

## **1. Общая часть.**

### **1.1 Обоснование необходимости разработки схемы теплоснабжения.**

Необходимость разработки настоящей схемы теплоснабжения продиктована требованиями Федерального закона №190-ФЗ «О теплоснабжении». Согласно этому закону Схема теплоснабжения является базовым документом, содержащим предпроектные материалы по обоснованию эффективного и безопасного функционирования системы теплоснабжения, ее развития на перспективу с учетом правового регулирования в области повышения энергоэффективности.

Схема теплоснабжения обосновывает экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость проектирования и строительства новых, расширения, реконструкции существующих теплоисточников и тепловых сетей на перспективу 10 лет, а также рекомендации по организации централизованного теплоснабжения перспективных потребителей за пределами десятилетнего расчетного срока.

Согласно указанному Федеральному закону данная схема утверждается администрацией г. Суздаль, после чего определенная схемой теплоснабжающая организация разрабатывает (по согласованию с администрацией города) инвестиционную программу в целях реализации утвержденной схемы теплоснабжения.

В данной работе на основании выполненных расчетов по развитию действующей системы теплоснабжения города с учетом его перспективной застройки даны рекомендации по организации централизованного теплоснабжения новых потребителей тепла, строительство которых предусмотрено действующим генеральным планом города. Также определены необходимые мощности теплоисточников, объемы работ по реконструкции и расширению тепловых сетей по вариантам графиков расчетных температур сетевой воды для подключения новых теплопотребителей. Потребители тепла с индивидуальными теплогенераторами в данной работе не рассматриваются.

#### **1.1 Нормативные документы и исходные данные, положенные в основу разработки схемы.**

Схема теплоснабжения выполнена согласно заданию на проектирование (приложение 1), «Инструкции о составе, порядке разработки и утверждения схем теплоснабжения населенных пунктов с суммарной тепловой нагрузкой до 116 МВт», а также в соответствии с требованиями ФЗ «О теплоснабжении» в части организации и функционирования систем теплоснабжения согласно утвержденным схемам теплоснабжения, разработанным в объеме требований этого закона.

Настоящая схема теплоснабжения разработана на основании исходных данных теплоснабжающей организации ООО «Суздальтеплосбыт» о действующей системе централизованного теплоснабжения города: данные по теплоисточникам, тепловым сетям, потребителям тепла.

Исходные данные по перспективным потребителям тепла централизованной системы теплоснабжения выданы администрацией города (приложение 2).

## 2. Существующее положение в сфере централизованного теплоснабжения жилищно-коммунального сектора города.

### 2.1 Теплоисточники, потребители тепла, тепловые нагрузки.

В настоящее время централизованное теплоснабжение города осуществляется единой теплоснабжающей организацией ООО «Суздальтеплосбыт» от трех котельных.

Основные данные по котельным и присоединенным нагрузкам приведены в нижеследующей таблице.

| №<br>№<br>п<br>п | Наименование и адрес котельной           | Количество и тип котлов |                   | Производительность котельной, Гкал/ч; расчетный график отпуска тепла. | Присоединенная нагрузка ЖКС / резерв мощности котельной, Гкал/ч | % от суммарной нагрузки ЖКС города |
|------------------|--|-------------------------|-------------------|---|---|------------------------------------|
|                  |  | паровые                 | водогрейные       |   |   |                                    |
| 1                | Центральная котельная ул.Промышленная, 6 | 3хДКВР -20-13;          | -                 | 33,6;<br>95°-70°С   | 13,12 /<br>20,48  | 61,7                               |
| 2                | Котельная по ул. Лесная, 2               | -                       | 4xVitoplex<br>100 | 8,0<br>95°-70°С   | 7,01 /<br>0,99  | 33,0                               |
| 3                | Котельная по ул. Колхозная, 1            | -                       | 2xEllpress<br>870 | 1,3;<br>95°-70°С  | 1,13 /<br>0,17  | 5,3                                |
|                  | <b>Итого</b>                             |                         |                   | <b>42,9</b>   | <b>21,26 /<br/>21,64</b>  | <b>100</b>                         |

Как видно из таблицы, дефицит мощности по всем котельным в настоящее время отсутствует.

Потребителями тепла вышеприведенных котельных является жилищно-коммунальный сектор города.

Видами теплопотребления являются отопление и горячее водоснабжение. Система теплоснабжения от Центральной котельной и котельной по ул. Лесная – открытая двухтрубная, от котельной по ул. Колхозная – четырехтрубная.

Перечень потребителей тепла по котельным и расчетные тепловые нагрузки потребителей по видам потребления представлен теплоснабжающей организацией и приведен в таблице 1.

Суммарные тепловые нагрузки по каждой котельной указаны в вышеприведенной таблице.

План города с расположением котельных, основных трасс тепловых сетей и расчетными тепловыми нагрузками на котельные приведен на чертеже № 4432-СхТГ лист 1.

## 2.2 Тепловые сети.

Транспорт тепла от котельных к потребителям осуществляется по двухтрубным водяным тепловым сетям от Центральной котельной и котельной по ул. Лесная и четырехтрубным от котельной по ул. Колхозная.

Способ прокладки тепловых сетей – в подземных непроходных каналах.

