

**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В АДМИНИСТРАТИВНЫХ ГРАНИЦАХ  
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА  
ГОРОД ТВЕРЬ НА ПЕРИОД ДО 2028 ГОДА  
ПО СОСТОЯНИЮ НА 2020 ГОД**



**ГЛАВА 7 «ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, РЕКОНСТРУКЦИИ И  
ТЕХНИЧЕСКОМУ ПЕРЕВООРУЖЕНИЮ ИСТОНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ»**

**ТТС -20-ПЗ-1-07**

Сведений, составляющих государственную тайну в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 30.11.1995 № 1203 «Об утверждении перечня сведений, отнесенных к государственной тайне», не содержится.

**Начальник департамента ЖКХ и строительства**

**В.Д. Якубенюк**

подпись, печать

**Разработчик:** Общество с ограниченной ответственностью «Джи Динамика», 197046, Санкт-Петербург, ул. Большая Посадская, д.12, лит. А, пом. 67-Н

**Генеральный директора**

**А.С. Ложкин**

подпись, печать

**ТВЕРЬ, 2019**

## СОСТАВ ПРОЕКТА

| Обозначение         | Наименование  | Примечание |
|---------------------|---|------------|
| 1                   | 2   | 3          |
| <b>ТТС-20-ПЗ-1</b>  | <b>Том 1. Обосновывающие материалы</b>  |            |
| ТТС-20-ПЗ-1-01      | Глава 1 «Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-02     | Глава 2 «Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения»  |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-03     | Глава 3 «Электронная модель системы теплоснабжения»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-04     | Глава 4 «Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-05     | Глава 5 «Мастер-план развития систем теплоснабжения»  |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-06     | Глава 6 «Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах» |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-07     | Глава 7 «Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-08     | Глава 8 «Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-09     | Глава 9 «Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-10     | Глава 10 «Перспективные топливные балансы»  |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-11     | Глава 11 «Оценка надежности теплоснабжения»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-12     | Глава 12 «Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-13     | Глава 13 «Индикаторы развития систем теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-14     | Глава 14 «Ценовые (тарифные) последствия»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-15     | Глава 15 «Реестр единых теплоснабжающих организаций»  |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-16     | Глава 16 «Реестр проектов схемы теплоснабжения»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-17     | Глава 17 «Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения»   |            |
| ТТС -20-ПЗ-1-18     | Глава 18 «Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения»   |            |
| <b>ТТС -20-ПЗ-2</b> | <b>Том 2. Утверждаемая часть</b>  |            |

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |          |
|--|----------|
| <b>Глава 7 «Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии».....</b>  | <b>5</b> |
| 7.1 Описание условий организации централизованного теплоснабжения, индивидуального теплоснабжения, а также поквартирного отопления .....   | 5        |
| 7.2 Описание текущей ситуации, связанной с ранее принятыми в соответствии с законодательством Российской Федерации об электроэнергетике решениями об отнесении генерирующих объектов к генерирующим объектам, мощность которых поставляется в вынужденном режиме в целях обеспечения надежного теплоснабжения потребителей .....   | 7        |
| 7.3 Анализ надежности и качества теплоснабжения для случаев отнесения генерирующего объекта к объектам, вывод которых из эксплуатации может привести к нарушению надежности теплоснабжения (при отнесении такого генерирующего объекта к объектам, электрическая мощность которых поставляется в вынужденном режиме в целях обеспечения надежного теплоснабжения потребителей, в соответствующем году долгосрочного конкурентного отбора мощности на оптовом рынке электрической энергии (мощности) на соответствующий период), в соответствии с методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения..... | 7        |
| 7.4 Обоснование предлагаемых для строительства источников тепловой энергии, функционирующих в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, для обеспечения перспективных тепловых нагрузок .....   | 7        |
| 7.4.1 Строительство новой водогрейной котельной для замещения ТЭЦ-1 .....  | 7        |
| 7.4.2 Строительство ВК «Затверецкая» .....   | 13       |
| 7.5 Обоснование предлагаемых для реконструкции действующих источников тепловой энергии, функционирующих в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, для обеспечения перспективных приростов тепловых нагрузок .....   | 15       |
| 7.5.1 Мероприятия, направленные на повышение мощности эксплуатируемого оборудования.....   | 15       |
| 7.5.2 Мероприятия, направленные на повышение надежности эксплуатируемого оборудования .....  | 18       |
| 7.5.3 Прочие мероприятия.....  | 32       |
| 7.6 Обоснование предложений по переоборудованию котельных в источники тепловой энергии, функционирующие в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, с выработкой электроэнергии на собственные нужды теплоснабжающей организации в отношении источника тепловой энергии, на базе существующих и перспективных тепловых нагрузок .....   | 32       |
| 7.7 Обоснование предлагаемых для реконструкции котельных с увеличением зоны их действия путем включения в нее зон действия существующих источников тепловой энергии .....  | 32       |
| 7.8 Обоснование предлагаемых для перевода в пиковый режим работы котельных по отношению к источникам тепловой энергии, функционирующим в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии.....  | 32       |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 7.9    | Обоснование предложений по расширению зон действия действующих источников тепловой энергии, функционирующих в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии.....   | 32 |
| 7.10   | Обоснование предлагаемых для вывода в резерв и (или) вывода из эксплуатации котельных при передаче тепловых нагрузок на другие источники тепловой энергии .....  | 33 |
| 7.11   | Обоснование организации индивидуального теплоснабжения в зонах застройки поселения, городского округа, города федерального значения малоэтажными жилыми зданиями .....   | 33 |
| 7.12   | Обоснование перспективных балансов производства и потребления тепловой мощности источников тепловой энергии и теплоносителя и присоединенной тепловой нагрузки в каждой из систем теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения..... | 33 |
| 7.13   | Анализ целесообразности ввода новых и реконструкции существующих источников тепловой энергии с использованием возобновляемых источников энергии, а также местных видов топлива .....   | 34 |
| 7.14   | Обоснование организации теплоснабжения в производственных зонах на территории поселения, городского округа, города федерального значения .....   | 34 |
| 7.15   | Результаты расчетов радиуса эффективного теплоснабжения.....   | 34 |
| 7.16   | Воздействие на окружающую среду .....  | 38 |
| 7.16.1 | Краткая характеристика метеорологических условий и их влияние на рассеивание вредных веществ в атмосфере .....   | 38 |
| 7.16.2 | Качество атмосферного воздуха .....  | 40 |
| 7.16.3 | Характеристика оборудования источников теплоснабжения.....   | 41 |
| 7.16.4 | Перспективное воздействие на окружающую среду .....  | 42 |
| 7.16.5 | Метод улавливания вредных компонентов дымовых газов на электростанциях.....  | 44 |

## **Глава 7 «Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии»**

### **7.1 Описание условий организации централизованного теплоснабжения, индивидуального теплоснабжения, а также поквартирного отопления**

Централизованное теплоснабжение представляет собой процесс обеспечения тепловой энергией низкого (до 150 °С) и среднего (до 350 °С) потенциала нескольких потребителей от одного или нескольких источников. Источником тепловой энергии в системах централизованного теплоснабжения могут быть теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), районные (РК) и квартальные котельные. Тепловая энергия отпускается потребителям в виде горячей воды или водяного пара. Для снабжения тепловой энергией жилищно-коммунального сектора в качестве теплоносителя применяют воду, а для снабжения промышленных предприятий наряду с водой часто используют водяной пар. Параметры теплоносителя зависят от вида потребителей тепловой энергии и обосновываются технико-экономическим расчетом.

Централизованное теплоснабжение от ТЭЦ и РК по сравнению с местным печным и центральным отоплением от домовых котельных позволяет резко сократить расход топлива, улучшить тепловой комфорт и уменьшить загрязнение воздушного бассейна, снизить капитальные и эксплуатационные затраты.

Централизованное теплоснабжение предусмотрено для существующей застройки и перспективной многоэтажной застройки. Под индивидуальным теплоснабжением понимается, в частности, печное отопление и теплоснабжение от индивидуальных (поквартирных) котлов. По существующему состоянию системы теплоснабжения индивидуальное теплоснабжение применяется в индивидуальном малоэтажном жилищном фонде.

Очевидно, что поквартирная система отопления имеет как свои достоинства, так и недостатки. Обобщив оценки экспертов, приведем краткий сравнительный анализ положительных и отрицательных сторон внедрения индивидуального отопления, поскольку они выступают факторами, определяющими перспективы его развития.

Говоря о плюсах, необходимо отметить ценовой параметр, как один из важнейших при сопоставлении двух основных концепций теплоснабжения. По предварительным расчетам, внедрение индивидуальной системы отопления (на основе газового котла) позволяет сегодня сократить затраты на отопление от двух до шести раз. Однако необходимо учесть, что при поквартирном отоплении многоэтажного дома «зависает» вопрос об отоплении мест общего пользования (коридоров, лестничных клеток).

Другим значимым положительным фактором поквартирного теплоснабжения является возможность избежать зависимости от аварий и перебоев централизованной системы. Важным преимуществом децентрализованной системы отопления является также возможность местного регулирования температуры в отапливаемом помещении.

В то же время эксплуатация источника теплоты и всего комплекса вспомогательного оборудования квартирной системы теплоснабжения непрофессиональным персоналом (жителями) не только не дает возможность в полной мере использовать это преимущество, но порой приводит к угрозе здоровью и жизни населения. Также стоит отметить целый спектр организационно-технических и правовых аспектов, которые существенно ограничивают внедрение индивидуального теплоснабжения в России.

В качестве важнейшего фактора организационно-технического плана можно выделить степень соответствия жилых зданий требованиям установки в них индивидуальных отопительных устройств. Речь идет о следующем.

Конструктивные особенности отапливаемых зданий в большинстве случаев не позволяют безболезненно перейти с централизованного отопления на индивидуальный источник тепла (это относится, безусловно, к уже существующему жилому фонду). В частности, в домах типовых серий, построенных в прежние годы и предназначенных для систем централизованного отопления, главной причиной, препятствующей поквартирной установке котлов, являются проблемы устройства соответствующей системы дымоудаления. Для многоэтажного здания в соответствии с требованиями нормативов на одном этаже (уровне) к стволу дымохода может подключаться только один газоход от одного теплогенератора, а установка «пакета» труб требует соответствующей проработки на уровне проекта здания.

Кроме того, для климатических условий России процесс дымоудаления при функционировании настенных котлов осложняется серьезной проблемой, связанной с образованием конденсата и усугубляющейся невозможностью поддержания непрерывного режима работы котлоагрегата. Дело в том, что при поквартирном отоплении мощность котла выбирается исходя из требований пиковой нагрузки, связанной не с отоплением как таковым, а с горячим водоснабжением. Таким образом, режим работы котла обычно представляет собой циклический переход от пиковой нагрузки к минимальной или даже нулевой (при невозможности глубокой регулировки мощности), что в зимних условиях приводит к интенсивному конденсатообразованию. Помимо этого, существует проблема тяги в многоэтажных зданиях. На нижних этажах она избыточна, на верхних - недостаточна. В связи с этим существуют ограничения по использованию поквартирного отопления в многоэтажных домах. Применение теплогенераторов с открытой камерой сгорания разрешено в зданиях не выше пяти этажей (этажность зданий, оборудованных котлами с закрытой камерой, не ограничена).

Еще одним существенным фактором, сдерживающим распространение индивидуального отопления, выступает неудовлетворительное состояние газификации российской территории, и в первую очередь - степень охвата магистральным газоснабжением. В то же время необходимо отметить, что в последние годы в России наблюдается рост уровня газификации магистральным газом за счет прокладки новых линий газопроводов. Очевидно, эти планы можно рассматривать как факторы, способствующие развитию индивидуального теплоснабжения и российского рынка котельного газового оборудования.

Развитие сегмента поквартирного отопления в долгосрочной перспективе будет в значительной степени зависеть от степени восстановления и модернизации системы центрального отопления. Осуществление государственными и муниципальными структурами комплекса мер по восстановлению и модернизации систем централизованного отопления экономические преимущества поквартирного отопления могут стать не столь очевидными.

Таким образом, на данный момент основным условием организации централизованного источника теплоснабжения является эффективный радиус теплоснабжения, рассчитанный и озвученный в предыдущих вопросах. Радиус эффективного теплоснабжения определяет зону действия источника централизованного теплоснабжения, в пределах которого тепловая энергия получается дешевле тепловой энергии индивидуального (поквартирного) источника теплоснабжения. Основной экономический эффект централизованного источника теплоснабжения связан со

значительным снижением постоянных издержек теплоснабжающей организации, а также снижением потребности в топливе за счет эффективного регулирования отпуска тепловой энергии от источника теплоснабжения.

## **7.2 Описание текущей ситуации, связанной с ранее принятыми в соответствии с законодательством Российской Федерации об электроэнергетике решениями об отнесении генерирующих объектов к генерирующим объектам, мощность которых поставляется в вынужденном режиме в целях обеспечения надежного теплоснабжения потребителей**

Распоряжением Правительства РФ от 31 июля 2017 г. № 1646-р о перечнях генерирующего оборудования, отнесенного к объектам, мощность которых поставляется в вынужденном режиме, в целях обеспечения надежного электроснабжения и теплоснабжения потребителей, установлен перечень генерирующего оборудования, отнесенного к данным генерирующим объектам (приложение № 1 к распоряжению Правительства РФ от 31 июля 2017 г. № 1646). Источники тепловой энергии г. Твери в этом списке отсутствуют.

## **7.3 Анализ надежности и качества теплоснабжения для случаев отнесения генерирующего объекта к объектам, вывод которых из эксплуатации может привести к нарушению надежности теплоснабжения (при отнесении такого генерирующего объекта к объектам, электрическая мощность которых поставляется в вынужденном режиме в целях обеспечения надежного теплоснабжения потребителей, в соответствующем году долгосрочного конкурентного отбора мощности на оптовом рынке электрической энергии (мощности) на соответствующий период), в соответствии с методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения**

Источники тепловой энергии г. Твери отсутствуют в перечне объектов, электрическая мощность которых поставляется в вынужденном режиме в целях обеспечения надежного теплоснабжения потребителей.

## **7.4 Обоснование предлагаемых для строительства источников тепловой энергии, функционирующих в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, для обеспечения перспективных тепловых нагрузок**

Строительство источников комбинированной выработки на территории г. Твери не предполагается.

Для обеспечения перспективных приростов тепловой мощности планируется строительство новых источников тепловой энергии:

- 1) Строительство новой водогрейной котельной для замещения мощностей ТЭЦ-1.
- 2) Строительство водогрейной котельной «Затверецкая» для замещения мощности котельной «Сахаровское шоссе» и передачи нагрузки жилого сектора от котельной «ТКСМ-2».

### **7.4.1 Строительство новой водогрейной котельной для замещения ТЭЦ-1**

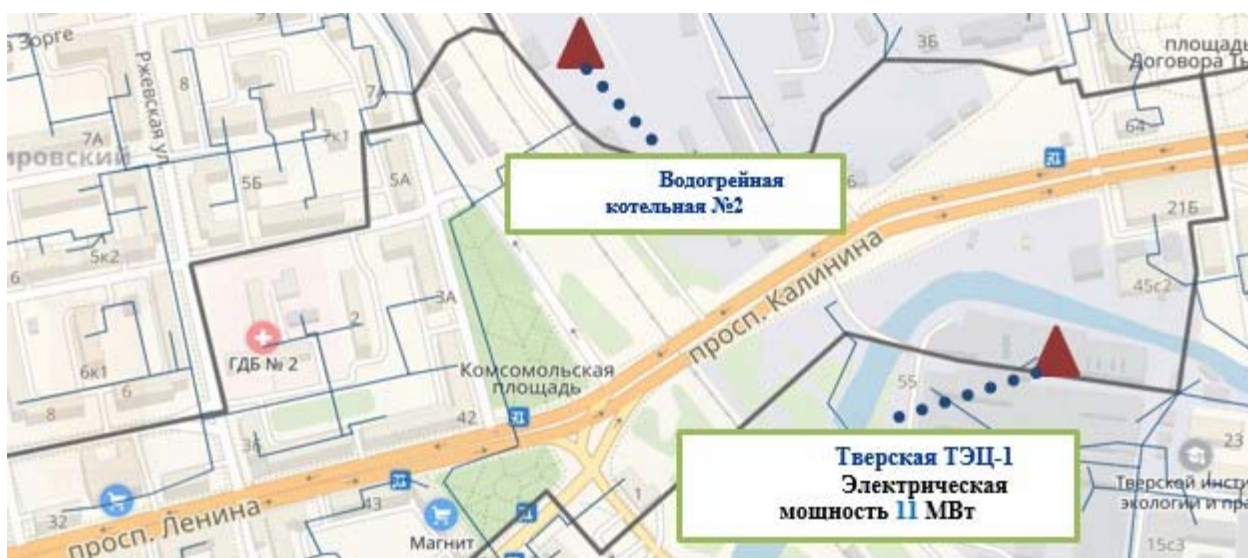
Снижение располагаемой мощности ТЭЦ-1 происходит за счет сверхнормативного износа энергетического оборудования, выработавшего свой технический ресурс. В настоящее время шесть энергетических паровых котлов и одна паровая турбина ТЭЦ-1 нуждаются в замене, как морально и физически устаревшее оборудование (таблица 7.4.1).

