

УДК 621.182

А.Н. Сергеева,

С.П. Харченко, магистр технических наук

Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар)

E - mail: liluk.ru@mail.ru.

### **Внедрение новых технологий водоподготовки на ТЭС**

*Аннотация.* В данной статье дан анализ существующих технологий подготовки воды и рассмотрены аспекты эффективности внедрения обратного осмоса на тепловых электрических станциях.

*Ключевые слова:* тепловые электрические станции, мембранные методы, обратный осмос, обессоленная вода, коагуляция.

Одним из главных условий надежной и бесперебойной работы тепловых электрических станций является подготовка воды высокого качества. Выбор схем водоподготовительной установки (ВПУ), внедрение современных технологий и материалов напрямую влияют на себестоимость производства тепловой и электрической энергии.

На тепловой электрической станции вода используется для заполнения контура паротурбинной установки, восполнения потерь пара и конденсата как внутри станции, так и у внешних потребителей, для подпитки тепловой сети. Основными потребителями воды на ТЭС являются системы охлаждения конденсаторов паровых турбин. Вся используемая на станции вода проходит соответствующую обработку, однако наиболее высокие требования предъявляются к качеству воды, служащей для заполнения контура паротурбинной установки и подготовки питательной воды.

Для восполнения потерь пара и конденсата на ТЭС требуется обессоленная вода. Подготовка обессоленной воды на современных ТЭС может осуществляться различными способами. Наиболее широкое применение получила технология ионного обмена. Этот метод позволяет получить обессоленную воду высокого качества. Однако он имеет недостатки: большой расход реагентов на регенерацию отработавшего ионита, превышающий стехиометрию в 2- 3 раза, получение высокоминерализованных стоков, необходимость нейтрализации сбросных и отмывочных вод после водород-катионитовых фильтров. Остро стоит проблема утилизации стоков.

Перевод водоподготовительных установок на противоточный принцип ионирования позволяет снизить расход реагентов на регенерацию, уменьшить потребление воды на собственные нужды установки. Однако вопрос загрязнения окружающей среды сточными водами остается.

Вопросы экологической безопасности при работе водоподготовительных установок ТЭС и промышленных котельных вызывают необходимость перехода на малореагентные технологии подготовки воды. В последние десятилетия получили распространение мембранные технологии.

В частности, метод обратного осмоса используется для подготовки питательной воды котлов высокого давления, паровых котлов котельных, подпитки тепловых сетей.

Метод обратного осмоса эффективно используется для подготовки питательной воды котлов высокого давления ТЭЦ, паровых котлов котельных, подпитки теплосетей и др. целей. Положительный опыт внедрения обратного осмоса на ВПУ имеется на Нижнекамской ТЭЦ-1, Новосибирской ТЭЦ, Заинской ГРЭС, ТЭЦ-12 ОАО «Мосэнерго», ОАО «Ивановские ПГУ», ТЭЦ ОАО «Северсталь», Уфимской ТЭЦ [2-10].

Использование обратного осмоса позволяет извлекать на одной ступени очистки до 98 % солей [11]. При солесодержании исходной воды от 150 до 300 мг/л обратный осмос экономичнее даже противоточного ионирования.

На Степногорской ТЭЦ по проекту для питания паровых котлов типа БКЗ-160-100 и БКЗ-220-100 использовалась обессоленная вода. На станции предусмотрено двухступенчатое обессоливание воды по схеме: предочистка в осветлителе ВТИ-350 известкованием совместно с коагуляцией, фильтрование через механические фильтры, двухступенчатое Н-ОН-ионирование. В качестве коагулянта используется сернокислотное железо.

Проектная производительность обессоливающей установки 300 м<sup>3</sup>/час. В качестве исходной воды для обессоливающей установки использовалась сырая вода и продувочные воды градирен. Использование продувочных вод градирен на водоподготовительной установке обусловлено водным балансом золоотвала, исключающим приём этих вод. Кроме того, это позволяло поддерживать необходимое солесодержание циркуляционной воды.