Основные характеристики действующих тепловых сетей от котельных до потребителей приведены ниже.

| №№<br>пп                         | Наименование<br>теплоисточника.<br>Вид тепловой<br>нагрузки.           | Условный<br>диаметр труб<br>тепловых<br>сетей, мм | Протяженност<br>ь по трассе, м |
|----------------------------------|--|---|--------------------------------|
| 1                                | 2  | 3   | 4                              |
| <b>Двухтрубные тепловые сети</b> |  |   |                                |
| 1                                | Центральная<br>котельная .<br>Отопление, горячее<br>водоснабжение.     | 400   | 1450                           |
|                                  |  | 300   | 320                            |
|                                  |  | 250   | 610                            |
|                                  |  | 200   | 682                            |
|                                  |  | 150   | 1549                           |
|                                  |  | 125   | 100                            |
|                                  |  | 100   | 2999                           |
|                                  |  | 80  | 714                            |
|                                  |  | 70  | 165                            |
|                                  |  | 50  | 978,5                          |
|                                  |  | 25  | 30,0                           |
|                                  | Итого  | Средний<br>диаметр<br>170                         | 9597,5                         |
| 1                                | 2  | 3   | 4                              |
| 2                                | Котельная по ул.<br>Лесная, 2.<br>Отопление, горячее<br>водоснабжение. | 300   | 660                            |
|                                  |  | 250   | 837                            |
|                                  |  | 200   | 835                            |
|                                  |  | 150   | 1774                           |
|                                  |  | 125   | 195                            |
|                                  |  | 100   | 1407                           |
|                                  |  | 80  | 870                            |
|                                  |  | 70  | 190                            |
|                                  |  | 50  | 745                            |

|  |   |                        |                       |
|--|---|------------------------|-----------------------|
|  | Итого                                   | Средний диаметр<br>150 | 7513                  |
| Котельная по ул. Колхозная, 1 - Четырехтрубные тепловые сети |   |                        |                       |
| 3  | а) тепловые сети отопления.             | 200                    | 125,5                 |
|  |   | 100                    | 326,5                 |
|  |   | 80                     | 20                    |
|  |   | 70                     | 136                   |
|  |   | 50                     | 100,5                 |
|  | Итого                                   | Средний диаметр<br>104 | 708,5                 |
| 4  | б) тепловые сети горячего водоснабжения | 40                     | 32                    |
|  |   | 32                     | 87,5                  |
|  |   | 25                     | 173                   |
|  |   | Итого                  | Средний диаметр<br>29 |

В данной работе выполнены проверочные гидравлические расчеты действующих тепловых сетей для определения необходимости их реконструкции еще до подключения новых потребителей для обеспечения устойчивой работы систем отопления существующих потребителей.

Гидравлические расчеты выполнены применительно к температурному графику отпуска тепла 95° - 70° С. Коэффициент шероховатости внутренней поверхности труб принят 0,5 мм.

Гидравлические расчеты существующих тепловых сетей от котельных до существующих потребителей приведены в таблицах № 2, 3, 4.

Расчетные схемы действующих тепловых сетей приведены на чертеже № 4432-СхТГ листы 3, 4, 5.

По наиболее протяженным проблемным участкам тепловых сетей построены графики давлений для принятия решений по необходимой реконструкции тепловых сетей по вариантам предлагаемых в данной работе решений (чертеж № 4432-СхТГ листы 6, 7, 8).

### **2.3 Надежность действующей системы теплоснабжения.**

Энергетическое обследование (энергоаудит) действующей системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) с целью определения показателей вероятности безотказной работы котельных, тепловых сетей и потребителей тепла не проводилось.

Относительно надежности основных составляющих СЦТ можно сделать следующие выводы:

#### **а) по теплоисточникам:**

центральная котельная - наиболее крупный источник теплоснабжения города (покрывает около 62% тепловой нагрузки города), практически исчерпала свой ресурс работы в качестве паровой котельной и для обеспечения безотказности работы необходима ее реконструкция.

Схемой теплоснабжения 2006 года (институт «Гипрокоммунэнерго») был предусмотрен перевод этой котельной в водогрейный режим работы, что продлило бы расчетный срок службы основного оборудования на 10 лет (согласно данным завода-изготовителя котлов ДКВР-20-13) и существенно снизило эксплуатационные расходы по котельной.

Однако, по разным причинам, эта работа не была выполнена и в настоящее время нет оснований считать этот теплоисточник отвечающим требованиям безотказной работы.

Котельная по ул. Лесная (33% тепловой нагрузки города), второй по величине теплоисточник – новая водогрейная котельная, отвечающая требованиям надежности и безотказной работы.

Котельная по ул. Колхозная – небольшой теплоисточник, практически не оказывающий заметного влияния на надежность СЦТ города в целом, поддерживается в рабочем состоянии, ремонтно-восстановительные работы производятся по мере необходимости.

В итоге из характеристики вышеуказанных звеньев СЦТ города можно сделать вывод, что в целом надежность системы теплоснабжения не в полной мере соответствует требованиям главы 5 Федерального закона № 190 от 27.07.2010 г. «О теплоснабжении».

#### **б) Тепловые сети.**

После строительства водогрейной котельной по ул. Лесная паровая Центральная котельная перестала являться практически единственным источником СЦТ города.

После ввода в эксплуатацию котельной по ул. Лесная участок тепловых сетей от котельной (от К-25 до К-34) Ду300 мм, по которому осуществлялось теплоснабжение части города, переключенной на котельную по ул. Лесная, был сохранен для его использования в качестве резервирования тепловых сетей смежных районов, что и было предусмотрено предыдущей схемой теплоснабжения. Это резервирование повысило надежность подачи тепла в аварийных режимах до уровня требований действующих норм.

