

Министерство образования и науки Российской Федерации,  
Министерство образования и науки Республики Таджикистан,  
Российская Академия наук,  
Представительство Россотрудничества в Республике Таджикистане,  
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,  
Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ),  
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ,  
Филиал НИУ "МЭИ" в г. Душанбе

---

## **Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий**



**Материалы  
Девятая Международная теплофизическая  
школа, 6-11 октября 2014 г., Таджикистан**



**Душанбе-Москва-Тамбов – 2014**

Министерство образования и науки Российской Федерации,  
Министерство образования и науки Республики Таджикистан,  
Российская Академия наук,  
Представительство Россотрудничества в Республике Таджикистане,  
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,  
Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ),  
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ,  
Филиал НИУ "МЭИ" в г. Душанбе

---

## **Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий**

**Материалы**  
**Девятая Международная теплофизическая  
школа, 6-11 октября 2014 г., Таджикистан**



**Душанбе-Москва-Тамбов – 2014**

## **Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий**

Материалы Девятая Международная теплофизическая школа, 6-11 октября 2014 г., Таджикистан

В настоящий сборник включены материалы, представленные на Международную конференцию “ Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий ”.

Материалы воспроизведены с авторских оригиналов, в  
связи

с чем Оргкомитет конференции не несет ответственности за допущенные опечатки и стилистические погрешности

Наш адрес: 734002, г. Душанбе, ул. Мирзо Турсунзода, 82, Таджикистан.

Web –sidy: <http://www.df.mpei.ru> и [http://www. Mahmadali Safarov.tj](http://www.MahmadaliSafarov.tj)

E-mail: [mahmad1@list.ru](mailto:mahmad1@list.ru)

Телефоны: 221 82 31 (раб.); 221 82 53 (раб); 95 163 15 85 (моб.)



*Национальный исследовательский университет  
«Московский энергетический институт»*



*Тамбовский государственный технический университет*

*Филиал Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт» в г. Душанбе*

## СОДЕРЖАНИЯ

История Всесоюзных и Международных теплофизических школ.....9

Письмо, поздравительные и пожелание участников МТФШ-9....13

### Пленарные доклады

**1.ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ**

Мищенко С.В., Пономарев С.В., Аль-Бусаиди С.С.С.....38

**2.ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООТДАЧИ В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ**

Гортышов Ю.Ф., Щелчков А.В., Яркаев М.З., А.Х.А.Аль-Джанаби, Попов И.А.....46

**3.О НАГРЕВЕ ПЛЕНКИ ЧЕРЕЗ ПОГЛОЩАЮЩЮЮ ПОДЛОЖКУ ЛАЗЕРНЫМ ПУЧКОМ С ГАУССОВЫМ ПРОФИЛЕМ**

Джаманкызов Н.К., Акимжанова Ч.С., академик АН КР Жумалиев К.М.....57

**4.РАСЧЕТ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ РАДИОАКТИВНЫЙ ГРАФИТ–УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ ПРИ НАГРЕВАНИИ**

Сидаш И.А., Барбин Н.М., Терентьев Д.И., Алексеев С.Г., Порхачев М.Ю.....67

**5.ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ ГРУНТОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ МЕТОДОМ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЛН**

Ивлиев А.Д., Гой С.А., Куриченко А.А., Петров А.С.....75

**6.ТЕРМОДИНАМИКА И ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ГАММА- И АЛЬФА – ФАЗ СПЛАВОВ ЖЕЛЕЗО–МАРГАНЕЦ, ЖЕЛЕЗО–ХРОМ И ЖЕЛЕЗО–НИКЕЛЬ**

Мирзаев Д.А., Мирзоев А.А., Мирзоев Р.А.....78

**7.ТЕМПЕРАТУРНЫЕ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД И МАГНИТОАКТИВНЫЙ СЛОЙ ЛИТОСФЕРЫ ТАДЖИКИСТАНА**

|   |     |
|---|-----|
| Мирхоликова Д.С., Джураев Д.С.....  | 771 |
| <b>131.ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ</b>   |     |
| Мирхоликова Д.С.....  | 779 |
| <b>132.ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НА ТЭС</b>  |     |
| Плевако А.П.....  | 788 |
| <b>133.РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МЕСТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА В ОБЩЕСТВЕННО-АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЯХ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ</b> |     |
| Шупеева Ш.М., Бирюкова И.О., Бирюкова Т.О.....  | 795 |
| <b>134.ВЫБОР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ</b>  |     |
| Мещерякова А.Ю., Плевако А.П.....   | 800 |
| <b>135.ВНЕДРЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОДЫ НА ТЭС</b>   |     |
| Харченко С.П., Сергеева А.Н.....  | 806 |
| <b>136.ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА</b>  |     |
| Ойматова Х., Табаров С.....   | 812 |
| <b>137. НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТИ БИОМАССЫ В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА</b>   |     |
| Милованов О.В., Исьемин Р.Л., Кузьмин С.Н., Мищенко С.В., Дивин А.Г., Климов Д.В.....   | 818 |

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НА ТЭС

Плевако А.П.

**Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар,  
Казахстан**

В связи с введением в Казахстане закона «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», особое внимание на предприятиях уделяется способам энергосбережения. Одним из направлений энергосбережения является применение тепловых насосов, с помощью которых можно использовать низкопотенциальное, как правило сбросное тепло. Использование ТНУ в последнее время находит всё большее применение, особое внимание уделяется использованию ТНУ в тепловых схемах ТЭЦ, в которых они призваны обеспечить повышение эффективности выработки тепловой и электрической энергии. В предлагаемом варианте предлагается возможность использования тепловых насосов на тепловых электрических станциях.

Понятно, что тепловые насосы не являются, как и любой другой генератор энергии, «панацеей» в повышении энергетической эффективности страны. В некоторых случаях их ставить целесообразно, в некоторых – нет. Это зависит от стоимости капитальных затрат на установку того или иного оборудования, от региональных тарифов, от условий окружающей среды, особенностей участка, где расположен объект и т.п. На сегодняшний день в Республике Казахстан можно отметить схемы применения теплонасосных установок с использованием низкопотенциальной теплоты производственных процессов АО «Казцинк», г. Усть-Каменогорск; ряд предприятий АО «НАК Казатомпром»; Черемшанская птицефабрика и другие. В данной работе предлагается обратить внимание на возможность использования тепловых насосов на ТЭС с использованием тепловых ВЭР, в частности продувочной

воды парогенератора и масла системы смазки турбогенератора.

Предлагаемые варианты схем утилизации сбросного тепла ТЭС и их описание

1. Известен способ утилизации сбросной теплоты электрических станций, осуществляемый за счет использования теплоты продувочной воды паропреобразовательной установки для подогрева химически очищенной воды, направляемой после в деаэратор [1]. Недостатком данной схемы является то, что количество теплоты передаваемого химически очищенной воде невелико, соответственно расход греющего пара (для обеспечения температуры насыщения деаэрируемой воды) велик. А, как известно, эффективность работы деаэратора существенно зависит от температуры, подводимой для деаэрации воды, и чем она выше, тем эффективнее осуществляется процесс деаэрации.

Технический результат предлагаемого способа – эффективное использование источника низкопотенциального тепла - продувочной воды для осуществления процесса деаэрации.

Это достигается за счет того, что в известном способе утилизации сбросного тепла продувочной воды парогенератора за счет передачи тепла от воды к нагреваемому веществу в утилизаторе, предлагается в качестве утилизатора использовать тепловой насос, а в качестве нагреваемого вещества - химически очищенную (добавочную) воду, подвергаемую далее процессу деаэрации.

Схема установки по утилизации сбросного тепла продувочной воды парогенератора с применением данного способа представлена на рисунке 1.

Установка по утилизации сбросного тепла продувочной воды парогенератора состоит из теплового насоса, содержащего испаритель 1, компрессор 2, приводимый во вращение электродвигателем 3, конденсатор 4, дроссель (регулирующий вентиль) 5, связанные между собой сис-

темой трубопроводов 6 для циркуляции рабочего тела теплового насоса. К испарителю 1 подведен трубопровод 7, по которому от второй ступени сепаратора непрерывной продувки 8 подается продувочная вода парогенератора 9. Трубопровод 10 служит для отвода охлажденной продувочной воды в канализацию. В конденсаторе 4 рабочее тело теплового насоса охлаждается путем передачи тепла химически очищенной (добавочной) воде, находящейся в трубопроводе 11, направляемой для процесса деаэрации в деаэратор (на рисунке не показан).

В результате использования сбросного тепла продувочной воды парогенератора осуществляется перевод низкопотенциального тепла, в теплоту добавочной химически очищенной воды, подаваемой далее в деаэратор. Тем самым достигается ее значительный предварительный подогрев, что позволяет уменьшить расход греющего пара к деаэратору.

2. Известен способ утилизации сбросной теплоты электрических станций, осуществляемый за счет использования теплоты продувочной воды в теплообменниках продувочной воды для подогрева добавочной воды питания котлов, направляемой после них в деаэратор [2]. Недостатком данной схемы является то, что количество теплоты передаваемого добавочной воде невелико. Наиболее близким к заявленному способу, взятому за прототип, является способ утилизации сбросной теплоты электрических станций путем передачи тепла в теплообменном аппарате, выполняющего функцию утилизатора, от масла конденсату, являющегося приемником утилизированного тепла и возвращаемого в парогенераторы. Тем самым, тепло, которое масло получает за счет механических потерь турбогенератора, возвращается в котлы. По данной схеме охлаждение масла конденсатом применяется, например, в установках Юнгстрем [3].

Недостатком данной схемы является то, что данный способ подогрева воды не позволяет осуществить полно-



стью процесс деаэрации, а лишь предварительно подогревает конденсат для того, чтобы подать как можно меньшее количество греющего пара для осуществления самого процесса деаэрации.

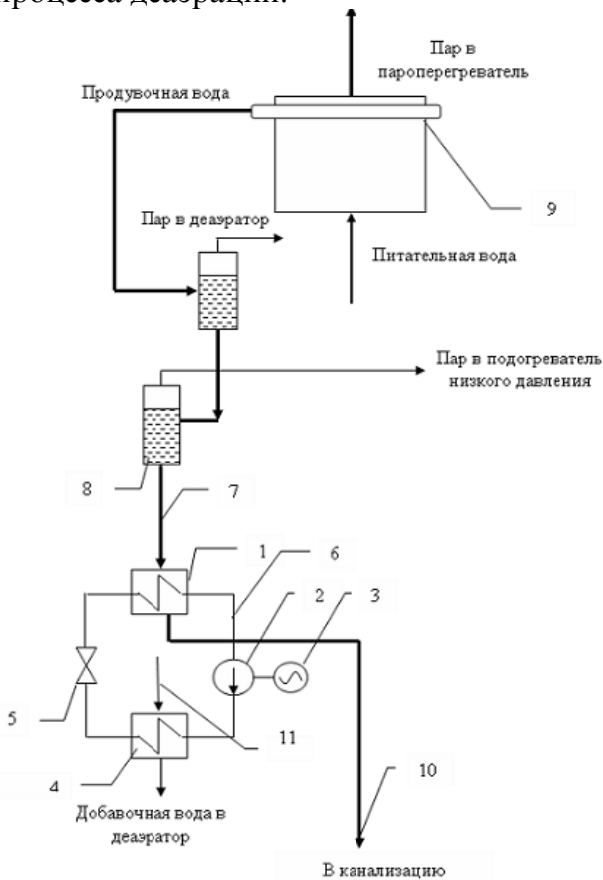


Рисунок 1 - Способ утилизации сбросного тепла продувочной воды парогенератора

Кроме того, необходимо обеспечить давление масла, проходящего через масляный холодильник больше, чем давление воды. В результате, при наличии каких-либо не-

плотностей в теплообменном аппарате масло попадает в воду, что приведет к порче парогенератора. Поставлена задача по осуществлению процесса деаэрации за счет утилизации тех низкопотенциальных источников теплоты, которые имеются на электрической станции, в частности тепла масла системы смазки турбогенераторов, получаемого им за счет механических потерь турбогенератора. Технический результат – эффективное использование источника низкопотенциального тепла масла для осуществления процесса деаэрации.

Масло системы охлаждения может быть использовано в качестве низкопотенциального источника по следующим причинам:

1. так как оно имеет высокий потенциал сбросной теплоты: температура масла выходящего из подшипников максимум  $60^{\circ}\text{C}$  [4];

2. фаза носителя теплового сброса (масла - жидкая) позволяет использовать его в теплообменном аппарате - устройстве по утилизации тепла.

Это достигается за счет того, что в известном способе утилизации сбросного тепла маслоохладителей турбин за счет передачи тепла от масла к нагреваемому веществу в утилизаторе, предлагается в качестве утилизатора использовать тепловой насос, а в качестве нагреваемого вещества - воду, подвергаемую деаэрации. Схема установки по утилизации сбросного тепла маслоохладителей турбин с применением заявленного способа представлена на рисунке 2.

Установка по утилизации сбросного тепла маслоохладителей турбин с применением заявленного способа состоит из теплового насоса, содержащего испаритель 1, компрессор 2, приводимый во вращение электродвигателем 3, конденсатор 4, дроссель (регулирующий вентиль) 5, связанные между собой системой трубопроводов 6 для циркуляции рабочего тела теплового насоса. К испарителю 1 подведен трубопровод 7, по которому от системы

смазки турбогенератора (на чертеже не показан) подается нагретое масло. Трубопровод 8 служит для отвода охлажденного масла в систему смазки турбогенератора. В конденсаторе 4 рабочее тело теплового насоса охлаждается путем передачи тепла воде, находящейся в трубопроводе 9, направляемой для процесса деаэрации в центробежно-вихревой деаэратор [4].

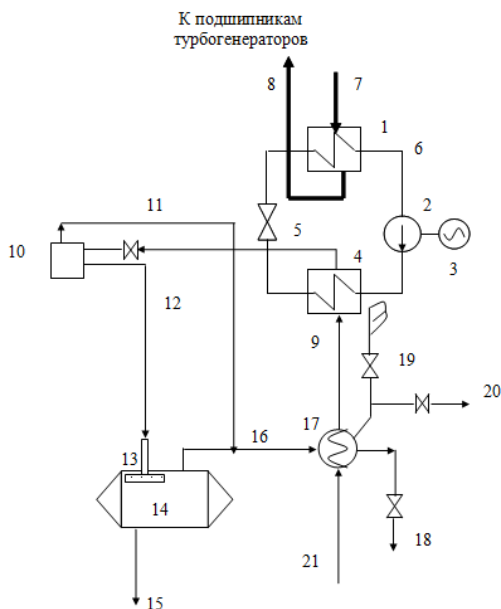


Рисунок 2 - Схема установки по утилизации сбросного тепла маслоохладителей турбин с применением заявленного способа

В результате использования способа использования сбросного тепла маслоохладителей турбин осуществляется перевод низкопотенциального тепла масла системы смазки турбогенератора, имеющего температуру  $60^{\circ}\text{C}$  в теплоту воды, подаваемой далее в центробежно-вихревой деаэратор. Тем самым достигается ее предварительный подогрев, что позволяет деаэратору работать в атмо-

сферном режиме или вакуумном режиме на «начальном эффекте» - т.е. без подачи пара или перегретой воды в деаэратор.

Анализ работы первого в Республике Казахстан промышленного теплового насоса, который работает в АО «Казцинк» на низкопотенциальном тепле оборотной воды [5], показывает эффективность его работы, что позволяют предположить такую же эффективность его использования на тепловых электрических станциях. Таким образом, совершенно необходимо развивать работы в этом направлении с целью создания конструкций иного ряда современных ТНУ различного назначения и схем использования «сбросного» тепла в промышленности с целью внедрения энергосберегающих технологий.

### **Литература**

1.Соколов Е.Я. Промышленные тепловые электрические станции. М.: Энергия, 1979.

2.Керцелли Л.И., Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: Госэнергоиздат 1959, С. 272

3.Лосев С.М. Паровые турбины и конденсационные устройства. М.: Госэнергоиздат 1959.

4.Зимин Б.А. Опыт реконструкции деаэрационных установок//Промышленная энергетика, 1999. - №11. С.11-14.

5.Алимгазин А.Ш. Применение теплового насоса в металлургическом производстве ОАО «Казцинк» - одно из перспективных направлений энергосбережения в промышленной теплоэнергетике// В кн: Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Энергосберегающие технологии При Иртышья», Павлодар, ПаУ, 2001 г., С. 26-33.

**Теплофизические исследования и измерения при  
контроле качества веществ, материалов и  
изделий**

**Материалы  
Девятая Международная теплофизическая  
школа, 6-11 октября 2014 г., Таджикистан**

*Компьютерный верстка Хасанов Обид.*

*Подписано в печать 20.08.14. Формат 60x84/16. Бумага офисная.  
Гарнитура Times New Roman Tj. Усл. печ. л.52,5. Печать  
офсетная Тираж 300. Заказ №105 Цена договорная*



**ООО «Ходжи Хасан»  
г. Душанбе, ул Носири Хусрав-6/1  
тел.:224-27-35. 224-27-33**

---

---