**Таблица 7.4.1 Износ оборудования ТЭЦ-1**

| № п/п | Наименование оборудования | Износ оборудования ТЭЦ-1, % |
|-------|---------------------------|-----------------------------|
| 1     | Турбины                   | 97,8                        |
| 2     | Котлы энергетические      | 94,7                        |
| 3     | Котлы водогрейные         | 88,3                        |
| 4     | Генераторы                | 95,7                        |
| 5     | Трансформаторы            | 93,4                        |

Существующая ТЭЦ ввиду высокого износа основного оборудования работает неэкономично и требует технического перевооружения.

Для обеспечения имеющихся тепловых нагрузок в микрорайоне Пролетарка в связи с отсутствием резерва мощностей и отсутствием резерва мощности ТЭЦ-1, необходимо провести реконструкцию ВК-2 с доведением мощности энергетического оборудования до проектной - 60 Гкал/ч и осуществить строительство водогрейной котельной мощностью 130 Гкал/ч.



**Рисунок 7.4.1 Графическое изображение расположения ТЭЦ-1 и ВК-2**

Строительство водогрейной котельной мощностью 130 Гкал/ч с целью замещения выработавшего парк оборудования ТЭЦ-1 предусматривает две очереди строительства:

- I очередь: строительство двух водогрейных котлов ПТВМ-50 с суммарной установленной мощностью 100 Гкал/ч;
- II очередь: строительство водогрейного котла ПТВМ-30 установленной мощностью 30 Гкал/ч.

Прирост тепловой мощности в зоне действия ТЭЦ-1 42,311 Гкал/ч (таблица 7.4.2):

**Таблица 7.4.2 Приросты тепловой нагрузки в зоне действия ТЭЦ-1**

| № п/п | Наименование перспективного района                | Приросты накопленным итогом, Гкал/ч |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
|-------|---|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|       |   | 2019                                | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025   | 2026   | 2027   | 2028   |
| 1     | ТЭЦ-1   | 0,074                               | 0,091 | 0,091 | 0,091 | 0,091 | 0,091 | 17,611 | 17,611 | 42,311 | 42,311 |
|       | <i>Q<sub>от+в</sub></i>                           | 0,065                               | 0,082 | 0,082 | 0,082 | 0,082 | 0,082 | 11,470 | 11,470 | 27,525 | 27,525 |
|       | <i>Q<sub>вс</sub></i>                             | 0,009                               | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 6,141  | 6,141  | 14,786 | 14,786 |
| 1.1   | Проектируемая застройка в районе ул. Севастьянова |                                     |       |       |       |       |       |        |        | 24,700 | 24,700 |



| №<br>п/п | Наименование<br>перспективного<br>района  | Приросты накопленным итогом, Гкал/ч |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
|----------|---|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|          |   | 2019                                | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025   | 2026   | 2027   | 2028   |
|          | (развитие<br>застроенных<br>территорий)   |                                     |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
|          | <i>Q<sub>от+в</sub></i>   |                                     |       |       |       |       |       |        |        | 16,055 | 16,055 |
|          | <i>Q<sub>гвс</sub></i>  |                                     |       |       |       |       |       |        |        | 8,645  | 8,645  |
| 1.2      | Проектируемая<br>застройка на ул.<br>Бориса Полевого<br>(развитие<br>застроенных<br>территорий) |                                     |       |       |       |       |       | 17,520 | 17,520 | 17,520 | 17,520 |
|          | <i>Q<sub>от+в</sub></i>   |                                     |       |       |       |       |       | 11,388 | 11,388 | 11,388 | 11,388 |
|          | <i>Q<sub>гвс</sub></i>  |                                     |       |       |       |       |       | 6,132  | 6,132  | 6,132  | 6,132  |
| 1.3      | План<br>подключений   | 0,074                               | 0,091 | 0,091 | 0,091 | 0,091 | 0,091 | 0,091  | 0,091  | 0,091  | 0,091  |
|          | <i>Q<sub>от+в</sub></i>   | 0,065                               | 0,082 | 0,082 | 0,082 | 0,082 | 0,082 | 0,082  | 0,082  | 0,082  | 0,082  |
|          | <i>Q<sub>гвс</sub></i>  | 0,009                               | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009  | 0,009  | 0,009  | 0,009  |

В случае отказа от строительства котельной для замещения мощности ТЭЦ-1 дефицит тепловой мощности на ТЭЦ-1 к 2028 г. составит 38,844 Гкал/ч (таблица 7.4.3).

Строительство новой котельной позволит обеспечить бездефицитное теплоснабжения в зоне действия ТЭЦ-1 (таблица 7.4.4).

**Таблица 7.4.3 Баланс тепловой мощности в зоне действия ТЭЦ-1 в случае отказа от строительства новой котельной**

| Наименование источника                                   | 2018          | 2019          | 2020          | 2021          | 2022          | 2023          | 2024          | 2025          | 2026          | 2027           | 2028           |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>ТЭЦ-1</b>   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |                |
| установленная мощность                                   | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000        | 104,000        |
| располагаемая мощность                                   | 77,000        | 77,000        | 85,000        | 85,000        | 85,000        | 91,000        | 91,000        | 91,000        | 91,000        | 91,000         | 91,000         |
| собственные и хозяйственные нужды                        | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660          | 2,660          |
| тепловая мощность нетто                                  | 74,340        | 74,340        | 82,340        | 82,340        | 82,340        | 88,340        | 88,340        | 88,340        | 88,340        | 88,340         | 88,340         |
| <b>подключенная нагрузка:</b>                            | <b>70,774</b> | <b>70,848</b> | <b>70,865</b> | <b>70,865</b> | <b>70,865</b> | <b>70,865</b> | <b>70,865</b> | <b>88,385</b> | <b>88,385</b> | <b>113,085</b> | <b>113,085</b> |
| <i>отопительно-вентиляционная</i>                        | 52,218        | 52,282        | 52,300        | 52,300        | 52,300        | 52,300        | 52,300        | 63,688        | 63,688        | 79,742         | 79,742         |
| <i>ГВС</i>   | 18,556        | 18,565        | 18,565        | 18,565        | 18,565        | 18,565        | 18,565        | 24,697        | 24,697        | 33,342         | 33,342         |
| <i>технология</i>  | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000          | 0,000          |
| потери   | 14,042        | 14,090        | 14,099        | 14,099        | 14,099        | 14,099        | 14,099        | 14,099        | 14,099        | 14,099         | 14,099         |
| резерв/дефицит тепловой мощности по фактической нагрузке | -10,476       | -10,598       | -2,624        | -2,624        | -2,624        | 3,376         | 3,376         | -14,144       | -14,144       | -38,844        | -38,844        |

**Таблица 7.4.4 Балансы тепловой мощности в зоне действия новой котельной**

| Наименование источника                                   | 2018          | 2019          | 2020          | 2021          | 2022          | 2023          | 2024  | 2025          | 2026          | 2027           | 2028           |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|---------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>ТЭЦ-1</b>   |               |               |               |               |               |               |   |               |               |                |                |
| установленная мощность                                   | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000       | 104,000       | Вывод из эксплуатации. Передача нагрузки на новую водогрейную котельную |               |               |                |                |
| располагаемая мощность                                   | 77,000        | 77,000        | 77,000        | 77,000        | 77,000        | 77,000        |   |               |               |                |                |
| собственные и хозяйственные нужды                        | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660         | 2,660         |   |               |               |                |                |
| тепловая мощность нетто                                  | 74,340        | 74,340        | 74,340        | 74,340        | 74,340        | 74,340        |   |               |               |                |                |
| <b>подключенная нагрузка:</b>                            | <b>70,774</b> | <b>70,848</b> | <b>59,865</b> | <b>59,865</b> | <b>59,865</b> | <b>59,865</b> |   |               |               |                |                |
| <i>отопительно-вентиляционная</i>                        | 52,218        | 52,282        | 44,182        | 44,182        | 44,182        | 44,182        |   |               |               |                |                |
| <i>ГВС</i>   | 18,556        | 18,565        | 15,683        | 15,683        | 15,683        | 15,683        |   |               |               |                |                |
| потери   | 14,042        | 14,090        | 14,099        | 14,099        | 14,099        | 14,099        |   |               |               |                |                |
| резерв/дефицит тепловой мощности по фактической нагрузке | -10,476       | -10,598       | 0,375         | 0,375         | 0,375         | 0,375         |   |               |               |                |                |
| <b>Новая ВК для замещения мощностей ТЭЦ-1</b>            |               |               |               |               |               |               |   |               |               |                |                |
| установленная мощность                                   |               |               |               |               |               |               | 100,000   | 100,000       | 100,000       | 130,000        | 130,000        |
| располагаемая мощность                                   |               |               |               |               |               |               | 100,000   | 100,000       | 100,000       | 130,000        | 130,000        |
| собственные и хозяйственные нужды                        |               |               |               |               |               |               | 1,500   | 1,500         | 1,500         | 1,500          | 1,500          |
| тепловая мощность нетто                                  |               |               |               |               |               |               | 98,500  | 98,500        | 98,500        | 128,500        | 128,500        |
| <b>подключенная нагрузка:</b>                            |               |               |               |               |               |               | <b>70,865</b>   | <b>88,385</b> | <b>88,385</b> | <b>113,085</b> | <b>113,085</b> |
| <i>отопительно-вентиляционная</i>                        |               |               |               |               |               |               | 52,300  | 63,688        | 63,688        | 79,742         | 79,742         |
| <i>ГВС</i>   |               |               |               |               |               |               | 18,565  | 24,697        | 24,697        | 33,342         | 33,342         |
| потери   |               |               |               |               |               |               | 14,099  | 14,099        | 14,099        | 14,099         | 14,099         |
| резерв/дефицит тепловой мощности по фактической нагрузке |               |               |               |               |               |               | 13,536  | -3,984        | -3,984        | 1,316          | 1,316          |

Сроки и стоимость реализации мероприятий по строительству новой котельной представлены в таблице 7.4.5.

**Таблица 7.4.5 Стоимость и источники инвестиций I очередь строительства**

| № п/п | Наименование мероприятия   | Срок проведения мероприятия | Стоимость, тыс. руб. без НДС | Источник инвестиций   |
|-------|--|-----------------------------|------------------------------|---|
| 1     | Ликвидация ТЭЦ-1.<br>Строительство замещающих мощностей - двух водогрейных котлов ПТВМ-50 с суммарной установленной мощностью 100 Гкал/ч (I очередь) | 2020-2023                   | 424 000                      | за счет собственных средств ООО «Тверская генерация», инвестиционная составляющая, плата за подключение |
| 2     | Реконструкция резервного топливного хозяйства (дизельное топливо, 686 т)   | 2027                        | 72 000                       |   |
| 3     | Строительство водогрейного котла ПТВМ-30 установленной мощностью 30 Гкал/ч (II очередь)  | 2026-2027                   | 161 000                      |   |
|       | <b>Итого:</b>  |                             | <b>657 000</b>               |   |

#### 7.4.2 Строительство ВК «Затверецкая»

Котельная «ТКСМ-2» вырабатывает тепловую энергию на собственные нужды и на нужды теплоснабжения жилого сектора.

На котельной «ТКСМ-2» установлены паровые котлы с нагревом сетевой воды в бойлерах. Данная схема энергозатратна и неэффективна для теплоснабжения населения. Удельный расход топлива по котельной «ТКСМ-2» составляет до 169 кг у.т./Гкал (в среднем по котельным ООО «Тверская генерация» на 8% ниже, 156 кг у.т./Гкал).

На сегодняшний день на источнике существуют следующие проблемы:

- полный износ котельного оборудования (котлы введены в эксплуатацию в 1970, 1978, 1988, 1996 гг.);
- высокий уровень повреждаемости тепловых сетей и сетей ГВС;
- сети изношены на 92%, за 2018 г. обнаружено 71 повреждение.

При рассмотрении вопроса замещения мощности котельной «ТКСМ-2» для теплоснабжения населения наиболее оптимальным представляется вариант строительства блочно-модульной котельной «Затверецкая» на газообразном топливе установленной мощностью 25,0 Гкал/ч (на суммарную подключенную нагрузку поселка Затверечье и поселка Сахаровское шоссе) с закрытием котельной «Сахаровское шоссе, 16».

Для источников «Сахаровское шоссе» и «ТКСМ-2» целесообразно объединение зон действия в связи с близким расположением котельных друг относительно друга, дефицитом мощности на источнике «Сахаровское шоссе». Для источников единой сети единственное решение - наращивание тепловых мощностей и последующее перераспределение зон действия.

Строительство новой котельной запланировано на земельном участке с кадастровым номером 69:40:0100625:37.

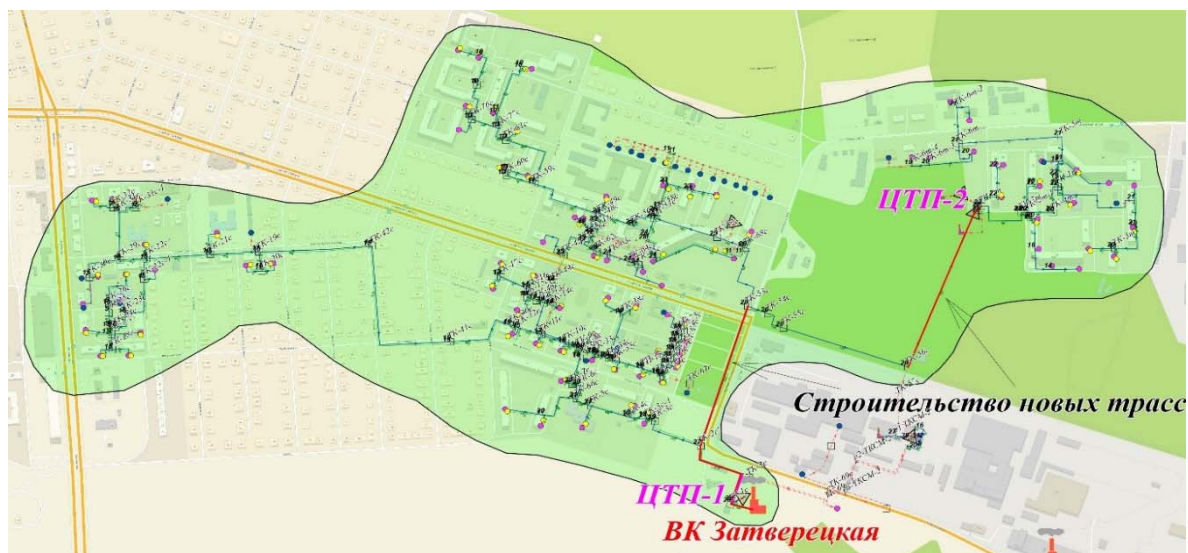


Рисунок 7.4.2 Графическое изображение зоны покрытия ВК «Затверецкая»

Установленная мощность котельной составит 25,0 Гкал/час, перспективная нагрузка – 23,098 Гкал/ч (таблица 7.4.6). Баланс тепловой мощности ВК «Затверецкая» представлен в таблице 7.4.7.