Отработанные регенерационные и технологические растворы с ВПУ сбрасывались на золоотвал по отдельному трубопроводу, не связанному со схемой золоудаления ТЭЦ.

Обессоливающая установка запроектирована без учета качества исходной воды по содержанию хлоридов и сульфатов как по количеству предусмотренного оборудования, так и по расходу реагентов. Суммарное содержание анионов сильных кислот составляло 8-12 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Также не была предусмотрена вероятность ухудшения качества воды.

Расходы реагентов и воды на собственные нужды обессоливающей установки на 1м<sup>3</sup> обессоленной воды до реконструкции водоподготовительной установки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расходы реагентов и воды на собственные нужды ВПУ на 1м<sup>3</sup> обессоленной воды

Показатель	Значение
Техническая вода, м <sup>3</sup>	0,6-0,9
Серная кислота, кг/м <sup>3</sup>	2,5-3,9
Едкий натр, кг/м <sup>3</sup>	0,7-1,2
Известь, кг/м <sup>3</sup>	0,18-0,24
Коагулянт, кг/м <sup>3</sup>	0,1

В 2012 году на станции внедрена комбинированная схема водоподготовительной установки с применением установки обратного осмоса с предочисткой и с сохранением второй ступени обессоливающей установки (ОУ). Общая производительность установки 150 м<sup>3</sup>/ч, предназначена для подпитки котлов высокого давления.

Параметры обессоливающей установки:

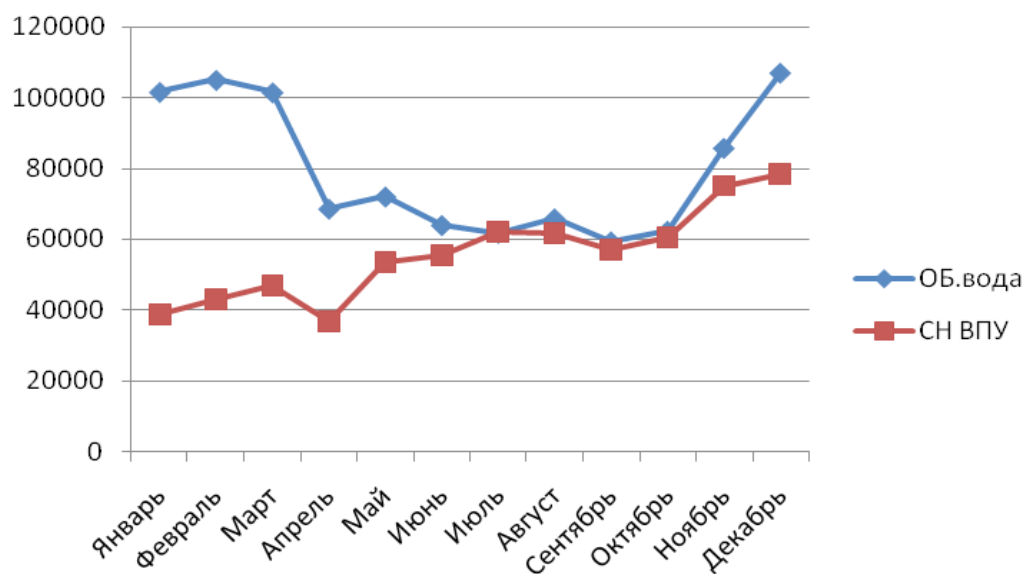
- количество потребляемой воды, номинальное /максимальное, м<sup>3</sup>/ч 260 – 290;
- давление, номинальное /максимальное, атм 2 – 6;
- температура, мин/макс, С<sup>0</sup> 10 – 25.

