

Предложения

по реконструкции системы теплоснабжения

«Котельная №17 – МКР «Южный» - «Промышленная зона кирпичного завода»

Общий анализ

1. Существующее положение

В настоящее время в течение отопительного сезона работают две котельные установки КВГМ – 50-150, с диапазоном нагрузок котлов по режимной карте: 11,3 – 28,1 Гкал/ч. Котлы переведены в режимы работы с температурой воды до 115⁰С.

При работе двух котлов и одного сетевого насоса расход теплоносителя в отопительный период находится в диапазоне 900 – 1100 м³/ч (задвижка после сетевого насоса прикрыта).

1.1. Температурный график тепловых сетей

Температурный график утвержден - 150/70, который по понятным причинам выдерживаться не может. На совещании 19 марта 2015 года представители ОАО «ВТС» устно сообщили, что тепловые сети работают на срезе 110⁰С температурного графика 150/70, т.е. до температуры 110⁰С они выдерживают температурный график 150/70, а далее температуру теплоносителя не повышают.

Температура теплоносителя 110⁰С достигается при температуре наружного воздуха около -11⁰С. Однако представленные фактические данные (замеры) с января по 25 марта 2015 года это не подтвердили.

По проведенным замерам и снятым данным с котельной персонал работает по температурному графику ближе к 100/70. Так 21 января при температуре наружного воздуха -21⁰С температура теплоносителя на выходе из котельной составила - 90⁰С.

Причины такого отклонения в температурном графике связаны с техническими ограничениями в работе котельной: температурой обратной воды, поступающей на котельную, а также экономией газа.

1.2. Выдаваемая тепловая мощность котельной №17

При температурном графике 110/70 фактическая суммарная максимальная тепловая мощность на выходе из котельной (в сетях) без учета разделения на ГВС и отопление, приблизительно составит:

$$Q=G(t_1-t_2)/1000= 1100*40/1000= 44 \text{ Гкал/ч,}$$

Где t_1 – температура теплоносителя на выходе из котельной;

t_2 – температура теплоносителя на входе в котельную;

G – расход теплоносителя на выходе из котельной.

Данная мощность обеспечивается работой двух котлов: $28,1 * 2 = 56,2 \text{ Гкал/ч}$

1.3. Характеристика параметров тепловых нагрузок и тепловых сетей

Потребителей промышленной зоны можно разделить на две группы:

1.3.1. С неравномерным суточным графиком нагрузок по данным замеров 20-22 января 2015 года:

ЗАО «Форд» - максимальное значение нагрузок 12-13.00 часов около 6,7- 7,00 Гкал/ч, затем плавное снижение с минимальными нагрузками в период 20.00 – 02.00 около 3,0 Гкал/ч, затем плавный рост нагрузок. Максимальные нагрузки ЗАО «Форд» составляют около 50% нагрузок промышленной зоны (по договорам – 37%). Расход теплоносителя – около 250 м³/ч.

ЗАО «Рексам» - нагрузки меняются в диапазоне 2- 3,3 Гкал/ч, максимальные значения 3,0 и выше и в период с 8.00 до 11.00, затем плавное снижение и минимальные значения 14.00 – 16.00 – около 2,00 Гкал/ч, за тем плавный рост.

1.3.2. Все остальные предприятия работают с примерно равномерным графиком нагрузок.

По данным замеров от 21 января 2015 года (наиболее холодные температуры наружного воздуха в отопительный сезон 2014- 2015 годов) при температуре наружного воздуха -18--21⁰С по любым температурным графикам температура обратной воды должна составлять около 63-65⁰С.

По факту на ЗАО «ФОРД» при температуре теплоносителя 90⁰С на входе в ЗАО «ФОРД» температура обратной воды в течение суток меняется в диапазоне 61,3 - 77,25⁰С, обратно пропорционально тепловым нагрузкам предприятия, и с 19.00 до 8.00 утра температура «обратки» превышает значение - 65⁰С. Учитывая, что через ЗАО «ФОРД» проходит около 50% теплоносителя промышленной зоны, это приводит к росту температуры обратной воды из промышленной зоны в вечернее и ночное время. Также повышенная температура «обратки» на ООО «Вершина», в тоже время низкая температура обратной воды на ООО «Рексам» - 45,7⁰С.