Таблица 7.4.6 Перспективная нагрузка ВК «Затверецкая»

| № п/п        | Наименование                                       | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022          | 2023          | 2024          | 2025          | 2026          | 2027          | 2028          |
|--------------|--|------|------|------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>1</b>     | <b>ВК "Затверецкая"</b>                            |      |      |      |      | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> |
|              | отопительно-вентиляционная                         |      |      |      |      | 13,524        | 13,524        | 13,524        | 13,524        | 13,524        | 13,524        | 13,524        |
|              | ГВС  |      |      |      |      | 9,574         | 9,574         | 9,574         | 9,574         | 9,574         | 9,574         | 9,574         |
|              | в т.ч.:  |      |      |      |      |               |               |               |               |               |               |               |
| <b>1.1</b>   | <b>Переключение нагрузки от других источников:</b> |      |      |      |      | <b>22,711</b> | <b>22,711</b> | <b>22,711</b> | <b>22,711</b> | <b>22,711</b> | <b>22,711</b> | <b>22,711</b> |
|              | отопительно-вентиляционная                         |      |      |      |      | 13,302        | 13,302        | 13,302        | 13,302        | 13,302        | 13,302        | 13,302        |
|              | ГВС  |      |      |      |      | 9,409         | 9,409         | 9,409         | 9,409         | 9,409         | 9,409         | 9,409         |
|              | в т.ч.:  |      |      |      |      |               |               |               |               |               |               |               |
| <b>1.1.1</b> | <b>Котельная Сахаровское шоссе</b>                 |      |      |      |      | <b>6,380</b>  | <b>6,380</b>  | <b>6,380</b>  | <b>6,380</b>  | <b>6,380</b>  | <b>6,380</b>  | <b>6,380</b>  |
|              | отопительно-вентиляционная                         |      |      |      |      | 3,261         | 3,261         | 3,261         | 3,261         | 3,261         | 3,261         | 3,261         |
|              | ГВС  |      |      |      |      | 3,119         | 3,119         | 3,119         | 3,119         | 3,119         | 3,119         | 3,119         |
| <b>1.1.2</b> | <b>Котельная «ТКСМ-2»</b>                          |      |      |      |      | <b>16,331</b> | <b>16,331</b> | <b>16,331</b> | <b>16,331</b> | <b>16,331</b> | <b>16,331</b> | <b>16,331</b> |
|              | отопительно-вентиляционная                         |      |      |      |      | 10,041        | 10,041        | 10,041        | 10,041        | 10,041        | 10,041        | 10,041        |
|              | ГВС  |      |      |      |      | 6,290         | 6,290         | 6,290         | 6,290         | 6,290         | 6,290         | 6,290         |
| <b>1.2</b>   | <b>Прирост тепловой нагрузки:</b>                  |      |      |      |      | <b>0,387</b>  | <b>0,387</b>  | <b>0,387</b>  | <b>0,387</b>  | <b>0,387</b>  | <b>0,387</b>  | <b>0,387</b>  |
|              | отопительно-вентиляционная                         |      |      |      |      | 0,222         | 0,222         | 0,222         | 0,222         | 0,222         | 0,222         | 0,222         |
|              | ГВС  |      |      |      |      | 0,165         | 0,165         | 0,165         | 0,165         | 0,165         | 0,165         | 0,165         |

Таблица 7.4.7 Баланс тепловой мощности ВК "Затверецкая"

| Наименование источника                                   | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022          | 2023          | 2024          | 2025          | 2026          | 2027          | 2028          |
|--|------|------|------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>ВК "Затверецкая"</b>                                  |      |      |      |      |               |               |               |               |               |               |               |
| установленная мощность                                   |      |      |      |      | 25,000        | 25,000        | 25,000        | 25,000        | 25,000        | 25,000        | 25,000        |
| располагаемая мощность                                   |      |      |      |      | 25,000        | 25,000        | 25,000        | 25,000        | 25,000        | 25,000        | 25,000        |
| собственные и хозяйственные нужды                        |      |      |      |      | 0,300         | 0,300         | 0,300         | 0,300         | 0,300         | 0,300         | 0,300         |
| тепловая мощность нетто                                  |      |      |      |      | 24,700        | 24,700        | 24,700        | 24,700        | 24,700        | 24,700        | 24,700        |
| <b>подключенная нагрузка:</b>                            |      |      |      |      | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> | <b>23,098</b> |
| <i>отопительно-вентиляционная</i>                        |      |      |      |      | 13,524        | 13,524        | 13,524        | 13,524        | 13,524        | 13,524        | 13,524        |
| <i>ГВС</i>   |      |      |      |      | 9,574         | 9,574         | 9,574         | 9,574         | 9,574         | 9,574         | 9,574         |
| потери   |      |      |      |      | 1,291         | 1,291         | 1,291         | 1,291         | 1,291         | 1,291         | 1,291         |
| резерв/дефицит тепловой мощности по фактической нагрузке |      |      |      |      | 0,312         | 0,312         | 0,312         | 0,312         | 0,312         | 0,312         | 0,312         |

## **7.5 Обоснование предлагаемых для реконструкции действующих источников тепловой энергии, функционирующих в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, для обеспечения перспективных приростов тепловых нагрузок**

Основными источниками теплоснабжения города Твери являются Тверские ТЭЦ-1, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, районные котельные ВК-1, ВК-2, котельный цех (КЦ), входящие в состав ООО «Тверская генерация» и муниципальная котельная «Южная». Тепловая энергия от данных источников поступает в единую сеть.

На источниках тепловой энергии предусмотрены мероприятия по повышению мощности и надежности эксплуатируемого оборудования.

### **7.5.1 Мероприятия, направленные на повышение мощности эксплуатируемого оборудования**

#### **7.5.1.1 Реконструкция сетевого хозяйства ТЭЦ-4**

После перевода потребителей на закрытую систему горячего водоснабжения, а также строительства ВК «Залинейная» рассматривается увеличение зоны действия ТЭЦ-4 за счет организации на ней максимальной подпитки «единой» системы теплоснабжения. В связи с этим планируется провести реконструкцию сетевого хозяйства ТЭЦ-4. Располагаемая мощность ТЭЦ-4 увеличится на 100 Гкал/ч.

#### **7.5.1.2 Реконструкция ВК-1**

Реконструкция котельной ВК-1 подразумевает замену изношенного котла №2 ПТВМ-50 на новый котёл ПТВМ-60 с оснащением системой контроля воздуха и реконструкцией здания.

Водогрейный котел ПТВМ-50 ст. № 2 введен в эксплуатацию в 1970 г., нормативный срок эксплуатации превышен более чем в 2 раза. Котел экспериментальной конструкции конструкторского бюро ЦЭМ Калининской ТЭЦ с двумя выносными циклонами, изначально проектной мощности не выдавал. По расчету его остаточный ресурс составит 4440 часов от момента проведения контроля его технического состояния. Котел находится в состоянии морального и физического износа и в настоящее время несет нагрузку до 39 Гкал/час.

Проект предусматривает установку нового водогрейного котла ПТВМ-60 на месте существующего котла ст. № 2 ПТВМ-50. С вводом котла ПТВМ-60 увеличится отпуск тепловой энергии от котельной ВК-1 потребителям, появится возможность подключения новых объектов в Пролетарском районе города Твери.

Реализация проекта планируется в 2022-2024 гг.

Исходными данными для установки нового котла является полезная площадь котельного зала. По габаритам и размещению технологического оборудования был выбран водогрейный котёл завода изготовитель «Дорогобужкотломаш» ПТВМ-60 – современный водогрейный котел, работающий в автоматизированном режиме и оборудованный сертифицированными горелками с дутьевыми вентиляторами на каждой, что обеспечивает экономичный режим эксплуатации и увеличивает КПД в сравнении с другими модификациями на 1-1,5 %.

#### **7.5.1.3 Реконструкция котельной ВК-2**

Для обеспечения имеющихся тепловых нагрузок в микрорайоне Пролетарка в связи с отсутствием резерва мощностей и отсутствием резерва мощности ТЭЦ-1, необходимо

провести реконструкцию ВК-2 с доведением мощности энергетического оборудования до проектной - 60 Гкал/ч. На Водогрейной котельной №2, находящейся в Пролетарском районе, планируется реконструкция конвективных частей водогрейных котлов №1 и №2 с монтажом новых конвективных частей взамен существующих физически изношенных.

#### **7.5.1.4 Котельная «Мамулино»**

В связи с существующим дефицитом тепловой мощности, на котельной «Мамулино» планируется установка дополнительного котла и увеличение тепловой мощности на 6,880 Гкал/ч.

Сводный перечень мероприятий по повышению мощности оборудования приведен в таблице 7.5.1.



**Таблица 7.5.1 Мероприятия по повышению мощности источников тепловой энергии**

| № п/п | Наименование мероприятия  | Срок проведения | Стоимость тыс. руб. (без НДС) | 2019            | 2020             | 2021            | 2022             | 2023             | 2024             | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|-------|---|-----------------|-------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------|------|------|------|
| 1     | Реконструкция участка трубопровода прямой Ду600мм на Ду 700мм-35 м, замена участка трубопровода прямой Ду700мм на Ду 800мм-12 м, замена напорной линии СЭН-№2 и №3 на Ду600мм-20м, с заменой арматуры, с теплоизоляцией и покрытием оцинкованным железом. | 2020-2023       | 43 223                        |                 | 9 977            | 7 403           | 25 843           |                  |                  |      |      |      |      |
| 2     | Техническое перевооружение водогрейного котла ПТВМ-50 стационарный №2 на новый котёл ПТВМ-60 с оснащением системой контроля воздуха и реконструкцией здания Водогрейной котельной №1 Объединенных котельных   | 2022-2024       | 63 132                        |                 |                  |                 | 6 387            | 12 898           | 43 847           |      |      |      |      |
| 3     | Техническое перевооружение котла №1 и №2 (включая конвективную часть) с восстановлением обмуровки на ВК-2   | 2019-2020       | 8 416                         | 4 413           | 4 003            |                 |                  |                  |                  |      |      |      |      |
| 4     | Установка дополнительного котла 8Мвт (6,88 Гкал/ч) на котельной «Мамулино»  | 2020            | 72 658                        |                 | 72 658           |                 |                  |                  |                  |      |      |      |      |
|       | <b>Итого:</b>   |                 | <b>187 429,00</b>             | <b>4 413,00</b> | <b>86 638,00</b> | <b>7 403,00</b> | <b>32 230,00</b> | <b>12 898,00</b> | <b>43 847,00</b> |      |      |      |      |

## **7.5.2 Мероприятия, направленные на повышение надежности эксплуатируемого оборудования**

### **7.5.2.1 Установка горизонтального грязевика ТС-566.00.000-05 (присоединительные размеры 1000мм) на трубопровод обратной сетевой воды ТЭЦ-3 1-й очереди**

Грязевик, установленный на обратном трубопроводе теплосети 1-ого вывода ТЭЦ-3, на сегодняшний день имеет пропускную способность 2000 т/ч, при расходе в районе 4000 т/ч (в зимний период), происходит перепад давления в 0,2 кгс/см<sup>2</sup>.

Замена существующего грязевика на грязевик больших размеров позволит уйти от лишнего гидравлического сопротивления и снизить расходы электрической энергии на собственные нужды, разгрузив сетевое насосное оборудование.

Реализация проекта запланирована на 2021 г.

### **7.5.2.2 Техническое перевооружение выхлопной части пароперегревателей котлоагрегатов №1-4 с установкой шумогасящих устройств ТЭЦ-3**

Работы при растопке и консервации котлоагрегатов на ТЭЦ-3 сопровождаются повышенным уровнем шумового воздействия на окружающую среду, что влечёт за собой дискомфорт у жителей близлежащих районов и персонала станции.

Целью проекта является монтаж шумогасящих устройств на продувке пароперегревателей котлоагрегатов, что снизит шумовое воздействие ТЭЦ-3 на окружающую среду при растопках и консервации котлоагрегатов.

После модернизации пароперегревателей котлоагрегатов №3-4 устройств продувки, повышенный уровень шума снизится за счёт механического и аэродинамического подавления шума. Установка одного шумоглушителя на два котлоагрегата.

Выполнение данного проекта запланирована на 2021 г.

### **7.5.2.3 Переврезка пикового бойлера по конденсату с установкой дополнительного конденсатного насоса ТЭЦ-3**

Пиковые бойлеры с номинальной производительностью 80 Гкал/ч необходимы для покрытия тепловой нагрузки по подогреву сетевой воды в зимнее время. Невыполнение данного мероприятия приводит к тому, что для несения температуры теплоносителя свыше 83 градусов необходимо включение водогрейного котла.

Расчетная тепловая мощность пиковых бойлеров при номинальных отборах 80 Гкал/час. Конденсат пикового бойлера заведен в основной бойлер по каскадной схеме. При нагрузке более 30 Гкал/ч расход пара с теплофикационного отбора на основной бойлер необходимо снижать, что в свою очередь экономически нецелесообразно. Для обеспечения нагрузки ПБ близкой к номинальной необходима отдельная схема слива конденсата в линию на деаэратор 6 ата, для подъема необходимого давления требуется установка конденсатного насоса.

Проект предусматривает прокладку отдельной линии трубопровода от пиковых бойлеров на конденсатные насосы, от конденсатных насосов в схему подачи в деаэратор 6 ата. Из трех действующих конденсатных насосов бойлеров выделить КНБ-1А на пиковый, для надежности установить дополнительный насос.

Проектно-изыскательские работы необходимо выполнить в 2019 году. Выполнение данного проекта запланировано на 2020 г.

#### **7.5.2.4 Реконструкция турбогенератора ТВФ-63-2 ст.№1 ТЭЦ-3**

Целью проекта является повышение надежности работы турбоагрегата за счет реконструкции обмоток статора генератора с изоляцией из современных материалов.

Турбоагрегат №1 является одним из основных источников тепловой энергии для подогрева сетевой воды как в зимний, так и летний период с производительностью 139,0 Гкал/ч. При выполнении внеочередного технического освидетельствования генератора ТВФ-63-2 в 2017 году установлено, что генератор находился в удовлетворительном состоянии на момент проведения обследования. Во время ремонта выявлены и устранены такие опасные дефекты как провис корзины лобовых частей. Генератор, в свою очередь, отработал срок установленный ГОСТ 14965-80, в связи с состоянием оборудования срок эксплуатации продлен на 6000 часов. На основании заключения АО «НПО ВЭИ Электроизоляция» и исключения вероятности повреждения оборудования изоляцию обмоток необходимо заменить.

Так как турбина без генератора работать и производить тепловую энергию не может, невыполнение данного мероприятия существенно снизит надежность работы теплосети города Тверь, а в случае останова из-за аварии имеется риск снабжения потребителей теплоносителем со сниженными параметрами.

Остаточный срок службы генератора к моменту начала реализации мероприятий будет составлять 1168 часов, после проведения реконструкции – 122640 часов.

Выполнение данного проекта запланировано на 2020 г.

Выполнение данного мероприятия позволит увеличить срок службы генератора до 15-20 лет, сократит расходы на обследование и восстановительный ремонт силового узла генератора.

#### **7.5.2.5 Реконструкция двух насосов хозяйственной воды на насосы меньшего напряжения с установкой частотного привода ТЭЦ-3**

Целью проекта является:

- замена насосов на менее мощные;
- установка электродвигателей к насосам на напряжение 0,4 (0,66) кВ;
- установка группового частотного привода.

ТЭЦ-3 использует для ХЦ артезианскую воду ООО «ТверьВодоканал». Поддержание требуемого давления производится насосам хозяйственной воды (НХВ) установленными на насосной Пго подъема. Производительность одного насоса 1250 м<sup>3</sup>/ч. Реальный расход артезианской воды составляет от 200 до 900 м<sup>3</sup>/ч как в летний, так и в зимний период с максимумом в октябре – ноябре. Таким образом имеющиеся насосы находятся в недозагруженном состоянии, регулирование производится методом дросселирования.

Реализация данного проекта запланирована на 2020 г.

Для установки новых насосов необходим демонтаж двух существующих, оборудование находится в работоспособном состоянии и будет храниться как резерв. На высвободившиеся ячейки планируется установить насосы D200-560А с электродвигателями 5АН355А-4. В связи с отсутствием запасов мощности на секциях питания насосной второго подъема необходим ввод дополнительного трансформатора с постройкой помещения для него. Для эффективного регулирования подачи воды и экономии собственных нужд планируется применение частотного привода.

#### **7.5.2.6 Установка повысительного насоса с частотным приводом на трубопроводы 1-й и 2-й очереди теплосети (за задвижкой 2СП-11) ТЭЦ-3**

Целью проекта является установка повысительного насоса 0,4 кВ с частотным приводом на трубопроводы 1-й и 2-й очереди теплосети (за задвижкой 2СП-11) ТЭЦ-3

ТЭЦ-3 для поддержания давления теплосети в зимнем режиме использует сетевой насос 1Д марки СЭ-2500-60-11. Проектом предусматривается использование для этих целей нового насоса LS250-200-575Ax2 с электродвигателем мощностью 160 кВт. Место установки нового насоса – турбинное отделение Главного корпуса ряд А ось 10.

Реализация проекта запланирована на 2023 г.

#### **7.5.2.7 Реконструкция напорных трубопроводов СЭН-2 подъема ТЭЦ-3 с увеличением Ду с 900 до 1200 мм**

Целью проекта является увеличение пропускной способности внутростанционных трубопроводов теплосети ТЭЦ-3.

