

циркуляционному контуру прокачивается объем мазута, равный емкости ОР (т.е. 10000 м³). Очевидна поэтому выгода подогрева ОР во время провалов нагрузки ТЭС: потребление электроэнергии насосами и пара мазутоподогревателями циркуляционного контура повышает нагрузку (экономичность) энергоблоков ТЭС в период провалов нагрузки.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты №02-02-16719, 03-02-16867, 03-02-96256), гранта НШ-746.2003.8 и ФЦП "Интеграция" (проект Б0020).

ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОСНОВНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ МАЗУТА ТЭС И КОТЕЛЬНЫХ

Алексеева О.В., Бахтеев Р.А., Галиуллин Р.З., Галицкий Ю.Я.,

Занько Ф.С., Михеев Н.И., Миникаев Х.Ф., Олимпиев В.В., Халиуллин Р.Р.

Отдел энергетики Казанского научного центра РАН,

Казанский государственный энергетический университет, ОАО "Татэнерго",

Казанская государственная архитектурно-строительная академия, г.Казань

Мазут в качестве топлива используется на газомазутных и угольных ТЭС, а также в промышленных и отопительных котельных (К). Соответственно, большинство ТЭС и К страны оборудованы мазутным хозяйством (МХ), предназначенным для приема, хранения, подготовки, подогрева и подачи мазута в котлы. Нормативный расход пара на МХ ГРЭС мощностью 2400 МВт равен 218 т/ч. Промышленные испытания, проведенные ОРГРЭС, "Уралтехэнерго", "Башкирэнерго" на ряде ТЭС, убеждают, что столь большие расходы тепла на МХ не оправданы, имеются значительные резервы энергосбережения. Снижение указанного расхода пара только на 1% соответствует экономии 1000 т жидкого топлива в год. По производству мазута на душу населения РФ занимает первое место в мире. Потребление мазута на ТЭС РАО "ЕЭС России" в 1999 г. составило 16,1 млн. т у.т., что соответствует 6,7% общего количества органического топлива, израсходованного в стране за этот год. Количество мазута, используемого в теплоэнергетике, характеризует значительные потенциальные возможности экономии энергии в МХ ТЭС и К в настоящий период времени.

Среди многообразия простых и сложных проблем экономии энергии в МХ ТЭС и К можно выделить ряд конкретных задач.

В частности, достойна внимания проблема значительных потерь энергии, связанных с существом нормативной технологии эксплуатации МХ, требующей непрерывного подогрева и поддержания постоянного во времени нормативного диапазона температур мазута 60-70°C (для М-100) в течение всего периода его хранения (и при отборе на котел) в основных резервуарах (ОР) мазутохранилищ ТЭС, в резервуарах промышленных и отопительных котельных.

Экспериментальные данные показывают, что при хранении мазута в обвалованных железобетонных резервуарах при температуре 60-70°C годовые потери тепла в окружающую среду составляют 150-210 тыс. ккал на тонну мазута, т.е. 630-880 тыс. кДж. Суточные потери тепла стального теплоизолированного резервуара объемом 10000 м³ равны 4×10^6 ккал (при температуре атмосферного воздуха $t_a = -9^\circ\text{C}$). Нормативный запас мазута на ТЭС должен обеспечивать 15 суток работы станции при полной нагрузке. Общее количество ОР, достигающее на ТЭС 10 и более, а также длительность периода хранения мазута в ОР помогают представить суммарные размеры бесполезных потерь тепла от ОР на одной электростанции.

Анализ нормативной технологии эксплуатации мазутного хозяйства ТЭС (и котельных) и соответствующих этой технологии потерь тепла приводит к необходимости следующих замечаний.

Нормативные документы, регламентирующие режимы эксплуатации МХ ТЭС в настоящее время, разработаны десятки лет назад в эпоху относительно дешевого топлива.

Вероятно, низкая экономичность оборудования и энергорасточительность существующей технологии хранения мазута и подготовки его к сжиганию в котлах в определенной мере объясняются временем их разработки.

С позиции современных оценок иррациональность существующего способа хранения мазута в ОР не вызывает сомнений специалистов-энергетиков. Огромные потери тепла в обсуждаемом случае не могут быть оправданы при нынешних общепринятых взглядах на экономию энергоресурсов и защиту окружающей среды.

В настоящее время необходимы всемерное совершенствование технологии хранения мазута на ТЭС и в котельных и модернизация действующего оборудования.

Для экономии энергии при хранении мазута в ОР ТЭС в случае отсутствия отбора мазута на котел специалистами ОРГРЭС, "Урлтехэнерго", "Башкирэнерго" предложен и промышленно испытан метод холодного хранения мазута (при полностью отключенном подогреве резервуара). Доказана экономическая целесообразность применения этого метода на ТЭС. Необходимо широкое внедрение указанного метода в практику работы ТЭС.

При использовании метода холодного хранения следует ожидать уменьшения потерь на испарение мазута. Метод содействует улучшению экологической обстановки в районе ТЭС.

