

РАНЖИРОВАНИЕ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ФОРМАЛИЗОВАННОЙ ОЦЕНКИ

Е.С. Воронцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Энергетический институт, научно-технический центр «Инновационная теплотехника»

Вода является одним из самых потребляемых природных ресурсов. С развитием техники неуклонно возрастает использование в технологических процессах глубоководной воды, достижение необходимого качества которой обеспечивается функционированием водоподготовительных установок (ВПУ).

Энергетическая отрасль является крупнейшим средоточием водоподготовительных установок большой производительности. На сегодняшний день на каждом крупном объекте теплоэнергетики задействовано от одной и более установок различных технологий подготовки питательной воды для энергетических котлов. Наиболее распространённой среди них является технология ионного обмена, разработки которой ведутся в России с 50-х годов XX века и которая показывает практически абсолютную надежность в эксплуатации.

Наряду с этими «классическими» схемами обработки воды для питания энергетических установок достаточно широко распространены термическое обессоливание, а также мембранные технологии, которые в последнее время привлекают все большее внимание специалистов.

В качестве объектов исследования выбраны некоторые тепловые электрические станции (ТЭС) Сибирского федерального округа, которые можно разделить на несколько групп. Первая группа объединяет ВПУ, обеспечивающие подготовку добавочной воды в два этапа: предварительная очистка воды и двухступенчатое обессоливание. Тип водоисточника определяет качество исходной воды и содержание в ней различных грубодисперсных, коллоидных и истинно растворенных примесей. Содержание различных форм данных групп примесей определяет методы и технологические режимы ведения реагентного осаждения на этапе предочистки и на этапе основной очистки. Среди обследованных объектов на первой стадии используется: коагуляция с применением $Al_2(SO_4)_3$ и $FeSO_4$, известкование и магниезиальное обескремнивание. Для последующего осветления используется объемное фильтрование на механических фильтрах. Также эта технология используется самостоятельно для вод с низким содержанием грубодисперсных и коллоидных примесей на этапе предварительной очистки.

Второй стадией обработки воды в данной группе является полное химическое обессоливание с применением различных современных ионитных материалов. Очистка воды осуществляется двухступенчатым Н-катионированием и ОН-анионированием ($2(H-OH)$) с промежуточной декарбонизацией (ТЭС-1, ТЭС-3, ТЭС-4, ТЭС-6). Для обеспечения глубокого обессоливания реализуется трехступенчатое Н-катионирование и ОН-анионирование ($3(H-OH)$) на ТЭС-2).

Кроме того среди распространенных технологий применяется Na-катионирование ($2\cdot Na$) с целью умягчения воды, как самостоятельный метод в малой энергетике и как один из этапов обработки воды в большой энергетике (ТЭС-5).

Следующей разновидностью ВПУ является технология термического обессоливания (ТО). Особенностью данной технологии является высокое качество подаваемой на установку воды, в связи с чем на первом этапе исходная вода подвергается умягчению или частичному обессоливанью, реализуемым методом ионного обмена (ТЭС-5).

Самостоятельной группой ВПУ являются установки с применением проницаемых и полупроницаемых мембран. Мембранные технологии хорошо зарекомендовали себя в обеззараживании воды. В энергетике применение мембранных технологий нашло активное применение в схемах, комбинированных с ионным обменом. В последние годы для

подготовки добавочной воды в цикле ПГУ с котлами-утилизаторами используются системы, в которых интегрированы несколько мембранных процессов (ИМТ на ТЭС-3).

В сравнении с ионным обменом мембранные технологии обеспечивают более высокое качество очистки воды и полностью автоматизированы, но имеют низкий коэффициент использования исходной воды и «чувствительны» к качеству воды на входе любой ступени. «Классические» схемы отличаются повышенным запасом устойчивости, обеспечивая заданное качество очищенной воды. Нарушения работы некоторых фильтров компенсируются последними ступенями очистки за счет имеющегося большого резерва по производительности и эффективности. Выход из строя мембран можно компенсировать в случае применения ступеней доочистки методом ионного обмена, либо строго соблюдая качество воды перед каждой стадией очистки.