В существующей схеме трубопроводов ТЭЦ-3 при прокачке 8500 т/ч гидравлическое сопротивление вырастает настолько, что снижается давление на коллекторах на 1 кгс/см<sup>2</sup>. В дальнейшем планируется увеличение прокачки, что приведет к необходимости включения дополнительного насоса 2 подъема в зимнем режиме.

Планируется замена напорного коллектора СЭН-2 подъема до задвижки 2 СП-4 с Ду-900 на Ду-1200. Замена перемычки 2СП-11 с Ду-600 до Ду-800, замена трубопровода от 2СП-20 до врезки в 1-ю очередь теплосети ТЭЦ-3.

Реализация проекта запланирована на 2022 г.

#### **7.5.2.8 Переобвязка Нг фильтров в связи с переходом на новый фильтрующий материал ТЭЦ-3**

Проект включает переобвязку трубной части Нг фильтров с переходом на большие диаметры.

В связи с невозможностью приобретения сульфогля для фильтров установки подпитки теплосети принято решение применять фильтрующие материалы гидролайт (пьюролайт), требующие большие скорости потоков.

В случае исчерпания запасов сульфогля на ТЭЦ-3 до начала реализации мероприятия в работе останутся 6 из 15 Нг фильтров, ранее переоборудованных под новый фильтрующий материал, с общей производительностью подпиточной установки 390 т/ч. После реализации мероприятия по переобвязке производительность подпиточной установки будет равна номинальной - 750 т/ч.

В связи с наличием открытой схемы водоразбора в Тверской теплосети, а также с необходимостью заполнений в ремонтные периоды, поддержание работоспособности подпиточной установки с номинальной производительностью очень важно.

Затраты воды и реагентов на собственные нужды сопоставимы с фильтрами, загруженными сульфоглем.

Технические решения включают в себя:

- замена действующей арматуры на современную;
- увеличение диаметра дренажного трубопровода;
- увеличение диаметра трубопровода линии взрыхления;
- установка ультразвуковых расходомеров.

Выполнение работ планируется в 2020-2022 гг.

#### 7.5.2.9 Техническое перевооружение ХВО ТЭЦ-4

Целью технического перевооружения является приведение качества воды для подпитки теплосети в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» и поэтапная модернизация оборудования водоподготовительной установки (далее - ВПУ) ТЭЦ-4: проект технического перевооружения узла регенерации водород-катионитовых фильтров – перенос баков-мерников и насосов-дозаторов в помещение мерников с частичной автоматизацией процесса регенерации водород-катионитовых фильтров; монтаж водород-катионитовых фильтров с трубопроводами обвязки – 3 шт.

Для приведения значения рН воды для подпитки теплосети соответствие с требованиями СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» необходима корректировка рН25 «гидратной» известкованной воды с рН25 10,1-10,3 со снижением до 9,2 в подпиточном тракте и 9,0 в сетевом тракте. Технологическая схема подкисления подпиточной воды: обработка части известкованной воды после мех. фильтров на Н-катионитовых фильтрах и смешение известкованной воды (после механической фильтрации на ФОВ) с Н-катионированной водой. Ориентировочно потребуется 15-20% Н-катионированного подмеса. Н-катионитовая ступень выполняется в противоточном режиме с эксплуатацией на скоростях 30-35 м/час, в связи с чем для обработки до 200 м<sup>3</sup>/час рекомендуется установка из 3 –х ФИПр-2,0-0,6-Н (два в эксплуатации, один в резерве). Фильтроцикл одного фильтра, при единичной нагрузке 100 м<sup>3</sup>/час, ориентировочно составит более 2-х суток пробега.

Преимущества по отношению к прямому подкислению:

- снижение карбонатного индекса по обоим показателям: щелочности и кальциевой жесткости с гибко регулируемой надежностью перехода в карбонатный режим в зависимости от сезона эксплуатации;
- снижение сульфатосодержания в сетевых водах и соответственно коррозионного износа;
- смешение потоков после ФОВ и дополнительная очистка осветленной воды от органики (по литературным данным обеспечивается и достигается дополнительная сорбция органосодержания до 20% на макропористых катионитах) позволит максимально повысить эффект очистки речной воды от органомпримесей с повышением надежности, эффективности и экономичности эксплуатации ВХР т/сетей.

При выполнении проекта необходимо учесть возможность использования имеющегося узла регенерации фильтров или предусмотреть строительство нового узла регенерации фильтров (имеется проект устройства нового узла регенерации в помещении фосфонатной). При строительстве нового узла регенерации проект должен пройти ЭПБ и получить разрешение Ростехнадзора РФ. В проекте предусмотреть автоматизацию узла смешения известкованной воды и Н-катионитовой воды по значению рН, автоматизацию процесса регенерации Н-катионитовых фильтров.

Проект технического перевооружения механических фильтров - замена механических 2-х камерных фильтров с трубопроводами обвязки – 4 шт. с их модернизацией в однокамерные фильтры с двухслойной загрузкой и заменой коллекторов.

При модернизации 2-х камерных фильтров предусматривается выполнение следующих работ:

- демонтаж внутренних перегородок механических двухкамерных фильтров в перевод на однокамерные механические фильтры;
- выполнение внутренней противокоррозионной защиты осветлительных фильтров;
- установка на механических фильтрах поворотных затворов с редукторами;
- установка приборов КИП,
- установка нижнего и верхнего дренажно-распределительного устройства.

Модернизированные осветлительные фильтры загружаются послойно снизу-вверх следующими материалами:

- поддерживающий гравийный слой фракцией 2-5 мм на высоту 0,3 м;
- кварцевый песок фракции 0,6-1,2 мм на высоту 0,8 м;
- гидроантрацит фракции 1,2-2,5 мм на высоту 1,2 м.

Двухслойная загрузка фильтров (верхний слой из более крупного и легкого антрацита, нижний слой из более мелкого и тяжелого песка) повышает грязеемкость фильтров в 2-3 раза и соответственно увеличивает межпромывочный период (фильтроцикл) и сокращает расход воды на взрыхление по сравнению с традиционной однослойной загрузкой.

Техпереворужение 2-х камерных фильтров в однокамерные с двухслойной загрузкой позволит увеличить высоты каждого слоя (гидроантрацит, кварцевый песок) с 0,4-0,5 м до 0,8-1,2 м.

Модернизация механических фильтров позволит улучшить качество воды по мутности, взвешенным веществам и содержанию железа в воде для подпитки теплосети.

Проект технического перевооружения механических фильтров с замены участков трубопроводов 1-ой и 2-ой ниток обработанной воды - замена механических фильтров с трубопроводами обвязки – существующих однокамерных – 3 шт. и 2-х камерных – 3 шт. с их модернизацией в однокамерные с 2-х слойной загрузкой.

Монтаж узла подкисления – смешение обработанной воды с Н-катионированной водой с автоматизацией процесса.

Реализация данного проекта позволит повысить надёжность работы оборудования ВПУ ТЭЦ-4 и снабжения г. Твери горячей водой.

Предпосылки реализации проекта

- 1) Приведение значения рН подпиточной воды т/сети к требованиям СанПиН.
- 2) Физический и моральный износ основного оборудования хим. цеха.
- 3) Необходимость усовершенствования схемы очистки воды, снижения расходов химреагентов и воды на собственные нужды.
- 4) Снижение затрат на ремонт основного оборудования в схеме подпитки теплосети, снижение затрат на проведение химических очисток оборудования.
- 5) Приведение ОПО в соответствие с требованиями Ростехнадзора.

Порядок выполнения реконструкции:

- 1) Монтаж схемы подкисления осветленной воды после механических фильтров (обработка 15-20 % известкованной воды на противоточных Н-катионитовых фильтрах и смешение с осветленной водой после механических фильтров) и автоматизация схемы подкисления.
- 2) Оснащение баков хранения ж/реагентов средствами измерения, контроля и регулирования уровня с сигнализацией предельных значений уровня, средствами автоматического отключения насосов при достижении заданного предельного

- уровня, а также средствами автоматического контроля за содержанием вредных паров в помещении склада ж/реагентов и на открытой площадке.
- 3) Тех. перевооружение механических 2-х камерных фильтров в однокамерные с 2-х слойной загрузкой (гидроантрацит и кварцевый песок).
  - 4) Модернизация ВПУ с реконструкцией (заменой) осветлителей и автоматизация технологического процесса предпочистки.

Внедрение данного мероприятия влияет на надёжность работы станции и на ТЭП станции.

Реализация проекта запланирована на 2017-2022 годы. Проектные работы выполнены в 2015 году.

#### **7.5.2.10 Техническое перевооружение внутростанционной схемы теплосети ТЭЦ-4 с установкой аккумуляторного бака ёмкостью 5000 м<sup>3</sup>**

Целью реконструкции является проведение работ по установке аккумуляторного бака и насосной откачки воды с изменением схемы трубопроводов.

Предпосылками реализации проекта являются:

- 1) Необходимость покрытия пиковых нагрузок горячего водоснабжения г. Твери.
- 2) Необходимость улучшения режима и повышения стабильности работы химводоочистки и подпиточной установки ТЭЦ №4.

Срок реализации проекта: 2023-2024 гг. Проектные работы выполнены в 2014 г.

Проект позволит обеспечить пиковые нагрузки горячего водоснабжения г. Твери и стабилизировать режим работы химводоочистки и подпиточной установки ТЭЦ №4.

#### **7.5.2.11 Модернизация внутростанционных трубопроводов прямой и обратной теплосети между задвижкой ПГ-1 до сетевого насоса ТЭЦ-4 (1 этап).**

**Реконструкция узлов I вывода прямой и обратной теплосети. Монтаж дополнительного вывода от напорных трубопроводов сетевых насосов ст. №№ 2, 3 до входного коллектора водогрейных котлов (2 этап). Реконструкция внутростанционных трубопроводов прямой и обратной теплосети между задвижками ПГ-1 и ПГ-2 на ТЭЦ-4 (3 этап)**

Проект включает в себя: реконструкцию схемы внутростанционных сетевых трубопроводов общей протяжённостью 150 м, замену участка прямой и обратной теплосети между задвижками ПГ-1 и ПГ-2 (общей длиной около 400 м), включающую в себя замену существующих трубопроводов (Ду 600-700 мм) на трубопроводы большего диаметра (Ду 800 мм) и замену существующих опор, имеющих значительный физический износ, монтаж дополнительного вывода от напорных трубопроводов сетевых насосов №№ 2, 3 до коллектора подачи воды на водогрейные котлы. Также в рамках проекта будет проведена реконструкция узлов учёта тепловой энергии на 1-ом и 2-ом подающих и 1-ом и 2-ом обратных трубопроводах теплосети ТЭЦ-4.

Рост тепловых нагрузок теплофикационной схемы ТЭЦ №4 вызвал необходимость увеличения прокачки сетевой воды по внутренним сетям станции с одновременным снижением гидравлических потерь. Для увеличения пропускной способности II вывода в конце 1990-х, в начале 2000-х годов была проведена работа по замене трубопроводов от задвижки ПГ-2 в сторону города с Ду=700 мм до Ду = 800 мм, со стороны водогрейных котлов ТЭЦ №4 к задвижке ПГ-2 проложен III внутростанционный вывод теплосети. Для завершения работ по улучшению гидравлического режима теплофикационной установки ТЭЦ №4 необходимо провести замену трубопроводов внутростанционного коллектора всаса сетевых насосов между северным углом здания главного корпуса и всасывающим

трубопроводом сетевого насоса №1 и замену трубопроводов прямой и обратной теплосети между задвижками ПГ-1 и ПГ-2 с увеличением их сечения. Для устранения «запертой» тепловой мощности (обеспечение параллельной работы трёх водогрейных котлов) и повышения надёжности внутриванционной схемы теплосетевых трубопроводов планируется монтаж дополнительного вывода от напорных трубопроводов сетевых насосов №№ 2, 3 до коллектора подачи воды на водогрейные котлы.

Основные цели модернизации узлов учёта:

- 1) Приведение схемы учета тепловой энергии ТЭЦ-4 в соответствие п. 4, 15, 19 и 20 «Правил коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя», (утв. постановлением Правительства РФ от 18.11.2013 г. № 1034) путем сокращения количества узлов учета (4 вместо 5).
- 2) Улучшение точности измерений количества тепловой энергии путем замены расходомеров переменного перепада давлений с классом точности измерений 0.5 на современные ультразвуковые расходомеры с минимальной погрешностью измерений (класс точности- 0.1).
- 3) Данное мероприятие позволит увеличить обеспеченность приборами учёта внутриванционной схемы теплосети ТЭЦ №4 с 95 до 100%.

Реконструкция внутриванционных сетевых трубопроводов Тверской ТЭЦ-4 позволит:

- снизить затраты электрической энергии на транспорт теплоносителя за счёт снижения загрузки сетевых насосов
- дополнительно отпустить подпиточную воду в сеть (сократить отпуск воды от ТЭЦ №3) за счёт снижения гидравлического сопротивления трубопроводов в период ОЗП.

Реализация проекта планируется в 2020-2023 гг.

#### **7.5.2.12 Установка ЧРП на подпиточных насосах ТЭЦ-4 с заменой одного из насосов 350Д-90**

Проект предусматривает реконструкцию узла подготовки и подачи подпиточной воды в теплосеть, включая установку ЧРП на электродвигателях насосов с заменой одного насоса 350Д-90. Предлагаемый тип ЧРП- групповой.

Предпосылкой к реализации данного мероприятия является необходимость снижения расхода электроэнергии на собственные нужды, обновления и модернизации оборудования, длительное время находящегося в эксплуатации.

Проект позволит повысить надёжность работы узла подготовки и подачи подпиточной воды в теплосеть, снизить расход электроэнергии на привод электродвигателей подпиточных насосов.

Срок реализации проекта: 2020 г.

#### **7.5.2.13 Техперевооружение мазутного бака №4 на ТЭЦ-4**

Реализация проекта предусматривает возможность хранения дополнительного объема мазута на случай сокращения или прекращения сжигания фрезерного торфа.

Предпосылка реализации проекта - необходимость замещения фрезерного торфа дополнительным объемом мазута, готовым в кратчайшие сроки быть использованным для сжигания в котлах.



Работы по реконструкции мазутных резервуаров ст. №№ 4, 5 с поэтапной реализацией:

- выполнение проектных работ;
- освобождение от остатков мазута и очистка от донных отложений;
- выполнение мероприятий по последней ЭПБ;
- поставка оборудования;
- монтаж оборудования;
- наладка.

Выполнение работ запланировано на 2020 г.

#### **7.5.2.14 Реконструкция БРОУ 100/16 ТЭЦ-4**

Проект включает в себя установку новой быстродействующей редуционно-охладительной установки (далее - БРОУ) 100/16 производительностью 50 т/ч вместо старой редуционно-охладительной установки (далее - РОУ) 100/20 производительностью 100 т/ч. Суть реконструкции в замене физически изношенной РОУ, рассчитанной на большой расход пара 100 т/ч с учётом запланированного в начале 80-х годов развития комбината «Искож», на БРОУ, обеспечивающую автоматическое поддержание параметров пара при малых расходах в летний период и подачу пара на т/а №1 при отключении от сети т/а №7.

Резервирование отбора пара 16 ата турбоагрегата ст. № 7 осуществляется от РОУ 100/20 производительностью 100 т/ч. Оборудование РОУ, трубопроводы низкого давления имеют значительный физический износ, регуляторы давления и температуры не обеспечивают автоматическое поддержание параметров в необходимом регулировочном диапазоне. В летний период при нагрузках 2-5 т/час поддержание необходимого давления и температуры пара потребителям выполняет персонал, нарушая «Правила безопасности ОПО, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением». Данное РОУ не обеспечивает автоматическое включение его в работу в случае останова турбины № 7, что соответственно ведет к прекращению отпуска тепла потребителям и аварийному останову при включенной турбины № 1.

Установка БРОУ 100/16 производительностью 50 т/час:

- Обеспечит безопасную эксплуатацию трубопроводов в соответствии с Правилами.
- Повысит надежность теплоснабжения потребителей.
- Повысит надежность работы схемы блока турбина № 7 – турбина № 1.
- Повысит экономическую эффективность станции в целом.

Срок реализации проекта: 2023 г.

#### **7.5.2.15 Реконструкция осветлителя в схеме подготовки подпиточной воды ТЭЦ-4**

Целью реконструкции является установка нового осветлителя производительностью 250-300 м<sup>3</sup>/ч взамен изношенного, выработавшего свой срок. Реализация проекта позволит повысить надёжность работы оборудования ТЭЦ-4 и снабжения г. Твери горячей водой.

Предпосылками реализации проекта являются:

- физический и моральный износ осветлителей ХВО, подтверждённый заключением лаборатории службы металлов.
- необходимость усовершенствования схемы очистки воды, снижения расходов химреагентов и воды на собственные нужды.