#### **в) Потребители тепла.**

Надежность систем отопления потребителей тепла определяется их готовностью к исправной работе в течение всего отопительного периода. Состояние трубопроводов и отопительных приборов потребителей должны обеспечивать поддержание расчетных температур внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях. Расчетное гидравлическое сопротивление отопительных систем не должно превышать 1,5 м вод.ст., что обеспечивается их регулярной промывкой и наладкой гидравлического режима.

Однако, большинство отопительных систем находится в неудовлетворительном состоянии в части повышенного (против расчетного) гидравлического сопротивления. По причине загрязнения внутренних

поверхностей труб и отопительных приборов. Это обстоятельство приводит к необходимости поддержания повышенных располагаемых напоров в тепловых сетях на вводах к потребителям и, в конечном итоге, к повышенным затратам на транспорт теплоносителя.

В городе имеется потребитель тепла первой категории – больница, который не имеет резервного теплоисточника, что не соответствует требованиям надежности теплоснабжения этого потребителя.

### 3. Потребность в тепловой энергии на расчетный период.

Потребность в тепловой энергии перспективных потребителей на уровне расчетного срока, подключение которых предусмотрено к СЦТ, определена согласно данным Администрации города по объемам (приложение 2) и размещению нового строительства (чертеж № 4432 лист 2).

Расчетные расходы тепла на отопление жилых зданий перспективной застройки определены исходя из удельных норм расхода тепла на 1 м<sup>2</sup> общей площади для зданий с улучшенными термическими характеристиками наружных строительных конструкций.

Расчетные расходы тепла на горячее водоснабжение определены исходя из норм расхода горячей воды на 1 жителя – 105 л/сутки при температуре 55° С. Количество потребителей принято, исходя из 20 м<sup>2</sup> общей площади жилого здания на 1 жителя.

Расчетные расходы тепла на теплоснабжение зданий перспективной застройки приведены в таблице 5.

Суммарная тепловая нагрузка перспективных потребителей тепла СЦТ на уровне расчетного срока 2021 года составляет 7,27 Гкал/ч (25,5% от суммарной нагрузки в настоящее время).

### 4. Варианты развития системы централизованного теплоснабжения.

#### Основные технические решения.

Задачей данной работы является выбор наиболее экономичного и надежного варианта организации теплоснабжения города на уровне расчетного срока.

Основными положениями, принятыми при выборе вариантов, являются:

1. В соответствии с данными по перспективной застройке города и проведенными расчетами, установленной производительности действующих котельных достаточно для обеспечения потребности в теплоэнергии потребителей СЦТ города на расчетный период до 2021 года и на более отдаленную перспективу (условно до 2030 года).

| Наименование котельной  | Установленная производительность котельной, Гкал/ч | Расчетная нагрузка на котельную, Гкал/ч |            |
|-------------------------|--|---|------------|
|                         |  | до 2021 г.                              | до 2030 г. |
| 1                       | 2  | 3                                       | 4          |
| Центральная котельная   | 33,6   | 20,38                                   | 24,06      |
| Котельная по ул. Лесная | 8,0  | 7,01                                    | 7,01       |

|                            |      |       |      |
|----------------------------|------|-------|------|
| Котельная по ул. Колхозная | 1,3  | 1,13  | 1,13 |
| 1                          | 2    | 3     | 4    |
| Всего                      | 42,9 | 28,52 | 32,2 |

2. Генеральным планом развития г. Суздаль вся перспективная жилая застройка предусмотрена в зоне действия Центральной котельной, мощности которой достаточно для обеспечения теплоснабжения этих перспективных потребителей.

3. Необходимо увеличение пропускной способности тепловых сетей на отдельных участках от котельной по ул. Лесная и от Центральной котельной для обеспечения необходимых напоров на вводах к потребителям.

4. Согласно Федеральному закону от 07.12.2011г №416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» и дополнений к Федеральному закону от 27.07.2010г. №190-ФЗ «О теплоснабжении», начиная с 1 января 2013 года подключение объектов капитального строительства потребителей к централизованным открытым системам теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя, не допускается, а к 1 января 2022 года все потребители горячей воды СЦТ должны быть переведены на закрытую систему теплоснабжения.

Исходя из этого, данной схемой предлагается сохранение действующей системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) города на расчетный срок 2021 г. и более отдаленную перспективу до 2030 г на базе указанных котельных с выполнением необходимых работ по реконструкции этой системы для подключения новых потребителей и обеспечения надежности и качества теплоснабжения.

#### 4.1 Центральная котельная.

Эта котельная практически не имеет потребителей пара (за исключением прачечной с малым потреблением пара, которая может установить собственный парогенератор или вообще обойтись без пара).

Перевод котельной в водогрейный режим был предусмотрен схемой теплоснабжения 2006 года. В водогрейном режиме гарантированный срок службы котлов ДКВР-20-13 составляет 10 лет, что соответствует расчетному сроку данной схемы теплоснабжения.

Исходя из указанного, нет оснований для строительства нового теплоисточника взамен этой котельной.

