

УДК 621.165

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ТЭС И СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В.И. Шарапов

vlad-sharapov2008@yandex.ru

ФГБОУ ВПО Ульяновский государственный технический университет

Ключевые слова: тепловые электростанции, закрытые системы теплоснабжения, теплообменные аппараты, гидравлическая плотность, автоматический контроль жесткости конденсата и сетевой воды.

Аннотация

Показано, что для обеспечения надежной и экономичной работы тепловых электростанций необходимо обеспечение непрерывного оперативного автоматического контроля важнейших показателей водно-химического режима турбоустановок, прежде всего, - жесткости потоков конденсата, образующих питательную воду котлов. Разработаны и успешно освоены в промышленной эксплуатации технологии приборного мониторинга параметров водно-химического режима турбоустановок. Показано, что надежность и экономичность закрытых систем теплоснабжения существенно зависит от герметичности подогревателей горячего водоснабжения. Насыщение сетевой воды коррозионно-агрессивными газами и солями жесткости происходит из-за неплотностей в водоводяных подогревателях, через которые в систему поступает недеаэрированная и жесткая водопроводная вода. Приведены зависимости поступающих в тепловые сети растворенного кислорода и солей жесткости от величины присосов сырой воды. Предложены технологии, позволяющие надежно защитить системы теплоснабжения от присосов сырой водопроводной воды. Основная особенность разработанных технологий заключается в автоматическом контроле жесткости сетевой воды после подогревателей горячего водоснабжения.

Гидравлическая плотность теплообменных аппаратов конденсатно-питательного тракта тепловых электростанций и подогревателей горячего водоснабжения (ГВС) закрытых систем теплоснабжения в значительной мере определяет надежность и энергетическую эффективность теплофикационных систем. Попадание жесткой воды в конденсатно-питательный тракт при разгерметизации конденсаторов, сетевых подогревателей и других теплообменников паротурбинных установок приводит к аварийным остановам паровых котлов. При разгерметизации подогревателей ГВС в закрытых системах теплоснабжения происходит переток жесткой и недеаэрированной водопроводной

воды в теплосеть, вызывающий интенсивную внутреннюю коррозию элементов систем теплоснабжения, а также накипеобразование и ухудшение теплообмена в водогрейных котлах и сетевых подогревателях.

В настоящей статье рассмотрим способы определения разгерметизации теплообменных аппаратов тепловых электростанций и закрытых систем теплоснабжения.

Контроль плотности теплообменных аппаратов паротурбинных установок

В один из первых дней моей работы в качестве главного инженера тепловой электростанции произошла авария, при которой одновременно вышли из работы почти все котлы станции.

Сменная лаборантка химического цеха в эти злополучные сутки сделала необходимые ночные анализы. Поскольку все результаты были в пределах нормативов, она решила поспать до утра. Утром переписала в суточную ведомость ночные результаты и благополучно сдала смену. Через полчаса после начала дневной смены стали один за другим аварийно останавливаться энергетические котлы из-за свищей и порывов экранных труб. Первые же анализы показали, что деаэраторы питательной воды заполнены почти сырой водой, которая и стала причиной быстрого накипеобразования и пережога экранных труб котлов. Как выяснилось далее, жесткость в питательную воду попала из конденсатора одной из турбин, в котором порвалась латунная трубка, и жесткая циркуляционная вода стала поступать в конденсатно-питательный тракт станции.

Этот случай запомнился на всю жизнь и пришло понимание, что так быть не должно, не может благополучие большой электростанции зависеть от нерадивости одного работника.

Магистральный путь повышения надежности водно-химического режима тепловых электростанций связан с автоматизацией оперативного контроля, непрерывным мониторингом показателей этого режима. Этим перспективным направлением занимаются многие научные школы и научно-производственные предприятия. Существенный вклад внесен Л.М. Живиловой и ее коллегами [1]. Давно и успешно занимаются автоматизацией контроля процессов водоподготовки в Ивановском государственном энергетическом университете. Отечественные предприятия, среди которых особо отмечу нижегородский «ВЗОР», выпускают в последние годы достаточно надежную аппаратуру для контроля параметров водно-химического режима. Благодаря «ВЗОРу» на Сормовской ТЭЦ создана уникальная система автоматического контроля показателей водно-химического режима [2].

