения, на территории которого действует данная теплоснабжающая организация. Значение поля выбирается из списка, сформированного на базе таблицы районов теплоснабжения.
Адрес	Адрес теплоснабжающей организации.
Тариф на продажу тепловой энергии	Вид тарифа на продажу тепловой энергии, принятый на данном тепло-снабжающем предприятии. Значение поля выбирается из списка: -одноставочный - плата за тепло взимается только по ставке за тепловую энергию; -двухставочный - плата за тепло взимается по ставке; -за тепловую энергию и по ставке за установленную тепловую мощность. Данные поля используются в задаче «Тарификация».
Поля должностное лицо и телефон	Поля носят информационный характер и предназначены для ввода фамилии, имени, отчества и номера телефона должностного лица предприятия.

4. Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.

Расчетный расход сетевой воды на систему отопления (СО), присоединенную по зависимой схеме, определяется по формуле 2:

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.p.})}, \text{ т/ч} \quad (2)$$

где $Q_{o.p.}$ - расчетная нагрузка на систему отопления, Гкал/ч;

$\tau_{1.p.}$ - температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С;

$\tau_{3.p.}$ - температура воды в подающем трубопроводе системы отопления при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С;

$\tau_{2.p.}$ - температура воды в обратном трубопроводе системы отопления при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С;

Расчетный расход воды в системе отопления определяется из выражения 3:

$$G_{c.p.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{3.p.} - \tau_{2.p.})}, \text{ т/ч} \quad (3)$$

где $\tau_{3.p.}$ - температура воды в подающем трубопроводе системы отопления при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С.

Относительный расход сетевой воды \bar{G} на систему отопления рассчитывается по формуле 4:

$$\bar{G} = \frac{G_c}{G_{c.p.}}, \quad (4)$$

где G_c - текущее значение сетевого расхода на систему отопления, т/ч.

Относительный расход тепла $Q_o.$ на систему отопления рассчитывается

по формуле 5:

$$\bar{Q} = \frac{Q_o.}{Q_{o.p.}}, \quad (5)$$

где Q_o – текущее значение расхода теплоты на систему отопления.

Расчетный расход теплоносителя в системе отопления присоединенной по независимой схеме рассчитывается по формуле 6:

$$G_{c.o.} = \frac{Q_{o.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.p.})}, \text{ Т/ч} \quad (6)$$

Где $\tau_{1.p.}, \tau_{2.p.}$ - расчетная температура нагреваемого теплоносителя (второй контур) соответственно на выходе и входе в теплообменный аппарат, °С.

Расчетный расход теплоносителя в системе вентиляции определяется по формуле 7:

$$G_{c.v.} = \frac{Q_{v.p.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.p.} - \tau_{2.v.p.})}, \text{ Т/ч} \quad (7)$$

где $Q_{v.p.}$ расчетная нагрузка на систему вентиляции Гкал/ч;

$\tau_{2.v.p.}$ - расчетная температура сетевой воды после калорифера системы вентиляции, °С.

Расчетный расход теплоносителя на систему горячего водоснабжения (ГВС) для открытых систем теплоснабжения определяется по формуле 8:

$$G_{ГВС.p.} = \frac{Q_{ГВС.в.р.}^{cp.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{ГВ.} - \tau_{2ХВ.})}, \text{ Т/ч} \quad (8)$$

Расход воды на горячее водоснабжение из подающего трубопровода тепловой сети определяется по формуле 9:

$$G_{n.ГВС.} = \beta \cdot G_{ГВС.p.}, \text{ Т/ч} \quad (9)$$

где β - доля отбора воды из подающего трубопровода, определяемая по формуле 10:

$$G_{ГВС.p.} = \frac{\tau_{ГВ.} - \tau_2}{\tau_1 - \tau_2}, \quad (10)$$

Расход воды на горячее водоснабжение из обратного трубопровода тепловой сети определяется по формуле 11:

$$G_{\text{о.ГВС}} = (1 - \beta) \cdot G_{\text{ГВС.р.}}, \text{ т/ч} \quad (11)$$

Расчетный расход теплоносителя (греющей воды) на систему ГВС для закрытых систем теплоснабжения:

при параллельной схеме включения подогревателей на систему горячего водоснабжения вычисляется по формуле 12:

$$G_{\text{ГВС.р.}} = \frac{Q_{\text{ГВС.в.р.}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.u.} - \tau_{2.mu.})}, \text{ т/ч} \quad (12)$$

где $\tau_{1.u.}$ - температура сетевой воды в подающем трубопроводе в точке излома температурного графика, °С;

$\tau_{2.mu.}$ - температура сетевой воды после подогревателя в точке излома температурного графика (принимается $\tau_{2.mu.} = 30$ °С).

При наличии баков аккумуляторов:

$$Q_{\text{ГВС.р.}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср.}}, \text{ Гкал/ч.}$$

При отсутствии баков аккумуляторов:

$$Q_{\text{ГВС.р.}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{max.}}, \text{ Гкал/ч.}$$

где $Q_{\text{ГВС.р.}}$ - величина средней тепловой нагрузки на ГВС, при отсутствии данных определяется по формуле 13:

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{max.}} = L = k \cdot Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср.}}, \text{ Гкал/ч} \quad (13)$$

где k - коэффициент часовой неравномерности.

Для смешанной схемы включения подогревателей на систему горячего водоснабжения, при регулировании отпуска теплоты по отопительной нагрузке, расчетный расход греющей воды на верхнюю ступень подогревателя определяется по формулам 14 и 15:

$$G_{\text{ГВС.р.}}^{\text{II}} = \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{II}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.u.} - \tau_{2.mu.})}, \text{ т/ч} \quad (14)$$

$$G_{\text{ГВС.р.}}^{\text{II}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{max.}} \cdot \frac{\tau_{\text{ГВ.}} - \tau_{\text{н.}}}{\tau_{\text{ГВ.}} - \tau_{\text{ХВ.}}}, \text{ Гкал/ч} \quad (15)$$

где $\tau_{\text{н.}}$ - температура холодной водопроводной воды после теплообменного аппарата нижней ступени, принимаемая на 5 - 10 °С ниже температуры сетевой воды в обратном трубопроводе после системы

отопления в точке излома температурного графика;

$\tau_{2.m.u.}$ - температура сетевой воды после теплообменного аппарата верхней ступени, принимаемая равной температуре сетевой воды после системы отопления в точке излома температурного графика, °С.

Для последовательной схемы включения подогревателей на систему горячего водоснабжения при регулировании отпуска теплоты по отопительной нагрузке, расчетный расход греющей воды на верхнюю ступень подогревателя определяется по формуле 16 и 17:

$$G_{ГВС.p.}^{II} = \frac{Q_{ГВС.}^{II} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.u.} - \tau_{2.m.u.})}, \text{ т/ч} \quad (16)$$

где $\tau_{2.m.u.}$ - температура сетевой воды после теплообменного аппарата верхней ступени, °С;

$$Q_{ГВС.}^{II} = Q_{ГВС.}^{бал} \cdot \frac{\tau_{ГВ.} - \tau_{n.}}{\tau_{ГВ.} - \tau_{ХВ.}}, \text{ Гкал/ч} \quad (17)$$

где $Q_{ГВС.}^{бал} = \chi \cdot Q_{ГВС.}^{ср.}$ - балансовая нагрузка на горячее водоснабжение, Гкал/ч; при $\chi = 1,2$.

Расход сетевой воды на первую (нижнюю) ступень теплообменного аппарата определяется по формуле 18:

$$Q_{ГВС.p.}^I = G_{аб.p.} = G_{с.p.} + Q_{ГВС.p.}^{II}, \text{ т/ч} \quad (18)$$

где $G_{аб.p.}$ - расчетный расход сетевой воды на абонентский ввод, т/ч;

$G_{аб.p.}$ - расчетный расход сетевой воды на вторую (верхнюю) ступень теплообменного аппарата, т/ч.

Суммарный расход сетевой воды на абонентский ввод равен сумме расчетных расходов на отопление, вентиляцию и ГВС и определяется по формуле 19:

$$Q_{аб.в.p.} = G_{со.p.} + G_{ГВС.p.}^{II} + G_{св.p.}, \text{ т/ч} \quad (19)$$

Расчетный расход воды в двухтрубных тепловых сетях в неотапительный период определяется по формуле 20:

$$Q_{ГВС.p} = \alpha \cdot Q_{ГВС.}^{max}, \text{ т/ч} \quad (20)$$

где α - коэффициент, учитывающий изменения среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотапительный период по отношению к отопительному периоду, принимаемый при отсутствии данных для жилищно-коммунального сектора равным 0,8 (для курортов $\alpha = 1,2 - 1,5$), для предприятий - 1,0.

При этом максимальный расход воды на горячее водоснабжение определяется для открытых систем теплоснабжения по формуле 21:

$$G_{\text{ГВС.р.}} = \frac{Q_{\text{ГВС.}}^{\text{max}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{\text{ГВ.}} - \tau_{\text{ХВ.}})}, \text{ т/ч} \quad (21)$$

при температуре холодной воды в неотапительный период.

Для закрытой системы при всех схемах присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения - по формуле 22:

$$G_{\text{ГВС.р.}} = \frac{Q_{\text{ГВС.}}^{\text{max}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.у.} - \tau_{2.м.у.})}, \text{ т/ч} \quad (22)$$

Расход воды в обратном трубопроводе двухтрубных водяных тепловых сетей открытых систем теплоснабжения принимается в размере 10 % от расчетного расхода воды, определенного по предыдущей формуле 23.

Определение сопротивлений участков тепловой сети и потребителей

Потери напора при движении теплоносителя по трубопроводам, определяются по формуле:

$$\Delta H_{\text{уч}} = S_{\text{уч}} \cdot \left(\frac{G_{\text{уч}}}{\rho} \right)^2, \quad (23)$$

где $G_{\text{уч}}$ - расход теплоносителя на участке тепловой сети, т/час;

ρ - плотность теплоносителя, кг/м³.

Приведенное сопротивление участка трубопровода определяется по формуле 24:

$$S_{\text{уч.}} = \frac{A_r \cdot (l_{\text{уч.}} + l_{\text{экв.}})}{g \cdot d_{\text{уч.}}^{5.25}}, \text{ м}^5 \cdot \text{ч}^2 / \text{м}^6 \quad (24)$$

где A_r - коэффициент, м^{0,25};

$l_{\text{уч.}}$ - длина участка трубопровода по плану, м;

$l_{\text{экв.}}$ - эквивалентная длина участка трубопровода, м;

g - ускорение свободного падения, м/с².