Баланс покрытия расчетных нагрузок оборудованием Центральной котельной в водогрейном режиме приведен в нижеследующей таблице.

| Тепловые нагрузки на котельную, Гкал/ч. |   |                             |                            |   |                 |                                       |
|---|---|-----------------------------|----------------------------|---|-----------------|---------------------------------------|
| Наименование расходов тепла.            | Режимы.   |                             |                            |   |                 |                                       |
|   | Максимально-зимний (расчетный)<br>$t = -28^{\circ}\text{C}$ | Средний за наиболее холодны | Средне - зимний<br>$t = -$ | Аварийный (при выходе из строя одного котла в расчетном режиме) |                 | Летний<br>$t \geq +8^{\circ}\text{C}$ |
|   |   |                             |                            | Покрываема<br>ая нагрузка,                                      | % от<br>расчетн |                                       |
|   |   |                             |                            |   |                 |                                       |

|  |       | й месяц<br>t =-<br>11,1°C | 3,5°C | Гкал/ч | ой   |      |
|--|-------|---------------------------|-------|--------|------|------|
| 1  | 2     | 3                         | 4     | 5      | 6    | 7    |
| 2012 год   |       |                           |       |        |      |      |
| На отопление   | 10,1  | 6,39                      | 4,72  | 8,73   | 86,4 | -    |
| На горячее водоснабжение                               | 3,02  | 3,02                      | 3,02  | 3,02   | 100  | 2,48 |
| Итого  | 13,12 | 9,41                      | 7,74  | 11,75  | 89,5 | 2,48 |
| На компенсацию потерь тепла в тепловых сетях           | 0,66  | 0,47                      | 0,39  | 0,54   |      | 0,12 |
| Всего по котельной                                     | 13,78 | 9,88                      | 8,13  | 12,29* | 89,2 | 2,60 |
| Количество котлов в работе                             | 2     | 1                         | 1     | 1      |      | 1    |
| % загрузки котельной от номинальной производительности | 61,5  | 88                        | 72,6  | 110    |      | 23   |
| 2021 год   |       |                           |       |        |      |      |
| На отопление   | 16,43 | 10,39                     | 7,68  | 14,20  | 86,4 | -    |
| На горячее водоснабжение                               | 3,95  | 3,95                      | 3,95  | 3,95   | 100  | 3,07 |
| Итого  | 20,38 | 14,34                     | 11,63 | 18,15  | 89,0 | 3,07 |
| На компенсацию потерь тепла в тепловых сетях           | 1,02  | 0,72                      | 0,58  | 0,91   |      | 0,15 |
| Всего по котельной                                     | 21,40 | 15,06                     | 12,21 | 19,06  | 89,1 | 3,22 |
| Количество котлов в работе                             | 2     | 2                         | 2     | 2      |      | 1    |
| % загрузки котельной от номинальной производительности | 95,5  | 67,2                      | 54,5  | 85,1   |      | 29   |

\*Покрытие нагрузок по режимам теплоснабжения принято, исходя из номинальной производительности водогрейного котла - 11,2 Гкал/ч, максимальной - 16,8 Гкал/ч. Согласно этому балансу для работы котельной в любом режиме требуется не более двух котлов. Третий (резервный) котел



включается в работу при выходе из строя одного из двух рабочих котлов в максимально-зимнем режиме.

#### **4.2 Тепловые сети от Центральной котельной.**

Для подключения новых потребителей потребуется строительство новых тепловых сетей к ним и, в связи с этим, увеличение пропускной способности действующих тепловых сетей.

Для определения минимальных капитальных затрат на реконструкцию действующих тепловых сетей и строительство новых, а также затрат на транспорт тепла в данной работе рассмотрено несколько вариантов тепловых и гидравлических режимов работы тепловых сетей, которые определяют необходимые диаметры труб тепловых сетей и потребные напоры в них на выходе из котельной для обеспечения устойчивой работы отопительных систем потребителей.

Одним из наиболее рациональных методов увеличения пропускной способности тепловых сетей, позволяющим избежать больших капитальных затрат на перекладку трубопроводов сетей и уменьшить затраты на строительство тепловых сетей к новым потребителям является перевод работы системы теплоснабжения на повышенные температурные графики.

Исходя из этого, в данной работе рассмотрены варианты работы тепловых сетей от Центральной котельной при повышенных графиках  $105^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  и  $115^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  по сравнению с действующим графиком  $95^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$ .

Рассмотрены следующие варианты тепловых и гидравлических режимов работы тепловых сетей:

- сохранение действующего режима регулирования отпуска (расчетный график температур сетевой воды -  $95^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$ ), присоединение систем отопления потребителей к тепловым сетям – безэлеваторное;
- повышение расчетной температуры сетевой воды до  $105^{\circ} \text{C}$  (график  $105^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$ ) с целью снижения расчетных расходов сетевой воды на отопление. Присоединение систем отопления к тепловым сетям также безэлеваторное.
- переход на температурный график  $115^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  (с верхней срезкой графика на  $110^{\circ} \text{C}$ ) с подключением отопительных систем потребителей к тепловым сетям через элеваторы.

Во всех вариантах располагаемый напор на выходе из котельной (26 м вод.ст.) остается на действующем уровне по условию прочности отопительных приборов при непосредственном присоединении к тепловым сетям.

Гидравлические расчеты тепловых сетей по каждому из вариантов приведены в таблицах 6, 7, 10.

Расчетные схемы тепловых сетей представлены на чертеже № 4432 листы 9, 10, 17.