Эта тематика занимает важное место и в деятельности Научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки» УлГТУ (НИЛ ТЭСУ УлГТУ). Одно из направлений работы НИЛ ТЭСУ УлГТУ можно сформулировать как создание технологий мониторинга показателей водно-химических режимов турбоустановок тепловых электростанций и систем теплоснабжения. Режимы работы турбоустановок в большинстве случаев определяют надежность и безопасность котельного оборудования, а также надежность и экономичность всей электростанции.

В первую очередь наши работы были направлены на решение весьма актуальной для многих электростанций страны проблемы герметичности вакуумных систем турбоустановок. От решения этой проблемы существенно зависит энергетическая эффективность работы теплообменного оборудования турбоустановок и эффективность предотвращения внутренней коррозии конденсатно-питательного тракта. Существующие методы определения мест присосов воздуха в конденсаторы и другие элементы вакуумных систем были трудоемки и неэффективны.

Новые возможности в решении этой проблемы открылись в связи с разработкой и серийным выпуском отечественных кислородомеров [3]. В нашей лаборатории разработаны технологии мониторинга герметичности вакуумных систем турбоустановок [4-7], позволяющие осуществлять непрерывный приборный контроль мест присосов воздуха с помощью многоканальных кислородомеров.

Благодаря оперативности обнаружения мест присосов воздуха разработанные технологии мониторинга герметичности вакуумных систем [4-7] в настоящее время получили достаточно широкое распространение на тепловых электростанциях.

Однако еще более важной проблемой является обеспечение надежности тепловых электростанций, которая в значительной мере зависит от гидравлической плотности теплообменников, работающих на нагреваемом и охлаждаемом теплоносителях с различной жесткостью и солесодержанием. Описанный в начале статьи аварийный случай как раз был связан с разгерметизацией трубной системы конденсатора турбины, в результате чего охлаждающая речная вода с очень высокой жесткостью попала в паровое пространство конденсатора и далее в конденсатно-питательный тракт электростанции.

В основу технологии автоматического мониторинга гидравлической плотности теплообменников турбоустановок [8,9] нами положен тот же принцип, что и в технологиях оперативного контроля герметичности вакуумных систем [4-7]: измерение показателя в основных потоках конденсата, составляющих питательную воду. Для определения мест присосов жесткости в тракт питательной воды используют кондуктометры, датчиками которых измеряют уровень жесткости в конденсате теплообменников, в которых нагреваемой или охлаждаемой средой служит вода с жесткостью, превышающей нормативную жесткость питательной воды котлов, а места присосов жесткости определяют по абсолютным величинам показаний датчиков кондуктометров и по разности этих показаний. Наиболее рационально для определения мест присосов жесткости в тракт питательной воды использовать многоканальный кондуктометр, на который подают сигналы от датчиков.

Один из вариантов реализации решений [8,9] представлен на рис. 1.

На схеме рис.1. датчики жесткости установлены на трубопроводе основного конденсата турбины после конденсатора, а также на конденсатопроводах сетевых подогревателей. Такие датчики могут устанавливаться и на конденсатопроводах других теплообменников, например, подогревателей подпиточной воды теплосети перед деаэраторами.

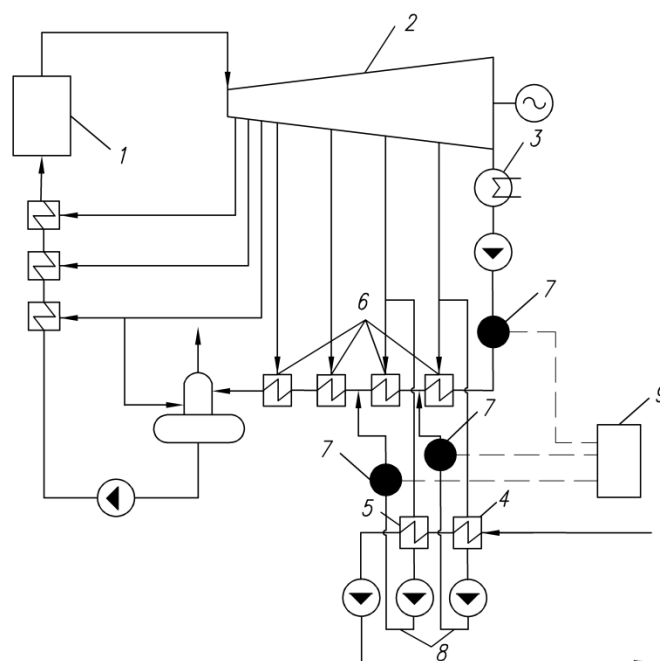


Рис. 1. Принципиальная схема ТЭЦ с автоматическим мониторингом гидравлической плотности теплообменников турбоустановки: 1 – котел; 2 – теплофикационная турбина; 3 – конденсатор; 4, 5 – сетевые подогреватели; 6 – регенеративные подогреватели низкого давления; 7 – датчики жесткости конденсата; 8 – конденсаторопроводы сетевых подогревателей; 9 - кондуктометр