$d_{\text{уч.}}^{5.25}$ - внутренний диаметр участка трубопровода, м;

Конструкторский гидравлический расчет трубопроводов тепловой сети

Целью конструкторского гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов и потерь давления в тепловой сети при известных расходах и параметрах теплоносителя. Конструкторский расчет выполняется для тупиковой и кольцевой тепловой сети.

Исходными данными для проведения конструкторского гидравлического расчета являются:

- схема тепловой сети;

- длины участков тепловой сети, количество и места установки задвижек, компенсаторов и углов поворота;

- расчетные нагрузки потребителей;

- расчетные параметры теплоносителя на источнике и потребителях;

- геодезические отметки узлов тепловой сети и высоты зданий.

Конструкторский расчет трубопроводов тепловой сети открытой системы теплоснабжения для зимнего периода выполняют для двух режимов:

- при отсутствии водоразбора на горячее водоснабжение, когда расчетный расход теплоносителя, а следовательно, и потери давления в подающем и обратном трубопроводах будут равными (диаметры подающего и обратного трубопровода одинаковые);

- при максимальном водоразборе на горячее водоснабжение из обратного трубопровода (диаметры подающего и обратного трубопровода разные).

Конструкторский расчет тепловой сети закрытой системы теплоснабжения выполняется из условия, что диаметры подающего и обратного трубопроводов одинаковые.

Расходы теплоносителя на участках тепловой сети определяются в

зависимости от схемы присоединения потребителей и способа регулирования отпуска теплоты.

Конструкторский расчет тепловой сети может быть выполнен двумя способами:

- по известной разности располагаемых напоров в начале и конце рассчитываемой сети. При этом за основную магистраль при расчете разветвленной тепловой сети выбирают ветвь с наименьшими удельными потерями напора;

- по задаваемым удельным потерям давления на основной магистрали и ответвлениях. В этом случае за основную магистраль принимается наиболее протяженная ветвь. Удельные потери на магистрали выбирают так, чтобы давления в узлах ответвлений обеспечивало нормальную работу всех потребителей.

В первом случае решение задачи сводится к определению расчетных удельных потерь напора и подбору таких диаметров трубопроводов, при которых фактические удельные потери напора не превышают расчетных. Под расчетным участком разветвленной сети будем понимать трубопровод, в котором расход теплоносителя не изменяется. Расчетный участок располагается, как правило, между соседними ответвлениями. Расчетный участок делится на два или несколько, если в его пределах требуется изменить диаметры труб или вид прокладки.

При этом конструкторский расчет тепловой сети распадается на два этапа: предварительный и поверочный.

Предварительный расчет

Определяются расчетные расходы теплоносителя на всех участках расчетной магистрали тепловой сети путем последовательного суммирования расходов теплоносителя по всем потребителям и ответвлениям.

Определяется расчетный располагаемый напор на каждом потребителе

$\Delta H_{\text{пот}}$

Определяется ориентировочная доля потерь давления в местных сопротивлениях по формуле Б.Л. Шифринсона 25:

$$\alpha_1 = z \cdot \sqrt{G_i}, \text{ т/ч} \quad (25)$$

где G_i - расход теплоносителя на участке, кг/с;

z - коэффициент, зависящий от вида теплоносителя, для воды $z = 0,03 - 0,05$. Определяется предварительное удельное линейное падение давления на расчетной магистрали по формуле 26:

$$R_{\text{л.уд.}} = \frac{(\Delta H_{\text{ист.}} - \Delta H_{\text{пот.}}) \cdot \gamma_{\text{ср}}}{(1 + \alpha) \cdot 2 \cdot \sum_1^n l_i} = \frac{(\Delta H_{\text{ист.}} - \Delta H_{\text{пот.}}) \cdot g \cdot \rho_{\text{ср}}}{(1 + \alpha) \cdot 2 \cdot \sum_1^n l_i}, \text{ Па/м} \quad (26)$$

где $2 \cdot \sum_1^n l_i$ - длина подающего и обратного трубопровода расчетной магистрали, м.

l_i - длина i -го участка подающего трубопровода, м;

n - количество участков подающего трубопровода на расчетной магистрали;

$\Delta H_{\text{ист.}}$ - располагаемый напор на источнике, м;

$\Delta H_{\text{пот.}}$ - располагаемый напор на потребителе, м;

$\gamma_{\text{ср}}$ - удельный вес теплоносителя, кг/м³. При среднегодовой температуре теплоносителя, равной 75 °С, удельный вес воды $\gamma_{\text{ср}} = 9555 \text{ Н/м}^3$, $\rho_{\text{ср}} = 975 \text{ (кг/м}^3\text{)}$.

Определяют предварительно диаметр трубопровода по формуле 27:

$$d_i = A_d^b \cdot \frac{G_i^{0.38}}{R_{\text{л}}^{0.19}}, \text{ м} \quad (27)$$

где A_d^b - коэффициент, зависящий от шероховатости трубопровода и плотности теплоносителя, приведен в таблице 15.

$G_i^{0.38}$ - массовый расход теплоносителя на участке сети, кг/с;

d_i - внутренний диаметр трубопровода, м.

Проверочный расчет

Округляется предварительно рассчитанный диаметр до ближайшего по

стандарту. Определяется фактическое удельное падение давления по формуле 28:

$$R_{\text{л.уд.}} = A_d^b \cdot \frac{G_i^2}{d_i^{5.25}}, \text{ Па/м} \quad (28)$$

При определении фактических удельных потерь давления следует ориентироваться на диаметр условного прохода трубопровода, который для стальных труб равен усредненному по толщине стенки внутреннему диаметру.

Определяется сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$. При подсчете суммы коэффициентов местных сопротивлений учитывается все устанавливаемое на участке оборудование: задвижки, компенсаторы, отводы, тройники и т.д.

Определяется длина трубопровода, эквивалентная местным сопротивлениям, установленным на каждом участке, по формуле 29:

$$l_{\text{экв.}} = A_l \cdot \sum \xi \cdot d_i^{1.25}, \text{ м} \quad (29)$$

где A_l, A_R^b, A_d^b - коэффициенты, зависящие от шероховатости трубопровода и плотности теплоносителя, приведены в таблице 15.

Определяется фактическое суммарное падение давления на участке по формуле 30:

$$\Delta P_{\text{уч.}} = R_{\text{л.уд.}} \cdot (l + l_{\text{экв.}}), \text{ Па} \quad (30)$$

Определяется фактическая потеря напора на участке сети по формуле 31:

$$\Delta H_{\text{уч}} = \frac{\Delta P_{\text{уч.}}}{\gamma_{\text{ср.}}} = \frac{\Delta P_{\text{уч.}}}{g \cdot \rho_{\text{ср}}} = \frac{\Delta P_{\text{уч.}}}{9.8 \cdot \rho_{\text{ср}}}, \text{ м} \quad (31)$$

Определяется располагаемый напор в узлах расчетной магистрали по формуле 32:

$$\Delta H_{\text{узла}} = \Delta H_{\text{ист}} - \Delta H_{\text{под.уч}} - \Delta H_{\text{обр.уч}}, \text{ м} \quad (32)$$

где $\Delta H_{\text{под.уч}}$ - фактические потери напора на участке подающего трубопровода, м;

$\Delta H_{\text{обр.уч}}$ - фактические потери напора на участке обратного трубопровода,

м. Определяется скорость движения воды в трубах, по формуле 33, которая должна быть не более 3,5 м/с.

$$\omega_{\text{уч}} = \frac{G_{\text{уч}}}{3600 \cdot f_{\text{тр}} \cdot \rho_{\text{ср}}} = \frac{G_{\text{уч}}}{3600 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \rho_{\text{ср}}}, \text{ м/с} \quad (33)$$

Зависимость между расходом воды, скоростью и диаметром участка имеет вид: 34

$$G_{\text{уч}} = 2826 \cdot \omega_{\text{уч}} \cdot d^2 \cdot \rho_{\text{ср}}, \text{ т/ч} \quad (34)$$

где $\rho_{\text{ср}}$ - плотность теплоносителя, кг/м³;

$f_{\text{тр}}$ - площадь поперечного сечения трубопровода, м².

По известному располагаемому напору в узлах расчетной магистрали и располагаемому напору у потребителей аналогично производят расчет ответвлений.

Расчет считается удовлетворительным, если полученные потери напора на каждой стадии расчета не превышают разность располагаемых напоров начала и конца расчетного участка и отличаются от него не более чем на 10%. В этом случае расчетный расход теплоносителя будет обеспечен с ошибкой не более 3,5%.

В случае, когда располагаемый напор на источнике неизвестен, его обоснование следует выполнять на основании технико-экономических расчетов. При отсутствии данных для экономического обоснования удельные потери вдоль главной магистрали можно принимать от 30 до 80 Па/м. Для ответвлений к отдельным зданиям - по располагаемому перепаду давлений, но не более 300 Па/м.

При этом конструкторский расчет тепловой сети ведут по следующей методике.

Исходя из схемы присоединения местных теплопотребляющих установок, определяют требуемый перепад давлений на вводах в здания и сооружения.

Начиная с концевого участка расчетной магистрали, определяют

диаметры труб по расчетному расходу теплоносителя и экономически целесообразным удельным потерям давления.

Определяют потери давления на участке с учетом фактических удельных потерь давления и его приведенной длины.

Располагаемый перепад давлений в конце расчетного участка складывается из требуемого перепада давлений на вводе и суммы потерь давления в подающем и обратном трубопроводах. Для последующих участков расчетной магистрали определение потерь давления и конечных располагаемых перепадов производится аналогично.

После расчета магистрали во всех узловых точках сети будут известны располагаемые перепады давлений. Поэтому последующий расчет можно проводить по методике, рассмотренной выше.

Для предотвращения возможных закупорок труб продуктами коррозии и другими механическими отложениями минимальные диаметры труб тепловых сетей ограничены и принимаются, независимо от расходов теплоносителя, для магистральных и распределительных участков не менее 32 мм, а для ответвлений к отдельным зданиям - не менее 25 мм.

Диаметры подающего и обратного трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при совместной подаче теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение должны приниматься, как правило, одинаковыми.

Для распределительных участков сети и ответвлений необходимо стремиться к подбору таких диаметров труб, при которых обеспечивается полное использование располагаемого перепада давлений. Все избыточные давления в сети необходимо погасить на вводах в здания либо соплом элеватора, либо путем установки дроссельных шайб.