Однако метод холодного хранения обладает некоторыми недостатками. Разогрев резервуара после длительного холодного хранения мазута до нормативного уровня температур мазута 60-70°C перед подачей его в котел требует продолжительного периода времени - 30-80 часов и более. Если при работе ТЭС на газе для всех ОР реализовано холодное хранение мазута, тогда при обычной (нормативной) технологии подачи мазута на котел газомазутной ТЭС метод холодного хранения не обеспечивает мгновенный переход ТЭС на сжигание мазута при внезапной (внеплановой) отсечке газа. Для реальных современных условий работы ТЭС (возможна техногенная авария или террористический акт на газопроводе) обсуждаемый недостаток метода холодного хранения мазута следует признать существенным.

Тем не менее, для резервуаров мазута, находящихся в относительно глубоком резерве, метод холодного хранения следует использовать повсеместно.

Относительно нормативной технологии подогрева и хранения мазута в резервуарах МХ, а также по поводу известных предложений ее улучшения необходимо заметить следующее.

В настоящее время отсутствует соответствующий современным требованиям рациональный, экономически и математически обоснованный технологический метод хранения мазута в основных резервуарах ТЭС (и котельных) в период, когда отбор мазута на котел не производится, обеспечивающий мгновенный переход ТЭС на сжигание мазута при скоротечной, внеплановой отсечке газа.

Отсутствует также экономичный технологический метод подогрева мазута в основном резервуаре ТЭС (и котельных) в период отбора мазута из резервуара на котел.

Конкретная цель данной работы: представить энергосберегающие технологии хранения и подогрева мазута в ОР МХ, необходимые теплоэнергетике РФ в настоящий период времени и в перспективе широкого использования мазута в качестве топлива на ТЭС и котельных.

В современной энергетике и в процессе ее будущего развития эффективным способом повышения экономичности ТЭС является регулирование неравномерности графика электрической нагрузки ТЭС. Выравнивание графика нагрузки осуществляется посредством электротеплоаккумулирующих установок (ЭТАУ) и с помощью политики дифференцированных по времени суток тарифов на электроэнергию. Эти варианты

регулирования графика нагрузки ТЭС можно реализовать при эксплуатации ОР МХ на ТЭС и К.

Если конструкцию основного резервуара МХ ТЭС или котельной рассматривать с позиции обсуждаемых тенденций развития энергетики, тогда возникает вполне очевидный вывод. Резервуар (даже в существующей форме) предрасположен и должен выполнять роль аккумулятора энергии.

Справедливость этого тезиса не может вызывать возражений, так как известно, что резервуары для хранения нефтепродуктов (типовой проект 704-1) раньше использовались в качестве баков-аккумуляторов горячей воды для систем теплоснабжения. Кроме того, ОР МХ послужили прототипом серии баков-аккумуляторов горячей воды, разработанных в 1984 г. рядом проектных организаций под руководством ВНИПИ энергопрома. Серия аккумуляторов воды идентична ОР МХ по конструкции, размерам, материалам стенок и параметрам тепловой изоляции (ТИ), уровню температур теплоносителей, режимам работы (периодам времени заряда и разряда, если ОР представить в роли ЭТАУ). Следовательно, возможная работа ОР в качестве ЭТАУ вполне обоснована.

Модернизацию (и проектирование) основных резервуаров ТЭС и котельных с целью энергосбережения целесообразно проводить, руководствуясь новым подходом [1, 2]. Основные резервуары ТЭС и котельных должны представлять собой энергосберегающие сооружения с минимально допустимыми, экономически оправданными потерями тепла в окружающую среду. Для подогрева мазута желательно использовать "дешевую" электроэнергию, производимую на ТЭС во время ночных (воскресных) провалов нагрузки, поэтому с точки зрения взаимосвязи в системе "ТЭС-ОР" необходимо, чтобы ОР играл роль ЭТАУ.

Предлагается для снижения финансовых затрат на подогрев мазута в ОР ТЭС и котельных (и для повышения КПД ТЭС) применить периодический подогрев мазута электрогрелками (или циркуляционный) с использованием электроэнергии по пониженному тарифу в период ночных провалов нагрузки ТЭС (электроподогрев мазута внутри резервуара снимает негативные свойства внешнего подогревателя и контура циркуляции). Работа ОР в качестве ЭТАУ в принципе может привести к трем позитивным последствиям.

1. Подогрев мазута только в период ночных (воскресных) провалов нагрузки ТЭС позволит повысить экономичность ТЭС в это время суток за счет увеличения нагрузки энергоблоков ТЭС.

2. Кроме того, повышение уровня загрузки паротурбинных установок - ПТУ (особенно котла) сокращает время простоев и число пусков-остановов ПТУ, что

обеспечивает существенную экономию топлива и увеличивает надежность и ресурс работы энергооборудования. (Вопросы ресурса особо важны для устаревающих, ныне действующих ПТУ).

