УДК 697.34

В.В. АВИНОВ, ассистент кафедры ТЭС (СамГТУ)
г. Самара

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ТОЛЬЯТТИНСКОЙ ТЭЦ

Тольяттинская ТЭЦ (ТоТЭЦ) является одним из основных источников отпуска тепловой энергии с горячей водой городу для отопления и горячего водоснабжения жилых районов и предприятий.

Сотрудниками СамГТУ совместно со специалистами ПТО ТЭЦ были проведены исследования магистральной (внутристанционной) тепловой сети и сети собственных нужд ТоТЭЦ.

Цель исследования заключалась в том, чтобы с помощью компьютерной модели оптимизировать режимы их работы.

На первом этапе была поставлена задача по оценке потенциальных возможностей работы магистральной (внутристанционной) тепловой сети ТоТЭЦ. Необходимость такой оценки связана с перспективным увеличением ее тепловой нагрузки в ближайшем будущем [1].

На втором этапе исследования было необходимо оценить состояние тепловой сети собственных нужд ТоТЭЦ [2]. Так как расход сетевой воды на собственные нужды отличается от нормативного расхода в несколько раз.

Тепловая нагрузка ТоТЭЦ, вместе с пиковыми водогрейными котлами (ПВК), исходя из температурного графика 150/70 ^{0}С составляет 872 Гкал/ч, при этом нагрузка, приходящаяся на бойлерные установки, равна 654 Гкал/ч при нагревании воды в бойлерных установках на Δt=60 ^{0}С. Расход сетевой воды при расчете по базовому варианту равен 10900 т/ч, из них 900 т/ч – на собственные нужды.

Горячая вода отпускается потребителям по трем прямым магистралям и возвращается на ТЭЦ соответственно по трем обратным магистралям: I – Восток (Восточная магистраль); II – Город (Северо-западная магистраль); III – Завод (см. рис.1).

На каждой магистрали на выходе с площадки ТоТЭЦ на отметках 4 м установлены тепловые пункты: ТП 3 – на Восточной магистрали; ТП 4 – на Северо-западной магистрали и ТП 1 – на заводской магистрали. Кроме того, существует два отбора сетевой воды на собственные нужды: на подающем трубопроводе ПСН 1, ПСН 2; на обратном – ОСН 1, ОСН 2. На подающем и обратном трубопроводах в каждом тепловом пункте измеряются расход, давление и температура сетевой воды.

Тепловые сети города Тольятти от ТоТЭЦ работают по закрытой схеме. Для покрытия теплофикационной нагрузки на ТоТЭЦ установлено 6

бойлерных установок, включающих 5 бойлеров ПСВ-500, 2 - ПСГ-1300, 5 - ПСГ-2300 и 6 ПВК типа ПТВМ-100. Для осуществления циркуляции сетевой воды в турбинном цехе ТоТЭЦ установлены 8 сетевых насосов 1-го подъема и 12 сетевых насосов 2-го подъема производительностью 1000 т/ч (4 шт.) и 2500 т/ч (16 шт.).