В процессе эксплуатации комбинированной схемы водоподготовительной установки с применением установки обратного осмоса выявлены следующие проблемы. В тёплый период года (май-сентябрь) электрическая мощность ТЭЦ ограничивается высокой температурой охлаждающей воды на входе в конденсаторы турбин. Однако температура исходной воды на обессоливающую установку должна составлять не более 25<sup>0</sup>С. При более высоких температурах соли, находящиеся в воде, становятся более растворимыми и не улавливаются установкой обратного осмоса, т.е. УОО при высоких температурах исходной воды не может работать на циркуляционной воде.

В настоящее время обессоливающая установка работает на свежей технической воде, подпитка циркуляционно-охлаждающей системы также производится сырой технической водой. Для снижения солесодержания в циркуляционно-охлаждающей системе на данный момент производится периодическая продувка с целью снижения солесодержания циркуляционной воды, т.к. от её качества зависит состояние трубной системы конденсаторов турбин, маслоохладительных установок и газоохладителей генератора.

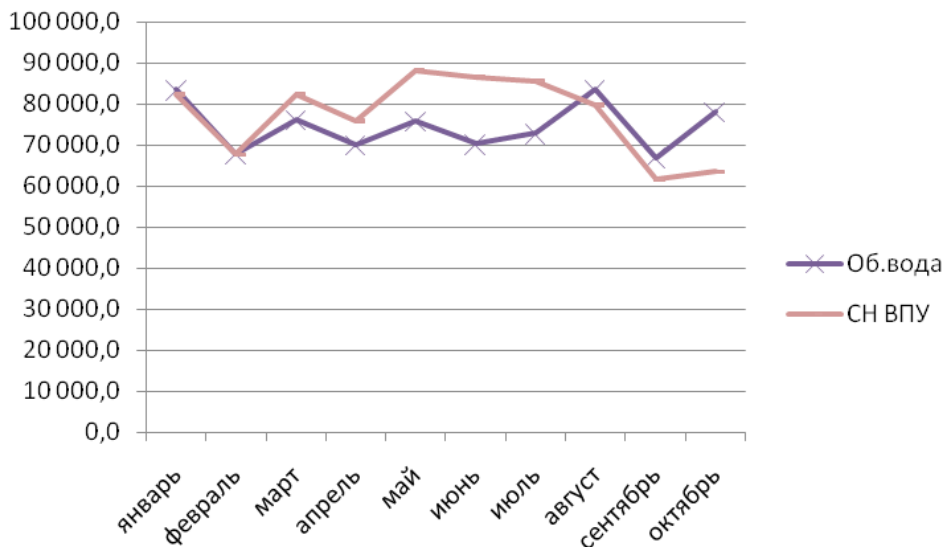
При использовании двухступенчатой схемы подготовки воды обессоливающая установка питалась циркуляционной водой. Подпитка выполнялась в объёме 90-120 м<sup>3</sup>/ч и за счёт этого происходило частичное снижение солесодержания в циркуляционно-охлаждающей системе станции. На данный момент необходимо производить периодическую продувку системы с целью снижения солесодержания циркуляционной воды.

После ввода в эксплуатацию установки обратного осмоса наблюдается значительный рост расходов воды на собственные нужды установки. На рисунках 2, 3 показан расход технической воды на приготовление обессоленной воды и расход воды на собственные нужды обессоливающей установки до и после реконструкции.



СН ВПУ – собственные нужды водоподготовительной установки; ОБ.вода – обессоленная вода

Рисунок 2 – График потребления воды обессоливающей установкой за 2012 г.



СН ВПУ – собственные нужды водоподготовительной установки; ОБ.вода – обессоленная вода

Рисунок 3 – График потребления воды обессоливающей установкой за 2013 г.

Опыт внедрения комбинированной технологии обработки воды с применением метода обратного осмоса на станции позволяет сделать следующие выводы.

Процесс подготовки обессоленной воды с использованием установки обратного осмоса полностью автоматизирован, что исключает вероятность аварийных ситуаций на ВПУ по причине человеческого фактора.

Значительно снизилось потребление химических реагентов ВПУ за счёт автоматизации системы дозирования химреагентов, замены первой ступени обессоливающей установки на обратный осмос.