3. Отсутствие расхода энергии ТЭС на подогрев мазута во время дневного пика нагрузки ТЭС обеспечит заметное увеличение выработки электроэнергии на ТЭС (пиковой мощности) для внешних потребителей (или снижение спроса). Возможность выработки пиковой мощности (сверх номинальной мощности ТЭС) в энергетике отождествляется с улучшением маневренности ТЭС и дополнительно проявляется в позитивном факте сокращения капитальных затрат на производство электроэнергии в энергосистеме, в состав которой входит ТЭС, использующая аккумуляцию тепла в ОР МХ. Согласно работам ЭНИН эффект аккумуляции энергии (пиковой мощности) для энергосистемы может быть выше, чем выгода, полученная ТЭС, на которой осуществляется аккумуляция.

Использование внешними котельными (не принадлежащими ТЭС) для электроподогрева мазута льготного ночного тарифа на электроэнергию гарантирует котельным многократное снижение финансовых расходов на подогрев мазута в ОР (например, для РТ в 5 раз).

Возможность применения периодического (циклического) подогрева только ночью обеспечивается медленным остыванием ОР мазута (приблизительно по закону регулярного теплового режима) - $0,45 \div 2,1^\circ\text{C}$ в сутки.

Следовательно, в качестве ЭТАУ основные резервуары МХ могут и должны участвовать в регулировании пиковых и полупиковых нагрузок суточного (возможно недельного) графика работы ТЭС (благодаря их способности к заряду энергией в часы ночного провала нагрузки ТЭС).

Следует подчеркнуть, что рассматриваемый подход к организации работы ОР МХ является новым в теории проектирования и в практике эксплуатации мазутного хозяйства ТЭС и котельных.

Целесообразность применения аккумуляции тепла в ОР МХ возрастает при одновременном использовании на ТЭС других аккумуляторов (баков-аккумуляторов воды для систем теплоснабжения, для подогрева питательной воды и проч.).

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты №02-02-16719, 03-02-16867, 03-02-96256), гранта НШ-746.2003.8 и ФЦП "Интеграция" (проект Б0020)

Список литературы

1. Олимпиев В.В., Михеев Н.И., Молочников В.М. и др. Проблема энергосбережения при хранении мазута в резервуарах ТЭС и котельных // Труды I Международной конференции EESNT'2001, Казань, 2002. С.495-497.

2. Олимпиев В.В. Экономия энергетических и финансовых затрат при эксплуатации основных резервуаров мазутных хозяйств ТЭС и котельных // Теплоэнергетика, 2003.- №9.- С.42-45.

О ПРИМЕНЕНИИ ГАЗОТУРБИННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСТАНОВКАХ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ

Арькова О.П., Арьков Ю.Г.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа.

Введение

Проблема очистки и опреснения воды является актуальной, как для обеспечения возможности использования морской или другой природной минерализованной воды, так и для очистки сточных вод в промышленности и сельском хозяйстве.

В настоящее время для указанных целей находят применение установки, использующие следующие методы опреснения воды:

- а) дистилляцию;
- б) электродиализ;
- в) обратный осмос;
- г) холодильные методы (замораживание и образование газовых гидратов).

Практически около 95% опресненной воды в мире получается при помощи дистилляции.

В данной работе рассматривается проблема применения в установках для очищения и опреснения воды газотурбинных технологий.

Постановка задачи

В выпарных опреснительных установках в качестве горячего теплоносителя обычно используется водяной пар, для генерации которого приходится затрачивать большое количество тепловой энергии в связи, с чем себестоимость дистиллята получается высокой.

Казанский научный центр Российской Академии наук

Отдел энергетики Казанского научного центра Российской Академии наук

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра

Российской Академии наук

Казанский государственный технический университет им.А.Н.Туполева

Казанский государственный энергетический университет

Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан

при Кабинете Министров Республики Татарстан

ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОМАССОБМЕНА И ГИДРОДИНАМИКИ В ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИИ

**Труды IV Школы-семинара
молодых ученых и специалистов
под руководством
академика РАН В.Е.Алемасова**

**Казань, Россия
28-29 сентября 2004 года**

Казань - 2004

УДК 620.9.002.52Ж536.24(043.2)

ББК 31.16

Проблемы теплообмена и гидродинамики в энергомашиностроении:
Труды IV Школы-семинара молодых ученых и специалистов под руководством
академика РАН В.Е.Алемасова. – Казань: Издательство КГУ, 2004 – 538 с.

ISBN 5-98180-107-7

В сборнике трудов опубликованы пленарные и проблемные доклады, полные тексты и тезисы секционных докладов, представленные на IV Школу-семинар молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН В.Е.Алемасова.

Доклады посвящены вопросам математического моделирования течений и теплообмена в энергомашиностроении, гидродинамике и теплообмену в одно- и двухфазных турбулентных и ламинарных потоках, закрученным и вихревым потокам, проблемам экологии и энергосбережения, теплообмену в энергетическом оборудовании, интенсификации процессов добычи нефти и переработки битумов.

Доклады опубликованы с электронных версий, предоставленных авторами.

Организационный комитет IV Школы-семинара молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН В.Е.Алемасова выражает признательность за финансовую поддержку



Российскому фонду фундаментальных исследований



Федеральной целевой программе «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки» (ФЦП «Интеграция»)



Центру энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан

ISBN 5-98180-107-7

© Составление: Казанский государственный
технический университет им.А.Н.Туполева, 2004
© Авторы докладов, 2004