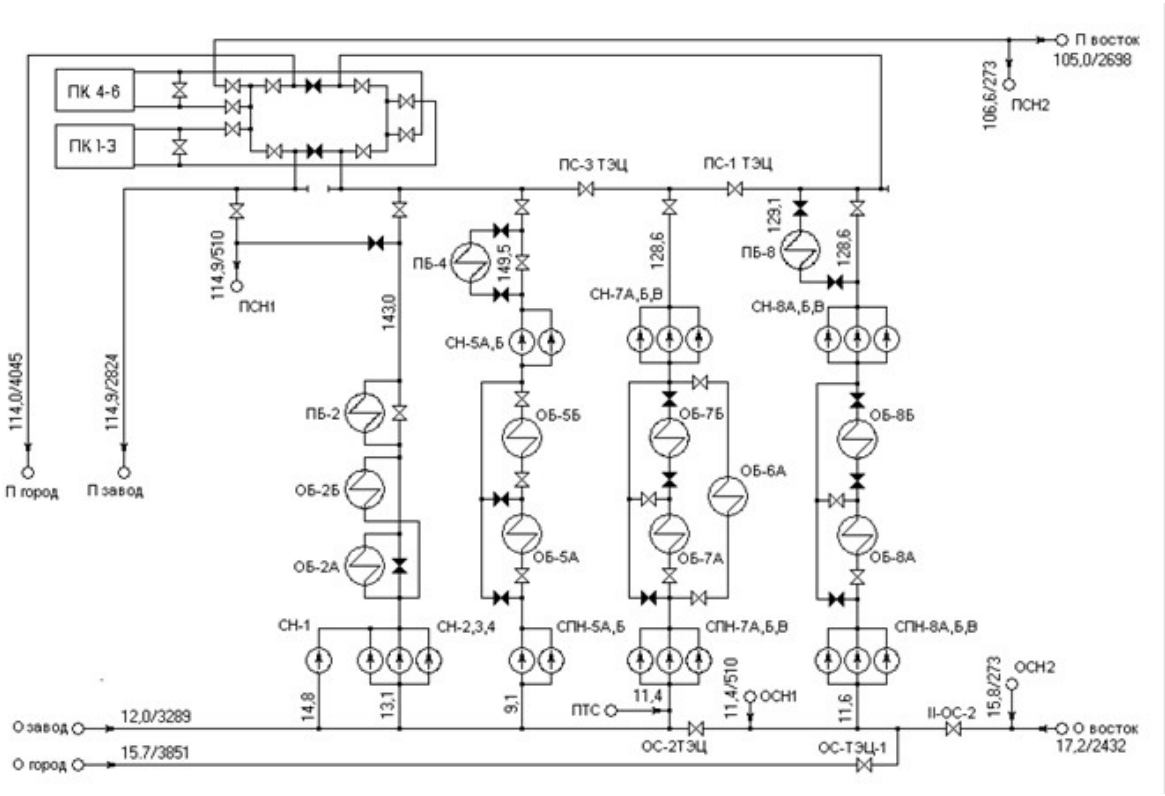

Рис. 1. Схема магистральной (внутристанционной) тепловой сети ТоТЭЦ: ПК - пиковые водогрейные котлы; ОБ - основные бойлера; ПБ - пиковые бойлера; СПН - сетевые насосы 1-го подъема; СН - сетевые насосы 2-го подъема; П - подающая магистраль; О - обратная магистраль; цифрами через дробь указаны напор (м вод. ст.) и расход ($м^3$/ч) сетевой воды.

Бойлерные установки ТГ-2 (БУ-2), ТГ-5 (БУ-5) и ТГ-8 (БУ-8) включают по два основных бойлера типа ПСВ-500-14-23, ПСГ-1300-3-8-2, ПСГ-2300-2-8 соответственно ОБ-2А, Б; ОБ-5А, Б; ОБ-8А, Б и по одному пиковому бойлеру типа ПСВ-500-14-23 ПБ-2, ПБ-4 и ПБ-8 (см. рис. 1). Пиковый бойлер ПБ-4 по сетевой воде относится к турбине ст. № 5, а по греющему пару – к турбине ст. № 4. Бойлерная установка ТГ-7 (БУ-7) включает два основных бойлера типа ПСГ-2300-3-8 ОБ-7А, Б, а бойлерная установка ТГ-6 (БУ-6) – один основной бойлер типа ПСГ-2300-3-8-2 ОБ-6А.

Сетевые насосы бойлерной установки ТГ-2 включают 2 насоса типа 10 НМК х 2 и 2 насоса типа ЦН-1000-180, соответственно СН-1, 2 и СН-3, 4. Бойлерная установка ТГ-5 включает 2 сетевых насоса 1-го подъема типа СЭ-2500-60-11 и 2 сетевых насоса 2-го подъема типа СЭ-2500-180-10, соответственно СН I-5А, Б и СН II-5А, Б. Бойлерная установка ТГ-7 включает 3 сетевых насоса 1-го подъема типа 20 НДС и 3 сетевых насоса 2-го

подъема, из которых 2 типа СЭ-2500-180-25 и один типа 18 СД-13-1, соответственно СН I-7А, Б, В; СН II-7А, Б и СН II-7В. Бойлерная установка ТГ-8 включает 3 сетевых насоса 1-го подъема типа 20 НДС и 3 сетевых насоса 2-го подъема типа 18 СД-13-1, соответственно СН I-8А, Б, В и СН II-8А, Б, В. На рисунке 1 обратная магистраль отделена от подающей, в действительности они проложены рядом, на одной эстакаде.

Особенностью магистральной (внутристанционной) тепловой сети ТоТЭЦ является нерациональное расположение и запутанность обвязки трубопроводов в районе ПВК, зауженность диаметров ряда трубопроводов и др., что обусловлено постепенным вводом мощностей станции.

Система теплоснабжения собственных нужд ТоТЭЦ строилась без разработки специального проекта. Первоначально теплоносителем в системе являлся отработавший в турбинах пар. Позже, по мере увеличения количества потребителей и одновременного сокращения мощности работающих котлов использовать в качестве теплоносителя пар стало не экономично, так как доля его расхода на собственные нужды значительно возросла и система была переведена на водяное теплоснабжение.

К тепловым сетям собственных нужд присоединено около 70 потребителей. Система теплоснабжения закрытого типа, тупиковая. Сетевая вода требуется в основном для отопления зданий и в меньшей степени для систем вентиляции и горячего водоснабжения.

В настоящее время система теплоснабжения разделена на несколько самостоятельных контуров, которые работают независимо один от другого. Каждый из контуров присоединен к магистральным (внутристанционным) тепловым сетям ТЭЦ. Таким образом, расход тепла на собственные нужды является составной частью тепла, вырабатываемого станцией в теплофикационном цикле.

Системы горячего водоснабжения всех производственных помещений и зданий подсоединены по закрытой схеме через скоростные водоводяные теплообменники (бойлера), которые установлены в тепловых пунктах этих зданий, всего установлено 29 теплообменников.