После ввода в эксплуатацию установки обратного осмоса снизилось рН сточных вод до 6,8. Это позволяет повторно использовать промывочные воды в системе гидрозолаудаления для поддержания уровня воды золоотвала. На золоотвале вода отстаивается и может снова подаваться на ТЭЦ насосами осветлённой воды в баки осветлённой воды для следующего цикла.

Выявлены следующие недостатки при работе ВПУ с применением установки обратного осмоса.

В два раза увеличился расход воды на собственные нужды обессоливающей установки. Основной причиной перерасхода технической воды на собственные нужды обессоливающей установки является узел ультрафильтрации, который из-за низкого качества исходной воды часто встаёт на промывку. Промывка узла ультрафильтрации проводится каждые сорок минут. Промывка натрий-катионитовых фильтров проводилась через 280 часов.

Отказ от забора воды из циркуляционно-охладительной системы для подпитки ВПУ привело к увеличению солесодержания циркуляционной воды. Это способствует быстрому засорению трубного пучка конденсаторов турбин, ухудшению процесса теплообмена в конденсаторе, и, как следствие, приводит к ухудшению вакуума в хвостовой части турбины и к снижению нагрузки турбоагрегата.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике. – М.: Изд-во МЭИ, 2003.
- 2 Ходырев Б.Н., Федосеев, Б.С., Калашников А.И. и др. Опыт внедрения установки обратного осмоса УОО-166 на Нижнекамской ТЭЦ-1 // Электрические станции. – 2002. – № 6. – С. 54-62.
- 3 Потапова Н.В. Технология умягчения воды с утилизацией сточных вод на РТС МГП «Мостеплоэнерго» // Материалы международной научно-практической конференции «Экология энергетике 2000». – М.: Издательство МЭИ, 2000. – С. 185-188.
- 4 Потапова Н.В. Малоотходные технологии умягчения воды на РТС ГУП «Мостеплоэнерго» // Аква-Терм. – 2004. – № 3. – С. 34-37.
- 5 Корзина Ю., Рябчиков Б.А., Ларионов С. Сокращение расхода реагентов при ионнообменном обессоливании воды // АКВА-Magazine. – 2007. – № 3 (4).
- 6 Бушуев Е.Н., Новоселова А.С. Выбор экологически эффективной технологии водоподготовки на Заинской ГРЭС // Вестник Ивановского гос. энергетич. ун-та. – 2008. – N 4. – С. 8-12.
- 7 Абрамова И.А., Чернов С.А., Майков В.М. Опыт эксплуатации установки обратного осмоса Новосибирской ТЭЦ-2 // Теплоэнергетика. – 2008. – N 5. – С. 69-71.

8 Аскерния А.А., Малахов И.А., Корабельников В.М. Опыт эксплуатации установок обратноосмотического обессоливания воды на ТЭС и в промышленных котельных // Теплоэнергетика. – 2005. – N 7. – С. 17-25.

9 Ларин Б.М., Коротков А.Н., Опарин М.Ю. и др. Освоение новых технологий обработки воды на ТЭС // Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем (ЭНЕРГО-2010): тр. всерос. науч.-практ. конф. – Москва, 1-3 июня 2010. Т. 1. Секц. 1-4. – М.: МЭИ(ТУ), 2010. – С. 274-276.

10 Журба М.Г., Ганбаров Э.С., Говорова Ж.М. и др. Современные тенденции развития безреагентных водоочистных технологий // Питьевая вода. – 2009. – N 2(50). – С. 2-14.

11 Бушуев Е.Н., Еремина Н.А., Жадан А.В. Анализ современных технологий водоподготовки на ТЭС // Вестник Ивановского гос. энергетич. ун-та. – 2013. – № 1. – С. 7-11.