По результатам конструкторского гидравлического расчета можно построить пьезометрический график, далее выполнить наладку системы теплоснабжения либо поверочный расчет. Размерности и значения коэффициентов AbR , Abd , Al приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Размерности и значения коэффициентов A_{bR} , A_{bd} , A_l .

Коэфф ициент	Размер ность	Выраж ение	Абсолютная эквивалентная шероховатость, $k_{эkv}, м$		
			0,0002	0,0005	0,001
A_{bR}	$м^{325}/кг$	$0.0894 \cdot \frac{k_{эkv}^{0.25}}{\rho}$	10.92 - 10⁻⁶	13.64 - 10⁻⁶	16.3 - 10⁻⁶
A_{bd}	$м^3-25/кг^{0.19}$	$0.63 \cdot \frac{k_{эkv}^{0.047}}{\rho^{0.19}}$	111.5 - 10⁻³	117-10⁻³	121-10⁻³
A_l	$м^{-0.25}$	$0.63 \cdot \frac{k_{эkv}^{0.047}}{\rho^{0.19}}$	76.4	60.7	51.1

Размерности и числовые значения указанных коэффициентов взяты при плотности $\rho = 975 \text{ кг/м}^3$, что соответствует средней температуре теплоносителя за год 75 С.

Расчет потокораспределения в трубопроводной сети

Программный модуль предназначен для расчета режимов работы трубопроводных сетей.

К началу выполнения гидравлического расчета определены:

- сопротивления участков тепловой сети;
- сопротивления потребителей;
- расходы в узлах сети;
- действующие напоры на источниках и насосных станциях.

В результате гидравлического расчета определяются расходы теплоносителя на каждом участке тепловой сети и давления в каждом узле.

Для определения названных величин используются законы Кирхгофа:

- сумма расходов, втекающих в каждый узел, равна нулю (или утечке);
- сумма падений давления на всех участках замкнутого цикла равна нулю (или сумме действующих напоров).

Эти два фундаментальных закона следует дополнить эмпирической зависимостью падения давления на участке сети от расхода 35:

$$\Delta p = f(q) \quad (35)$$

Для всех трубопроводных сетей считается оправданным использование зависимости вида 36[13]

$$f(q) = s|q|^{n-1}q \quad (36)$$

В частности, для водопроводной сети принято использовать функцию

$$f(q) = s|q|q,$$

где S - постоянный коэффициент, называемый сопротивлением.

С использованием матрицы инцидентности графа сети первую систему уравнений Кирхгофа можно записать в виде 37:

$$A \cdot q = Q \quad (37)$$

Здесь A - матрица инцидентности без последней строки,

q - вектор расходов на участках,

Q - вектор утечек в узлах.

Вторая система уравнений Кирхгофа может быть получена из системы уравнений, выражающих закон Ома для каждого участка сети 38:

$$A^T \cdot p = H - S f(q) \quad (38)$$

Здесь p - вектор давлений в узлах;

H - вектор действующих на участках напоров;

S - диагональная матрица сопротивлений участков.

Если для графа сети выбрано основное дерево, тогда ему соответствует определенная система базисных циклов, описываемая матрицей B . Умножая последнее соотношение на матрицу B слева и, учитывая, что $BA = 0$, получается вторая система уравнений Кирхгофа 39:

$$BS f(q) = BH \quad (39)$$

Решение такой системы нелинейных уравнений находится численно с использованием метода Ньютона. При этом время, требуемое для решения,

пропорционально третьей степени числа неизвестных. Для достаточно больших трубопроводных сетей описанный подход требует слишком больших затрат машинного времени. Для ускорения процесса решения еще Кирхгофом предложен метод контурных расходов. В качестве неизвестных величин выбираются контурные расходы, точнее расходы на участках сети (хордах) не входящих в основное дерево. Количество хорд значительно меньше, чем количество узлов и участков.

Если в результате наладки у какого-либо потребителя фактический напор получится меньше, чем требуемый, то значение этой разницы запоминается и выдается сообщение «Заданного напора на источнике недостаточно». В этом случае возможны следующие варианты расчета:

1. Окончание расчета без изменения напора. Вариант может быть принят, если на источнике задан реальный располагаемый напор. После завершения расчета следует проанализировать причину недостатка напора у потребителей.

2. Задать новый напор на источнике. Выбор значения напора, которое необходимо добавить для нормальной работы сети. В этом случае произойдет пересчет потоко-распределения и напоров во всех узлах сети. Вариант может быть использован для выбора оптимального располагаемого напора на источнике. С этой целью перед началом расчета в качестве исходных данных задается заведомо малое значение располагаемого напора, которое в дальнейшем пересчитывается.

Температурные графики систем централизованного теплоснабжения

В соответствии со СНиП 2.04.07-86* регулирование отпуска теплоты предусматривается, как правило, качественное по нагрузке отопления или по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения согласно графику изменения температуры воды в зависимости от температуры наружного воздуха.

При центральном качественном регулировании в системах

теплоснабжения с преобладающей (более 65 %) жилищно-коммунальной нагрузкой следует принимать регулирование по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения, а при тепловой нагрузке жилищно-коммунального сектора менее 65 % от суммарной тепловой нагрузки и доле средней нагрузки горячего водоснабжения менее 15 % от расчетной нагрузки отопления - принимается регулирование по нагрузке отопления.

Однако, выбор графика регулирования зачастую определяется целым рядом местных условий, а также сложившимися условиями проектирования системы теплоснабжения (схемами присоединения потребителей, диаметрами трубопроводов тепловой сети и т.д.).

В обоих случаях центральное качественное регулирование отпуска теплоты ограничивается наименьшими температурами воды в подающем трубопроводе тепловой сети, необходимыми для подогрева воды, поступающей в системы горячего водоснабжения потребителей:

- для закрытых систем теплоснабжения - не менее 70 °С;
- для открытых систем теплоснабжения - не менее 60 °С.

При расчете графиков температур принимается: начало и конец отопительного периода при температуре наружного воздуха 8 °С.

График качественного регулирования по отопительной нагрузке

При качественном регулировании отпуска теплоты по отопительной нагрузке графики температур до и после узла смешения и температуры воды, поступающей в тепловую сеть, определяются по результатам расчета системы теплоснабжения. Расчет можно производить как для открытых, так и для закрытых систем теплоснабжения с зависимым присоединением систем отопления. Выбор потребителя, на которого производится расчет температурного графика, осуществляется оператором. При выборе можно ориентироваться на самого плохого, с точки зрения тепло-гидравлического режима, потребителя или потребителя, характеризующего основную массу зданий данного района теплоснабжения.

С учетом тепловых потерь в тепловых сетях.

В этом случае на количество тепла, получаемого потребителем, будет оказывать влияние не только гидравлический режим работы системы теплоснабжения, но и потери тепла от источника до выбранного объекта.

При этом, если оператор ориентировался на потребителя, находящегося в наихудших условиях работы, то потребители, находящиеся вблизи от источника и имеющие минимальные тепловые потери в тепловых сетях, будут получать избыточное количество тепловой энергии.

По результатам расчета строится температурный график.

Расчет номинального гидравлического режима систем горячего водоснабжения

Расчет номинального гидравлического режима выполняется в расчетном модуле «Наладочный расчет тепловой сети» и является условным расчетным приемом для подбора дросселирующих устройств и определения мест их установки.

Ниже приведена методика наладочного расчета для открытых и закрытых систем горячего водоснабжения (ГВС), неавтоматизированных систем и систем с установленным регулятором температуры. Приведенные в качестве примера выводы применимы при центральном качественном регулировании по отопительной нагрузке.

Открытая система горячего водоснабжения без регулятора температуры на систему ГВС.

Неавтоматизированная система централизованного теплоснабжения, абонентский ввод которой подключен к тепловой сети по схеме, представленной на рисунке 49, не имеет ни одного регулирующего устройства (при проведении наладочного расчета регулятор температуры не рассматривается). Здесь, система отопления подключена по зависимой схеме через элеваторный узел. Система горячего водоснабжения открытая. Места возможной установки дросселирующих устройств 1, 2, 3, 4 показаны на рисунке 49.

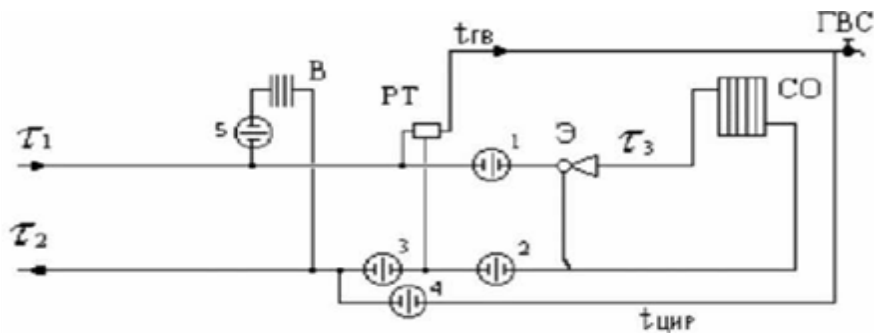


Рисунок 49 - Схема подключения абонентского ввода к открытой неавтоматизированной системе ГВС.

Дросселирующие устройства 1, 2, устанавливаемые на систему отопления, должны подбираться на самый неблагоприятный режим работы.

Расход воды на систему горячего водоснабжения определяется на точку излома температурного графика, при температуре воды в подающем трубопроводе, соответствующей 60°C. Отбор воды осуществляется из подающего трубопровода. При загрузке подающего трубопровода максимальным расходом сетевой воды располагаемый напор перед системой отопления будет минимальным, а значит и избыточный напор, который должно погасить дросселирующее устройство, тоже будет минимальным.

Дросселирующее устройство, для гашения избыточного напора на систему отопления, устанавливается, как правило, на подающем трубопроводе (1), если не нарушается одно из следующих условий:

Дросселирующее устройство, для гашения избыточного напора на систему отопления, устанавливается, как правило, на подающем трубопроводе (1), если не нарушается одно из следующих условий:

Напор в обратном трубопроводе (после системы отопления) меньше высоты здания (опорожнение системы отопления).

Установленное перед системой отопления дросселирующее устройство приводит к вскипанию воды в подающем трубопроводе.