При этом температура обратной воды на ЦТП МКР «Южный» оставляет – 50⁰С, что ниже значения 65⁰С по температурному графику, т.е существует недопоставка тепловой энергии потребителям МКР «Южный», что происходит при температуре наружного воздуха ниже -8⁰С (29.11, 23.12-24.12 и т.д.).

Таким образом, на основании значений температуры обратной воды 21 января 2015 года, имеется недопоставка тепловой энергии в МКР «Южный» и избыток в поставке тепловой энергии в промышленную зону в вечернее и ночное время. При этом тепловая энергия в большем объеме, чем необходимо предприятиям промышленной зоны, не потребляется, а избыток в поставке тепловой энергии в промзону приводит только к росту температуры обратной воды на выходе из промзоны и на входе в котельную.

По выполненным замерам 21 января фактическая тепловая нагрузка потребителей составила при -21⁰С – 33 - 37 Гкал/ч, при перерасчете на -26⁰С – около 37-42 Гкал/ч (с учетом максимальной нагрузки ЗАО «Форд» - 6,77 Гкал/ч, а также отсутствие отбора тепла на ГВС жилых домов кв.3 д. 9-15 – ГВС максимальное – около 2,0 Гкал/ч).

Поэтому у котельной №17 на 20-22 января имелся максимальный потенциал в выдаче дополнительной тепловой энергии с учетом потерь тепла в сетях: $44 - (34 - 39) = 5 - 10$ Гкал/ч за счет повышения температуры теплоносителя на выходе из котельной.

Учитывая, что все потребители, присоединенные к тепловым сетям 17 котельной, имеют приборы учета тепловой энергии, недопоставка тепловой энергии в МКР «Южный» - это недополученные дополнительные доходы ОАО «ВТС».

Увеличение температуры теплоносителя до 110°C 21 января 2015 года привело бы к существенному росту температуры обратной воды ЗАО «Форд» в вечернее и ночное время до $77 + (110 - 90) = 97^{\circ}\text{C}$, росту температуры обратной воды с промзоны в целом свыше 70°C . Вместе с тем значительное колебание температуры «обратки» на ЗАО «Форд» и как следствие на входе в котельную приводит к эксплуатационным сложностям по режимам работы котлов и сетевых насосов.

Режимы работы сетевого насоса ухудшаются вследствие прикрытия клиновой задвижки после сетевого насоса для ограничения расхода и давления сетевой воды, что приводит к повышению давления после насоса до клиновой задвижки до 17 кгс/см^2 (перепад давлений на клиновой задвижке - 4 кгс/см^2) и увеличению нагрузки на сетевом насосе, что в сочетании с повышенной температурой «обратки» дополнительно ухудшает эксплуатационные режимы работы сетевого насоса и приводит к его повышенному износу.

Фактические тепловые нагрузки потребителей в сторону промзоны 20-22 января 2015 года с учетом одновременности составили 14-16 Гкал/ч. **Если просуммировать все максимальные нагрузки предприятий промзоны** при температуре наружного воздуха - $17 - 21^{\circ}\text{C}$, зафиксированные в разное время 20-22 января 2015 года, то суммарная нагрузка составит 18,1 Гкал/ч, приведенная к температуре наружного воздуха -26°C - **около 21 Гкал/ч**. При этом договорная нагрузка с учетом ГВС среднего составляет - 43,01 Гкал/ч.

Суммарные тепловые нагрузки в сторону МКР «Южный» 21 января 2015 года - 17,536 Гкал/ч, при пересчете на температуру -26°C составят около $19,5 + 2 = 21,5$ Гкал/ч (с учетом отсутствия отбора тепла на ГВС жилых домов кв.3 д. 9-15 - ГВС максимальное - около 2,0 Гкал/ч).

Потери в сетях составили по замерам 21 января - 2,5 Гкал/ч, при пересчете на -26°C составят около 6 Гкал/ч. Тогда с учетом потерь в сетях **по произведенным замерам 21 января фактическая тепловая нагрузка на котельной составила при -21°C - 34 - 40 Гкал/ч, при перерасчете на -26°C - около 41-47 Гкал/ч** (с учетом максимальной нагрузки ЗАО «Форд» - 6,77 Гкал/ч, а также отсутствие отбора тепла на ГВС жилых домов кв.3 д. 9-15 - ГВС максимальное - около 2,0 Гкал/ч).