Технология [8,9] позволяет гарантированно повысить надежность тепловых электростанций за счет повышения оперативности обнаружения и устранения мест присосов жесткости в цикл питательной воды котлов.

Контроль плотности подогревателей ГВС в закрытых системах теплоснабжения

Надежность, экономичность и срок службы тепловых сетей существенно зависят от интенсивности внутренней коррозии, которая определяется количественным содержанием коррозионно-агрессивных газов (O_2 , CO_2) в сетевой воде.

В большинстве закрытых систем главной причиной повышения интенсивности внутренней коррозии является ухудшение водно-химического режима из-за присосов сырой воды в теплотрассу [10]. Этот фактор необходимо учитывать как первостепенный при анализе водно-химических режимов и разработке противокоррозионных мероприятий для закрытых систем. К сожалению, в настоящее время при анализе коррозионной повреждаемости тепловых сетей нередко недооценивается влияние присосов сырой воды на этот

процесс: интенсивность внутренней коррозии обычно связывается лишь с качеством обработки подпиточной воды, что справедливо только для открытых систем теплоснабжения.

Попадание сырой воды в теплосеть приводит также к значительному снижению надежности и экономичности систем теплоснабжения из-за повышения жесткости сетевой воды и накипеобразования в теплогенерирующем оборудовании, прежде всего, - в водогрейных котлах и сетевых подогревателях.

В настоящее время проблема предотвращения присосов сырой воды в теплосеть стала особенно актуальной в связи с выходом Федерального закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О водоснабжении и водоотведении» [11], в котором содержатся существенные поправки к Федеральному закону «О теплоснабжении» [12].

В соответствии с этими поправками «С 1 января 2013 г. подключение объектов капитального строительства потребителей к централизованным открытым системам теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения, не допускается. С 1 января 2022 г. использование централизованных открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения, не допускается».

Подробный анализ нецелесообразности этих поправок был произведен нами в работе [13]. Однако закон [11] вступил в силу и при строительстве новых объектов проектировщики, строители и эксплуатационники вынуждены им руководствоваться. Рассмотрим некоторые решения, позволяющие повысить надежность и экономичность закрытых систем теплоснабжения, полный переход на которые предписан законом [11].

Основным источником присосов недеаэрированной и жесткой сырой воды в закрытых системах теплоснабжения являются неплотности подогревателей местных установок горячего водоснабжения. Наличие присосов сырой воды в систему приводит к снижению организованной подпитки теплосети деаэрированной водой на теплоисточниках. В некоторых обследованных системах присосы сопоставимы с расходом подпиточной воды. Поскольку содержание кислорода в сырой воде в 100 – 1000 раз больше, чем в подпиточной, то даже небольшие присосы сырой воды приводят к недопустимому насыщению сетевой воды кислородом. Кроме того, с присосами в систему поступает значительное количество диоксида углерода.

На рис. 1 показана зависимость между количеством поступающего в теплосеть кислорода (в процентах к расчетному) и относительным значением присосов сырой воды в систему. Количество кислорода, поступающего с расчетным расходом подпиточной воды, принято за 100 %, концентрации кислорода в подпиточной воде – 50 мг/дм³, в сырой – 8000 мг/дм³. Из рис. 2 видно, что при значении присосов, составляющем 20 % расхода подпиточной воды, в систему вносится в 33 раза больше кислорода, чем с подпиточной водой.

Для оценки состояния закрытой системы и разработки мероприятий по снижению интенсивности внутренней коррозии важно знать количество присосов сырой воды в систему.

Количество i -го коррозионно-агрессивного газа M_i (мг/ч), поступающего в теплосеть закрытой системы с гидравлическим режимом, исключаям завоздушивание обратных магистралей, можно определить из выражения

$$M_i = C_i^{\text{ПОДП}} G^{\text{ПОДП}} + C_i^{\text{ПРИС}} G^{\text{ПРИС}}, \quad (1)$$

где $G^{\text{ПОДП}}$ и $G^{\text{ПРИС}}$ – расходы подпитки теплосети и неорганизованных присосов сырой воды в систему теплоснабжения, м³/ч; $C_i^{\text{ПОДП}}$ и $C_i^{\text{ПРИС}}$ – концентрации i -го газа в подпиточной и сырой воде, мг/м³.