Расчетные графики давлений в тепловых сетях построены по наиболее протяженным трассам и проблемным участкам и представлены на чертеже № 4432 листы 13, 14, 18.

Необходимые объемы работ по реконструкции действующих и строительству новых тепловых сетей от Центральной котельной по вариантам тепловых режимов их работы представлены на расчетных схемах тепловых сетей.

### **Котельная по ул. Лесная и тепловые сети от нее.**

В районе действия этой котельной строительство перспективных потребителей тепла генеральным планом застройки города не предусмотрено. Увеличение мощности котельной на перспективу не требуется.

Котельная отпускает тепло потребителям по температурному графику  $95^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$ . Гидравлический расчет действующих тепловых сетей от этой котельной показал необходимость увеличения их пропускной способности на отдельных участках ( гидравлический расчет – таблица 3, график давлений – чертеж № 4432 лист 7, расчетная схема чертеж № 4432 лист 4).

Для определения наиболее экономичного варианта реконструкции тепловых сетей в целях обеспечения устойчивой работы систем отопления потребителей рассмотрено три варианта расчетных графиков температур сетевой воды:

- сохранение действующего графика  $95^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  без увеличения располагаемого напора сетевой воды на выходе из котельной – 16 м вод. ст. (вариант А);
- тоже с увеличением напора до 22 м вод. ст. (вариант Б);
- переход на график  $105^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  без установки элеваторов у потребителей при располагаемом напоре на выходе из котельной – 16 м вод.ст.;
- переход на график  $115^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  (со «срезкой» на  $110^{\circ} \text{C}$ ) с установкой элеваторов у потребителей и повышением располагаемого напора на выходе из котельной до 25 м вод.ст. (по условию работы элеваторов).

Варианты гидравлических режимов с увеличением напоров в тепловых сетях на выходе из котельной предусматривают замену сетевых насосов на более высоконапорные.

Гидравлические расчеты тепловых сетей по каждому из вариантов приведены в таблицах 8, 9, 11,12.

Расчетные схемы тепловых сетей представлены на чертеже № 4432 листы 11, 12, 19, 20.

Расчетные графики давлений в тепловых сетях построены по наиболее протяженным трассам и проблемным участкам и представлены на чертеже № 4432 листы 15, 16,21, 22.

### **Котельная по ул. Колхозная и тепловые сети от нее.**

Дефицит мощности котельной отсутствует, новых потребителей тепла этой котельной генеральным планом города не предусмотрено.

Данной работой рекомендуется сохранение на расчетный срок действующей системы централизованного теплоснабжения от этой котельной.

Гидравлический расчет – таблица 4, график давлений – чертеж № 4432 лист 8, расчетная схема чертеж № 4432 лист 5).

## 5. Техничко-экономические показатели по вариантам развития системы централизованного теплоснабжения.

В нижеследующей таблице на стр.14а приведены ориентировочные данные по капитальным вложениям в котельные и тепловые сети по вариантам схемы теплоснабжения.

Капитальные затраты в реконструкцию Центральной котельной приняты согласно коммерческим предложениям, т.е. по средней рыночной цене 2012 г..

Затраты на замену сетевых насосов в котельной по ул.Лесная также приняты по рыночной цене (без учета возвратных средств).

Капитальные затраты в новые тепловые сети определены по «Нормативам удельных капитальных вложений в строительство тепловых сетей» (Минэнерго, 1983г.) с переводом в цены 2012г. По индексам изменения цен на строительномонтажные работы.

Способ прокладки тепловых сетей принят подземный в каналах.

Капитальные затраты на реконструкцию действующих тепловых сетей приняты по вышеуказанным нормативам с учетом затрат на земляные работы, демонтаж старых труб с изоляцией, укладки новых труб, изоляции. При условии соблюдения норм приближения новых труб к стенкам и перекрытиям старых каналов предусмотрено условно 80% использования этих каналов. При несоблюдении норм предусмотрена укладка новых труб в новые каналы.

Прочие затраты (лимитированные затраты подрядной строительной организации, подготовка территории строительства, защита (или перекладка) пересекаемых коммуникаций, разборка и восстановление дорожных покрытий и т.п.) приняты в размере 29%.

Стоимость электроэнергии на перекачку теплоносителя принята согласно тарифу на 2012 год в размере 3,51 руб. за кВт·ч.

## 6. Выводы и предложения по развитию системы централизованного теплоснабжения города на расчетный период и на более отдаленную перспективу.

В соответствии с данными по перспективной застройке города и проведенными расчетами установленной производительности действующих котельных достаточно для обеспечения потребности в теплоэнергии потребителей СЦТ города на расчетный период до 2021 года и на более отдаленную перспективу (условно до 2030 года).

| Наименование котельной     | Установленная производительность котельной, Гкал/ч | Расчетная нагрузка на котельную, Гкал/ч |            |
|----------------------------|--|---|------------|
|                            |  | до 2021 г.                              | до 2030 г. |
| 1                          | 2  | 3                                       | 4          |
| Центральная котельная      | 33,6   | 20,38                                   | 24,06      |
| Котельная по ул. Лесная    | 8,0  | 7,01                                    | 7,01       |
| Котельная по ул. Колхозная | 1,3  | 1,13                                    | 1,13       |

|       |      |       |      |
|-------|------|-------|------|
| Всего | 42,9 | 28,52 | 32,2 |
|-------|------|-------|------|

Исходя из этого, данной схемой предлагается сохранение действующей системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) города на расчетный срок 2021 г. и более отдаленную перспективу до 2030 г. на базе указанных котельных.