К настоящему времени разработаны десятки нормативных документов, регламентирующих работу промышленного оборудования, используемого в различных сферах деятельности. Основой для оценки эффективности ВПУ исследуемых объектов являются нормативно-технические документы [2-5]. На их основе получены расчётно-аналитические показатели, позволяющие дать объективную оценку эффективности работы установленного оборудования и составить соответствующее ранжирование ВПУ.

При расчете учитывались такие фактические значения, как:

- показатели качества обработанной воды, зависящие от типа установленного энергетического оборудования;
- максимальная фактическая и проектная производительность каждой установки;
- объем автоматизированного и механизированного оборудования;
- технические показатели, включающие содержание примесей в воде после стадии предварительной очистки (взвешенные вещества, железо, алюминий), расход 100%-ого реагента на 1 м³ фильтрующего материала, удельный расход 100%-ого реагента на регенерацию материала, расход дистиллята на промывку и расход непрерывной продувки.

Таким образом, в ряду этих показателей находятся количественные относительные значения, отражающие степень соблюдения/несоблюдения регламентируемых норм и принятых проектных решений при создании объекта.

Чтобы сделать формализованную оценку, фактические значения отнесены к нормативным и проектным значениям, в результате получены следующие обобщённые показатели (рисунки 1-5): K_i – показатель качества очищенной воды; D_i – показатель использования оборудования; V_a – показатель уровня автоматизации оборудования; V_m – показатель уровня механизации оборудования; T_i – технический показатель, включающий опосредованную величину перечисленных выше значений содержания примесей и расходов.

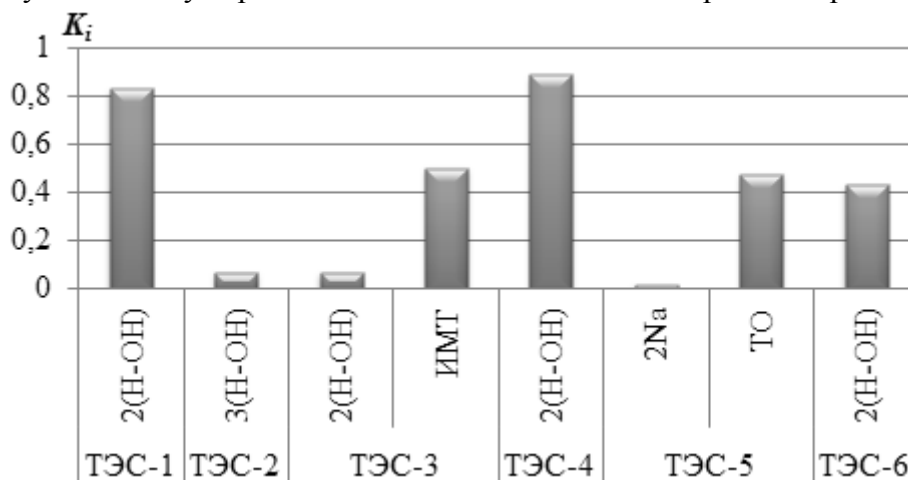


Рис. 1. Показатель качества очищенной воды на ТЭС с различными технологиями ВПУ

Значение <1 для показателей K_i , T_i указывает на соблюдение нормативного и проектного регламента, для показателей D_i , V_a , V_m – их несоблюдение.

Из рисунка 1 видно, что на всех представленных объектах соблюдаются нормы качества очищенной воды. Самые низкие показатели у установок 3(Н-ОН) ТЭС-2 и 2(Н-ОН) ТЭС-3 свидетельствуют о наиболее высокой достижимой степени очистки воды.