Внедрение данного мероприятия влияет на надёжность работы станции. При выходе из строя осветлителя на ТЭЦ №4 придётся существенно увеличивать подачу подпиточной воды в теплосеть от ТЭЦ №3, что существенно дороже.

Выполнение проекта запланировано на 2024 год.

#### **7.5.2.16 Техническое перевооружение кабельной связи Ру-6 кВ БНС на ТЭЦ-4**

Проектом предусматривается:

- реконструкция кабельной трассы;
- реконструкция кабеля резервного питания БНС;
- реконструкция кабелей связи.

Предпосылки реализации проекта:

- 1) Питание БНС выполнено по проложенным в земле 3 кабелям 6 кВ с бумажной пропитанной изоляцией (2 рабочих питания 1 и 2 секций 6 кВ и 1 резервное питание на обе секции). Кабели эксплуатируются с 1953 года без замены. Кабель резервного питания проходит по застроенной территории сторонних предприятий, что не позволит произвести ремонт в случае повреждения.
- 2) Телеуправление и связь осуществляется по телефонному кабелю марки ТГ 10х2х0,5 со сниженными параметрами изоляции и имеющему тенденцию к ухудшению.

Для реализации проекта необходимо выполнение следующих работ:

- 1) Монтаж новой кабельной трассы;
- 2) Прокладка силового, оптоволоконного и телефонного кабеля.

В случае нарушения электропитания БНС прекращается подача циркуляционной воды на ТЭЦ-4, что приведет к полному останову станции и отключению потребителей. Выполнение проекта влияет на надёжность работы станции и существенно снижает риск возникновения аварий с серьёзным материальным ущербом.

Выполнение проекта запланировано на 2020 год.

#### **7.5.2.17 Установка паровинтовой машины с ПЭН ТЭЦ-4**

Проект включает установку нового питательного насоса ПЭ-150-145-2. В качестве привода насоса используется паровая винтовая машина ПВМ-1000. Объём работ: разработка проекта, приобретение оборудования, привязка оборудования к действующим коммуникациям.

Предпосылки реализации проекта:

- необходимость снижения расхода электроэнергии на собственные нужды;
- необходимости модернизации физически изношенного оборудования, длительное время находящегося в эксплуатации.

Учитывая летние режимы работы, сложившиеся в последние годы, установленные на ТЭЦ №4 питательные насосы ПЭ-270 работают в нерасчётном режиме (потребление питательной воды 150 тн/час и ниже).

Проект позволит снизить расход потребления электроэнергии на собственные нужды, обеспечить регулирование расхода питательной воды, поступающей на энергетические котлы.

Реализация проекта запланирована на 2022-2023 г.

### **7.5.2.18 Установка отключающих устройств на сетевых трубопроводах ВК-1**

Проектом предусмотрена установка двух задвижек Ду500мм на прямом и обратном трубопроводах сетевой воды для отключения узла учета тепловой энергии (котельной), на период его ремонта, независимо от других потребителей ВК-1.

Проектируемые задвижки устанавливаются на трубопроводах, расположенных на отм. 133,38 и 134.43. Трубопроводы Ду 500 опираются на металлические опоры, под опоры выполняются монолитные железобетонные фундаменты, устанавливается металлическая площадка и лестница.

Трубопроводы стальные электросварные по ГОСТ 10704-91. Для сокращения тепловых потерь предусмотрена тепловая изоляция  $b=60\text{мм}$ , покровный слой - сталь тонколистовая оцинкованная  $b=0,8\text{мм}$ .

В настоящее время для отключения узла учета, с целью проведения ремонтных работ, перекрываются задвижки в тепловой камере тепловых сетей с отключением потребителей. В число отключенных потребителей войдут 20 жилых домов, школа и детский сад, что снизит доход от продаж тепловой энергии на период ремонта или замены узла учета.

Реализация проекта запланирована на 2023 г.

Результат реализации проекта: возможность отключить котельную (узел учета) от тепловой сети, не отключая потребителей тепловой энергии.

Полный перечень мероприятий, направленных на повышение надежности эксплуатируемого оборудования, приведен в таблице 7.5.2.

**Таблица 7.5.2 Мероприятия, направленные на повышение надежности эксплуатируемого оборудования**

| № п/п | Наименование мероприятия  | Срок проведения мероприятия | Стоимость тыс. руб. (без НДС) | 2019   | 2020  | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|-------|---|-----------------------------|-------------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|
| 1     | Техническое перевооружение склада кислотохранилища ТЭЦ-1  | 2020                        | 4 304                         |        | 4 304 |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 2     | Тех. перевооружение КИПиА склада химреагентов ХВО ТЭЦ-3   | 2020                        | 5 478                         |        | 5 478 |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 3     | Тех. перевооружение КИПиА мерного отделения ХВО ТЭЦ-3   | 2019                        | 2 741                         | 2 741  |       |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 4     | Реконструкция трубной системы ВПК ТГ-2 ТЭЦ-3  | 2020                        | 4 996                         |        | 4 996 |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 5     | Реконструкция паропровода турбоагрегата №2 Т-100-120/130  | 2019                        | 15 995                        | 15 995 |       |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 6     | Установка горизонтального грязевика ТС-566.00.000-05 (присоединительные размеры 1000мм) на трубопровод обратной сетевой воды ТЭЦ-3 1-ой очереди города. | 2020                        | 1 738                         |        | 1 738 |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 7     | Техническое перевооружение выхлопной части пароперегревателей котлоагрегатов №1-4 с установкой шумогасящих устройств ТЭЦ-3                              | 2020-2021                   | 5 265                         |        | 2 581 | 2 684  |        |        |        |      |      |      |      |
| 8     | Переврезка пикового бойлера по конденсату с установкой дополнительного конденсатного насоса ТЭЦ-3   | 2021                        | 5 050                         |        |       | 5 050  |        |        |        |      |      |      |      |
| 9     | Реконструкция турбогенератора ТВФ-63-2 ст.№1 ТЭЦ-3  | 2019                        | 14 715                        | 14 715 |       |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 10    | Техпереворужение двух насосов хозяйственной воды на насосы меньшего напряжения с установкой частотного привода. ТЭЦ-3                                   | 2020                        | 6 472                         |        | 6 472 |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 11    | Установка повысительного насоса с частотным приводом на трубопроводы 1-й и 2-й очереди теплосети (за задвижкой 2СП-11) ТЭЦ-3                            | 2023                        | 9 133                         |        |       |        |        | 9 133  |        |      |      |      |      |
| 12    | Реконструкция напорных трубопроводов СЭН-2 подъема ТЭЦ-3 с увеличением Ду с 900 до 1200 мм  | 2022                        | 13 192                        |        |       |        | 13 192 |        |        |      |      |      |      |
| 13    | Переобвязка Нг фильтров в связи с переходом на новый фильтрующий материал ТЭЦ-3   | 2021-2023                   | 12 480                        |        |       | 4 836  | 5 029  | 2 615  |        |      |      |      |      |
| 14    | Техническое перевооружение ХВО ТЭЦ-4  | 2019-2023                   | 90 732                        | 7 052  |       | 40 180 | 30 000 | 13 500 |        |      |      |      |      |
| 15    | Техпереворужение конвективной части водогрейного котла ст.№3 КВГМ-100 ТЭЦ-4   | 2019                        | 12 452                        | 12 452 |       |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 16    | Техническое перевооружение внутростанционной схемы теплосети ТЭЦ-4 с установкой аккумуляторного бака ёмкостью 5000 м3                                   | 2023-2024                   | 29 703                        |        |       |        |        | 5 566  | 24 137 |      |      |      |      |
| 17    | Установка ЧРП на подпиточных насосах ТЭЦ-4 с заменой двух насосов 350Д-90   | 2020                        | 1 962                         |        | 1 962 |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 18    | Техпереворужение топливного хозяйства   | 2020-2024                   | 28 927                        |        | 4 859 | 11 327 |        |        | 12 741 |      |      |      |      |

| № п/п | Наименование мероприятия  | Срок проведения мероприятия | Стоимость тыс. руб. (без НДС) | 2019  | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|-------|---|-----------------------------|-------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|
|       | ТЭЦ-4 с заменой топливного режима   |                             |                               |       |        |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 19    | Реконструкция БРОУ 100/16 ТЭЦ-4   | 2023                        | 6 682                         |       |        |        |        | 6 682  |        |      |      |      |      |
| 20    | Реконструкция осветлителя в схеме подготовки подпиточной воды ТЭЦ-4   | 2024                        | 35 015                        |       |        |        |        |        | 35 015 |      |      |      |      |
| 21    | Техническое перевооружение кабельной связи Ру-6 кВ БНС на ТЭЦ-4   | 2021                        | 3 603                         |       |        | 3 603  |        |        |        |      |      |      |      |
| 22    | Установка паровинтовой машины с ПЭН ТЭЦ-4   | 2022-2023                   | 39 758                        |       |        |        | 20 758 | 19 000 |        |      |      |      |      |
| 23    | Техническое перевооружение тягодутьевого оборудования котла ст.№1 с установкой ЧРП ВК-1   | 2019                        | 2 199                         | 2 199 |        |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 24    | Техпереворужение систем контроля загазованности КЦ и водогрейной котельной ОК   | 2019                        | 931                           | 931   |        |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 25    | Установка отключающих устройств на сетевых трубопроводах ВК-1   | 2023                        | 5 916                         |       |        |        |        | 5 916  |        |      |      |      |      |
| 26    | Установка приборов учета на трубопроводах теплосети п/ст. "Калининская" ТЭЦ-3   | 2021                        | 357                           |       |        | 357    |        |        |        |      |      |      |      |
| 27    | Установка приборов учета на трубопроводах теплосети собственных нужд "Калининская" ТЭЦ-3  | 2020                        | 888                           |       |        | 888    |        |        |        |      |      |      |      |
| 28    | Внедрение автоматической системы учета отпуска тепла и подпитка ТЭЦ-3 с монтажом узла учета прямого измерения подпитка с БА ТЭЦ-3   | 2023                        | 2 022                         |       |        |        |        | 2 022  |        |      |      |      |      |
| 29    | Реконструкция котлоагрегата ст.4 БКЗ-210-1400-7 ТЭЦ-3   | 2020                        | 35 092                        |       | 35 092 |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 30    | Техническое перевооружение электроснабжения насосной осветленной воды ТЭЦ-4   | 2021                        | 6 374                         |       |        | 6 374  |        |        |        |      |      |      |      |
| 31    | Техническое перевооружение ТГ-5 ТЭЦ-4 с изменением схемы выдачи электрической мощности  | 2021                        | 16 118                        |       |        | 16 118 |        |        |        |      |      |      |      |
| 32    | Внедрение автоматизированной информационной системы: планирование режимов ТЭЦ-4   | 2021                        | 4 897                         |       |        | 4 897  |        |        |        |      |      |      |      |
| 33    | Установка конденсатоотводчиков на подогревателях мазута и реконструкции схемы возврата конденсата ТЭЦ-4   | 2019                        | 1 300                         | 1 300 |        |        |        |        |        |      |      |      |      |
| 34    | Техническое перевооружение вспомогательного оборудования водогрейной котельной пос. Химинститута с установкой ЧРП на тягодутьевые механизмы котла ст.1 ПТВМ-30М, питательные насосы, насосы исходной воды | 2021                        | 3 718                         |       |        | 3 718  |        |        |        |      |      |      |      |

| № п/п | Наименование мероприятия   | Срок проведения мероприятия | Стоимость тыс. руб. (без НДС) | 2019 | 2020  | 2021   | 2022   | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|-------|--|-----------------------------|-------------------------------|------|-------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|
| 35    | Техническое перевооружение тягодутьевого оборудования с установкой ЧРП котла ст.2 ПТВМ-30ГМ котельной ВК-2   | 2020                        | 3 064                         |      | 3 064 |        |        |      |      |      |      |      |      |
| 36    | Реконструкция топливного хозяйства котельной п.Химинститута  | 2020-2021                   | 17 774                        |      | 1 722 | 16 052 |        |      |      |      |      |      |      |
| 37    | Реконструкция топливного хозяйства котельной "Южная"   | 2020-2021                   | 89 710                        |      | 2 000 | 87 710 |        |      |      |      |      |      |      |
| 38    | Реконструкция топливного хозяйства котельной "Сахарово"  | 2020-2021                   | 8 218                         |      | 1 388 | 6 830  |        |      |      |      |      |      |      |
| 39    | Модернизация сети цифровых каналов связи ООО "Тверская генерация"  | 2020                        | 7 537                         |      | 7 537 |        |        |      |      |      |      |      |      |
| 40    | Модернизация телефонной станции оперативно-диспетчерской связи Siemens HiPath 4000 на ТЭЦ-3  | 2021                        | 4 774                         |      |       | 4 774  |        |      |      |      |      |      |      |
| 41    | Создание системы обеспечения информационной безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры ООО "Тверская генерация"  | 2020                        | 5 107                         |      | 5 107 |        |        |      |      |      |      |      |      |
| 42    | Монтаж периметральной сигнализации ТЭЦ-1   | 2020                        | 6 174                         |      | 6 174 |        |        |      |      |      |      |      |      |
| 43    | Монтаж периметральной сигнализации ТЭЦ-3   | 2020                        | 7 109                         |      | 7 109 |        |        |      |      |      |      |      |      |
| 44    | Монтаж периметральной сигнализации ТЭЦ-4   | 2020                        | 6 802                         |      | 6 802 |        |        |      |      |      |      |      |      |
| 45    | Техническое перевооружение теплофикационной установки ТЭЦ-1, установка подогревателя сетевой воды №2 ПСВ-200-7-15  | 2020                        | 7 618                         |      | 7 618 |        |        |      |      |      |      |      |      |
| 46    | Реконструкция кабельных связей ВК-2 – БНС ТЭЦ-1 (водогрейная котельная №2 – береговая насосная станция): 2-й эт. - реконструкция РУ-0,4 кВ и РУ-6 кВ ВК-2, прокладка воздушно-кабельных линий от ВК-2 до БНС; 3-й эт. - реконструкция РУ-0,4 кВ и РУ-6 кВ БНС, замена насосного оборудования БНС | 2021-2022                   | 38 394                        |      |       | 20 717 | 17 677 |      |      |      |      |      |      |
| 47    | Техническое перевооружение главных станционных паропроводов ТЭЦ-1: 2-й этап - в пределах машинного зала и к РОУ-1 и РОУ-2  | 2020-2021                   | 12 895                        |      | 7 247 | 5 648  |        |      |      |      |      |      |      |
| 48    | Строительство досмотровой автомобильной площадки на охраняемых объектах общества ТЭЦ-1   | 2020                        | 664                           |      | 664   |        |        |      |      |      |      |      |      |
|       | Реконструкция осмотровой площадки для автомобильного и ж/дорожного транспорта на территории ТЭЦ-3  | 2020                        | 1 672                         |      | 1 672 |        |        |      |      |      |      |      |      |
|       | Строительство досмотровой автомобильной площадки на охраняемых объектах общества ТЭЦ-4   | 2020                        | 1 481                         |      | 1 481 |        |        |      |      |      |      |      |      |

| №<br>п/п | Наименование мероприятия  | Срок<br>проведения<br>мероприятия | Стоимость<br>тыс. руб.<br>(без НДС) | 2019             | 2020              | 2021              | 2022             | 2023             | 2024             | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|----------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------|------|------|------|
|          | Мероприятие по разработке проектной документации и монтажу коммерческого узла учета тепловой энергии, теплоносителя на границе зон эксплуатационной ответственности ООО Тверская генерация и ООО Энергоальянс в системе теплоснабжения от локальной котельной Мамулино к микрорайону Брусилово в точке подключения УТ-301 | 2020                              | 860                                 |                  | 860               |                   |                  |                  |                  |      |      |      |      |
|          | Реконструкция пожарного водопровода главного корпуса ТЭЦ-3  | 2020                              | 204                                 |                  | 204               |                   |                  |                  |                  |      |      |      |      |
|          | Проектирование и реконструкция систем видеонаблюдения объектов общества   | 2020                              | 2 247                               |                  | 2 247             |                   |                  |                  |                  |      |      |      |      |
|          | <b>Итого:</b>   |                                   | <b>652 509,20</b>                   | <b>57 385,00</b> | <b>130 378,20</b> | <b>241 763,00</b> | <b>86 656,00</b> | <b>64 434,00</b> | <b>71 893,00</b> |      |      |      |      |

### **7.5.3 Прочие мероприятия**

На Тверской ТЭЦ №4 с 01.01.2020 выводится из эксплуатации котлоагрегат ст. №12 типа ТП-170 (в эксплуатации с 1959 года), имеющий полный физический и моральный износ, без снижения установленной тепловой и электрической мощности источника.