Генеральным планом развития г. Суздаль вся перспективная жилая застройка предусмотрена в зоне действия Центральной котельной, мощности которой достаточно для обеспечения теплоснабжения этих перспективных потребителей.

В целях повышения надежности и экономичности работы, продления срока службы основного оборудования, данной схемой предусматривается перевод Центральной котельной из парового режима работы в водогрейный с расчетной температурой воды 115°С.

По данным завода изготовителя срок службы паровых котлов ДКВР-20-13, переведенных в водогрейный режим работы составляет не менее 10 лет (при условии соблюдения нормативного режима эксплуатации).

Тепловой баланс котельной по расчетным режимам и по годам развития (существующее теплопотребление и на уровне расчетного срока) приведен в таблице на стр. 12. Согласно этому балансу для работы в водогрейном режиме (включая аварийный режим - выход из строя одного котла) достаточно двух котлов. Третий котел является резервным и включается при выходе из строя рабочего котла в максимально-зимнем режиме.

Выбор схемы присоединения тепловых сетей к котлам (непосредственно или через водонагреватели), а также оборудования котельной определяется при конкретном проектировании.

В районах действия котельной по ул. Лесная и котельной по ул. Колхозная новых потребителей тепла генеральным планом города не предусматривается, необходимости в расширении и реконструкции этих котельных соответственно нет.

В целях повышения надежности теплоснабжения потребителей основного теплоисточника – Центральной котельной при ее реконструкции рекомендуется предусмотреть устройство склада для аварийного 3-х суточного запаса топлива. В качестве аварийного топлива рекомендуется дизельное топливо.

Расчетный 3-х суточный запас дизтоплива в максимальном зимнем режиме составляет 87 м<sup>3</sup> на существующее положение, 135 м<sup>3</sup> – к 2021г., 160 м<sup>3</sup> – к 2030г.

Увеличение нагрузок на Центральную котельную потребует увеличения пропускной способности действующих тепловых сетей и строительства новых к потребителям тепла новой застройки.

Одним из наиболее рациональных методов увеличения пропускной способности тепловых сетей, позволяющим избежать больших капитальных затрат на перекладку трубопроводов является перевод теплоснабжения на повышенные температурные графики.

В данной работе определены объемы работ и, соответственно, размеры капитальных затрат на реконструкцию тепловых сетей при работе Центральной котельной по действующему температурному графику 95° – 70°С; графику 105° –

70° С без установки элеваторов у потребителей и графику 115° – 70° С («со срезкой») с установкой элеваторов у потребителей.

Величина верхней «срезки» графика определяется при проектировании реконструкции котельной, исходя из принятой схемы подключения тепловых сетей и параметров работы теплообменных аппаратов (при независимой схеме подключения).

Кроме вышеуказанного, следует иметь ввиду необходимость перехода на закрытую систему теплоснабжения.

При закрытой системе теплоснабжения водонагреватели горячего водоснабжения рекомендуется устанавливать в индивидуальных тепловых пунктах (ИТП), т.е. непосредственно у потребителей. Устройство центральных тепловых пунктов (ЦТП) с прокладкой от них четырехтрубных тепловых сетей в условиях низкой плотности застройки (низкой плотности тепловой нагрузки) экономически нецелесообразно.

Присоединение водонагревателей в ИТП рекомендуется по параллельной схеме. При небольших нагрузках горячего водоснабжения применение двухступенчатых схем в ИТП не имеет смысла.

Рекомендуемые схемы ИТП приведены на чертеже № 4432-СхТГ листы 23, 24. В этих схемах предусмотрен минимально-необходимый для работы ИТП набор оборудования.

При конкретном проектировании следует определить экономическую целесообразность автоматизации ИТП с целью снижения расходов тепла на отопление в зависимости от наружных температур и необходимости пофасадного регулирования.

В связи с переходом на закрытую систему теплоснабжения и необходимостью повышения минимальной температуры сетевой воды в подающем трубопроводе с 60° С до 70° С особенно актуальным является выбор графика регулирования отпуска тепла потребителям.

Рассмотренные в данной работе графики температур сетевой воды в зависимости от температур наружного воздуха представлены на чертеже лист 25.

Из чертежа видно, что при переходе на повышенные графики расчетных температур сетевой воды снижаются периоды работы неавтоматизированных систем отопления потребителей с нижней «срезкой» графика, т.е. периоды вынужденных перерасходов тепла на отопление, а переход на закрытую систему теплоснабжения еще больше увеличивает эту разницу.

Таким образом, переход на повышенные температурные графики снижают затраты на увеличение пропускной способности тепловых сетей и повышают энергоэффективность работы существующих неавтоматизированных систем отопления потребителей.

Капитальные затраты на реконструкцию тепловых сетей от Центральной котельной и строительство новых тепловых сетей к перспективным потребителям, также расчетные расходы электроэнергии на перекачку теплоносителя в зависимости от графиков регулирования отпуска тепла приведены в таблице на стр.14а.

Увеличение потребления тепла котельной по ул. Лесная на перспективу не предусмотрено.

Расчет существующего положения показал необходимость увеличения пропускной способности тепловых сетей на отдельных участках.