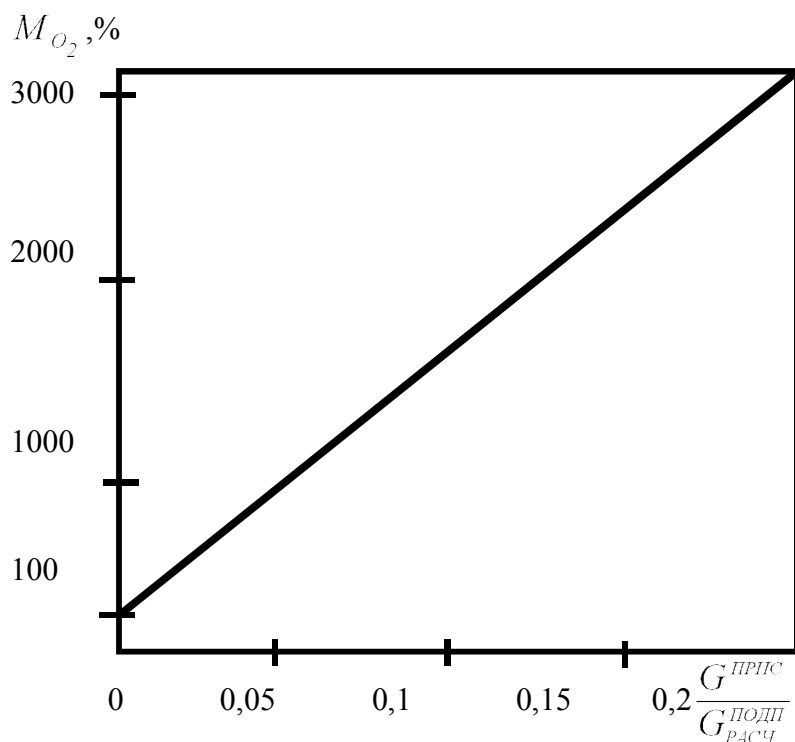


Рис. 2. Зависимость между количеством поступающего в теплосеть кислорода (в процентах к расчетному) и относительным значением присосов сырой воды в систему теплоснабжения

Однако определить расход поступающей в систему недеаэрированной воды с помощью формулы (1) по количеству вносимых с этой водой газов практически невозможно. Значительная часть кислорода и диоксида углерода успевает прореагировать с металлом трубопроводов вблизи мест присосов, поэтому концентрации O_2 и CO_2 в сетевой воде не отражают с необходимой точностью количество внесенных в систему с присосами коррозионно-агрессивных газов.

Более точно количество присосов сырой воды можно определить по изменению карбонатного индекса или жесткости сетевой воды. На рис. 3 представлена зависимость отношения карбонатных индексов сетевой и подпиточной воды от относительного значения присосов сырой воды в систему при различных соотношениях карбонатных индексов сырой и подпиточной воды; присосы можно найти по этой графической зависимости.