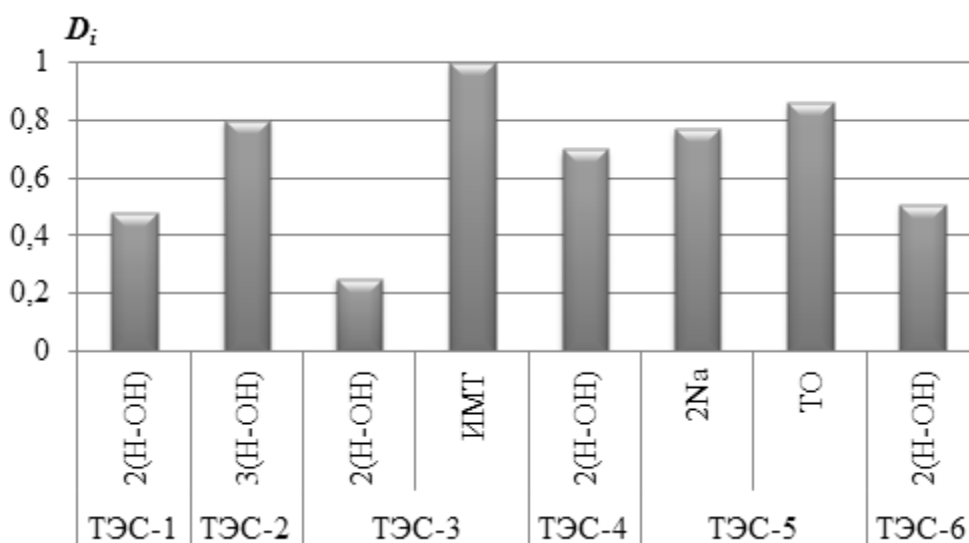


Рис. 2. Показатель использования оборудования на ТЭС с различными технологиями ВПУ

Представленный на рисунке 2 показатель D_i рассчитывается как отношение максимальной фактической производительности к проектной и показывает долю использования установленного оборудования. Стоит отметить, что с течением времени происходят изменения на рынке потребителей, обусловленные ликвидацией предприятий – потенциальных потребителей, обслуживаемых тепловыми электростанциями. Таким образом, самый низкий показатель D_i имеют установки ТЭС-1, 2(Н-ОН) ТЭС-3 и ТЭС-6, а самый высокий – ИМТ ТЭС-3, установленной уже в современных условиях эксплуатации, предполагающие высокий коэффициент использования оборудования.

Полученные значения показателей V_a , V_m , представленные на рисунках 3 и 4, позволяют говорить о недостаточном уровне автоматизации и механизации, и соответственно о несоблюдении нормативного регламента [4] на большинстве объектов, кроме полностью автоматизированной установки ИМТ ТЭС-3.

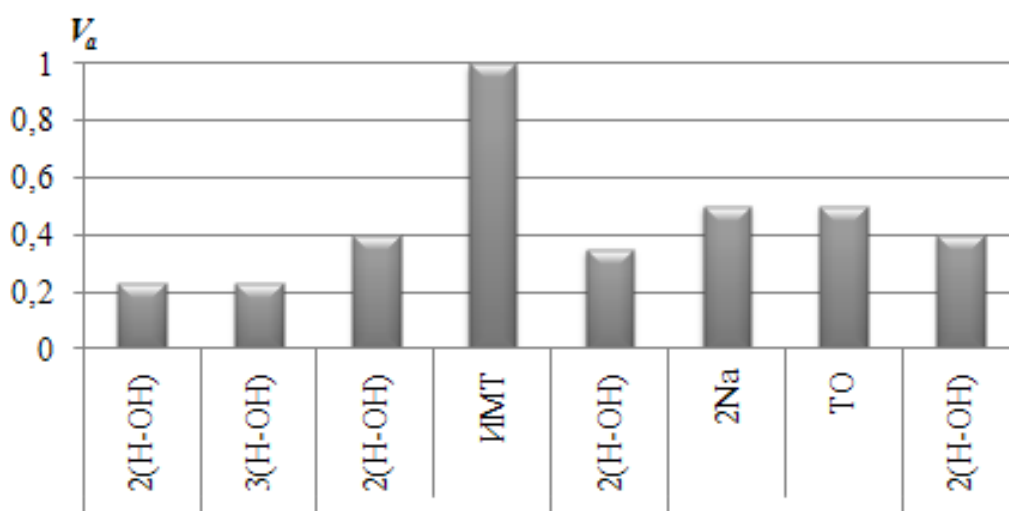


Рис. 3. Показатели уровня автоматизации оборудования на ТЭС с различными технологиями ВПУ