## REFERENCES

- 1 Kopylov A.S., Lavygin V.M., Ochkov V.F. Vodopodgotovka v yenergetike. – М.: Izd-vo MYeI, 2003.
- 2 Hodyrev B.N., Fedoseev, B.S., Kalashnikov A.I. i dr. Opyt vnedreniya ustanovki obratnogo osmosa UOO-166 na Nizhnekamskoy TYeC-1 // Yelektricheskie stancii. – 2002. – № 6. – S. 54-62.
- 3 Potapova N.V. Tehnologiya umyagcheniya vody s utilizatsiey stochnyh vod na RTS MGP «Mosteployenergo» // Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Yekologiya yenergetiki 2000». – М.: Izdatel'stvo MEI, 2000. – S. 185-188.
- 4 Potapova N.V. Maloohodnye tehnologii umyagcheniya vody na RTS GUP «Mosteployenergo» // Akva-Term. – 2004. – № 3. – S. 34-37.
- 5 Korzina Yu., Ryabchikov B.A., Larionov S. Sokrashhenie rashoda reagentov pri ionnoobmennom obessolivanii vody // AKVA-Magazine. – 2007. – № 3 (4).
- 6 Bushuev E.N., Novoselova A.S. Vybor yekologicheskoi yeffektivnoy tehnologii vodopodgotovki na Zainskoy GRYeS // Vestnik Ivanovskogo gos. yenergetich. un-ta. – 2008. – N 4. – S. 8-12.
- 7 Abramova I.A., Chernov S.A., Maykov V.M. Opyt yekspluatsii ustanovki obratnogo osmosa Novosibirskoy TYeC-2 // Teployenergetika. – 2008. – N 5. – S. 69-71.
- 8 Askerniya A.A., Malahov I.A., Korabel'nikov V.M. Opyt yekspluatsii ustanovok obratnoosmoticheskogo obessolivaniya vody na TYeS i v promyshlennykh kotel'nykh // Teployenergetika. – 2005. – N 7. – S.17-25.
- 9 Larin B.M., Korotkov A.N., Oparin M.Yu. i dr. Osvoenie novykh tehnologiy obrabotki vody na TYeS // Povyshenie nadezhnosti i yeffektivnosti yekspluatsii yelektricheskikh stanciy i yenergeticheskikh sistem (YeNERGO-2010): tr. vseros. nauch.-prakt. konf. – Moskva, 1-3 iyunya 2010. T. 1. Sekc. 1-4. – М.: MYeI(TU), 2010. – S. 274-276.
- 10 Zhurba M.G., Ganbarov Ye.S., Govorova Zh.M. i dr. Sovremennye tendentsii razvitiya bezreagentnykh vodoochistnykh tehnologiy // Pit'evaya voda. – 2009. – N 2(50). – S. 2-14.
- 11 Bushuev E.N., Eremina N.A., Zhadan A.V. Analiz sovremennykh tehnologiy vodopodgotovki na TYeS // Vestnik Ivanovskogo gos. yenergetich. un-ta. – 2013. – № 1. – S. 7-11.

## ТҮЙІН

**А.Н. Сергеева,**

**С.П. Харченко,** техника ғылымдарының магистрі  
Инновациялық Еуразия университеті (Павлодар қ.)

### ЖЭС су дайындаудың жаңа технологияларын енгізу

Бұл мақалада су дайындаудың қолданыстағы технологияларына талдау берілген және ЖЭС-та кері осмосы енгізу тиімділігінің аспектілері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** жылу электр станциялары, мембраналық әдістер, кері осмос, тұзсыздандырылған су, коагуляция.

## RESUME

**A.N. Sergeeva,**

**S.P. Harchenko,** Master of Engineering Sciences  
Innovative University of Eurasia (Pavlodar)

### Introduction of new technologies for water treatment TPP

This article analyzes the existing water treatment technologies and consider aspects of the effectiveness of implementation of reverse osmosis on TPP.

**Keywords:** thermal power plants, membrane methods, reverse osmosis, desalinated water, coagulation.