Если эти условия нарушаются, дросселирующее устройство будет установлено на обратном трубопроводе (2). В этом случае оно играет роль подпорного устройства. Однако, при установке дросселирующего устройства

на обратном трубопроводе напор после дросселирующего устройства не должен превышать допустимого значения из условия прочности установленных приборов системы отопления здания, например, для чугунных радиаторов, 60 м. вод. ст. Если это условие будет нарушено, программное обеспечение автоматически подберет два дросселирующих устройства и поставит одно на подающем трубопроводе (1), другое - на обратном (2). При этом все ограничения должны быть соблюдены.

При наличии циркуляционного трубопровода и отборе воды на ГВС из подающего трубопровода устанавливается дросселирующее устройство (4), ограничивающее расход воды на циркуляцию. В случае отбора воды из обратного трубопровода дросселирующее устройство (4) должно шунтироваться байпасом. Подбор дросселирующего устройства (4) проводится на циркуляционный расход и напор, равный располагаемому напору перед системой ГВС минус потери в системе ГВС, принимаемые равными 2-3 м. вод. ст. При возможном отборе воды на ГВС из обратного трубопровода подбирается дросселирующее устройство (3). Дросселирующее устройство (3) при центральном регулировании отпуска теплоты по отопительной нагрузке подбирается на расчетный расход воды на отопление и потери напора, равные потерям в системе ГВС.

Необходимо удостовериться в том, что напор в трубопроводе, из которого происходит водоразбор, больше, чем сумма высоты здания и потерь напора в системе ГВС.

Подбор дросселирующих устройств можно производить как с учетом, так и без учета тепловых потерь в тепловой сети. При этом, расчетные расходы для подбора дросселирующих устройств определяются по следующим зависимостям:

а) без учета тепловых потерь:

- расчетный расход теплоносителя на систему отопления определяется по формуле 50:

$$G_{\text{ср.}} = \frac{Q_{\text{о.р.}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1\text{р.}} - \tau_{2\text{р.}})}, \text{ Т/ч} \quad (50)$$

- расчетный расход теплоносителя на систему ГВС определяется по формуле 51:

$$G_{\text{ср.}} = \frac{Q_{\text{ГВС.}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{\text{ГВ.}} - \tau_{\text{ХВ.}})}, \text{ Т/ч} \quad (51)$$

где $\tau_{\text{ГВ}}$ - температура горячей воды на систему ГВС;

$\tau_{\text{ХВ}}$ - температура холодной водопроводной воды;

- расчетный расход теплоносителя на систему вентиляции определяется по формуле 52:

$$G_{\text{с.в.}} = \frac{Q_{\text{п.р.}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1\text{р.}} - \tau_{2\text{в.р.}})}, \text{ Т/ч} \quad (52)$$

где $\tau_{2\text{в.р.}}$ - расчетная температура сетевой воды после калорифера системы вентиляции;

б) с учетом тепловых потерь:

Рассчитываются потери тепла от источника до присоединенного узла, определяются фактические температуры теплоносителя на входе и выходе абонентского ввода:

- расход теплоносителя на систему отопления с учетом фактической температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах по формуле 53:

$$G_{\text{с.р.}} = \frac{Q_{\text{о.р.}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1\text{ф.}} - \tau_{2\text{ф.}})}, \text{ Т/ч} \quad (53)$$

- расход теплоносителя на систему ГВС с учетом фактической температуры горячей и холодной воды по формуле 54:

$$G_{\text{ГВС.р.}} = \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср.}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{\text{ГВ.ф.}} - \tau_{\text{ХВ.}})}, \text{ Т/ч} \quad (54)$$

- расход теплоносителя на систему вентиляции с учетом фактической температуры сетевой воды на входе и на выходе из калорифера по формуле 55.

$$G_{с.р.} = \frac{Q_{в.р.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1ф.} - \tau_{2.в.ф.})}, \text{ т/ч} \quad (55)$$

Подобраны все дросселирующие устройства на абонентском вводе. Однако, установка этих дроссельных устройств возможна после выполнения двух поверочных расчетов: первый - при максимальном отборе воды на ГВС из подающего трубопровода (текущая температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети 60- 65°C и соответствующей ей температуре наружного воздуха), второй - при максимальном отборе воды на ГВС из обратного трубопровода (температура теплоносителя расчетная, например, $t_{н.р.} = 150^{\circ}\text{C}$ и $t_{н.о.} = -31^{\circ}\text{C}$), при этом дросселирующие устройства принимаются из наладки. В первом случае располагаемые напоры на потребителях будут минимальными, при этом проверяется, как поведет себя система отопления. Во втором случае располагаемый напор на потребителе будет максимальным. Выполняется проверка на возможность опорожнения системы отопления. В случае, когда система отопления какого-либо потребителя опорожняется, шайба, установленная на подающем трубопроводе, переносится на обратный. В этом случае она выполняет роль подпорной шайбы. После перестановки шайбы проверяется соблюдение всех условий, приведенных выше.

С установленным регулятором температуры на систему ГВС

Абонентский ввод имеет частично автоматизированный ИТП (без автоматических регулирующих устройств на отопление и с установленным на систему ГВС регулятором температуры). Регулятор температуры предназначен для автоматического регулирования температуры горячей воды, отбираемой на систему ГВС (устройство учитывается при проведении поверочных расчетов, при проведении наладочного расчета регулятор температуры не рассматривается). Места возможной установки дросселирующих устройств показаны на рисунке 50.

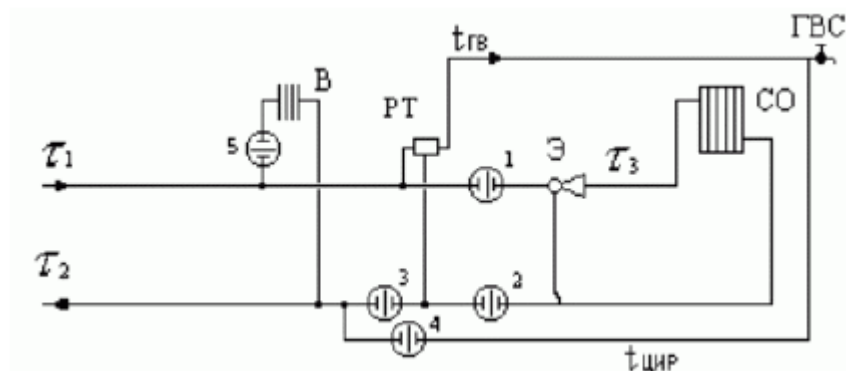


Рисунок 50 - Схема подключения абонентского ввода к открытой системе ГВС с установленным регулятором температуры.

Дросселирующие устройства (1), (2), устанавливаемые на систему отопления, должны подбираться на самый неблагоприятный режим работы. Самый неблагоприятный режим работы характеризуется следующими расчетными параметрами:

$t_{1р.}$ - расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе, например, 150°C, 130°C;

$t_{2р.}$ - расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе, 70°C;

$t_{3р.}$ - расчетная температура теплоносителя на систему отопления, например, 95°C;

$t_{н.р.о.}$ - температура наружного воздуха расчетная на отопление, например, -31°C.

При этом подающий трубопровод тепловой сети должен быть нагружен максимальным расходом сетевой воды. Максимальный расход сетевой воды при наличии вентиляционной нагрузки определяется по следующей формуле 56:

$$G_{под} = P_{о.р.} + G_{гес} + G_{п.р.} \quad (56)$$

Расход воды на систему горячего водоснабжения определяется на точку излома температурного графика, при температуре воды в подающем трубопроводе, соответствующей 60°C. Отбор воды осуществляется из подающего трубопровода. При загрузке подающего трубопровода

максимальным расходом сетевой воды располагаемый напор перед системой отопления будет минимальным, а значит и избыточный напор, который должно погасить дросселирующее устройство, тоже будет минимальным. Дросселирующее устройство, для гашения избыточного напора на систему отопления, устанавливается, как правило, на подающем трубопроводе (1), если не нарушается одно из следующих условий:

Напор в обратном трубопроводе (после системы отопления) меньше высоты здания (опорожнение системы отопления).

Установленное перед системой отопления дросселирующее устройство приводит к вскипанию воды в подающем трубопроводе.

Если эти условия нарушаются, дросселирующее устройство устанавливается на обратном трубопроводе (2). В этом случае оно играет роль подпорного устройства. Однако, при установке дросселирующего устройства на обратном трубопроводе, напор после дросселирующего устройства не должен превышать допустимого значения из условия прочности установленных приборов системы отопления здания, например, для чугунных радиаторов 60 м. вод. ст. Если это условие нарушается, расчетный модуль автоматически подберет два дросселирующих устройства и поставит одно на подающем трубопроводе (1), другое - на обратном (2). При этом соблюдаются все ограничения.

При наличии циркуляционного трубопровода и отборе воды на ГВС из подающего трубопровода устанавливается дросселирующее устройство (4), ограничивающее расход воды на циркуляцию. В случае отбора воды из обратного трубопровода дросселирующее устройство (4) шунтируется байпасом. Подбор дросселирующего устройства (4) проводится на циркуляционный расход и напор, равный располагаемому напору перед системой ГВС минус потери в системе ГВС, принимаемые равными 2-3 м. вод. ст.

При возможном отборе воды на ГВС из обратного трубопровода подбирается дросселирующее устройство (3) и устанавливается между местом

отбора воды на систему ГВС и местом подключения циркуляционного трубопровода (рисунок 50). Дросселирующее устройство (3) при центральном регулировании отпуска теплоты по отопительной нагрузке подбирается на расчетный расход воды на отопление и потери напора равные потерям в системе ГВС.

Необходимо иметь в виду, что напор в трубопроводе, из которого происходит водоразбор, должен быть больше суммы высоты здания и потерь напора в системе ГВС. Подбор дросселирующих устройств может производиться как с учетом, так и без учета тепловых потерь в тепловой сети. При этом расчетные расходы для подбора дросселирующих устройств определяются по следующим зависимостям:

а) без учета тепловых потерь:

- расчетный расход теплоносителя на систему отопления рассчитывается по формуле 57:

$$G_{с.р.} = \frac{Q_{о.р.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1р.} - \tau_{2.р.})}, \text{ Т/ч} \quad (57)$$

- расчетный расход теплоносителя на систему ГВС, где $t_{гв}$ - температура горячей воды на систему ГВС; $t_{хв}$ - температура холодной водопроводной воды определяется по формуле 58:

$$G_{ГВС.р.} = \frac{Q_{ГВС.ср} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{ГВ.} - \tau_{ХВ.})}, \text{ Т/ч} \quad (58)$$

- расчетный расход теплоносителя на систему вентиляции определяется по формуле 59:

$$G_{с.в.} = \frac{Q_{в.р.} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1р.} - \tau_{2.в.р.})}, \text{ Т/ч} \quad (59)$$

где $\tau_{2.в.р.}$ - расчетная температура сетевой воды после калорифера системы вентиляции;

б) с учетом тепловых потерь

Рассчитываются потери тепла от источника до присоединенного узла, определяются фактические температуры теплоносителя на входе и выходе

абонентского ввода.