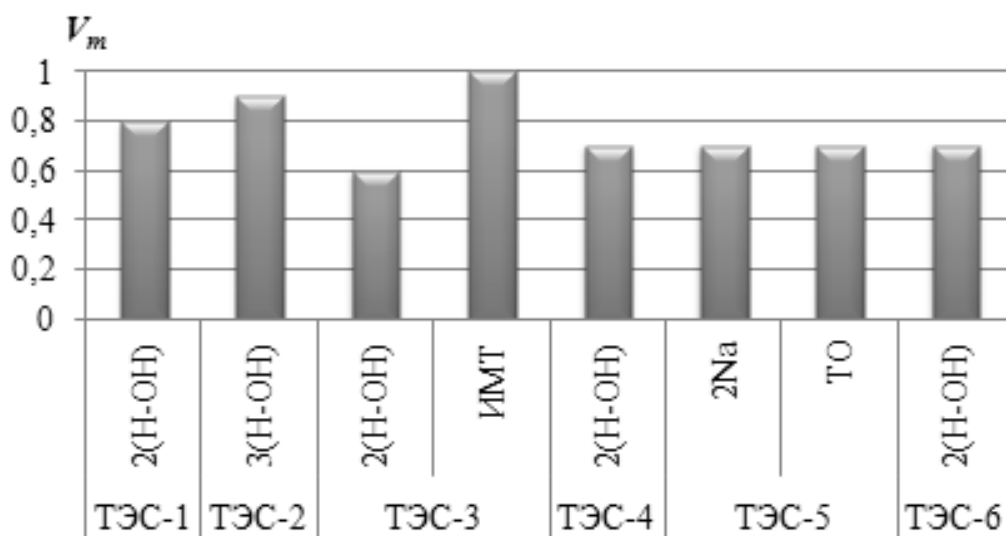


Рис. 4. Показатель уровня механизации оборудования на ТЭС с различными технологиями ВПУ