### **7.6 Обоснование предложений по переоборудованию котельных в источники тепловой энергии, функционирующие в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, с выработкой электроэнергии на собственные нужды теплоснабжающей организации в отношении источника тепловой энергии, на базе существующих и перспективных тепловых нагрузок**

Переоборудование существующих котельных г. Твери в источники тепловой энергии, функционирующие в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, не предполагается.

### **7.7 Обоснование предлагаемых для реконструкции котельных с увеличением зоны их действия путем включения в нее зон действия существующих источников тепловой энергии**

Реконструкция существующих источников с увеличением зоны действия путем включения зон действия существующих источников тепловой энергии не предполагается. В перспективе планируется строительство котельной «Затверецкая», на которую будут передана нагрузка котельной «Сахаровское шоссе» и нагрузка жилого сектора котельной «ТКСМ-2». Более подробно данное мероприятие описано выше, в п. 7.4.3.

### **7.8 Обоснование предлагаемых для перевода в пиковый режим работы котельных по отношению к источникам тепловой энергии, функционирующим в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии**

Перевод существующих источников тепловой энергии в пиковый режим не предполагается.

Котельная «Брусилово» работает в пиковом режиме и включается при температурах наружного воздуха от -18 градусов Цельсия и ниже.

### **7.9 Обоснование предложений по расширению зон действия действующих источников тепловой энергии, функционирующих в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии**

Обоснованием по расширению зон действия действующих источников тепловой энергии, функционирующих в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, являются приросты тепловой нагрузки за счет нового строительства в перспективных районах, определенных генеральным планом. Подробная информация о зонах перспективной застройки и перспективных приростах тепловой нагрузки содержится в Главе 2 «Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения».



### **7.10 Обоснование предлагаемых для вывода в резерв и (или) вывода из эксплуатации котельных при передаче тепловых нагрузок на другие источники тепловой энергии**

В г. Твери при планировании мероприятий по глобальной замене теплосилового оборудования и по перекладке тепловых сетей актуальна задача по расширению зоны действия источников тепловой энергии с выводом из эксплуатации малоэффективных. Такой подход позволяет не только снизить затраты при выполнении поставленных целей, но также упростить обслуживание всего энергохозяйства. Стоит отметить, что расширение зон действия усложняется наличием различных коммуникаций и зон отчуждения.

В перспективе планируется перевести нагрузку котельной «Сахаровское шоссе» и нагрузку жилого сектора котельной «ТКСМ-2» на новую котельную «Затверецкая».

После ввода котельной «Затверецкая», котельная «Сахаровское шоссе» выводится из эксплуатации. Подробно данное мероприятие описано в п.7.4.3.

### **7.11 Обоснование организации индивидуального теплоснабжения в зонах застройки поселения, городского округа, города федерального значения малоэтажными жилыми зданиями**

Индивидуальное (локальное) теплоснабжение необходимо организовать при наличии следующих факторов:

- радиус предельного теплоснабжения;
- маленькая нагрузка отдельно взятого потребителя;
- большие тепловые потери при транспорте;
- необходимость в более качественном регулировании.

Организация индивидуального теплоснабжения в зонах застройки с высокой плотностью максимального потока тепла на цели отопления, вентиляции и горячего теплоснабжения на территории города не требуется.

### **7.12 Обоснование перспективных балансов производства и потребления тепловой мощности источников тепловой энергии и теплоносителя и присоединенной тепловой нагрузки в каждой из систем теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения**

В основу перспективных балансов тепловой мощности ляжет гидравлический расчет системы теплоснабжения, радиусов эффективного теплоснабжения и обоснования по реконструкции источников тепловой энергии. Упомянутые обоснования приводились ранее в тексте.

Перспективные балансы тепловой энергии предусматривают изменение гидравлического режима в связи с переводом потребителей тепловой энергии на закрытую систему горячего водоснабжения до 2022 года.

Перспективные балансы тепловой энергии представлены в Главе 4 «Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей».

### **7.13 Анализ целесообразности ввода новых и реконструкции существующих источников тепловой энергии с использованием возобновляемых источников энергии, а также местных видов топлива**

Ввод новых и реконструкция существующих источников тепловой энергии с использованием возобновляемых источников энергии не предполагается.

В качестве основного топлива на источниках тепловой энергии г. Твери используется природный газ.

### **7.14 Обоснование организации теплоснабжения в производственных зонах на территории поселения, городского округа, города федерального значения**

Организации теплоснабжения в производственных зонах планируется от частных автономных источников тепловой энергии.

На период действия схемы застройка зон с производственной тепловой нагрузкой планируется в районе д. Бортниково. Суммарная нагрузка на объекты производственной застройки составит 46,248 Гкал/ч. Теплоснабжение промышленной застройки планируется осуществлять от локальной газовой котельной.

### **7.15 Результаты расчетов радиуса эффективного теплоснабжения**

Радиус эффективного теплоснабжения - максимальное расстояние от теплопотребляющей установки до ближайшего источника тепловой энергии в системе теплоснабжения, при превышении которого подключение теплопотребляющей установки к данной системе теплоснабжения нецелесообразно по причине увеличения совокупных расходов в системе теплоснабжения.

Подключение дополнительной тепловой нагрузки с увеличением радиуса действия источника тепловой энергии приводит к возрастанию затрат на производство и транспорт тепловой энергии и одновременно к увеличению доходов от дополнительного объема ее реализации. Радиус эффективного теплоснабжения представляет собой то расстояние, при котором увеличение доходов равно по величине возрастанию затрат. Для действующих источников тепловой энергии это означает, что удельные затраты (на единицу отпущенной потребителям тепловой энергии) являются минимальными.

Хотелось бы отметить, что при оценке технической возможности новых подключений радиус эффективного теплоснабжения имеет рекомендательный характер для теплоснабжающих организаций.

В основу расчета были положены полуэмпирические соотношения, которые представлены в «Нормах по проектированию тепловых сетей», изданных в 1938 году. Для приведения указанных зависимостей к современным условиям была проведена дополнительная работа по анализу структуры себестоимости производства и транспорта тепловой энергии в функционирующих в настоящее время системах теплоснабжения. В результате этой работы были получены эмпирические коэффициенты, которые позволили уточнить имеющиеся зависимости и применить их для определения минимальных удельных затрат при действующих в настоящее время ценовых индикаторах.

Связь между удельными затратами на производство и транспорт тепловой энергии с радиусом теплоснабжения осуществляется с помощью следующей полуэмпирической зависимости:

$$S = b + \frac{30 \cdot 10^8 \cdot \varphi}{R^2 \cdot \Pi} + \frac{95 \cdot R^{0.86} \cdot B^{0.26} \cdot S}{\Pi^{0.62} \cdot H^{0.19} \cdot \Delta\tau^{0.38}}$$

где R - радиус действия тепловой сети (длина главной тепловой магистрали самого протяженного вывода от источника), км;

H - потеря напора на трение при транспорте теплоносителя по тепловой магистрали, м вод. ст.;

b - эмпирический коэффициент удельных затрат в единицу тепловой мощности котельной, руб//Гкал/ч;

S - удельная стоимость материальной характеристики тепловой сети, руб./м<sup>2</sup>;

B - среднее число абонентов на единицу площади зоны действия источника теплоснабжения, 1/км<sup>2</sup>;

Π - теплоплотность района, Гкал/(ч\*км<sup>2</sup>);

Δτ - расчетный перепад температур теплоносителя в тепловой сети, °С;

φ - поправочный коэффициент, принимаемый равным 1,3 для ТЭЦ и 1 для котельных.

Дифференцируя полученное соотношение по параметру R, и приравнявая к нулю производную, можно получить формулу для определения эффективного радиуса теплоснабжения в виде:

$$R_э = 563 \cdot \left(\frac{\varphi}{S}\right)^{0,35} \cdot \frac{H^{0,07}}{B^{0,09}} \cdot \left(\frac{\Delta\tau}{\Pi}\right)^{0,13}$$

Результаты расчета эффективного радиуса теплоснабжения представлены в таблице 7.15.1.

Таблица 7.15.1 Радиусы эффективного теплоснабжения

| № п/п       | Источник теплоснабжения         | Площадь зоны действия источника теплоснабжения, км2                   | Теплотлотность района, Гкал/(ч*км2) | Материальная характеристика, м2 | Расчетный перепад температур, °С | Себестоимость выработки тепла, руб./Гкал | Удельная стоимость материальной характеристики тепловой сети, руб./м2 | Потери давления в тепловой сети, м вод. ст. | Радиус эффективного теплоснабжения, км |
|-------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--|---|---|--|
| <b>2018</b> |                                 |   |                                     |                                 |                                  |  |   |   |  |
| 1           | ВК-2, ТЭЦ-1                     | 7,3   | 17,28                               | 19838,44                        | 80                               | 1023,1                                   | 54628,31  | 46  | 13,8                                   |
| 2           | ТЭЦ-3                           | 10,5  | 56,00                               | 105012,37                       | 80                               | 718,4                                    | 54628,31  | 55  | 12,1                                   |
| 3           | ТЭЦ-4                           | 11,4  | 21,80                               | 42675,29                        | 80                               | 765,1                                    | 54628,31  | 58  | 13,3                                   |
| 4           | ВК-1                            | 1,2   | 38,22                               | 2279,13                         | 80                               | 1041,9                                   | 54628,31  | 22  | 10,9                                   |
| 5           | Котельный цех                   | 1,8   | 18,66                               | 5239,19                         | 80                               | 1049,2                                   | 54628,31  | 41  | 12,2                                   |
| 6           | Котельная "Сахаровское ш."      | 1   | 6,38                                | 509,2                           | 25                               | 1105,3                                   | 27866,24  | 20  | 17,3                                   |
| 7           | Котельная "Южная"               | 5,2   | 36,60                               | 21823,43                        | 80                               | 1065,9                                   | 54628,31  | 44  | 11,2                                   |
| 8           | Котельная "Сахарово"            | 0,8   | 15,11                               | 2570,1                          | 25                               | 1179,9                                   | 27866,24  | 12  | 15,7                                   |
| 9           | Котельная "ХБК"                 | 0,3   | 22,21                               | 1418,06                         | 25                               | 1177,7                                   | 27866,24  | 30  | 11,9                                   |
| 10          | Котельная "ПАТП-1"              | 0,2   | 10,21                               | 99,05976                        | 25                               | 1837                                     | 27866,24  | 12  | 14,2                                   |
| 11          | Котельная "ДРСУ-2"              | 0,1   | 32,11                               | 321,21                          | 25                               | 1088,1                                   | 27866,24  | 12  | 10,9                                   |
| 12          | Котельная "Школа №24"           | 0,00145   | 90,18                               | 18,57                           | 25                               | 3385,9                                   | 27866,24  | 5   | 8,2                                    |
| 13          | Котельная «Химинститут»         | 1   | 28,72                               | 2896,96                         | 60                               | 1124,5                                   | 27866,24  | 12  | 13,7                                   |
| 14          | Котельная «п. Б. Перемерки, 20» | 0,0027  | 206,32                              | 26,79                           | 25                               | 2677,2                                   | 27866,24  | 5   | 7,8                                    |
| 15          | Котельная ООО «Лазурная»        | 0,5   | 26,60                               | 1353,65                         | 25                               | 1065,9                                   | 27866,24  | 25  | 12,7                                   |
| 16          | Котельная «ТКСМ-2»              | 0,8   | 20,41                               | 3288,95                         | 25                               | 1065,9                                   | 27866,24  | 25  | 12,8                                   |
| 17          | Котельная "Мамулино"            | 1   | 24,62                               | 3553,81                         | 60                               | 1041,7                                   | 27866,24  | 12  | 13,9                                   |
| <b>2024</b> |                                 |   |                                     |                                 |                                  |  |   |   |  |
| 1           | ВК-2, ТЭЦ-1                     | 7,3   | 22,81                               | 19838,44                        | 80                               | 1023,1                                   | 54628,31  | 46  | 13,3                                   |
| 2           | ТЭЦ-3                           | 10,5  | 63,3                                | 105427,67                       | 80                               | 718,4                                    | 54628,31  | 55  | 11,9                                   |
| 3           | ТЭЦ-4                           | 11,4  | 40,63                               | 42675,29                        | 80                               | 765,1                                    | 54628,31  | 58  | 12,3                                   |
| 4           | ВК-1                            | 1,2   | 45,58                               | 2279,13                         | 80                               | 1041,9                                   | 54628,31  | 22  | 10,7                                   |
| 5           | Котельный цех                   | 1,8   | 30,13                               | 5239,19                         | 80                               | 1049,2                                   | 54628,31  | 41  | 11,5                                   |
| 6           | Котельная "Сахаровское ш."      | Вывод из эксплуатации в 2022 г. передача нагрузки на ВК «Затверецкая» |                                     |                                 |                                  |  |   |   |  |
| 7           | Котельная "Южная"               | 5,2   | 40,04                               | 21823,43                        | 80                               | 1065,9                                   | 54628,31  | 44  | 11,0                                   |
| 8           | Котельная "Сахарово"            | 0,8   | 18,99                               | 2570,1                          | 25                               | 1179,9                                   | 27866,24  | 12  | 15,3                                   |
| 9           | Котельная "ХБК"                 | 0,3   | 24,93                               | 1418,06                         | 25                               | 1177,7                                   | 27866,24  | 30  | 11,7                                   |

| № п/п       | Источник теплоснабжения         | Площадь зоны действия источника теплоснабжения, км2 | Теплоплотность района, Гкал/(ч*км2) | Материальная характеристика, м2 | Расчетный перепад температур, °С | Себестоимость выработки тепла, руб./Гкал | Удельная стоимость материальной характеристики тепловой сети, руб./м2 | Потери давления в тепловой сети, м вод. ст. | Радиус эффективного теплоснабжения, км |
|-------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--|---|---|--|
| 10          | Котельная "ПАТП-1"              | 0,2   | 40,6                                | 99,05976                        | 25                               | 1837                                     | 27866,24  | 12  | 11,9                                   |
| 11          | Котельная "ДРСУ-2"              | 0,1   | 25,64                               | 321,21                          | 25                               | 1088,1                                   | 27866,24  | 12  | 11,2                                   |
| 12          | Котельная "Школа №24"           | 0,00145   | 148,97                              | 18,57                           | 25                               | 3385,9                                   | 27866,24  | 5   | 7,7                                    |
| 13          | Котельная «Химинститут»         | 1   | 36,45                               | 2896,96                         | 60                               | 1124,5                                   | 27866,24  | 12  | 13,3                                   |
| 14          | Котельная «п. Б. Перемерки, 20» | 0,0027  | 148,89                              | 26,79                           | 25                               | 2677,2                                   | 27866,24  | 5   | 8,2                                    |
| 15          | Котельная ООО «Лазурная»        | 0,5   | 12,98                               | 1358,75                         | 25                               | 1065,9                                   | 27866,24  | 25  | 13,9                                   |
| 16          | Котельная «ТКСМ-2»              | 0,8   | 15,81                               | 3288,95                         | 25                               | 1065,9                                   | 27866,24  | 25  | 13,2                                   |
| 17          | Котельная "Мамулино"            | 1   | 18,45                               | 3553,81                         | 60                               | 1041,7                                   | 27866,24  | 12  | 14,4                                   |
| <b>2028</b> |                                 |   |                                     |                                 |                                  |  |   |   |  |
| 1           | ВК-2, ТЭЦ-1                     | 7,3   | 22,81                               | 19838,44                        | 80                               | 1023,1                                   | 54628,31  | 46  | 13,3                                   |
| 2           | ТЭЦ-3                           | 10,5  | 63,3                                | 105427,67                       | 80                               | 718,4                                    | 54628,31  | 55  | 11,9                                   |
| 3           | ТЭЦ-4                           | 11,4  | 40,63                               | 42675,29                        | 80                               | 765,1                                    | 54628,31  | 58  | 12,3                                   |
| 4           | ВК-1                            | 1,2   | 45,58                               | 2279,13                         | 80                               | 1041,9                                   | 54628,31  | 22  | 10,7                                   |
| 5           | Котельный цех                   | 1,8   | 30,13                               | 5239,19                         | 80                               | 1049,2                                   | 54628,31  | 41  | 11,5                                   |
| 6           | Котельная "Южная"               | 5,2   | 40,04                               | 21823,43                        | 80                               | 1065,9                                   | 54628,31  | 44  | 11,0                                   |
| 7           | Котельная "Сахарово"            | 0,8   | 18,99                               | 2570,1                          | 25                               | 1179,9                                   | 27866,24  | 12  | 15,3                                   |
| 8           | Котельная "ХБК"                 | 0,3   | 24,93                               | 1418,06                         | 25                               | 1177,7                                   | 27866,24  | 30  | 11,7                                   |
| 9           | Котельная "ПАТП-1"              | 0,2   | 40,6                                | 99,05976                        | 25                               | 1837                                     | 27866,24  | 12  | 11,9                                   |
| 10          | Котельная "ДРСУ-2"              | 0,1   | 25,64                               | 321,21                          | 25                               | 1088,1                                   | 27866,24  | 12  | 11,2                                   |
| 11          | Котельная "Школа №24"           | 0,00145   | 148,97                              | 18,57                           | 25                               | 3385,9                                   | 27866,24  | 5   | 7,7                                    |
| 12          | Котельная «Химинститут»         | 1   | 36,45                               | 2896,96                         | 60                               | 1124,5                                   | 27866,24  | 12  | 13,3                                   |
| 13          | Котельная «п. Б. Перемерки, 20» | 0,0027  | 148,89                              | 26,79                           | 25                               | 2677,2                                   | 27866,24  | 5   | 8,2                                    |
| 14          | Котельная ООО «Лазурная»        | 0,5   | 12,98                               | 1358,75                         | 25                               | 1065,9                                   | 27866,24  | 25  | 13,9                                   |
| 15          | Котельная «ТКСМ-2»              | 0,8   | 15,81                               | 3288,95                         | 25                               | 1065,9                                   | 27866,24  | 25  | 13,2                                   |
| 16          | Котельная "Мамулино"            | 1   | 18,45                               | 3553,81                         | 60                               | 1041,7                                   | 27866,24  | 12  | 14,4                                   |