Расход теплоносителя на систему отопления с учетом фактической температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах определяется по выражению 60:

$$G_{\text{с.р.}} = \frac{Q_{\text{о.р.}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.\text{ф.}} - \tau_{2.\text{ф.}})}, \text{ Т/ч} \quad (60)$$

Расход теплоносителя на систему ГВС с учетом фактической температуры горячей и холодной воды определяется по формуле 61:

$$G_{\text{ГВС.р.}} = \frac{Q_{\text{ГВС.}}^{\text{ср.}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{\text{ГВ.ф.}} - \tau_{\text{ХВ.}})}, \text{ Т/ч} \quad (61)$$

Расход теплоносителя на систему вентиляции с учетом фактической температуры сетевой воды на входе и на выходе из калорифера определяется по формуле 62:

$$G_{\text{с.в.}} = \frac{Q_{\text{в.р.}} \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1.\text{ф.}} - \tau_{2.\text{в.ф.}})}, \text{ Т/ч} \quad (62)$$

Подобраны все дросселирующие устройства на абонентском вводе. Однако, устанавливать эти дроссельные устройства пока нельзя. Необходимо выполнить два поверочных расчета, первый - при максимальном отборе воды на ГВС из подающего трубопровода (текущая температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети 60-65°C и соответствующей ей температуре наружного воздуха), второй - при максимальном отборе воды на ГВС из обратного трубопровода (температура теплоносителя расчетная, например $t_{\text{тр}} = 150^\circ\text{C}$ и $t_{\text{тр. 0}} = -31^\circ\text{C}$), при этом дросселирующие устройства должны быть приняты из наладки.

В первом случае располагаемые напоры на потребителях будут минимальными, необходимо проверить, как поведет себя система отопления. Во втором случае располагаемый напор на потребителе будет максимальным. Необходима проверка на возможность опорожнения системы отопления. В случае, когда система отопления какого-либо потребителя будет

опорожняться, необходимо шайбу, установленную на подающем трубопроводе, перенести на обратный. В данном случае она будет выполнять роль подпорной шайбы. После перестановки шайбы необходимо снова проверить соблюдение всех условий, приведенных выше.

5. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.

Моделирование переключений, осуществляемых по тепловым сетям городского округа Джанкой, осуществляется решением коммутационных задач, позволяющих анализировать изменения режимов работы тепловых сетей вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате решения этих задач определяются объекты, подлежащие отключению. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет.

Объем воды в подающем и обратном трубопроводе

Суммируются объемы воды во всех участках сети, подлежащих отключению. Объем каждого участка вычисляется по формуле 63:

$$V_i = L_i \cdot D_i^2 \cdot \frac{\pi}{4} \quad ,\text{м}^3 \quad (63)$$

где L_i - длина участка, м;

D_i - диаметр подающего (обратного) трубопровода, м.

По каждому потребителю суммируются расчетные нагрузки:

на отопление;

на вентиляцию;

на ГВС.

Объем внутренних систем теплоснабжения

Рассчитывается исходя из следующей зависимости 64:

$$V_{\text{сист}} = Q_{\text{сист}} \cdot v, \text{м}^3 \quad (64)$$

где $Q_{\text{сист}}$ - расчетная тепловая нагрузка системы теплоснабжения, Гкал/ч;

V - удельный объем воды, принимаемый в зависимости от вида основного теплоснабжающего оборудования, (м³*ч)/Гкал.

Объем воды в системе отопления

Значения удельного объема воды (v) в системе отопления с радиаторами высотой 1000 мм при различных перепадах температур определяется по рисунку 51:

	Перепад температур воды в системе теплоснабжения, °С					
	9 5-70	1 10-70	1 30-70	1 40-70	1 50-70	180- 70
	3 1	2 8.2	2 4.2	2 3.2	2 1.6	18.2

Рисунок 51 - Значения удельного объема воды в системе отопления

Объем воды в системе вентиляции

Значения удельного объема воды (v) в системе вентиляции при различных перепадах температур определяется по рисунку 52:

	Перепад температур воды в системе теплоснабжения, °С					
	9 5-70	1 10-70	1 30-70	1 40-70	1 50-70	180- 70
	8 .5	7 .5	6 5	6	5 .5	4.4

Рисунок 52 - Значение удельного объема воды в системе вентиляции при различных перепадах температур

Объем воды в системе ГВС

Удельный объем воды (v) на заполнение местных систем горячего водоснабжения, при открытой системе теплоснабжения, определяется из гидравлического расчета.

Суммарный объем воды

Суммируются объем воды в подающем, обратном трубопроводе и объем воды внутренних систем теплопотребления.

Запуск расчета

Запуск решения коммутационных задач осуществляется командой из главного меню «Задачи/Коммутационные задачи» (рисунок 53).

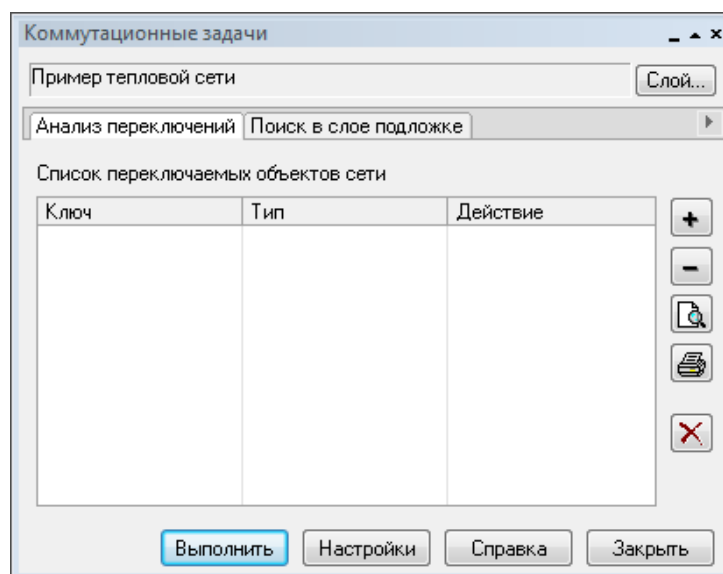


Рисунок 53 - Диалог «Коммутационные задачи»

При выборе «Слой... » в появившемся диалоговом окне выбирается слой тепловой сети (рисунок 54).

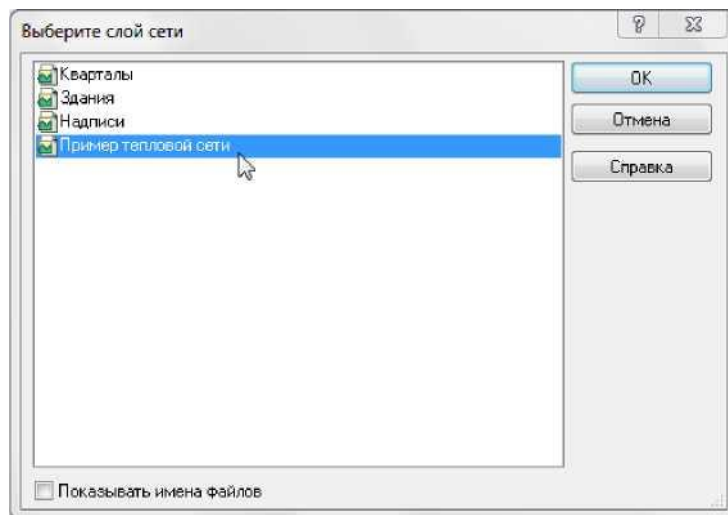


Рисунок 54 - Диалог выбора слоя

Далее проводится анализ переключений или поиск в слое-подложке.

Анализ переключений

При анализе переключений определяются объекты, которые попадают под отключения, и включает в себя:

- вывод информации по отключенным объектам сети; расчет объемов внутренних систем теплоснабжения и нагрузок на системы теплоснабжения при данных изменениях в сети;

- отображение результатов расчета на карте в виде тематической раскраски;

- вывод табличных данных в отчет, с последующей возможностью их печати, экспорта в формат MS Excel или HTML.

Запуск анализа переключений

Запуск анализа переключений выполняется в следующем порядке:

- Запускается решение «Коммутационных задач».

- Выполняется выбор «Анализа переключений».

- Выполняется вызов диалога настроек программы.

Выполняется выбор на карте запорного устройства (участка), для которого производится отключение. Выбранный объект добавляется в список переключаемых объектов сети (рисунок 55).

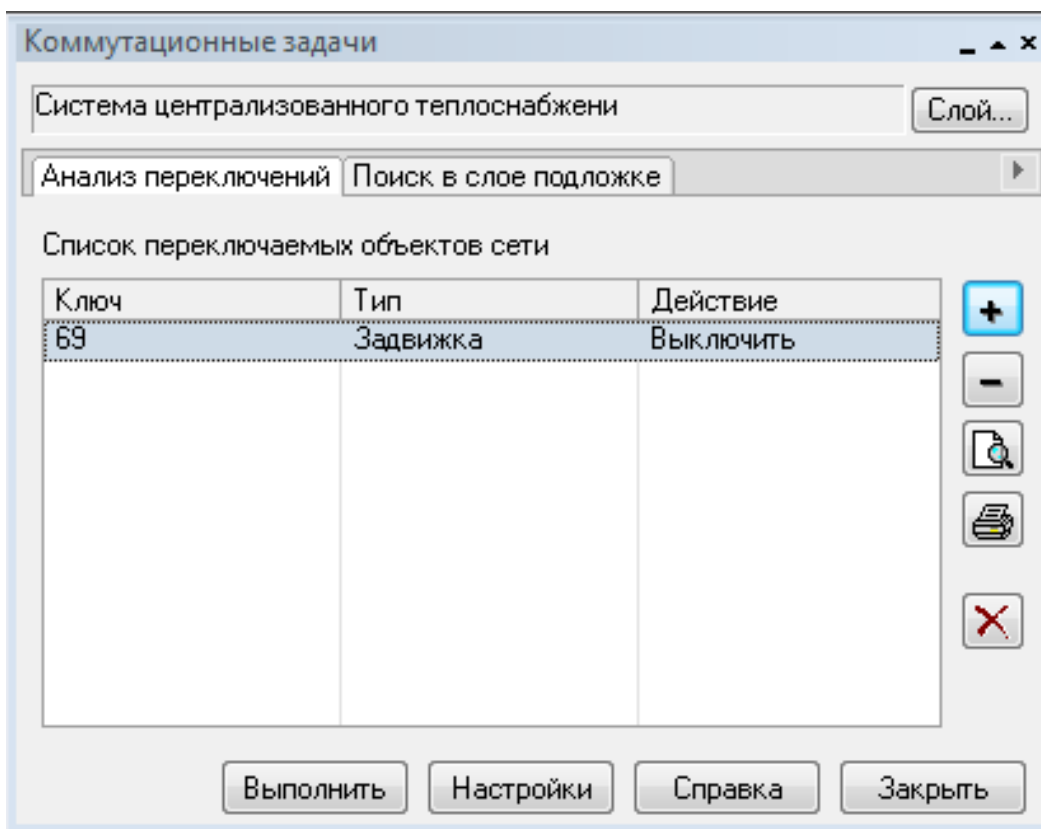


Рисунок 55 - Список переключаемых объектов

После выбора на карте автоматически отобразится в виде раскраски расчетная зона отключенных участков сети (рисунок 56).