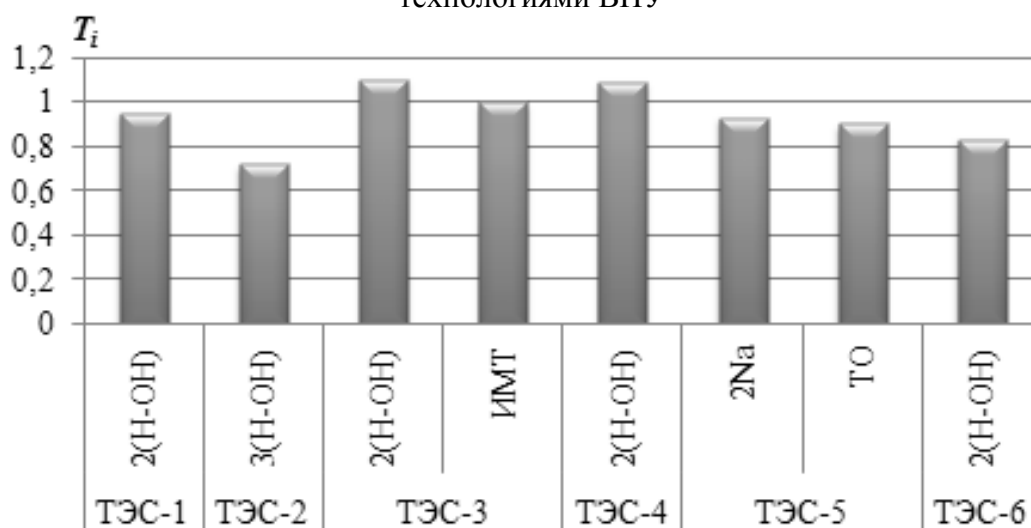


Рис. 5. Технический показатель на ТЭС с различными технологиями ВПУ

Технический показатель T_i (рисунок 5), в данной работе, представленный несколькими параметрами, является наиболее информативным в отношении эффективности работы основных элементов всей установки. Полученные значения в пределах более 1 (2(H-OH) ТЭС-3 и 2(H-OH) ТЭС-4) указывают на наличие несоответствия нормам по некоторым включенным параметрам. При этом необходимо брать во внимание, что каждый взятый субпоказатель влияет на общую оценку.

Заключение

1. Предложенный методологический подход отражает показатели эффективности эксплуатации как для действующих, так и для вновь проектируемых ВПУ.
2. Полученные значения показателей доказывают, что устаревает не технология, а оборудование, материалы и нагрузочные мощности. Поэтому разработка новых материалов для технологий ионного обмена и согласование нагрузок позволит в дальнейшем получать требуемое качество воды, а также снизить эксплуатационные затраты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пупырев Е.И. Выбор технологии очистки воды в современных экономических условиях // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 12. С. 29-35.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. СО 153-34.20.501-2003. М.: СПО ОРГРЭС, 2003.

3. Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС. Условия создания. Нормы и требования. СТО 70238424.27.100.013-2009. М.: НП «ИНВЭЛ», 2009.
4. Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования на тепловых электростанциях. СО 34.35.101-2003. М.: ЦНТИ ОРГРЭС, 2004.
5. Основные требования к применению ионитов на водоподготовительных установках тепловых электростанций. Технологические рекомендации по диагностики их качества и выбору. СТО ВТИ 37.002-2005. М.: ОАО «ВТИ», 2006.

Научный руководитель: Т.С. Тайлашева, к.т.н., доцент, каф. ПГС и ПГУ, ЭНИН, ТПУ

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Д.С. Щеголихин

Томский Политехнический Университет, ЭНИН, каф. АТП

Крупнейшим потребителем топливно-энергетических ресурсов в стране являются системы теплоснабжения. На промышленных предприятиях для выпуска продукции надлежащего качества требуется соблюдение нормируемых параметров микроклимата, который зависит от правильности функционирования систем теплоснабжения.

Внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) технологическими процессами в системы производства, транспортировки и потребления тепловой энергии позволяет получить быстрое повышение технического уровня эксплуатации систем теплоснабжения и уменьшение затрат на топливо. Так же АСУ систем теплоснабжения позволяет увеличить уровень комфорта и эффективности трудовой деятельности в зданиях и сооружениях промышленного и сельскохозяйственного производства [1].

Сегодня закон об энергосбережении дает потребителям возможность получения экономической выгоды. Это обусловлено оптимизацией потребления тепла за счет регулирования, а также тем, что потребитель заинтересован в том, чтобы иметь объективную информацию о количестве израсходованных энергоресурсов.

Реализовать обозначенные потребности потребителя позволяет автоматизированная система мониторинга и управления теплоснабжением.

Автоматизированная система мониторинга и управления теплоснабжением позволяет решать следующие задачи:

- 1) автоматическое поддержание заданных параметров теплоносителя в зависимости от температуры окружающей среды;
- 2) мониторинг состояния объекта в реальном масштабе времени, с целью определения соответствия текущих значений внутренних и внешних 8 параметров их оптимальным значениям (наименьшее теплоснабжение);
- 3) учет полученной и отпущенной тепловой энергии;
- 4) предоставление информации о потреблении энергоресурсов и выполнение договорных условий о режимах работы инженерных систем энергоснабжающей организации [2].

Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) представляет собой двухуровневую многофункциональную информационно-управляющую систему, работающую в режиме реального времени.

Первый уровень включает в себя: