

# КРИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ПОДОГРЕВА

## РЕЗЕРВУАРОВ МАЗУТА

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

Занько Ф.С., Кусюмов А.Н., 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,*

*Казанский государственный технический университет им. А.Н.Туполева, г. Казань*

В настоящее время, когда во всех государствах энергосбережение возведено в ранг государственной политики, остро необходимы всемерное совершенствование технологии хранения и подогрева мазута на ТЭС и в котельных (К) и модернизация существующего действующего оборудования.

Разумеется, что для экономного подогрева мазута в основных резервуарах (ОР) мазутного хозяйства (МХ) ТЭС в первую очередь необходимы рациональные методы подвода тепла к мазуту и конструкция нагревательного устройства, которые должны гарантировать минимум энергетических затрат при подводе заданного количества тепла к мазуту. Оценим с этих позиций циркуляционный подогрев.

Перечислим основные позитивные качества, обычно приписываемые циркуляционному подогреву ОР МХ, предложенному Грозненским нефтяным институтом: однородность состава топлива и температурного поля по объему мазута; повышенная интенсивность переноса тепла от пара к мазуту (по сравнению с погружными поверхностными подогревателями); исключение обводнения топлива.

Промышленные испытания ОР МХ на ряде ТЭС в значительной степени опровергают идеализированные представления относительно свойств этого вида подогрева ОР.

При завершении процесса подогрева ОР в придонном слое топлива в ОР (высотой до 1 м), откуда забирается топливо на котел, температура мазута на 15-20°C ниже нормативной температуры топлива, фиксируемой в средних (по высоте ОР) слоях мазута (емкость ОР 2000, 10000 м<sup>3</sup>). Необходимо отнести этот опытный факт к существенному недостатку циркуляционного подогрева. Возникает закономерный вопрос: "Для чего в средних слоях мазута поддерживать нормативную температуру, если в придонном слое в области входа в заборную трубу температура мазута значительно ниже?" Вероятно, для некоторой

компенсации обсуждаемого недостатка часть насадков раздаточного коллектора внутри ОР подают струи горячего мазута непосредственно к входу заборной трубы. Однако и в этом случае логика принципа работы системы циркуляционного подогрева не является очевидно приемлемой. (Зачем подогревать мазут во внешнем подогревателе при последующей подаче его непосредственно на вход заборной трубы? Нет ли более целесообразного способа подогрева мазута около входа заборной трубы?).

Интенсивный теплоотвод через кровлю ОР в осенне-зимний период (до 50-60% от общих потерь тепла ОР) приводит к значительному падению температуры в верхних слоях мазута относительно температуры средних слоев. (Разность указанных температур больше, чем для придонного слоя).

Следовательно, температурное поле мазута в ОР возможно представить как однородное только весьма приблизительно. Фактическая неоднородность температурного поля (в соответствии с общностью механизмов переноса тепла и массы) должна обусловить неоднородное поле концентраций (например, воды в массе мазута). Натурные испытания "Башкирэнерго" и других организаций показали, что в крупных ОР (объемом 10000 м<sup>3</sup>) относительно равномерное распределение воды по объему мазута может быть достигнуто лишь только при длительной циркуляции и максимальной производительности насосов системы циркуляционного подогрева. В режиме поддержания постоянной температуры мазута в ОР (при пониженной производительности насоса и расходе горячего мазута, равного 0,01-0,1 от максимального расхода) и при наличии отбора мазута из ОР содержание воды в придонном слое значительно возрастает. Следовательно, промышленные опыты подтверждают существование проблемы скопления воды в придонной части ОР. Таким образом, тезис о хорошем перемешивании топлива во всем объеме ОР (достижение состояния эмульсии) при циркулярном подогреве является спорным и не доказан экспериментально.

Неотъемлемая часть системы циркуляционного подогрева ОР - змеевиковый (паровой) подогреватель на стенках заборного приемка (служащий для местного разогрева мазута) не исключает проблему обводнения мазута, особенно в зоне отбора топлива.

Относительно высокие показатели теплообмена при циркуляционном подогреве (по сравнению с внутриврезервуарными свободноконвективными подогревателями) действительно имеют место. Однако разумная оценка требует обсуждения вопроса стоимости затрат, обеспечивающих эти позитивные показатели.

С точки зрения энергосбережения необходимо отметить следующие негативные свойства циркуляционного подогрева ОР.

Примерно однородное температурное поле в объеме мазута создает около стенок резервуара значительный температурный напор мазут-воздух, который служит причиной повышенных потерь тепла в окружающую среду (по сравнению, например, с подогревом мазута посредством внутрирезервуарных подогревателей).

При циркуляционном подогреве значительны затраты мощности на перекачивание мазута по циркуляционному контуру. Производительность мазутного насоса составляет 1-2% от объема подогреваемого ОР. При этом важно подчеркнуть: как правило, реально перекачиваемые объемы мазута существенно больше расчетно-необходимых, что связано с вынужденным возвращением мазута в ОР помимо подогревателя (из-за технически ограниченных возможностей регулировки производительности мазутного насоса). Существуют и потери (тепла) в окружающую среду от высокоподогретого мазута циркуляционного контура.

Если использовать данные ВТИ по подогреву мазута в цистернах, тогда, согласно приближенной оценке, можно отметить, что расход пара при циркуляционном подогреве мазута в резервуаре в 2 раза больше, чем при разогреве резервуара посредством внутрирезервуарных подогревателей.

Фактические недостатки циркуляционного подогрева, острота проблемы энергосбережения, экономичность внутрирезервуарных подогревателей по расходу энергии и потерям тепла за пределы ОР объективно поднимают вопрос о возможной целесообразности отказа от циркуляционного подогрева и возвращения к широкому использованию внутрирезервуарных подогревателей в ОР МХ ТЭС и К. По результатам анализа работы МХ ТЭС специалисты "Башкирэнерго" еще в 70-х годах пришли к выводу: эксплуатация внутрирезервуарных подогревателей мазута проще и экономически более выгодна, чем циркуляционный подогрев ОР. Вполне ясно, что вопрос отказа от циркуляционного подогрева должен решаться посредством современной строгой технико-экономической экспертизы.

Расчеты подогрева ОР указывают на дополнительный существенный недостаток циркуляционного подогрева ОР: большую массу мазута, перекачиваемую по циркуляционному контуру подогрева, что приводит к значительным расходам электроэнергии на собственные нужды ТЭС (и К). Например, для стального ОР объемом  $10000 \text{ м}^3$  при минимальной нормативной температуре мазута в ОР, равной  $60^\circ\text{C}$ , и температуре окружающей среды  $-18^\circ\text{C}$  расход мазута в контуре подогрева в течение одних суток составляет  $Q_{\Sigma}=291168 \text{ кг}$  (режим непрерывного подогрева ОР). Величина  $Q_{\Sigma}$  свидетельствует, что в зимний период времени в течение одного месяца по

циркуляционному контуру прокачивается объем мазута, равный емкости ОР (т.е. 10000 м<sup>3</sup>). 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.

**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 ТЕПЛОМАССООБМЕНА 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