Выводы:

1. Излишняя поставка тепловой энергии потребителям промышленной зоны и как следствие рост температуры обратной воды связаны с отсутствием технической возможности регулирования системы теплоснабжения промышленной зоны. Это первоочередная задача, без решения которой невозможно по факту перейти на работу тепловых сетей при температуре воды на выходе из котельной более 110°C , и

соответственно повышению выдаваемой мощности тепловой энергии на выходе из котельной.

2. При температурном графике 110/70 общий объем тепловой энергии на выходе из котельной составляет около 44 Гкал/ч. С учетом ограничений, накладываемых температурой «обратки» из промзоны и на входе в котельную выдаваемая тепловая мощность еще больше ограничивается (до 40 Гкал/ч при величине максимальной температуры теплоносителя на выходе из котельной – 105⁰С).

3. При работе тепловых сетей по температурному графику 110/70 общий объем тепловой энергии на выходе из котельной около 44 Гкал/ч, а потребность по выполненным замерам и расчетам около 47 Гкал/ч при температуре наружного воздуха -26⁰С, потребность по существующим (договорным) с учетом ГВС среднего – 77 Гкал/ч. Поэтому необходимо дальнейшее повышение температуры сетевой воды выше 110⁰С на выходе из котельной.

2. Предложения по увеличению объема отпуска тепла в сторону МКР «Южный»

2.1. Для увеличения объема выдачи тепловой энергии свыше 40 Гкал/ч необходимо перевести работу котельной на температурный график 150/70.

Общая мощность двух котельных установок КВГМ – 50-150 составит $2 \cdot 50 = 100$ Гкал/ч.

2.2. Необходимо снижение расхода теплоносителя и снижение температуры ее «обратки» на промзону в вечернее и ночное время.

Для решения задачи по п. 2.2. предлагается установка регулятора расхода теплоносителя на ИТП потребителя или, в крайнем случае, при отсутствии технической возможности, выполнить эту работу на ответвлении к ЗАО «Форд», а также другие мероприятия, предложенные ЗАО «Форд».

Также возможен более затратный вариант установки общего регулятора расхода и регулятора давления на промзону непосредственно на котельной. С этой целью придется дополнительно осуществить монтаж отдельной теплотрассы от котельной до разветвления на промзону (УП-1) протяженностью около 70 метров с учетом трассировки внутри котельной. Дополнительными положительными факторами данного варианта является:

- полная управляемость процессами теплоснабжения промзоны непосредственно персоналом котельной и отсутствие зависимости от дисциплины потребителей;
- наличие электрической энергии (мощности) на котельной.

Отрицательный фактор – необходимость разработки и согласования проектной документации.

Как указывалось ранее, на ЗАО «Форд» нагрузка в течение суток 21 января колебалась от 3 до 6,8 Гкал/ч, расход теплоносителя – 240-250 м³/ч. Уменьшение в

потреблении тепловой энергии в вечернее и ночное время в 2,3 раза. При установке регулятора расхода в вечернее и ночное время расход теплоносителя на ЗАО «Форд» уменьшится до 100 м³/ч, т.е. на величину около 150 м³/ч.

В этом случае расход теплоносителя на котельной в аналогичной ситуации также будет колебаться от 900 до 1050 м³/ч. Это приведет к внутрисуточным изменениям давления в магистральной теплотрассе на величину более 1 кгс/см².

При этом, «Русский дизель» подключен по элеваторной схеме теплоснабжения и превышение давления теплоносителя на входе в элеваторный узел нежелательно.

2.3. Для предотвращения колебаний давления в магистральной теплотрассе, предлагается установка частотного регулятора на сетевых насосах, и реализация алгоритма автоматического поддержания давления на выходе из котельной на основе частотного регулирования.

Это дополнительно позволит:

- автоматически, а не вручную, за счет клиновой задвижки после сетевого насоса, управлять режимами работы котлов и сетей;
- снизить нагрузки на сетевых насосах, потребление электрической энергии сетевыми насосами на 20-30%.