## 7.16 Воздействие на окружающую среду

### 7.16.1 Краткая характеристика метеорологических условий и их влияние на рассеивание вредных веществ в атмосфере

Проектируемая территория характеризуется умеренно-континентальным климатом. Вторжение воздушных масс в Тверскую область протекает достаточно интенсивно и сопровождается хорошо выраженными циклонами с фронтальными разделами. Определяющее влияние на климат Тверской области имеют воздух умеренных широт и арктический воздух, несколько меньшее значение имеет тропический воздух. Континентальный воздух умеренных широт является господствующей в области воздушной массой, формируется или над территорией области, или приходит из других районов. Летом он является для данной территории теплой воздушной массой, зимой - холодной. Морской воздух умеренных широт приходит из районов атлантического океана и приносит наибольшее количество осадков. В зимний период он вызывает потепление, летом - похолодание. Арктический воздух приходит из района северных морей, является холодным в течение всего года. Тропический воздух приходит, главным образом, из Азии, является теплым в течение всего года. Понижение температуры связано обычно с вторжением арктического воздуха. Во все сезоны повышение температуры связано с вторжением теплых воздушных масс (в теплый период - тропических, в холодный - морских воздушных масс умеренных широт).

**Таблица 7.16.1 Климатические параметры теплого периода года**

|  |      |        |
|--|------|--------|
| Барометрическое давление   |      | 995гПа |
| Температура воздуха обеспеченностью  | 0,95 | 20,6°C |
|  | 0,98 | 24,8°C |
| Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого периода              |      | 23°C   |
| Абсолютная максимальная температура воздуха                                    |      | 36°C   |
| Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца         |      | 11,1°C |
| Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца       |      | 75%    |
| Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15ч наиболее теплого месяца |      | 59%    |
| Количество осадков за апрель - октябрь   |      | 444 мм |
| Суточный максимум осадков  |      | 68 мм  |
| Преобладающее направление ветра за июнь - август                               |      | запад  |
| Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль                       |      | 0      |

**Таблица 7.16.2 Климатические параметры холодного периода года**

|  |       |         |
|--|-------|---------|
| Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью                      | 0,98  | -37°C   |
|  | 0,92  | -33°C   |
| Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью                 | 0,98  | -33°C   |
|  | 0,92  | -29°C   |
| Температура воздуха обеспеченностью  | 0,94  | -15°C   |
| Абсолютная минимальная температура воздуха                                       |       | -50°C   |
| Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца         |       | 7,2°C   |
| Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха               | <0°C  | 146     |
| Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха             | <0°C  | -6,4°C  |
| Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха               | <8°C  | 218     |
| Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха             | <8°C  | -3°C    |
| Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха               | <10°C | 236     |
| Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха             | <10°C | -2°C    |
| Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца       |       | 85%     |
| Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15ч наиболее холодного месяца |       | 85%     |
| Количество осадков за январь - март  |       | 206 мм  |
| Преобладающее направление ветра за декабрь - февраль                             |       | ЮЗ      |
| Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь                      |       | 6,2 м/с |
| Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха        | <8°C  | 4,1 м/с |

Осадки и испаряемость. В течение года максимум осадков приходится на летние месяцы. Максимальное количество осадков за год - 885 мм, минимальное - 348 мм. Средняя повторяемость морозящих осадков - 15 дней в году.

**Таблица 7.16.3 Среднее количество осадков по месяцам (мм)**

| Месяц                      | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | Год |
|----------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| Среднее количество осадков | 39 | 36 | 37  | 37 | 53 | 75 | 89  | 74   | 62 | 54 | 48 | 46  | 650 |
| Жидких                     | 1  | -  | 4   | 17 | 50 | 75 | 89  | 74   | 61 | 40 | 14 | 6   | 431 |
| Твердых                    | 32 | 28 | 21  | 6  | -  | -  | -   | -    | -  | 3  | 18 | 24  | 132 |
| Смешанных                  | 6  | 8  | 12  | 14 | 3  | -  | -   | -    | 1  | 11 | 16 | 16  | 87  |
| Испаряемость               | 6  | 7  | 16  | 38 | 79 | 88 | 83  | 63   | 42 | 23 | 13 | 8   | 466 |

Количество осадков превышает испарение на 184 мм в год, т.е. город Тверь находится в зоне избыточного увлажнения.

Влажность воздуха: город Тверь характеризуется высокой относительной влажностью воздуха в течение всего года.

**Таблица 7.16.4 Средняя относительная влажность воздуха по месяцам, %**

| Месяц                   | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | Год |
|-------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| Относительная влажность | 85 | 83 | 79  | 73 | 68 | 70 | 75  | 78   | 82 | 84 | 86 | 87  | 79  |

Облачность и атмосферные явления. Данные по облачности представлены в таблице 7.16.6, данные по повторяемости атмосферных явлений - в таблице 7.16.7

**Таблица 7.16.5 Среднее число ясных и пасмурных дней по месяцам, по общей облачности**

| Месяц     | I    | II   | III  | IV   | V   | VI  | VII | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год   |
|-----------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-------|
| Ясные     | 2,5  | 2,9  | 2,1  | 2,1  | 2,6 | 1,3 | 1,6 | 1,6  | 1,6  | 0,9  | 0,4  | 0,6  | 20,2  |
| Пасмурные | 16,3 | 14,3 | 15,5 | 13,3 | 9,9 | 8,5 | 9,7 | 8,7  | 11,4 | 18,3 | 22,1 | 22,2 | 170,2 |

**Таблица 7.16.6 Средняя повторяемость различных атмосферных явлений по месяцам**

| Месяц                                    | I  | II | III  | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX   | X    | XI   | XII | Год |
|--|----|----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| Ср. число дней с туманами                | 3  | 3  | 3    | 3   | 2   | 1   | 3   | 5    | 5    | 4    | 4    | 3   | 39  |
| Ср. число дней с грозой                  | -  | -  | -    | 0,7 | 4   | 7   | 8   | 5    | 1    | 0,05 | 0,02 | -   | 26  |
| Ср. число дней с метелью                 | 8  | 7  | 6    | 1   | -   | -   | -   | -    | -    | 0,7  | 4    | 6   | 33  |
| Ср. число дней с градом                  | -  | -  | 0,01 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,2  | 0,08 | 0,04 | 0,01 | -   | 1,6 |
| Ср. число дней с обледенением всех видов | 10 | 7  | 4    | 0,3 | -   | -   | -   | -    | -    | 0,8  | 5    | 10  | 37  |

Ветер. Преобладают ветры западные и юго-западные. Небольшая скорость ветра отмечается осенью и зимой. Скорость ветра, вероятность превышения которой не более 5 %, - 8 м/с. Нормативное значение ветрового давления 0,23 кПа (СНиП 2.01.07 - 85).

**Таблица 7.16.7 Средняя и максимальная скорость ветра по месяцам, м/с**

| Месяц                 | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Средняя скорость      | 4,3 | 4,2 | 4,2 | 3,9 | 3,8 | 3,4 | 3,2 | 3,1  | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 3,8 |
| Максимальная скорость | 20  | 20  | 20  | 18  | 20  | 20  | 17  | 17   | 20  | 20  | 20  | 20  | 20  |
| Порыв                 |     |     | 25  | 24  | 24  |     | 22  | 18   |     | 25  | 22  | 24  | 25  |

**Таблица 7.16.8 Среднее и максимальное число дней с сильным ветром (>15м/с) по месяцам**

| Месяц                 | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Среднее число дней    | 2,4 | 1,9 | 1,3 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,4  | 0,6 | 0,2 | 1,3 | 1,1 | 12  |
| Наибольшее число дней | 7   | 3   | 8   | 4   | 6   | 5   | 4   | 2    | 4   | 3   | 4   | 6   | 30  |

**Таблица 7.16.9 Основные климатические показатели для города Твери**

| Элементы                 | месяцы |     |      |     |      |      |      |      |     |     |      |      | Год |
|--------------------------|--------|-----|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|                          | I      | II  | III  | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX  | X   | XI   | XII  |     |
| Температура воздуха (°С) | -10,4  | -10 | -5,4 | 3,2 | 10,8 | 14,9 | 17,2 | 15,3 | 9,8 | 3,7 | -2,3 | -7,5 | 3,8 |

| Элементы                                     | месяцы |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     | Год |
|--|--------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
|  | I      | II  | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII |     |
| Абсолютный минимум температуры воздуха (°С)  | -50    | -39 | -32 | -23 | -7,0 | -4   | 4    | 0    | -8   | -22 | -28 | -39 | -50 |
| Абсолютный максимум температуры воздуха (°С) | 5      | 5   | 15  | 28  | 31   | 33   | 34   | 37   | 30   | 22  | 11  | 9   | 37  |
| Среднее количество осадков (мм)              | 38     | 33  | 34  | 35  | 46   | 73   | 83   | 70   | 58   | 50  | 46  | 43  | 593 |
| Средняя относительная влажность воздуха (%)  | 86     | 84  | 78  | 71  | 65   | 69   | 74   | 78   | 82   | 86  | 88  | 88  | 79  |
| Средняя упругость водяного пара (мб)         | 3,0    | 2,9 | 3,6 | 5,8 | 8,3  | 12,1 | 14,4 | 13,8 | 10,3 | 7,0 | 5,0 | 3,8 | 7,5 |
| Средняя скорость ветра (м/сек)               | 3,8    | 3,8 | 3,8 | 3,4 | 3,5  | 3,3  | 3,1  | 2,8  | 3,1  | 3,7 | 4,1 | 4,1 | 3,5 |
| Среднее число дней с сильным ветром          | 0,9    | 0,5 | 0,7 | 0,2 | 0,4  | 0,2  | 0,3  | 0,2  | 0,4  | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 5   |
| Среднее число дней с грозой                  | -      | -   | -   | 0,6 | 4    | 6    | 9    | 5    | 1    | -   | -   | -   | 26  |
| Среднее число дней с туманом                 | 3      | 3   | 3   | 3   | 2    | 2    | 3    | 4    | 5    | 5   | 5   | 4   | 42  |
| Среднее число дней с метелью                 | 8      | 8   | 6   | 0,9 | -    | -    | -    | -    | -    | 0,3 | 3   | 5   | 31  |
| Продолжительность солнечного сияния в часах  | 21     | 23  | 38  | 45  | 54   | 54   | 54   | 50   | 40   | 24  | 14  | 10  | 51  |
| Число дней без солнца                        | 17     | 14  | 10  | 4   | 2    | 0    | 1    | 2    | 5    | 13  | 22  | 23  | 113 |

Таким образом, рассматриваемая территория находится в зоне избыточного увлажнения и относится к строительно-климатической зоне ПВ. Расчетные температуры для проектирования отопления и вентиляции равны соответственно: -29 °С и -15 °С. Продолжительность отопительного периода - 219 дней. Глубина промерзания почвогрунтов - 135 см. Сильные ветры на территории наблюдаются редко, преимущественно зимой.

### 7.16.2 Качество атмосферного воздуха

В Тверской области на состояние атмосферного воздуха оказывает влияние высокая техногенная нагрузка, обусловленная концентрацией на территории города Твери промышленных производств, включая экологически опасные производства.

В жилой зоне города Твери сосредоточены предприятия химической, оборонной, машиностроительной и металлообрабатывающей, лесной и деревообрабатывающей, строительной, легкой, пищевой и иных отраслей промышленности, оказывающих существенное влияние на состояние атмосферного воздуха.

Государственный мониторинг атмосферного воздуха является составной частью государственного мониторинга окружающей среды. На территории Тверской области он осуществляется государственным учреждением «Тверской областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (далее - Тверской ЦГМС - филиал ФГБУ «Центральное УГМС»).



Наблюдения за качеством атмосферного воздуха проводятся на одном стационарном посту Государственной наблюдательной сети за состоянием окружающей среды (далее - ГСН) и представлены в таблице 6.13 (по данным ежегодника состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2010 г.).

Таблица 7.16.10 Характеристика загрязнения городского воздуха

| Город | Уровень | Вещества, для которых СИ>10 | НП, % (>20) и вещество | Вещества, для которых $\overline{q_{ср}} > 1 ПДК$ | Выбросы от промышленных предприятий, тыс. т, 2009 г. |                 |                 |     | Население, тыс. | Кол-во станций |
|-------|---------|-----------------------------|------------------------|---|--|-----------------|-----------------|-----|-----------------|----------------|
|       |         |                             |                        |   | твердые  | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | CO  |                 |                |
| Тверь | ОВ      | -                           | -                      | ВВ, БП, Ф   | 1,3  | 0,5             | 2,4             | 2,2 | 410,4           | 1              |

Климатические условия для рассеивания примесей неблагоприятны. Зона умеренного ПЗА.

Сеть мониторинга загрязнения атмосферы состоит из одной станции регулярных наблюдений в городе Твери, что недостаточно для оценки степени загрязнения воздуха области в целом.

Уровень загрязнения воздуха в городе Твери очень высокий. Город включен в приоритетный список городов России с наибольшим уровнем загрязнения воздуха.

СИ (наибольшая концентрация, деленная на ПДК) больше 10 не отмечен.

НП (наибольшая повторяемость превышения ПДК) ниже 20 %.

Среднегодовые концентрации взвешенных веществ, бензапирена и формальдегида выше 1 ПДК.

Тенденция за 2006-2010 гг.: увеличились средние концентрации оксида азота [ежегодник Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2010 г.

Наблюдения на стационарных постах проводятся за содержанием следующих вредных веществ: пыль, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, сажа, хлористый водород, аммиак, формальдегид, бензол, толуол, ксилолы, этилбензол, бензапирен и 9 тяжелых металлов (железо, кадмий, магний, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк).

Качество атмосферного воздуха характеризуется комплексным показателем - индексом загрязнения атмосферного воздуха (далее - ИЗА). ИЗА - это показатель, учитывающий несколько примесей, представляющий собой сумму концентраций выбранных загрязняющих веществ в долях ПДК (в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»). В Тверской области он рассчитывается по 5 основным загрязняющим веществам: формальдегид, бензапирен, взвешенные вещества, оксид углерода и диоксид азота.

### 7.16.3 Характеристика оборудования источников теплоснабжения

Характеристики основного оборудования централизованных источников теплоснабжения (существующих и проектируемых) с указанием видов топлива и расходов на перспективу приведены в основной технологической части настоящего документа.

В настоящем документе рассматривается воздействие ТЭЦ и котельных города на состояние воздушного бассейна города Твери на перспективу, после ввода в эксплуатацию проектируемых котельных, а также увеличения мощности отдельных отопительных и тепловых котельных и ТЭЦ.

В настоящем документе рассматривается одно перспективное положение - 2028 год, как период полного развития.

#### 7.16.4 Перспективное воздействие на окружающую среду

В связи с неблагоприятной обстановкой по загрязнению воздушного бассейна необходимо уделить должное внимание при выполнении проектов реконструкции и нового строительства источников тепловой энергии.