Для определения минимума затрат на увеличение пропускной способности тепловых сетей были просчитаны следующие варианты.

1. Без изменения теплового и гидравлического режима работы котельной (график  $95^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$ , располагаемый напор в тепловых сетях на выходе из котельной – 16 м вод.ст.) – вариант А.  
При этом варианте необходима перекладка трубопроводов тепловых сетей общей протяженностью по плану – 929м.
2. Сохранение теплового режима отпуска тепла с заменой сетевых насосов и увеличением располагаемого напора до 22 м вод.ст. – вариант Б.  
При этом варианте объем реконструкции тепловых сетей сокращается до 30 м.
3. Переход на повышенный график  $105^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  без замены сетевых насосов. В этом случае тепловых сетей не требуется.
4. Переход на повышенный график  $115^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  с подключением систем отопления потребителей через элеваторы и заменой сетевых насосов с повышением располагаемого напора на выходе из котельной до 25 м вод.ст. Увеличение напора необходимо для обеспечения работы элеваторов. Указанный вариант также не требует проведения реконструкции тепловых сетей.

Капитальные затраты на реконструкцию тепловых сетей от котельной по ул.Лесная и замену сетевых насосов, а также расчетные расходы электроэнергии на перекачку теплоносителя в зависимости от графиков регулирования отпуска тепла приведены в таблице на стр.14а.

Потребители тепла котельной по ул. Лесная также должны быть переведены на закрытую систему теплоснабжения к 2022 году.

На основании анализа выполненных расчетов данной схемой теплоснабжения предлагается выполнение следующих мероприятий по реконструкции действующей системы централизованного теплоснабжения города.

#### **По Центральной котельной.**

1. Реконструкция котельной с переводом в водогрейный режим трех котлов ДКВР-20-13.
2. Переход на повышенный температурный график отпуска тепла потребителям ( $105^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  или  $115^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$ ).

Капитальные затраты на реконструкцию действующих и строительство новых тепловых сетей при этих графиках практически одинаковы. Необходимый располагаемый напор в тепловых сетях на выходе из котельной также одинаков – 26 м вод.ст.

Расход электроэнергии на перекачку теплоносителя при графике  $105^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$  на 20% выше, чем при графике  $115^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$ .

Продолжительность работы неавтоматизированных систем отопления в неэкономичном режиме (поддержание минимальной температуры воды в подающем трубопроводе на уровне  $70^{\circ}\text{C}$ ) при графике  $105^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$  выше, чем при графике  $115^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$  (от температуры наружного воздуха  $+8^{\circ}\text{C}$  до  $-7^{\circ}\text{C}$  при графике  $105^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$  и от  $+8^{\circ}\text{C}$  до  $-4,5^{\circ}\text{C}$  при графике  $115^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$ ). Кроме того, гидравлическая устойчивость тепловых сетей при работе систем отопления через элеваторы намного выше, чем при непосредственном присоединении, что существенно упрощает проведение наладочных работ и повышает устойчивость работы систем отопления.

С другой стороны, необходима проверка компенсирующей способности существующих тепловых сетей на восприятие повышенных температур воды с возможной заменой компенсаторов и неподвижных опор (однако, это маловероятно), т.е. проведение тепловых испытаний.

Также следует учесть, что перевод отопительных систем, непосредственно подключенных к тепловым сетям, на повышенный температурный график связан со значительным увеличением теплоперепада и сокращением расхода теплоносителя в системе. Это обстоятельство может вызвать (а может и не вызвать) в отдельных зданиях с большой протяженностью отопительной системы гидравлическую разрегулировку. Избежать этого можно за счет установки элеватора с подбором необходимого коэффициента смешения. Учитывая изложенное предлагается, исходя из технического состояния тепловых сетей, тепловых пунктов и систем отопления потребителей теплоснабжающей организации совместно с потребителями тепла принять решение относительно перехода работы тепловых сетей на тот или иной график.

Возможно, на первом этапе следует перейти на график  $105^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$ , а впоследствии на график  $115^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$  (соответственно этому выбрать группу сетевых насосов).

Тепломеханические расчеты для реконструкции, капитального ремонта, строительства новых сетей рекомендуется выполнять на максимальную температуру теплоносителя  $115^{\circ}\text{C}$ .

### **По котельной по ул. Лесная.**

Перевод потребителей горячей воды на закрытую схему может быть осуществлен согласно закону «О водоснабжении» в течение 10 лет. В связи с этим, наиболее простым решением, исключающим большой объем работ по реконструкции тепловых сетей и без перехода на повышенный график температур сетевой воды является замена сетевых насосов с увеличением располагаемого напора в тепловых сетях на выходе из котельной до 22 м вод.ст.

При переходе на закрытую систему теплоснабжения рекомендуется переход на более высокий график температур сетевой воды, исходя из тех же соображений, что и по Центральной котельной.

Замену труб при капитальных ремонтах тепловых сетей следует принимать согласно расчетным диаметрам в соответствии с принятым на перспективу температурным графиком.

### **По котельной по ул. Колхозная.**

Действующая 4-х трубная схема тепловых сетей позволяет осуществлять регулирование отпуска тепла в течение всего отопительного периода по отопительному графику без «срезок» в переходные периоды, т.е. без перетопа потребителей.

Подача горячей воды потребителям в соответствии с нормами качества питьевой воды не требует перехода на другую схему.