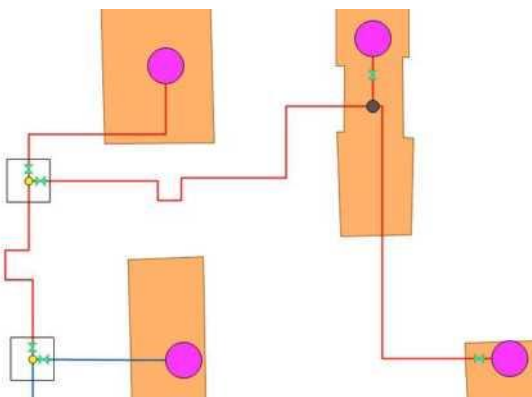


Рисунок 56 - Отображение отключений на карте

Выполняется выбор необходимого вида переключения (рисунок 57).

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

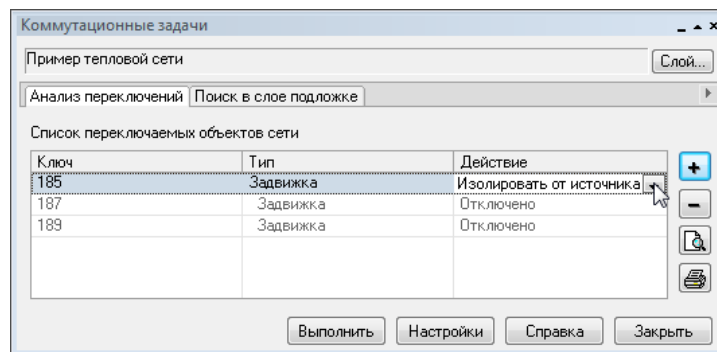


Рисунок 57 - Работа в окне «Коммутационные задачи»

Виды переключений:

«Включить» - режим объекта устанавливается на «Включен»;

«Выключить» - режим объекта устанавливается на «Выключен»;

«Изолировать от источника» - режим объекта устанавливается на «Выключен». При этом автоматически добавляется в список и переводится в режим отключения вся изолирующая объект от источника запорная арматура;

«Отключить от источника» - режим объекта устанавливается на «Выключен». При этом автоматически добавляется в список и переводится в режим отключения вся отключающая объект от источника запорная арматура.

Выполняется запуск («Выполнить») расчета коммутационной задачи. В результате выполнения задачи появится браузер «Просмотр результата», содержащий табличные данные результатов расчета (рисунок 58). Вкладки браузера содержат таблицы попавших под отключение объектов сети и итоговые значения результатов расчета.

Потребитель	Значение
Объем воды в подающем тр., куб.м	0.160339
Объем воды в обратном тр., куб.м	0.160339
Расчетная нагрузка на отопление, Гкал/ч	0.916000
Расчетная нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч	0.000000
Расчетная средняя нагрузка на ГВС, Гкал/ч	0.190100
Объем воды в системе отопления, куб.м	19.785600
Объем воды в системе вентиляции, куб.м	0.000000
Объем воды в системе ГВС, куб.м	1.140600
Суммарный объем воды, куб. м	21.246878

Рисунок 58 - Окно результатов расчета

Далее осуществляется «Поиск в слое-подложке», который позволяет

определить в заданном слое- подложке (обычно слой зданий) объекты, местоположение которых совпадает с местоположением потребителей в слое сети. Результаты поиска отображаются на карте в виде тематической раскраски объектов слоя-подложки и выводятся в отчет (рисунок 59)

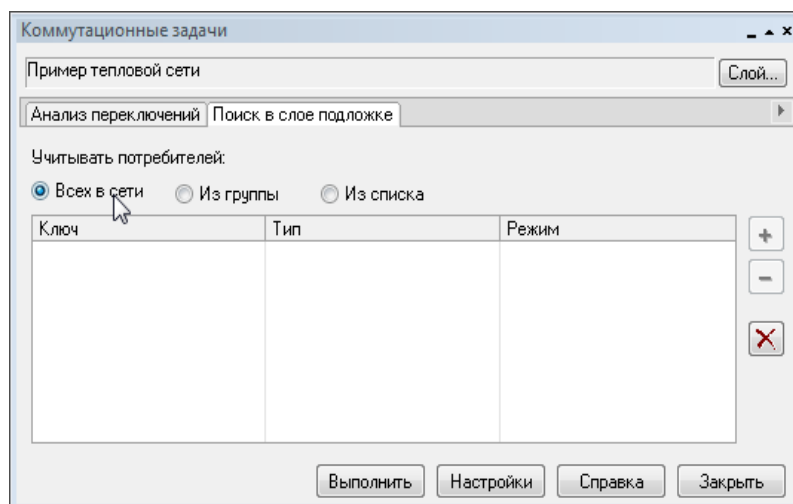


Рисунок 59 - Окно поиска слоя в подложке

Необходимые условия поиска:

«Всех в сети» - осуществляется поиск всех потребителей в слое сети;

«Из группы» - осуществляется поиск потребителей, входящих в текущую группу в слое сети;

«Из списка» - осуществляется поиск потребителей, которые добавлены в список.

Необходимые настройки:

выполняется вызов диалога «Настройки»;

запускается выполнение «Коммутационных задач»;

запускается выполнение «Настройки» (рисунок 60).

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

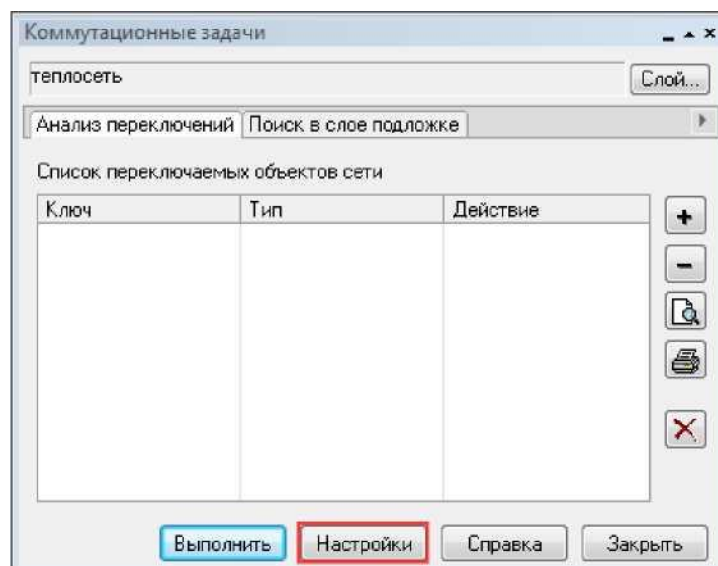


Рисунок 60 - Настройки коммутационных задач

Открывшийся диалог настроек имеет следующие вкладки:

«Слой сети». Выбирается нужный слой и вид (Тепловая сеть) сети (рисунок 61)

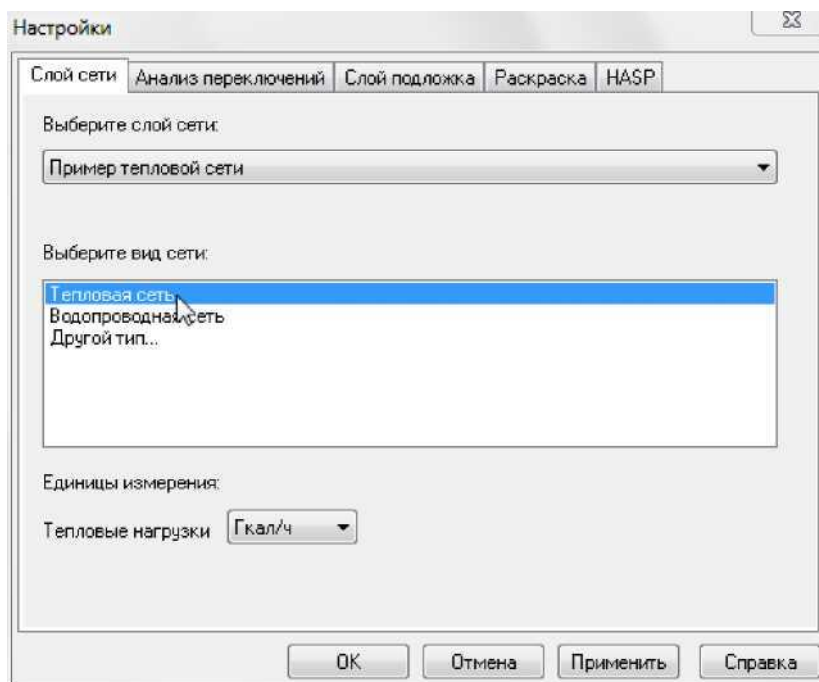


Рисунок 61 - Вкладка «Слой сети» диалога «Настройки»

«Анализ переключений». В списке «Выберите типы объектов сети, участвующие в анализе» включается перечень всех типов элементов для выбранного слоя сети (рисунок 62).