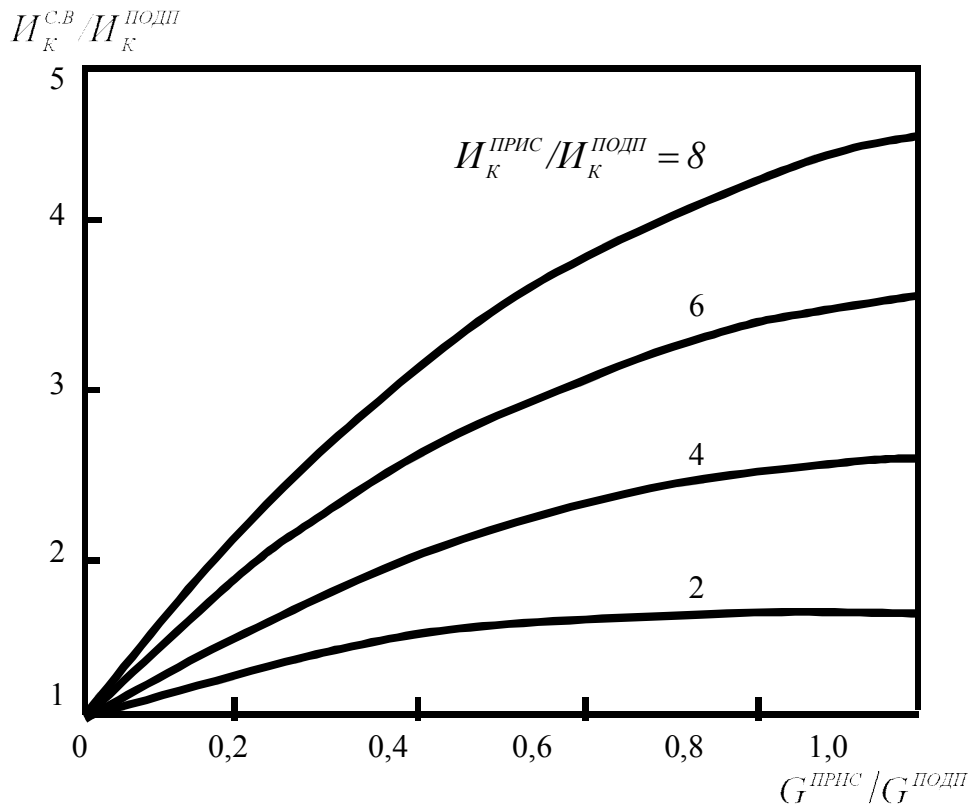


Рис. 3. Зависимость отношения карбонатных индексов сетевой и подпиточной воды от относительного значения присосов сырой воды при различных соотношениях карбонатных индексов сырой и подпиточной воды

Для определения среднего значения присосов сырой воды в систему теплоснабжения также может быть рекомендована формула

$$G^{ПРИС} = \frac{G^{ПОДП} (Ж^{С.В} - Ж^{ПОДП})}{Ж^{ПРИС} - Ж^{С.В.}}, \quad (2)$$

где $G^{ПОДП}$ – величина подпитки, м³/ч; $Ж^{С.В.}$, $Ж^{ПОДП}$, $Ж^{ПРИС}$ – жесткости сетевой, подпиточной и сырой воды, мг-эquiv/дм³. Вместо жесткости в формулу (2) можно подставить карбонатные индексы сетевой, подпиточной и сырой воды.

В отечественных закрытых системах теплоснабжения наиболее распространены водоводяные подогреватели кожухотрубного типа. Насыщение сетевой воды коррозионно-агрессивными газами и солями жесткости происходит из-за неплотностей в вальцовке и трубках этих подогревателей. Через эти неплотности в систему теплоснабжения поступает водопроводная вода. В последние годы в тепловых пунктах устанавливают компактные и более плотные подогреватели пластинчатого типа, которые, однако, также иногда подвержены разгерметизации.

Обеспечение гидравлической плотности подогревателей горячего водоснабжения, безусловное устранение попадания сырой недеаэрированной и жесткой воды в сетевую воду является важнейшим мероприятием, без выполнения которого невозможна эффективная защита системы теплоснабжения от внутренней коррозии и накипеобразования.

Опыт эксплуатации закрытых систем теплоснабжения во многих городах, в частности, в городах Донбасса, показывает, что эта задача вполне выполнима. Решающая роль в обеспечении гидравлической плотности закрытых систем теплоснабжения принадлежит тепловой инспекции предприятий тепловых сетей, которая своевременно выявляет и запрещает эксплуатацию тепловых пунктов потребителей с неплотными подогревателями горячего водоснабжения.

Проверку плотности подогревателей горячего водоснабжения в тепловых пунктах рекомендуется проводить по правилам, изложенным в «Инструкции по эксплуатации тепловых сетей» [14]. В соответствии с этой инструкцией для своевременного выявления неплотностей в теплообменных трубках (трещин, свищей, нарушений вальцовки) все водоводяные подогреватели, установленные на тепловых пунктах, кроме осмотра и опрессовки при приемке их в эксплуатацию или после ремонта подлежат проверке на плотность в эксплуатационных условиях не реже 1 раза в 4 месяца.

В последнюю четверть века в большинстве систем теплоснабжения далеко не всегда выдерживаются нормы по содержанию растворенных коррозионно-агрессивных газов в сетевой воде, что увеличивает скорость коррозии трубок, трубных досок, пластин водоводяных теплообменников и приводит к их разгерметизации. Необходима разработка дополнительных средств защиты подогревателей ГВС от присосов водопроводной воды.

Как отмечалось выше, определение мест присосов сырой воды в теплосеть легко производить по изменению жесткости сетевой воды после абонентских установок (жесткость водопроводной воды обычно значительно выше, чем у сетевой воды). Одновременно с ростом жесткости происходит увеличение содержания кислорода в сетевой воде.

В НИЛ ТЭСУ УлГТУ разработан ряд технологий защиты тепловых пунктов закрытых систем теплоснабжения от присосов сырой воды [15-20].

Основная особенность этих технологий заключается в том, что тепловой пункт снабжен датчиком жесткости воды, который фиксирует повышенную жесткость сетевой воды в случае разгерметизации подогревателей ГВС и подает оповестительный сигнал для обслуживающего персонала теплового пункта о необходимости ремонта этих подогревателей.

Для предотвращения присоса сырой воды в период после обнаружения неплотностей до ремонта подогревателя могут применяться схемы, приведенные на рис. 4.

По схеме на рис. 4 [15] датчик 5 при росте жесткости воды подает сигнал на регулятор давления, а он в свою очередь подает управляющий сигнал на регулирующий орган 7, который уменьшает давление водопроводной воды перед подогревателем горячего водоснабжения до тех пор, пока не снизится жесткость сетевой воды, вплоть до полного отключения.

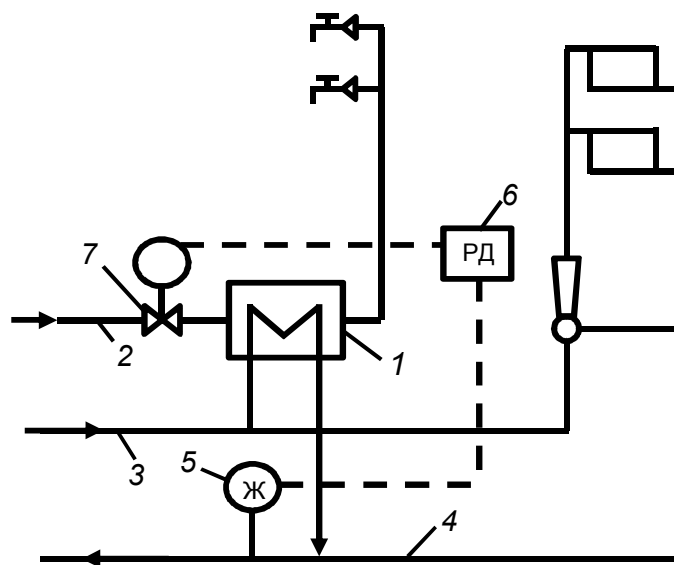


Рис. 4. Принципиальная схема теплового пункта закрытой системы теплоснабжения: 1– подогреватель горячего водоснабжения; 2– трубопровод водопроводной воды; 3– подающий трубопровод сетевой воды; 4– трубопровод обратной сетевой воды; 5 – датчик жесткости воды; 6 – регулятор давления; 7 – регулирующий орган; 8 – регулятор давления «до себя»

По второй схеме (рис. 5) [16] датчик жесткости подает сигнал на регулятор давления «до себя», который повышает давление сетевой воды, пока не снизится ее жесткость.

В качестве датчиков жесткости могут использоваться кондуктометрические солемеры общепромышленного применения, предназначенные для непрерывного контроля удельной электрической проводимости воды и определения солесодержания в водных растворах. Такие приборы используются в химических цехах тепловых электростанций для определения жесткости в конденсате пара, котловой, питательной воде.

На рынке приборов контроля воднохимического режима представлен огромный спектр кондуктометров различных марок. Приборы обеспечивают высокую точность и стабильность измерений; высокую эффективность

температурной компенсации, одинаковую точность измерений во всём температурном диапазоне; возможность настройки на любой диапазон измерений. Особенно следует отметить надежные кондуктометры, выпускаемые нижегородским предприятием «ВЗОР».

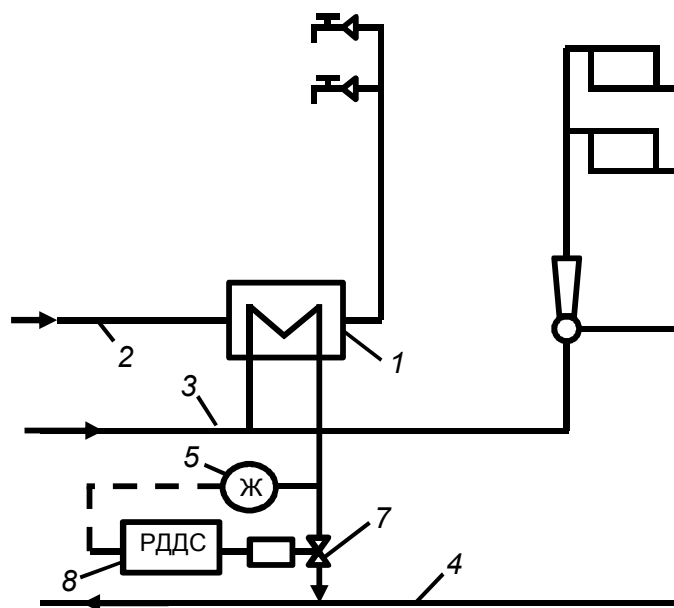


Рис. 5. Принципиальная схема теплового пункта закрытой системы теплоснабжения (обозначения см. рис.4)

Для автоматизации тепловых пунктов, схемы которых представлены на рис. 4, следует использовать контроллеры. В настоящее время на отечественном рынке имеется большой выбор контроллеров различной стоимости.

Таким образом, применение приведенных выше технических решений с использованием средств автоматизации и мероприятий по опрессовке теплообменников позволяет надежно защитить закрытую систему теплоснабжения от присосов сырой водопроводной воды, снизить интенсивность внутренней коррозии трубопроводов и оборудования теплосети.

Выводы

1. Основное направление повышения надежности воднохимического режима тепловых электростанций связано с автоматизацией оперативного контроля, непрерывным мониторингом параметров этого режима.
2. Разработаны и успешно освоены на многих тепловых электростанциях страны технологии оперативного приборного контроля герметичности вакуумных систем турбоустановок, позволившие существенно повысить энергетическую эффективность станций благодаря улучшению теплообмена

в конденсаторах, сетевых и регенеративных подогревателях, других теплообменниках, работающих под разрежением в паровой части. Кроме того, новые технологии позволили значительно повысить эффективность предотвращения внутренней коррозии конденсатно-питательного тракта турбоустановок.

3. Разработана технология автоматического мониторинга гидравлической плотности теплообменников турбоустановок, позволяющая гарантированно повысить надежность тепловых электростанций за счет оперативности обнаружения и устранения мест присосов жесткости в цикл питательной воды котлов.
4. В закрытых системах теплоснабжения насыщение сетевой воды коррозионно-агрессивными газами и солями жесткости происходит из-за неплотностей в водоводяных подогревателях, через которые в систему поступает недеаэрированная и жесткая водопроводная вода.
5. Своевременная опрессовка теплообменников ГВС и применение предложенных технологий защиты тепловых пунктов закрытых систем теплоснабжения с автоматическим контролем жесткости сетевой воды позволяет надежно защитить систему теплоснабжения от присосов сырой водопроводной воды.

Поступила 03.02.2015г.

Литература

1. Живилова Л.М., Назаренко П.М., Маркин Г.П. Автоматический контроль водно-химического режима ТЭС. М.: Энергия. 1979. 224 с.
2. Шарапов В.И. Заметки о 2-й научно-практической конференции «Теоретические и практические вопросы применения приборов контроля водно-химического режима в теплоэнергетике»// Энергосбережение и водоподготовка. 2013. № 5. С. 72,73.
3. Шарапов В.И. О применении кислородомеров при исследовании и эксплуатации теплоэнергетического оборудования // Энергосбережение и водоподготовка. 2005. № 5. С. 3-7.
4. Патент № 2237814 (Россия). МПК F 01 K 13/00. Способ работы тепловой электрической станции/ В.И. Шарапов, Е.В. Макарова// Открытия. Изобретения. 2004. № 28. Заявл. 12.05.2003, № 2003114006.
5. Патент № 2298663 (Россия). МПК F 01 K 17/02. Способ работы тепловой электрической станции/ В.И. Шарапов, Е.В. Макарова, Маликов М.А.// Открытия. Изобретения. 2007. № 13. Заявл. 08.11.2005, № 2005134621.
6. Патент № 2299334 (Россия). МПК F 01 K 13/00. Способ работы тепловой электрической станции/ В.И. Шарапов, Е.В. Макарова, М.А. Маликов// Открытия. Изобретения. 2007. № 14. Заявл. 09.12.2005, № 2005138395.
7. Патент № 2309260 (Россия). МПК F 01 K 13/00. Способ работы тепловой электрической станции/ В.И. Шарапов, Е.В. Макарова, М.А. Маликов// Открытия. Изобретения. 2007. № 30. Заявл. 23.12.2005, № 2005140532.

8. Патент № 2298658 (Россия). МПК F 01 K 13/00. Способ работы тепловой электрической станции/ В.И. Шарапов, Е.В. Макарова, Маликов М.А.// Открытия. Изобретения. 2007. № 13. Заявл. 10.01.2006, № 2006100462.
9. Патент № 2298659 (Россия). МПК F 01 K 13/00. Тепловая электрическая станция/ В.И. Шарапов, Е.В. Макарова, Маликов М.А.// Открытия. Изобретения. 2007. № 13. Заявл. 10.01.2006, № 2006100465.
10. Шарапов В.И. О предотвращении внутренней коррозии теплосети в закрытых системах теплоснабжения // Теплоэнергетика. 1998. № 4. С. 16-19.
11. Федеральный закон от 07.12.2011 N 417-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О водоснабжении и водоотведении».
12. Федеральный закон «О теплоснабжении» № 190-ФЗ от 27.07.2010 г.
13. Шарапов В.И. О законодательных и нормативных актах по централизованному теплоснабжению // Труды Академэнерго. 2013. № 1. С. 52-65.
14. Инструкция по эксплуатации тепловых сетей / М.И. Апарцев, Э. Д. Каминская, Я.И. Каплинский и др. М.: Энергия. 1972.
15. Патент № 2178120 (RU), МКИ⁷F 24 D 3/08. Тепловой пункт закрытой системы теплоснабжения / В.И. Шарапов, Э.У. Ямлеева // Бюллетень изобретений. 2002. № 1.
16. Патент № 2178121 (RU), МКИ⁷F 24 D 3/08. Тепловой пункт закрытой системы теплоснабжения / В.И. Шарапов, Э.У. Ямлеева // Бюллетень изобретений. 2002. № 1.
17. Патент № 2181464 (RU), МКИ⁷, F 24 D 3/08. Способ работы теплового пункта закрытой системы теплоснабжения / В.И. Шарапов, Э.У. Ямлеева // Бюллетень изобретений. 2002. № 11.
18. Патент № 2181465 (RU), МКИ⁷, F 24 D 3/08. Способ работы теплового пункта закрытой системы теплоснабжения / В.И. Шарапов, Э.У. Ямлеева // Бюллетень изобретений. 2002. № 11.
19. Патент № 2204083 (RU), МКИ⁷F 24 D 19/10. Тепловой пункт закрытой системы теплоснабжения / В.И. Шарапов, Э.У. Ямлеева // Бюллетень изобретений. 2003. № 13.
20. Патент № 2204084 (RU), МКИ⁷F 24 D 19/10. Способ работы теплового пункта закрытой системы теплоснабжения / В.И. Шарапов, Э.У. Ямлеева // Бюллетень изобретений. 2003. № 13.

V.I. Sharapov

OPERATIVE CONTROL OF HYDRAULIC DENSITY HEAT-EXCHANGERS OF THERMAL POWER PLANTS AND HEAT SUPPLY SYSTEMS // Transactions

of Academenergo. -2015. -N 1. –PP. 34-46.

e-mail: vlad-sharapov2008@yandex.ru

Ulyanovsk State Technical University

Keywords: thermal power plants, closed heat supply system, heat exchangers, hydraulic density, automatic control of stiffness condensate and heating water.

Abstract

This article shows that to ensure reliable and economical operation of thermal power plants is necessary to ensure continuous operational automatic control of the most important indicators of water chemical mode turbines, primarily - the stiffness of condensate streams that form the boiler feed water. Developed and successfully utilized in the industrial exploitation of the technology instrumentation for monitoring parameters of water chemical mode turbines. It is shown that the reliability and efficiency of closed heating systems essentially depends on the impermeability of hot water heaters. Saturation of the heating water corrosive gases and hardness salts is due to leaks in water heaters, through which the system receives not deaerated and hard tap water. Shows the dependences of incoming the heating network of dissolved oxygen and hardness salts of the value of the suction cups of raw water. Proposed technology to reliably protect the heating system from the suction cups of raw tap water. The main feature of the developed technologies is an automatic control of stiffness heating water after hot water heaters.