При реконструкции источников теплоснабжения (ТЭС) необходимо довести уровень выбросов в окружающую среду до значений, не более установленных в таблицах 7.16.11-7.16.17, ГОСТ 50831-95.

**Таблица 7.16.11 Нормативы удельных выбросов в атмосферу твердых частиц для котельных установок, вводимых на ТЭС до 31 декабря 2000 г., для твердого топлива всех видов**

| Тепловая мощность котлов Q, МВт (паропроизводительность котла D, т/ч) | Приведенное содержание золы Апр, % кг/МДж | Массовый выброс твердых частиц на единицу тепловой энергии, г/МДж | Массовый выброс твердых частиц, кг/т у.т. | Массовая концентрация частиц в дымовых газах при $\alpha = 1,4$ , мг/м <sup>3</sup> * |
|---|---|---|---|---|
| До 299 (до 420)   | Менее 0,6                                 | 0,06  | 1,76                                      | 150   |
|   | 0,6-2,5                                   | 0,06-0,20   | 1,76-5,86                                 | 150-500   |
|   | Более 2,5                                 | 0,20  | 5,86                                      | 500   |
| 300 и более (420 и более)   | Менее 0,6                                 | 0,04  | 1,18                                      | 100   |
|   | 0,6-2,5                                   | 0,04-0,16   | 1,18-4,70                                 | 100-400   |
|   | Более 2,5                                 | 0,16  | 4,70                                      | 400   |

\* При нормальных условиях (температура 0 °С, давление 101,3 кПа).

**Таблица 7.16.12 Нормативы удельных выбросов в атмосферу оксидов серы для котельных установок, вводимых на ТЭС до 31 декабря 2000 г., для твердых и жидких видов топлива**

| Тепловая мощность котлов Q, МВт (паропроизводительность котла D, т/ч) | Приведенное содержание серы Бпр, %•кг/МДж | Массовый выброс SO <sub>x</sub> на единицу тепловой энергии, г/МДж | Массовый выброс SO <sub>x</sub> , кг/т у. т. | Массовая концентрация SO <sub>x</sub> в дымовых газах при $\alpha = 1,4$ , мг/м <sup>3</sup> * |
|---|---|--|--|--|
| До 299 (до 420)   | 0,045 и менее                             | 0,875  | 25,7   | 2000   |
|   | Более 0,045                               | 1,5  | 44,0   | 3400   |
| 300 и более (420 и более)   | 0,045 и менее                             | 0,875  | 25,7   | 2000   |
|   | Более 0,045                               | 1,3  | 38,0   | 3000   |

\* При нормальных условиях (температура 0 °С, давление 101,3 кПа), рассчитанная на сухие газы

**Таблица 7.16.13 Нормативы удельных выбросов в атмосферу оксидов азота для котельных установок, вводимых на ТЭС до 31 декабря 2000 г.**

| Тепловая мощность котлов Q, МВт (паропроизводительность котла D, т/ч) | Вид топлива                                 | Массовый выброс NO <sub>x</sub> на единицу тепловой энергии, г/МДж | Массовый выброс NO <sub>x</sub> , кг/ту.т. | Массовая концентрация NO <sub>x</sub> в дымовых газах при $\alpha = 1,4$ , мг/м <sup>3</sup> * |     |
|---|---|--|--|--|-----|
| До 299 (до 420)   | Газ   | 0,043  | 1,26                                       | 125  |     |
|   | Мазут                                       | 0,086  | 2,52                                       | 250  |     |
|   | Бурый уголь:<br>твердое<br>шлакоудаление    | жидкое<br>шлакоудаление  | 0,12                                       | 3,50   | 320 |
|   |   | жидкое<br>шлакоудаление  | 0,13                                       | 3,81   | 350 |
|   | Каменный уголь:<br>твердое<br>шлакоудаление | жидкое<br>шлакоудаление  | 0,17                                       | 4,98   | 470 |
|   |   | жидкое<br>шлакоудаление  | 0,23                                       | 6,75   | 640 |
| шлакоудаление   |   |  |  |  |     |

| Тепловая мощность котлов Q, МВт (паропроизводительность котла D, т/ч) | Вид топлива   | Массовый выброс NOx на единицу тепловой энергии, г/МДж | Массовый выброс NOx, кг/ту.т. | Массовая концентрация NOx в дымовых газах при a=1,4, мг/м <sup>3</sup> * |
|---|---|--|-------------------------------|--|
| 300 и более (420 и более)   | Газ   | 0,043  | 1,26                          | 125  |
|   | Мазут   | 0,086  | 2,52                          | 250  |
|   | Бурый уголь: твердое шлакоудаление<br>жидкое шлакоудаление    | 0,14<br>-  | 3,95<br>-                     | 370<br>-   |
|   | Каменный уголь: твердое шлакоудаление<br>жидкое шлакоудаление | 0,20<br>0,25   | 5,86<br>7,33                  | 540<br>700   |

\* При нормальных условиях (температура 0 °С, давление 101,3 кПа), рассчитанная на сухие газы

Таблица 7.16.14 Нормативы удельных выбросов в атмосферу твердых частиц для котельных установок, вводимых на ТЭС с 1 января 2001 г., для твердых топлив всех видов

| Тепловая мощность котлов Q, МВт (паропроизводительность котла D, т/ч) | Приведенное содержание золы Ат, %• кг/МДж | Массовый выброс твердых частиц на единицу тепловой энергии, г/МДж | Массовый выброс твердых частиц, кг/т у.т. | Массовая концентрация частиц в дымовых газах при a = 1,4, мг/м <sup>3</sup> * |
|---|---|---|---|---|
| До 299 (до 420)   | Менее 0,6                                 | 0,06  | 1,76                                      | 150   |
|   | 0,6-2,5                                   | 0,06-0,10   | 1,76-2,93                                 | 150-250   |
|   | Более 2,5                                 | 0,10  | 2,93                                      | 250   |
| 300 и более(420 и более)  | Менее 0,6                                 | 0,02  | 0,59                                      | 50  |
|   | 0,6-2,5                                   | 0,02-0,06   | 0,59-1,76                                 | 50-150  |
|   | Более 2,5                                 | 0,06  | 1,76                                      | 150   |

\* При нормальных условиях (температура 0 °С, давление 101,3 кПа)

Таблица 7.16.15 Нормативы удельных выбросов в атмосферу оксидов серы для котельных установок, вводимых на ТЭС с 1 января 2001 г., для твердых и жидких видов топлива

| Тепловая мощность котлов Q, МВт(паропроизводительность котла D, т/ч) | Приведенное содержание серы Бпр, %• кг/МДж | Массовый выброс Sox на единицу тепловой энергии, г/МДж | Массовый выброс SOx, кг/т у.т. | Массовая концентрация Sox в дымовых газах при a= 1,4, мг/м <sup>3</sup> * |
|--|--|--|--------------------------------|---|
| До 199 (до 320)  | 0,045 и менее                              | 0,5  | 14,7                           | 1200  |
|  | Более 0,045                                | 0,6  | 17,6                           | 1400  |
| 200-249 (320-400)  | 0,045 и менее                              | 0,4  | 11,7                           | 950   |
|  | Более 0,045                                | 0,45   | 13,1                           | 1050  |
| 250-299 (400-420)  | 0,045 и менее                              | 0,3  | 8,8                            | 700   |
|  | Более 0,045                                | 0,3  | 8,8                            | 700   |
| 300 и более(420 и более)   | -  | 0,3  | 8,8                            | 700   |

\* При нормальных условиях (температура °С, давление 101,3 кПа), рассчитанная на сухие газы

Таблица 7.16.16 Нормативы удельных выбросов в атмосферу оксидов азота для котельных установок, вводимых на ТЭС с 1 января 2001 г.

| Тепловая мощность котлов Q, МВт (паропроизводительность котла D, т/ч) | Вид топлива | Массовый выброс NOx на единицу тепловой энергии, г/МДж | Массовый выброс NOx, кг/т у.т. | Массовая концентрация NOx в дымовых газах при a = 1,4, мг/м <sup>3</sup> * |
|---|-------------|--|--------------------------------|--|
| До 299 (до 420)   | Газ         | 0,043  | 1,26                           | 125  |
|   | Мазут       | 0,086  | 2,52                           | 250  |
| 300 и более (420 и более)   | Газ         | 0,043  | 1,26                           | 125  |
|   | Мазут       | 0,086  | 2,52                           | 250  |

| Тепловая мощность котлов Q,<br>МВт<br>(паропроизводительность<br>котла D, т/ч)               | Вид топлива | Массовый выброс<br>NOx на единицу<br>тепловой энергии,<br>г/МДж | Массовый<br>выброс<br>NOx, кг/т<br>у.т. | Массовая<br>концентрация<br>NOx в дымовых<br>газах при $\alpha = 1,4$ ,<br>мг/м <sup>3</sup> * |
|--|-------------|---|---|--|
| * При нормальных условиях (температура 0 °С, давление 101,3 кПа), рассчитанная на сухие газы |             |   |   |  |

### 7.16.5 Метод улавливания вредных компонентов дымовых газов на электростанциях

Для охраны воздушного бассейна наиболее важными являются мероприятия, сокращающие выбросы с дымовыми газами электростанций твердых частиц (золы), оксидов серы и азота.

Концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы зависит не только от объема вредных выбросов, но и от климатических и метеорологических условий местности, а также от конструкции дымовой трубы. При данных природных условиях и заданных размерах выбросов вредных веществ в атмосферу уровень их концентрации зависит от конструкции дымовой трубы, в первую очередь от ее высоты (концентрация обратно пропорциональна квадрату высоты трубы). В связи с этим рост требований к охране воздушного бассейна при прочих равных условиях ведет к необходимости увеличения высоты дымовых труб. Создание высоких труб обходится достаточно дорого. Тем не менее, стоимость дымовых труб значительно ниже, чем сооружений по очистке дымовых газов. В настоящее время сооружение высоких дымовых труб не признается в качестве генерального направления охраны воздушного бассейна, так как вредные выбросы из высоких дымовых труб рассеиваются на весьма значительные расстояния.

Поэтому приоритет отдается методам, позволяющим максимально снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, после чего для обеспечения должного ПДК допускается выбирать соответствующую высоту труб.

Систематизация сведений о распределении источников загрязнения по территориям, о количестве и составе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу называется инвентаризацией выбросов. При инвентаризации выбросов загрязняющих веществ должны использоваться непосредственно инструментальные замеры в соответствии с действующими стандартами и рекомендованными методиками. В случаях отсутствия инструментальных методик для определения выброса какого-либо вещества допускается применение расчетных отраслевых методик.

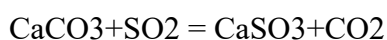
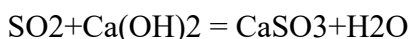
#### Защита от оксидов серы

Диоксид серы и продукты его взаимодействия с другими загрязнителями осаждаются на почву, попадают в водоемы в виде аэрозолей и растворов, которые выпадают с атмосферными осадками (кислотные дожди). Вредное влияние диоксида серы усиливается при наличии в воздухе оксидов азота, поэтому санитарными нормами введено требование учета суммации концентраций оксидов серы и азота. Основное количество серы в дымовых газах находится в виде диоксида серы (до 99 %) и только 1 % приходится на триоксид серы. Однако концентрация именно SO<sub>3</sub> в дымовых газах определяет коррозию элементов газовоздушного тракта. Доля SO<sub>3</sub> в газе снижается с ростом температуры и с уменьшением избытка воздуха в топке. Такое ведение процесса горения возможно при поддержании точного соотношения между количествами топлива и воздуха. Наиболее экономичные мокрые способы очистки имеют один существенный недостаток - ухудшают способность дымовых газов рассеиваться, в результате чего зачастую концентрация SO<sub>2</sub> в приземном слое электростанции, несмотря на очистку, оказывается выше допустимых норм.

Очистка отходящих газов от диоксида серы экономически выгодна при содержании 0,5-2,5%. Удаление SO<sub>2</sub> из дымовых газов дело трудное, т.к. необходимо переработать огромное количество газа, нагретого до высокой температуры и с малым содержанием диоксида серы 0,1-0,4 %. Методы дороги и малоэффективны. Для очистки газов от сернистых соединений применяют несколько способов: промывку газов водой, известковый, кислотно-каталитический, комбинированный (сочетание кислотно-каталитического и известкового), магнезитовый, аммиачные (мокрый и сухой) методы. Наиболее полно разработаны три метода, основанных на селективном поглощении диоксида серы: аммиачно-циклический, магнезитовый и известковый.

#### Известковый метод

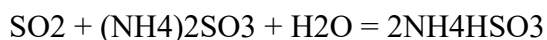
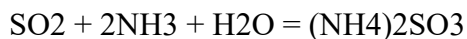
После очистки от пыли газ поступает в скруббер, орошаемый известковым раствором:



Недостаток метода - образование шлама, содержащего сульфит и сульфат кальция. Степень очистки этим методом достигает 98 %.

#### Аммиачный метод

Основан на взаимодействии диоксида серы с водными растворами сульфита аммония.



Аммиачные методы относительно экономичны и эффективны, недостаток их - безвозвратные потери дефицитного продукта - аммиака.

#### Магнезитовый метод

Основан на взаимодействии диоксида серы с суспензией оксида магния:



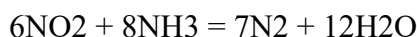
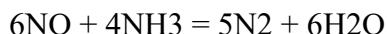
Преимущества метода - степень очистки до 95-96 %, возможность очистки запыленных газов с высокой температурой, отсутствие отходов и сточных вод.

#### **Защита от оксидов азота**

Образование оксидов азота при высокотемпературном сжигании топлива обусловлено в основном окислением молекулярного азота воздуха непосредственно в зоне горения. Максимальный выход оксидов азота наблюдается в зоне активного горения. Это означает, что снижение температуры горения топлива способствует уменьшению содержания оксидов азота в выбросах. Снижение выбросов оксидов азота с дымовыми газами электростанций обеспечивается режимными и конструктивными мероприятиями, направленными на уменьшение образования газов в топках котлов (двухступенчатое сжигание, рециркуляция дымовых газов в зону горения, сжигание топлива при малых избытках воздуха, разработка новых типов горелок и различное конструктивное решение топочных устройств).

На газомазутных энергетических котлах перспективным способом снижения выбросов оксидов азота является очистка дымовых газов.

Азотоочистительные установки следует использовать лишь после исчерпания возможностей подавления реакций образования оксидов азота сравнительно дешевыми технологическими методами, так как очистка дымовых газов от азота сравнительно дорогое мероприятие. Наиболее распространенный аммиачно-каталитический метод разложения оксидов азота имеет степень очистки до 85 %. В качестве катализаторов используются сплавы из металлов платиновой группы (палладий, платина) или составы, содержащие никель, хром, цинк, ванадий.



При сжигании газифицированных топлив количество оксидов азота может быть снижено на 80-90 %.

### Защита от оксида углерода

Химические методы очистки не нашли промышленного применения. Используется в основном дожигание CO до CO<sub>2</sub> при высоком содержании CO, при низком - используют каталитическое окисление.

Окончательный выбор метода очистки дымовых газов, диаметр устья и высоту дымовых труб следует принимать при выполнении проектно-изыскательских и проектных работ. Для блока ПГУ для ТЭЦ-4 необходимо использовать передовые методы очистки дымовых газов. При снижении концентрации выбросов допустимо применение дымовых труб с высотой до 60-80 м.

Перевод установок на жидкое топливо существенно уменьшает золообразование, но практически не уменьшает выбросы SO<sub>2</sub>, так как мазуты, применяемые в качестве топлива, содержат серу в количестве до 3-4,5 % и более. При сжигании природного газа (неочищенного) в дымовых газах образуются диоксид серы и оксиды азота. Следует отметить, что наибольшее количество оксидов азота образуется при сжигании жидкого топлива.

В атмосферу от котельных при сжигании газа с дымовыми газами выбрасываются: диоксиды азота, оксид углерода.

**Таблица 7.16.17 Объем вредных выбросов источниками теплоснабжения..**

|      | ТЭЦ-1   | ТЭЦ-3    | ТЭЦ-4   | Объединенные котельные | тн в год |
|------|---------|----------|---------|------------------------|----------|
| 2017 | 119,438 | 527,65   | 373,538 | 218,368                | 1238,994 |
| 2018 | 125,00  | 655,00   | 450,00  | 230,00                 | 1 460,00 |
| 2019 | 240,00  | 900,00   | 510,00  | 250,00                 | 1 900,00 |
| 2020 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2021 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2022 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2023 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2024 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2025 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2026 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2027 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2028 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2029 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |
| 2030 | 250,00  | 1 000,00 | 590,00  | 260,00                 | 2 100,00 |