Рисунок 62 - Настройка анализа переключений

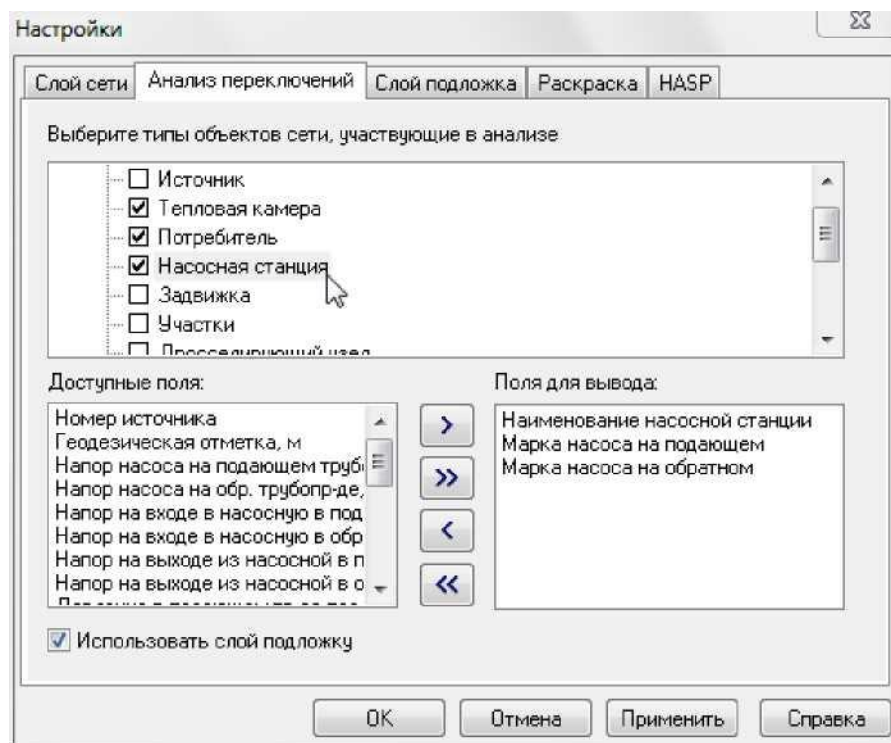


Рисунок 62 - Настройка анализа переключений

При выделении названия объекта в верхней части окна, в списке «Доступные поля», отображается список всех полей базы данных выбранного объекта, которые могут быть включены в отчет. В списке «Поля для вывода» отображается список полей, которые были выбраны для включения в отчет.

- «Слой подложка» (рисунок 63) - слой, в котором осуществляется поиск и раскраска объектов, попадающих под потребителей сети (слой зданий). Объекты выбранного слоя подложки раскрашиваются в зависимости от состояния потребителя, изображенного на этом объекте (здания окрашиваются под выключенными потребителями (рисунок 64).

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

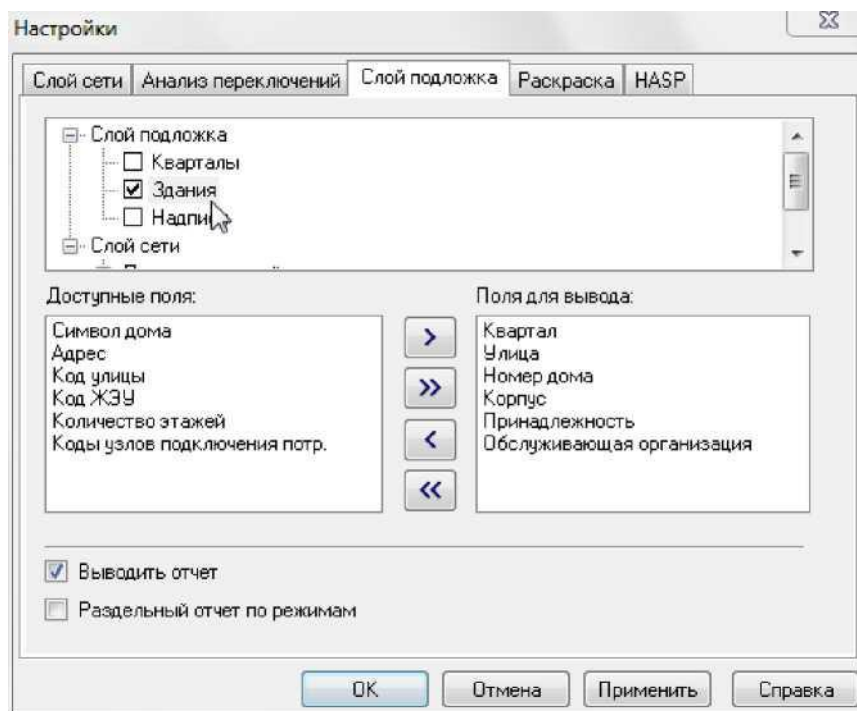


Рисунок 63 - Настройка слоя-подложки

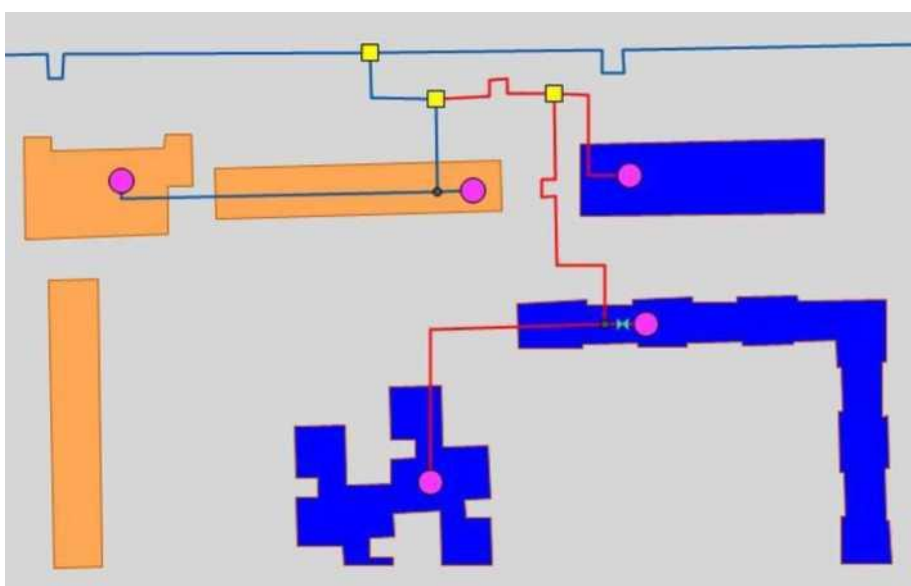


Рисунок 64 - Отображение отключений на тематической раскраске

В браузере «Просмотр результата» результаты поиска группируются в отдельные таблицы, в зависимости от режимов потребителей.

- «Раскраска» - раскраска слоя подложки по состоянию потребителей сети. Задаются стили и цвета заливки площадных объектов слоя подложки в зависимости от режима соответствующих потребителей (рисунок 65). Заданный стиль для состояния используется при задании стиля и цвета

заливки нужного режима (рисунок 66).

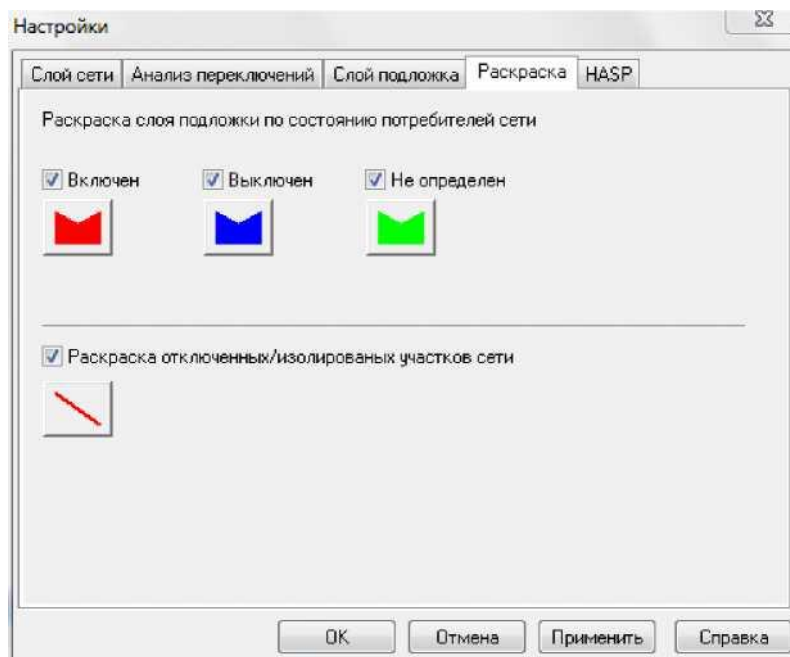


Рисунок 65 - Настройка раскраски слоя подложки

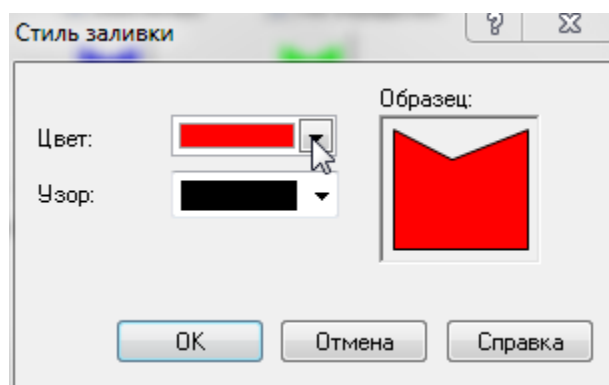


Рисунок 66 - Настройка раскраски площадных объектов

Режим «Не определен» соответствует ситуации, когда на один объект слоя подложки попадает несколько потребителей с разными режимами.

Работа со списком объектов

В список объектов добавляются объекты, выбираемые из активного слоя карты в следующем порядке:

На карте выделяется запорное устройство (участок), для которого будет производиться отключение.

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ДЖАНКОЙ НА ПЕРИОД 2016-2031 ГГ.

Объект добавляется в список. При передвижении по списку на карте автоматически выделяется соответствующий объект. Если объект не попадает в видимую область карты, то вид устанавливается таким образом, чтобы объект оказался в центре карты.

При выбранной вкладке «Анализ переключений» просматривается и распечатывается отчет по списку объектов. Поля для подготовки отчета выбираются из настроек соответствующего типа объекта сети (рисунок 67).