Исходя из этого, рекомендуется сохранение действующей системы теплоснабжения от этой котельной на расчетный срок с проведением по необходимости ремонтно-профилактических и наладочных работ.

Реализация вышеуказанных рекомендаций повышает надежность и качество теплоснабжения.

Использование действующей перемычки диаметром труб 300 мм между тепловыми сетями от Центральной котельной и тепловыми сетями от котельной по ул.Лесная позволяет осуществлять при необходимости передачу тепла от одного теплового района в другой, т.е. в аварийных ситуациях не прекращать теплоснабжение потребителей.

Надежность работы систем отопления потребителей целиком зависит от технического состояния этих систем.

В первую очередь необходимо выполнить гидропневматическую промывку (простая промывка не даст нужного результата) всех отопительных систем с приведением их гидравлического сопротивления к расчетным величинам (как правило 1,0÷1,5 м вод.ст).

Затем выполнить регулировку системы и, в случае необходимости, произвести замену труб на проблемных участках.

Все трубы, проходящие через неотапливаемые помещения, должны иметь теплоизоляцию.

Надежность и качество работы системы централизованного теплоснабжения во многом зависит от квалификации теплоснабжающих организаций.

В условиях г. Суздаль, где система теплоснабжения сформировалась окончательно и нет необходимости в ее замене на другую, схемой теплоснабжения рекомендуется сохранение на перспективу единой теплоснабжающей организации – ООО «Суздальтеплосбыт» при условии обеспечения надежного теплоснабжения города.

В этой связи, после утверждения данной схемы, согласно закону «О теплоснабжении» утвержденная администрацией города теплоснабжающая организация должна разработать и согласовать с этой администрацией инвестиционную программу по реализации схемы теплоснабжения. В этой программе определить необходимые первоочередные работы, их стоимость, заказчика работ и источники финансирования.



## **7. Рекомендации по повышению энергоэффективности системы централизованного теплоснабжения.**

### **7.1 Производство тепла.**

Энергоэффективность работы Центральной котельной значительно повысится за счет снижения эксплуатационных расходов на производство тепла при переводе котельной в водогрейный режим.

При разработке проектной документации следует предусмотреть максимальную утилизацию тепла уходящих дымовых газов для подогрева подпиточной воды, что даст экономию топлива до 4÷8% при открытой системе теплоснабжения.

В летний период для покрытия нагрузки горячего водоснабжения целесообразно использовать одну котельную с подачей тепла в соседний район через переемы тепловых сетей между Центральной котельной и котельной по ул.Лесная.

При реконструкции Центральной котельной необходимо обеспечить возможность работы водогрейного котла ДКВР-20-13 при минимальной нагрузке горячего водоснабжения в летний период или рассмотреть вариант установки нового водогрейного котла для нужд горячего водоснабжения в летний период с его работой на бак-аккумулятор горячей воды.

### **7.2 Транспорт тепла.**

Наибольшие потери тепла в СЦТ происходят в тепловых сетях, КПД которых и определяет, в основном, КПД всей системы теплоснабжения. Величина этих потерь зависит от состояния тепловой изоляции и ее конструкции.

Тепловые сети города проложены в подземных каналах, в которых не должно быть воды. В случае затопления грунтовыми водами отдельных участков каналов необходимо организовать дренаж нижних точек каналов (прямков камер), либо (если это возможно) переложить каналы выше уровня грунтовых вод. Также можно рассмотреть вариант укладки в подтопляемые каналы труб с теплогидроизоляцией.

Проектирование тепловой изоляции рекомендуется производить на основании технико-экономических расчетов выбора эффективной толщины изоляции, исходя из срока окупаемости затрат за счет сокращения потерь тепла.

Нормы потерь тепла через теплоизоляцию рекомендуется принимать как предельно-допустимые при формировании тарифа на теплоэнергию.

Тепловая изоляция должна быть сборной, легко монтируемой и демонтируемой при любых погодных условиях, с возможностью многократного использования, влагостойкой, недеформируемой (например, полуцилиндры с нанесенным защитным покрытием).

Потерю тепла через утечки теплоносителя следует рассматривать как аварию, которую необходимо устранить.

Срок службы тепловых сетей, в основном, зависит от коррозии наружной поверхности трубопроводов по причине которой происходит наибольшее количество аварий, что снижает надежность теплоснабжения.

Необходимо правильно выбрать тип защитного покрытия поверхности труб, деталей трубопроводов, подвижных и неподвижных опор и выполнить его нанесение в соответствии с указаниями «Инструкции по защите трубопроводов тепловых сетей от коррозии». Нанесение покрытий рекомендуется выполнять в стационарных условиях.

От качества выполненных работ по строительству и капитальному ремонту тепловых сетей целиком зависит срок их службы и затраты на их содержание.

## **7.2 Потребление тепла.**

Повышение энергоэффективности потребителей тепла определяется выполнением комплекса мероприятий в целях снижения энергопотребления, т.е. за счет снижения потерь тепла.

Комплекс необходимых мероприятий по энергосбережению должен быть разработан организацией, выполняющей энергоаудит потребителей тепла.

Проектно-сметная документация на капитальный ремонт здания должна разрабатываться с учетом требований по повышению его энергоэффективности с учетом срока окупаемости затрат на снижение потерь тепла.

Все мероприятия по энергосбережению необходимо начинать с установки приборов учета расхода тепла потребителем.