2. 4. Для регулирования теплового и материального баланса теплоносителя на котлах выполнить мероприятия по восстановлению системы рециркуляции на котлах КВГМ – 50- 150. Это также позволит автоматически поддерживать необходимый расход теплоносителя через котлы КВГМ-50-150.

В результате выполненных мероприятий температура обратной воды из промзоны и на котельной не будет превышать параметры температурного графика, что позволит поднять температуру сетевой воды на выходе из котельной до необходимых величин с целью полного обеспечения тепловой энергией всех присоединенных потребителей.

Комплекс мероприятий по пунктам 2.1. - 2.4. позволит обеспечить выдачу тепловой энергии в большем объеме при соблюдении гидравлических режимов работы тепловых сетей.

2.5. Варианты решений по гидравлическим режимам работы тепловых сетей, обеспечению тепловой энергией жилых домов №1 и 6 в квартале 6 МКР «Южный» ОАО «ГСК» и муниципального детского сада (ЗАО «ДСК Блок»), присоединяемого к ЦТП.

Произведены гидравлические и тепловые расчеты режимов работы тепловых сетей по данным Договорных нагрузок присоединенных и перспективных потребителей, предоставленных ОАО «ВТС» и полученных на основании замеров, выполненных 21 января и 25 марта 2015 года.

Анализ полученных данных приведен в разделе 1.

На основе полученных данных необходимо отметить следующее:

1. По данным ОАО «ВТС» существующие нагрузки:- общая подключенная мощность потребителей с учетом ГВС среднего – 74,8 Гкал/ч, с ГВС максимального – 86,4 Гкал/ч.

В том числе:

- подключенная мощность потребителей промзоны с учетом ГВС среднего – 43 Гкал/ч, с учетом ГВС макс. – 44 Гкал/ч;

- подключенная мощность потребителей в сторону МКР «Южный» с учетом ГВС среднего – 31,7 Гкал/ч, с учетом ГВС макс – 42,4 Гкал/ч.

Общая перспективная нагрузка – с учетом ГВС среднего – 44,4 Гкал/ч, с учетом ГВС макс. – 47,1 Гкал/ч. Общая нагрузка - с учетом ГВС среднего – 119,19 Гкал/ч, с учетом ГВС макс. – 133,543 Гкал/ч.

Из этих нагрузок можно исключить нагрузки ООО «Константа Девелопмент» поскольку для этих целей будет построена отдельно система теплоснабжения непосредственно от 17 котельной и ОАО «ВТС» определится с необходимым комплексом мероприятий на 17 котельной и тепловой сети для данного потребителя.

Также не вызывает сомнений возможность обеспечения теплоснабжения перспективных потребителей промзоны.

2. Общая перспективная нагрузка в сторону МКР «Южный» составит с учетом ГВС среднего – 9,2 Гкал/ч, с учетом ГВС макс. – 11,815 Гкал/ч. Общая нагрузка - с учетом ГВС среднего – 40,9 Гкал/ч, с учетом ГВС макс. – 54,22 Гкал/ч.

На момент проведения замеров с января 2015 года в перспективные нагрузки включены существующие нагрузки жилых домов 3 квартала поз 12-15, имеющие тепловую нагрузку с учетом ГВС среднего – 2,435 Гкал/ч, с учетом ГВС максимального – 3,239 Гкал/ч.

От собственных источников предусматривается теплоснабжение жилых домов ОАО «ГСК» 4кв. корп. 1 с ФОК и 6 кв. корп. 2 с ДОО, имеющие тепловую нагрузку с учетом ГВС среднего – 4,016 Гкал/ч, с учетом ГВС максимального – 5,121 Гкал/ч.

Тогда перспективная тепловая нагрузка в сторону МКР «Южный» составит:

- жилые дома 6 кв. корп. 1, 6. имеющие тепловую нагрузку с учетом ГВС среднего – 2,413 Гкал/ч, с учетом ГВС максимального – 3,022 Гкал/ч;

- ЗАО «ДСК Блок», присоединенный к ЦТП, имеющий тепловую нагрузку с учетом ГВС среднего – 0,336 Гкал/ч, с учетом ГВС максимального – 0,433 Гкал/ч;

Итого общая перспективная тепловая нагрузка в сторону МКР «Южный» - с учетом ГВС среднего – 2,749 Гкал/ч, с учетом ГВС максимального – 3,455 Гкал/ч.