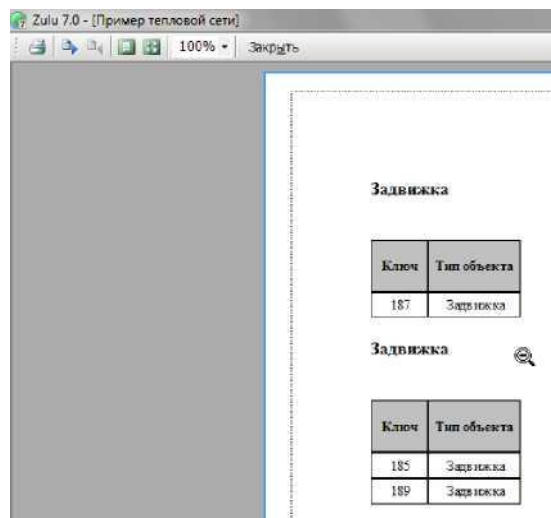


Рисунок 67 - Отчет по списку отключаемых объектов

6. Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и территориальному признаку.

Расчет балансов тепловой энергии по источникам в модели тепловых сетей городского округа организован по принципу того, что каждый источник привязан к своему административному району. В результате получаем расчет балансов тепловой энергии по источникам тепла и по территориальному признаку.

7. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя.

Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию выполняется с целью определения нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов в течение года. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по каждому месяцу. Анализ результатов расчета производится как по всей тепловой сети, так и по каждому источнику тепловой энергии или центральному тепловому пункту (ЦТП). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь. Результаты выполненных расчетов экспортируются в MS Excel.

Более подробная информация по расчетам потерь существующих тепловых сетей приведена в Главе 1 обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения городского округа Джанкой республики Крым на 2016-2032г.

На территории городского округа Джанкой имеется 29 источников тепловой энергии. Из них 8 котельных находятся в эксплуатации ГУП РК «Крымтеплокоммунэнерго» (централизованное теплоснабжение), 21 источник тепловой энергии (котельные, отопительные пункты, источник тепловой энергии-электрокотел) являются индивидуальными и находятся в муниципальной собственности.

Автономные котельные обслуживают все восемь школ и семь детских садов из девяти действующих отдела образования города. Поквартирное отопление установлено в квартирах многоквартирных домов и частных домовладений.

Основной энергоноситель для теплогенерации – природный газ, в отдельных случаях - электроэнергия. Дефицита природного газа нет.

В соответствии с проектом генерального плана по состоянию на 2015 год, а также в соответствии со схемой теплоснабжения городского округа Джанкой, разработанной в 2011 году, одним из вариантов направления развития системы теплоснабжения города Джанкой является:

- перевод коммерческих потребителей (учреждения бюджетной сферы, частные предприятия) на автономное отопление

- перевод потребителей категории «население», которые еще остались подключенными к системе централизованного теплоснабжения, на индивидуальную схему отопления и горячего водоснабжения.

- снижение затрат тепловой энергии у потребителей бюджетной сферы за счет частичной термомодернизации зданий.

Наличие данной схемы позволяет реализовать:

- снижение затрат населения на отопление квартир;
- снижение затрат тепловой энергии у потребителей бюджетной сферы;
- снижение потребления природного газа за счет замещения электроэнергией на автономных котельных.

Данные по перспективным объектам капитального строительства на период до 2031 года отсутствуют, в связи с этим отсутствует возможность установления зон развития городского округа с перспективной тепловой нагрузкой, не обеспеченной тепловой мощностью.

По существующим тепловым нагрузкам:

Тепловая нагрузка ,приходящаяся на централизованное теплоснабжение, будет уменьшаться в связи с переводом потребителей ГУП РК «Крымтеплокоммунэнерго», на автономное отопление.

В связи с этим, роста тепловой нагрузки, подключаемой на котельные ГУП РК «Крымтеплокоммунэнерго», не предусматривается.

8. Расчет показателей надежности теплоснабжения.

Расчет показателей надежности теплоснабжения проведен в составе расчетного комплекса ZuluThermo в соответствии с методикой, определенной в Приказе Минэнерго России и Минрегиона России от 29.12.2012 № 565/667 «Об утверждении методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения».

Результаты расчета представлены в Главе 9 «Оценка надежности теплоснабжения» обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения городского округа Джанкой республики Крым на 2016-2031г.

9. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.

Групповые изменения характеристик объектов применимы для различных целей и задач гидравлического моделирования, однако его основное предназначение - калибровка расчетной гидравлической модели тепловой сети. Трубопроводы реальной тепловой сети всегда имеют физические характеристики, отличающиеся от проектных, в силу происходящих во времени изменений - коррозии и выпадения отложений, отражающихся на изменении эквивалентной шероховатости и уменьшении внутреннего диаметра вследствие зарастания. Очевидно, что эти изменения влияют на гидравлические сопротивления участков трубопроводов, и в масштабах сети в целом это приводит к весьма значительным расхождением результатов гидравлического расчета по «проектным» значениям с реальным гидравлическим режимом, наблюдаемым в эксплуатируемой тепловой сети. С другой стороны, измерить действительные значения шероховатостей и внутренних диаметров участков действующей тепловой сети не представляется возможным, поскольку это потребовало бы массового вскрытия трубопроводов, что вряд ли реализуемо.

В подсистеме гидравлических расчетов имеется специальный инструмент для осуществления массовых изменений характеристик нагрузок потребителей с целью моделирования - таким образом, чтобы при этом не менять паспортные значения нагрузок абонентов тепловой сети.

Этот инструмент позволяет применить общее правило изменения характеристик тепловой нагрузки одновременно для некоторой совокупности потребителей, определяемой заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связанных компонент (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;

- по типу объектов теплоснабжения (жилье, административные здания, промышленность и т.д);
- по признаку ведомственной подчиненности;
- по признаку административного деления;
- по признаку территориального деления.

Критерии отбора могут быть любыми, единственное существенное требование: соответствующая информация, на основании которой строится критериальный отбор, должна в явном виде присутствовать в базе данных описания потребителей системы теплоснабжения г. п. Столбовая.

Для потребителей, отобранных по заданному критерию, можно выполнить любое из следующих изменений характеристик нагрузки:

- включение/отключение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- ограничение одного или нескольких видов тепловой нагрузки (в % от паспортной, в т.ч. и более 100%);
- изменение температурного графика и/или удельных расходов теплоносителя по видам тепловой нагрузки;
- изменение способа задания тепловой нагрузки из списка, имеющегося в паспорте (проектная/договорная/фактическая).

После проведения серии изменений характеристик нагрузок автоматически производится гидравлический расчет тепловой сети, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик нагрузки паспорта потребителей не меняются, очень просто вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями тепловых нагрузок потребителей.

10. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.

Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Это основной аналитический инструмент специалиста по гидравлическим расчетам тепловых сетей. При этом на экран выводятся:

- линия давления в подающем трубопроводе
- линия давления в обратном трубопроводе
- линия поверхности земли
- линия потерь напора на шайбе
- высота здания
- линия вскипания
- линия статического напора

Цвет и стиль линий задается пользователем.

В таблице под графиком выводятся для каждого узла сети наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в подающем и обратном трубопроводах, величина дросселируемого напора на шайбах у потребителей, потери напора по участкам тепловой сети, скорости движения воды на участках тепловой сети и т.д. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем.

Построению пьезометрического графика предшествует выбор искомого пути. Для этой цели на схеме тепловой сети отмечаются не менее двух узлов, через которые должен пройти выбранный путь. В общем случае, с учетом закольцованности тепловых сетей, может существовать более одного пути, соединяющего заданные точки. В этом случае для однозначного определения результата можно указать промежуточные точки, либо изменить критерий поиска пути (это может быть минимизация количества участков, минимизация гидравлического сопротивления либо минимизация суммарной длины, поиск по линиям подающей или обратной магистрали). Путь строится программой автоматически, найденный путь "подсвечивается" на экране цветом выделения.

После выбора требуемого пути одним кликом мыши строится пьезометрический график. Состав отображаемой на нем информации, легенда и масштаб представления легко настраиваются пользователем в удобном для него виде. График может быть при необходимости распечатан либо экспортирован в другие приложения через буфер обмена Windows.

Пьезометрический график является незаменимым инструментом при калибровке гидравлической модели тепловой сети, поскольку графическая интерпретация гидравлического режима позволяет одновременно качественно и количественно оценить поправки, которые необходимо внести в расчетную модель, чтобы она наиболее адекватно повторяла "гидравлическое поведение" реальной тепловой сети в эксплуатации.

Результат гидравлического расчета тепловых сетей ГУП РК «Крымтеплокоммунэнерго» - ряд существующих пьезометрических графиков тепловых сетей ГУП РК «Крымтеплокоммунэнерго» в городском округе Джанкой представлены в Приложении 5 настоящей главы 3.

Электронная модель схемы теплоснабжения городского округа Джанкой наглядно представлена в Приложении 6 настоящей главы 3.

11.Список литературы

- 1) Федеральный закон от 27 июля 2010 года № 190-ФЗ «О теплоснабжении».
- 2) Постановление Правительства Российской Федерации от 22 февраля 2012 г. № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения».
- 3) Проект приказа Министра энергетики и Министра регионального развития РФ «Об утверждении методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения».
- 4) Проект приказа Министра регионального развития РФ «Об утверждении Методических указаний по расчету уровня надёжности и качества поставляемых товаров, оказываемых услуг для организаций, осуществляющих деятельность по производству и (или) передаче тепловой энергии».
- 5) ГОСТ Р 53480 – 2009 «Надежность в технике. Термины и определения», разработанный ФГУП «ВНИИНМАШ».
- 6) СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети». ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром».
- 7) МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах РФ». РАО «Роскоммунэнерго».
- 8) МДК 4-01.2001 «Методические рекомендации по техническому расследованию и учету технологических нарушений в системах коммунального энергоснабжения и работе энергетических организаций жилищно-коммунального комплекса» (Утверждены приказом Госстроя России от 20.08.01 № 191).
- 9) РД 10 ВЭП – 2006 «Методические основы разработки схем теплоснабжения поселений и промышленных узлов РФ». ОАО «Объединением ВНИПИЭнергопром» (в развитие СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»);
- 10) Надежность систем энергетики и их оборудования: Справочное издание в 4 т. Т. 4 Надежность систем теплоснабжения / Е.В. Сеннова, А.В. Смирнов, А.А.

Ионин и др. – Новосибирск: Наука, 2000. – 351 с.

- 11) Р. Барлоу, Ф. Прошан. Метматическая теория надежности. Пер. с англ., под ред. Б.В. Гнеденко. М., изд-во «Советское радио», 1969, 488 стр.
- 12) Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. Москва. Издательство МЭИ 2001, стр. 361.
- 13) СНиП 23-01-99 «Строительные климатология».
- 14) СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика».