

ВОДОПОДГОТОВКА

Оценка энергетической эффективности водоподготовки на ТЭС

К.т.н. Е.В. Макарова, ОАО «Всероссийский теплотехнический институт» (ВТИ), г. Москва
(Доклад на IV конференции «Современные технологии водоподготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования», 25-26 октября 2011 г., Москва)

Эффективность водоподготовки во многом определяется температурой воды на разных стадиях ее обработки.

Основными этапами подготовки воды перед подачей в пароводяной тракт ТЭС являются предочистка, обессоливание, деаэрация.

Повышение температуры на этапе предварительной очистки воды способствует ускорению химических реакций, протекающих при известковании и коагуляции. Однако при выборе температурного режима предочистки следует учитывать определенные температурные ограничения последующего обессоливания воды на ионообменных или мембранных установках, в частности связанные с термостойкостью материалов.

В соответствии с [1], температуру обрабатываемой воды в осветлителях следует принимать в пределах:

- для технологии известкования и коагуляции – от 30 до 40 °С;
- для технологии коагуляции и флокуляции – от 20 до 35 °С.

Оптимальный интервал температур воды на входе в мембранную установку составляет от 20 до 30 °С.

Противокоррозионная обработка добавочной воды, как правило, осуществляется в атмосферных или вакуумных деаэраторах. Применение вакуумных деаэраторов позволяет существенно повысить экономичность тепловых электростанций за счет эксплуатации вакуумных деа-

эрационных установок с пониженной температурой теплоносителя для обеспечения максимальной загрузки низкопотенциальных отборов пара турбин. Это невозможно в теплофикационных установках с атмосферными деаэраторами из-за высокой температуры деаэрированной воды.

Оптимальным температурным режимом подготовки добавочной воды, при котором обеспечивается требуемое качество и максимальная тепловая экономичность вакуумной деаэрации, является режим со следующими параметрами теплоносителя:

- температура обессоленной воды перед деаэраторами – 35-45 °С;
- температура воды, используемой в качестве греющего агента в вакуумных деаэраторах, – 90-100 °С (при использовании в качестве греющего агента пара из отборов турбины его параметры определяются характеристиками отбора турбины, из которого пар подается в деаэраторы);
- подогрев деаэрируемой воды в деаэраторах – 10-20 °С.

Анализ показывает, что на многих ТЭС не уделяется достаточно внимания экономичности способов подогрева воды перед водоподготовительной установкой (ВПУ), и в схемах подготовки добавочной воды имеются значительные резервы повышения энергетической эффективности за счет применения для нагрева воды низкопотенциальных источников теплоты.

Редакция приглашает читателей поделиться опытом и высказать свое мнение о наиболее актуальных проблемах на страницах журнала.

Редакция журнала «Новости теплоснабжения» окажет помощь в подготовке материалов.

Статьи публикуются бесплатно.

Так, на большинстве ТЭЦ для подогрева воды на всех стадиях водоподготовки используют пар производственного отбора. Использование в качестве греющей среды пара производственного отбора с давлением 0,6 МПа (6 кгс/см²) и более понижает экономичность работы станции из-за того, что тепло, полученное добавочной водой от пара высокого потенциала, вытесняет в регенеративных подогревателях низкого давления тепло низкопотенциальных регенеративных отборов турбины. Кроме того, при использовании мембранных установок значительная часть переданного тепла безвозвратно теряется с концентратом.

На современных парогазовых блоках нередко для нагрева исходной воды перед ВПУ применяют пар после редуциционно-охладительной установки, что также нельзя признать экономически оправданным.

На рис. 1 представлены результаты оценки недовыработки тепловой мощности при использовании высокопотенциальных источников теплоты для нагрева исходной воды.

Таким образом, существующие схемы подогрева добавочной воды не позволяют в полной мере использовать возможности применения на ВПУ дешевых низкопотенциальных источников теплоты, в связи с чем назрела настоятельная необходимость в совершенствовании схем водоподготовки.

С этой целью разработаны схемы подогрева добавочной воды, основным отличием которых является использование теплоносителей возможно меньшего энергетического потенциала.

Способы вакуумной деаэрации разработаны и запатентованы автором под руководством профессора В.И. Шарапова [2].

В качестве греющей среды на разных этапах водоподготовки предложено использовать: основной конденсат турбины; конденсат регенеративных подогревателей; конденсат верхнего и нижнего сетевых подогревателей; конденсат пиковых подогревателей; пар регенеративных отборов турбины.

Применение охлаждающей воды конденсаторов турбин, холодильников пробоотборных линий в качестве исходной на ВПУ позволяет не только полезно использовать сбросное тепло, но и снизить воздействие на водные объекты за счет уменьшения объема забираемой природной воды.

На рис. 2 представлен один из вариантов использования низкопотенциальных теплоносителей. Подогрев обрабатываемой воды осуществляется конденсатом нижнего и верхнего сетевых подогревателей, в качестве греющей среды в вакуумный деаэратор подается основной конденсат турбины.

Оценку тепловой экономичности теплофикационных турбоустановок с вакуумными деаэра-

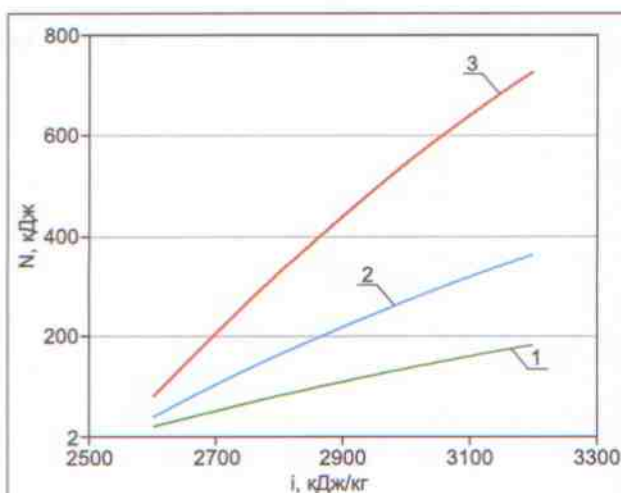


Рис. 1. Недовыработка мощности N (кДж), вырабатываемой на тепловом потреблении, в зависимости от энтальпии i (кДж/кг) греющей среды, используемой для нагрева исходной воды, при различных расходах нагреваемой воды: 1 – 50 т/ч; 2 – 100 т/ч; 3 – 200 т/ч.

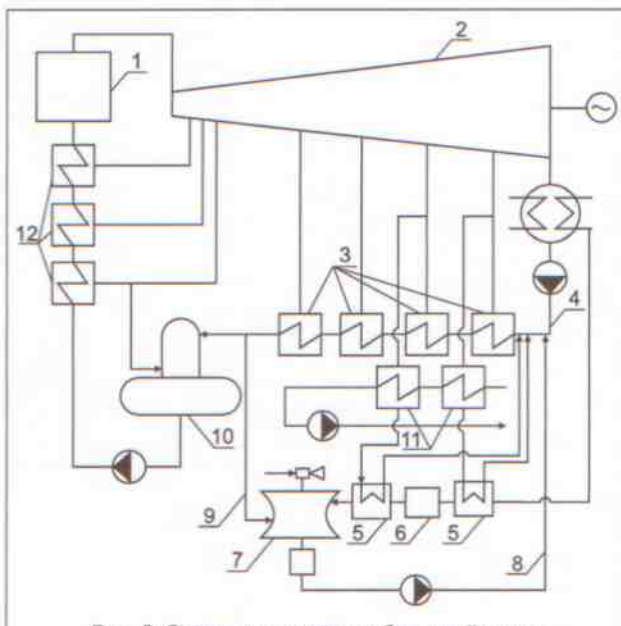


Рис. 2. Схема подготовки добавочной воды: 1 – котел; 2 – турбина; 3 – подогреватели низкого давления; 4 – тракт основного конденсата; 5 – подогреватель исходной воды (ПИН); 6 – обессоливающая установка; 7 – вакуумный деаэратор (ВД); 8 – трубопровод деаэрированной добавочной воды; 9 – трубопровод греющего агента; 10 – деаэратор повышенного давления; 11 – сетевые подогреватели; 12 – подогреватели высокого давления.

торами целесообразно производить по величине удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении $v_{тф}$ (кВт·ч/м³), получаемой за счет отборов пара на подогрев 1 м³ обрабатываемой воды [2]:

$$v_{тф} = (\sum_{i=1}^n N_{тф,i} + N_{рег,i} - N_{сн}^{га}) / G_{доб}, \quad (1)$$

где $G_{доб}$ – расход обрабатываемой добавочной воды, м³/ч; $N_{сн}^{га}$ – мощность, затрачиваемая на привод насосов, которые перекачивают в контуре установки воду, используемую в качестве



греющего агента, кВт; $\sum_{i=1}^n N_{тф,i}$ – сумма мощностей, развиваемых теплофикационной турбоустановкой на тепловом потреблении за счет отборов пара на подогрев теплоносителей, кВт;

$N_{рег,i}$ – мощность, вырабатываемая на тепловом потреблении за счет отбора пара на регенеративный подогрев конденсата пара, кВт.

Значение $N_{тф}$ (кВт) определяется по формуле:

$$N_{тф} = D_i \cdot (i_0 - i_i) \cdot \eta_э \cdot \eta_m, \quad (2)$$

где D_i , i_i – расход (кг/с) и энтальпия (кДж/кг) пара соответственно, используемого в качестве греющего агента на i -м участке схемы; i_0 – энтальпия свежего пара, кДж/кг; $\eta_э$ и η_m – электрический и механический КПД турбогенератора соответственно.

Для определения $N_{рег}$ реальную схему регенеративного подогрева конденсата заменяем условной схемой, состоящей из одного регенеративного подогревателя. В этот регенеративный подогреватель поступает часть добавочной воды и нагревается в нем от своей начальной температуры до температуры питательной воды.

$$N_{рег} = D_{рег} \cdot (i_0 - i_{рег}) \cdot \eta_э \cdot \eta_m, \quad (3)$$

где $D_{рег}$ – расход пара на регенерацию, кг/с; $i_{рег} = 0,5(i_0 + i_i)$ – энтальпия условного эквивалентного регенеративного отбора, кДж/кг; i_i – энтальпия i -го отбора, кДж/кг.

Мощность $N_{сн}^{га}$ (кВт), затрачиваемая на привод насосов, вычисляется по формуле:

$$N_{сн}^{га} = p \cdot G / \eta_n, \quad (4)$$

где p – давление, создаваемое насосом, Па; G – расход воды, используемой в качестве греющего агента, кг/с; η_n – КПД насоса.

Проведена оценка энергетической эффективности разработанных схем с использованием в качестве греющей среды на различных стадиях водоподготовки низкопотенциальных источников теплоты.



НОВОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КНИГА



~~561 руб.~~
264 руб.

Издательство "Новости теплоснабжения" предлагает научно-техническую литературу

**В.И.Шарапов, П.В.Ротов
Регулирование нагрузки систем теплоснабжения**

В книге приведено сравнение различных способов регулирования тепловой нагрузки систем теплоснабжения. Предложены технологии количественного и качественно-количественного регулирования тепловой нагрузки систем теплоснабжения, способы автоматического регулирования и гидравлической защиты местных систем отопления. Рассмотрен зарубежный опыт энергосбережения в системах теплоснабжения. Приведены методики расчета графиков центрального регулирования.

Книга предназначена для инженерно-технических и научных работников, занимающихся эксплуатацией, проектированием и исследованием систем теплоснабжения городов, а также студентов теплотехнических специальностей вузов.

Внимание, распродажа книг издательства НТ.

Заказывайте книги по сниженным ценам по тел./факсу (495) 564-83-01 или на сайте www.nts.ru
Продукция высылается заказной бандеролью после оплаты счета.
Доставка по России - бесплатно.

Необходимым условием при сравнении схем подогрева добавочной воды является равная или близкая эффективность обработки воды.

Значения удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении для некоторых схем приведены на рис. 3.

Результаты расчета энергетической эффективности рассмотренных решений показали, что типовая схема с применением пара производственного отбора на ВПУ является наименее экономичной в сравнении с предложенными вариантами.

Для тепловых электростанций с относительно небольшим расходом воды для подпитки паровых котлов 100-500 т/ч может быть рекомендовано использование в качестве греющей среды в вакуумном деаэраторе и в подогревателе исходной воды пара нижнего отопительного отбора. Применение этого варианта на ТЭЦ с расходом добавочной воды 100 т/ч дает годовую экономию условного топлива более 2500 т.

Выводы

1. Энергетической эффективности схем водоподготовки на тепловых электростанциях не уделяется достаточно внимания.

2. Разработана серия технических решений по подогреву воды на этапах водоподготовки, основным отличием которых является использование низкопотенциальных источников теплоты на ВПУ.

3. Применение новых схем подогрева добавочной воды на ВПУ со средним годовым расходом воды 100 т/ч позволяет сэкономить более 2500 т у.т. в год.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-4052.2011.8.

Литература

1. *Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС. Условия создания. Нормы и требования. Стандарт НП «ИНВЭЛ» СТО 70238424.27.100.013-2009.*
2. *Шарапов В.И., Макарова Е.В. Защита от коррозии питательной воды ТЭЦ. Ульяновск: УлГТУ. 2004. – 208 с.*



СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ



Термоцехлы для запорной арматуры

Многослойные изоляционные материалы. Применяются в ТЭК, нефтяной, газовой, химической и прочих отраслях промышленности.

- передовое решение в сфере энергосбережения;
- поддерживают температурный режим оборудования;
- минимизируют тепловой обмен оборудования с окружающей средой;
- предотвращают образование коррозии;
- стойки к агрессивным средам;
- сохраняют свои характеристики при любых погодных условиях;
- предназначены для многоразового использования;
- имеют легкий вес, удобны для транспортировки, монтажа и хранения.

Изготавливаются двух видов:

- низкотемпературные (от -40 до +120°C)
- высокотемпературные (не горючие) (от -60 до +420°C)

Техническая теплоизоляция Тилит®

Материалы на основе вспененного полистирена предназначены для изоляции инженерных сетей.

- температурный диапазон от -40 до +95°C;
- низкая теплопроводность;
- высокое сопротивление проникновению влаги;
- химическая стойкость к строительным материалам;
- гибкость и технологичность при монтаже;
- долговечность;
- диаметр от 6 мм до 160 мм, толщина стенки от 6 до 25 мм.



тел: +7(48535)3-08-71, 3-06-50
e-mail: lit@lit.botik.ru web: www.gig.su, пенофон.рф

www.zavodlit.ru

ЗАО «Завод «ЛИТ» Ярославская область, г. Переславль-Залесский