Тогда общие существующие тепловые нагрузки **от котельной до УП-1** с учетом ГВС среднего – $74,769 + 2,435 = 77,204$ Гкал/ч, с учетом ГВС максимального – $86,4 + 3,239 = 89,639$ Гкал/ч.

Общая существующая тепловая нагрузка в сторону МКР «Южный» с учетом ГВС среднего $31,702 + 2,435 = 34,137$ Гкал/ч, с учетом ГВС максимального – $42,407 + 3,239 = 45,646$ Гкал/ч

Суммарная тепловая нагрузка в сторону МКР «Южный» (существующая + перспектива) с учетом ГВС с учетом ГВС среднего $34,137 + 2,749 = 36,886$ Гкал/ч, с ГВС максимального – $45,646 + 3,455 = 49,101$ Гкал/ч

Исходя из изложенного в пункте 2.5, возможны следующие решения.

Вариант 1. Строительство повысительной насосной станции (ПВС)

Без изменения перепада давлений теплоносителя на котельной для существующих (договорных) тепловых нагрузок и перспективных нагрузок (жилые дома ОАО «ГСК» кв. 6 корп. 1,6 и ЗАО «ДСК Блок» (муниципальный детский сад), подключаемый к ЦТП выполненные расчеты показали необходимость установки насосной станции с 3 сетевыми насосами общей электрической мощностью 74 кВт.

21 января расход сетевой воды на котельной составлял 1056 т/ч, для обеспечения существующих и перспективных нагрузок потребителей (без ООО «Константа Девелопмент) требуемый расход сетевой воды составит 1250 т/ч, т.е. увеличится примерно на 200 т/ч по сравнению с данными от 21 января 2015 года.

При этом при температурном графике 110/70 дополнительно к 44 Гкал/ч добавится 6 Гкал/ч и общая тепловая мощность на выходе из котельной составит 50 Гкал/ч, что не обеспечивает 77 Гкал/ч существующих (договорных) нагрузок.

Будет дополнительный расход электрической энергии на повысительной насосной станции и «зажатый» сетевой насос на котельной.

Поэтому котельное оборудование придется переводить на температурный график 150/70. Но без выполнения мероприятий по регулированию промзоны фактически иметь температуру сетевой воды выше 115°C невозможно и мы возвращаемся к перечню мероприятий по п. 2.1 -2.4.

Вариант 2. Без строительства повысительной насосной станции

Подвариант 2.1. Гидравлический расчет выполнен с учетом фактических расходов сетевой воды и нагрузок, а также перспективных тепловых нагрузок ОАО «ГСК» (жилые дома кв. 6 корп. 1 и 6) и ЗАО «ДСК Блок».

Гидравлический расчет выполнен на основе данных замеров нагрузок 21 января и 25 марта 2015 года с пересчетом на температуру наружного воздуха - -26°C (анализ приведен в разделе 1). Для обеспечения требуемого расхода теплоносителя необходимо иметь параметры воды на входе в котельную – $2,0 \text{ кгс/см}^2$, на выходе из котельной – $10,0 - 10,5 \text{ кгс/см}^2$, перепад давлений $8,0-8,5 \text{ кгс/см}^2$.

В этом случае необходимость в повысительной насосной станции отсутствует.

Подвариант 2.2. Гидравлический расчет выполнен с учетом существующих (договорных) тепловых нагрузок потребителей котельной №17 и перспективных тепловых нагрузок ОАО «ГСК» (жилые дома кв. 6 корп. 1 и 6) и ЗАО «ДСК Блок».

При этом для обеспечения требуемого расхода теплоносителя расчетно потребовалось увеличить перепад давлений теплоносителя на выходе из котельной и

входе в котельную до 10,8 кгс/см², обеспечив параметры воды на входе в котельную – 2,0 кгс/см², на выходе из котельной – 12,8 кгс/см².