Отопительные приборы, установленные в главном корпусе и в других производственных помещениях, представляют собой в основном регистры, выполненные из гладких труб разных диаметров (от 40 до 200 мм), а также из отдельных секций трубных пучков подогревателей высокого давления турбин. Регистры в ряде случаев соединены между собой параллельно, что обусловливает пониженные гидравлические сопротивления системы отопления и избыточный расход воды при отсутствии контроля ее расхода. Некоторые из отапливаемых помещений оборудованы элеваторными узлами.

Поскольку проекта на тепловую сеть собственных нужд не существует, было проведено ее обследование. На основании полученных данных уточнена принципиальная схема тепловой сети собственных нужд, со-

ставлена схема трассировки ее трубопроводов, а также номенклатура потребителей и их расположение на территории станции, длины и диаметры подводящих трубопроводов. Местные системы отопления большинства объектов выполнены без проекта, гидравлические и теплотехнические характеристики их неизвестны. Элеваторными узлами оборудована лишь часть отапливаемых зданий.

Поэтому были проведены экспериментальные замеры основных режимных параметров работы тепловой сети собственных нужд (давления, расхода и температуры теплоносителя).

Для исследования гидравлических и тепловых режимов работы тепловых сетей ТоТЭЦ была построена ее компьютерная модель, включающая графическую схему соединения и базу данных, в которой хранится полная информация об элементах сети. Модель позволяет воспроизводить различные варианты работы тепловых сетей, как по составу задействованного оборудования, так и при различных исходных данных режимного характера. Задача гидравлического расчета тепловых сетей ТоТЭЦ заключалась в определении расходов и давлений по всем участкам и узловым точкам схемы и затрат электроэнергии на перекачку жидкости.

Расчетная информация позволяет выполнять детальный анализ состояния системы и оценивать влияние любого параметра на это состояние. Полученное в результате гидравлического расчета потокораспределение является основой тепловых расчетов и определения температуры воды в любой точке системы, в том числе и с учетом потерь в окружающую среду. Компьютерная модель может быть адаптирована для расчета и других распределительных трубопроводных систем практически любой сложности.

Для идентификации компьютерной модели были использованы результаты натурных измерений параметров работы тепловых сетей ТоТЭЦ (расходов, давлений и температур воды в различных точках). За основу был взят зимний режим работы тепловых сетей, по которому имеется наибольшая информация в части давлений и расходов сетевой воды на различных участках схемы. В процессе идентификации модели в соответствии с данными прямых измерений корректировались гидравлические характеристики некоторых элементов тепловых сетей, что позволило реальный режим с максимально возможным приближением воспроизвести на компьютерной модели.

Погрешность моделирования определялась путем сопоставления опытных данных с результатами расчетов на компьютерной модели и составляет 2÷5 %, и в основном определяется точностью задания исходных данных, которые были получены в реальных условиях работы тепловых сетей.

Выводы:

1. Разработана компьютерная модель внутристанционных тепловых сетей Тольяттинской ТЭЦ, включающая графическую схему соединения

элементов сети и базу данных, в которой хранится полная информация об элементах сети.

2. Модель позволяет воспроизводить различные варианты работы тепловых сетей, как по составу задействованного оборудования, так и при различных исходных данных режимного характера и может быть адаптирована для расчета и других распределительных трубопроводных систем практически любой сложности. На основе экспериментальных данных по ряду режимов работы произведена идентификация компьютерной модели тепловых сетей ТоТЭЦ и уточнены гидравлические характеристики ее основного оборудования – сетевых подогревателей, пиковых котлов, сетевых насосов 1-го и 2-го подъема.

3. На компьютерной модели выполнены исследования режимов работы магистральной (внутристанционной) тепловой сети ТоТЭЦ при увеличении ее тепловой мощности. Выполнен анализ результатов численных расчетов режимов работы тепловой сети на ПЭВМ и разработаны варианты реконструкции существующей схемы тепловой сети. Предложено несколько режимов работы тепловой сети с увеличенными тепловыми нагрузками различных по составу работающего оборудования (насосов и сетевых подогревателей), при которых обеспечиваются заданные параметры на тепловыводах ТЭЦ и удовлетворяются нормативные требования.

4. С целью упорядочения учета потребления тепла на собственные нужды предлагается вариант реконструкции схемы тепловой сети собственных нужд ТоТЭЦ.

5. По результатам проведенных исследований проанализированы основные показатели работы тепловой сети собственных нужд ТоТЭЦ – общие затраты тепла и сетевой воды, а так же гидравлический и температурный режимы ее работы. Так же была определена затрачиваемая мощность на перекачку воды на собственные нужды ТоТЭЦ.

Список литературы:

1. А. А. Кудинов, В. В. Авинов, С. К. Зиганшина. Исследование режимов работы внутристанционной тепловой сети Тольяттинской ТЭЦ // Электрические станции. - 2006. - №4. - С. 27-32.

2. А.А. Кудинов, В.В. Авинов. Исследование режимов работы теплосети Тольяттинской ТЭЦ // XIV Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии». Томск, 2008. Т. 3. С. 318-320.