Как следует из приведенных подвариантов необходимость поддерживать на выходе из котельной давление сетевой воды - 12,8 кгс/см² практически отсутствует, так как такие нагрузки фактическими замераами не подтверждены. На выходе из котельной достаточно иметь давление сетевой воды – 10,0 – 10,5 кгс/см², но при этом возможность обеспечения тепловых нагрузок существующих (договорных) и перспективных имеется за счет поднятия давления до 12,8 кгс/см².

Таким образом, с реализацией мероприятий по п. 2.1 – 2.4. возможно обеспечение существующих (договорных) и перспективных тепловых нагрузок потребителей, в том числе жилых домов квартала 6 поз. 1 и 6 и муниципального детского сада, присоединенных к котельной №17, без строительства повысительной насосной станции.

В таблице приведено сравнение двух предложенных вариантов мероприятий на 2 листах.

Генеральный директор
ООО «ИЦ ЭнергопромПроект»

Генеральный директор
ОАО «ГлавСтройКомплекс»

И.А. Верemenko

Н.И. Пасяда



**Сравнение вариантов предложений по реконструкции системы теплоснабжения
«Котельная №17 – МКР «Южный» - «Промышленная зона кирпичного завода»**

Критерии	Вариант 1		Вариант 2	
	реализация мероприятий по п. 2.1.- 2.4.		Строительство повысительной насосной станции	
1	2		3	
Разработка проектной документации	Требуется разработка рабочей документации в рамках технического перевооружения котельной №17 и ИТП потребителей		Требуется разработка полного комплекта проектной и рабочей документации с прохождением Госэкспертизы.	
Необходимость выделения земельного участка	Не требуется		Требуется	
Получение технических условий на технологическое присоединение к электрическим сетям	Не требуется, за счет имеющейся мощности на котельной №17		Требуется	
Оплата технологического присоединения к электрическим сетям	Не требуется, за счет имеющейся мощности на котельной №17		4-5 млн.рублей ориентировочно. Поскольку ПВС будет размещена в районе УТ-5 размер стоимости может составить 8 млн.рублей и более (зависит от точки присоединения к электрическим сетям).	
Сроки реализации мероприятий	Разработка рабочей документации 2 мес. Реализация мероприятий – до 3 мес. Часть мероприятий можно совмещать. Разрешение на строительство не требуется. Реализация мероприятий возможна летом 2015 года		Получение и оформление на отдельный кадастр земельного участка под ПВС, проведение изысканий, разработка проектной документации, по разработанному в проектной документации электрическим нагрузкам и наличию земельного участка – обращение в сетевую организацию для получения ТУ на технологическое присоединение к электрическим сетям. Разработка проекта внешнего электроснабжения ПВС. Прохождение государственной экспертизы. Строительно-монтажные работы можно проводить только в летнее время. Из приведенного перечня следует, что в 2015	

Стоимость работ по выполнению мероприятий (ориентировочная)	Обследование и разработка проектной (рабочей) документации – 1,7 млн. рублей с НДС Установка группового частотного регулятора – на сетевые насосы ориентировочно – до 13 млн. рублей с НДС. Восстановление линий рециркуляции котлов КВГМ-50-150 до 2 млн. рублей с НДС. Установка регулятора расхода на ЗАО «Форд» - за счет средств ЗАО «Форд» или до 1,0 млн. рублей вне территории ЗАО «Форд» с НДС. Итого: до 17,7 млн. рублей с НДС (не более).	году - возможна разработка проектной документации, а в 2016 году – строительными монтажные работы От 19 млн. рублей с НДС и более
Надежность и качество теплоснабжения потребителей,	Решается, увеличивается отпуск тепловой энергии потребителям МКР «Южный», а, следовательно, доходы предприятия	Не решается без реализации других мероприятий
Последствия реализации мероприятий в эксплуатации	Автоматизированное управление котельным оборудованием и работой тепловых сетей. Снижаются нагрузки на сетевые насосы и их износ. Экономия электрической энергии на сетевом насосе при установке частотного регулирования составит 20-30%, что составит 3- 4 млн. рублей в год.	Ручное управление режимами работы котлов и сетей при помощи одной клиновой задвижки после сетевого насоса. Сохраняется повышенные нагрузки на сетевые насосы и износ. Увеличивается потребление электрической энергии за счет работы повысительной насосной станции.