

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ  
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



*«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» ІХ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ  
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР  
ЖИНАҒЫ*

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
ІХ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И  
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»**

**PROCEEDINGS OF THE IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE  
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:  
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»**



Нұр-Сұлтан, 2021

**УДК 656**  
**ББК 39.1**  
**А 43**

**Редакционная коллегия:**

Председатель – Мерзадинова Г.Т., проректор по науке и инновациям ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, д.т.н., профессор; Заместитель председателя – Султанов Т.Т., заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Сулейменов Т.Б. – декан транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, д.т.н., профессор; Председатель «Әдеп» – Ахмедьянов А.У., к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н. профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н. профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н. профессор; Глазырин С.А. – заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент.

**А 43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики:** пути их инновационного решения: IX Международная научно – практическая конференция, Нур-Султан, 19 марта 2021 /Подгот. Г.Т. Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов – Нур-Султан, 2021. – 600с.

**ISBN 978-601-337-515-1**

В сборник включены материалы IX Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Нур-Султан 19 марта 2021 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего, ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

**УДК 656**  
**ББК 39.1**

**ISBN 978-601-337-515-1**

жағымсыз салдарсыз қалпына келтірілмейтін ресурстарды пайдалануды азайтуға мүмкіндік беретін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Қала проблемаларын қоқыспен талдау барысында кейбір идеялар жүзеге асты. Алдымен, басқа елдерге өндеудің әдістері және оның тиімділігінің артуымен коммуналдық қатты қалдықтарды жою бойынша ұсыныстар зерттелді. Қатты қалдықтарды кәдеге жаратудың негізгі әдістері мен технологиялары бойынша қажетті теориялық нәтижелер алынды:

Қатты тұрмыстық және өндірістік қалдықтарды қалдықсыз қайта өндеудің өндірістік желісінің моделі жасалды;

Тұрмыстық қатты қалдықтарды өндеудің технологиялық схемасының негізгі компоненттері және олардың сипаттамалары анықталған;

RDF отынын шығаруға арналған қондырғының арқасында ТҚҚ органикалық компонентінен жоғары сапалы балама қатты отын алу мүмкіндігі анықталды;

Балама RDF отынының сипаттамалары бойынша зерттеулер жүргізіліп, оны қолдану аймағы анықталды.

Мұндай әдістермен, негізінен, RDF жанармайларын пайдалану табиғи ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік береді. Қалдықтар дұрыс сұрыпталған кезде энергия өндірудің бұл әдісі айтарлықтай үнемдеуге және минералды ресурстарды үнемдеуге әкеледі.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1. Назарбаев Н.Ә. XXI ғасырдағы орнықты дамудың ғаламдық энергетикалық және экологиялық стратегиясы. Мәскеу: Экономика, 2011, 20-38.

2. Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә. Назарбаевтың «Қазақстан жолы - 2050: бір мақсат, бір мүдде, бір болашақ» атты Қазақстан халқына жолдауы, 2014 жылғы 17 қаңтар, 22-34.

3. Адмакин, Л.А. (2015). Қазба көміріндегі микроэлементтердің концентрациясының екі маңызды тәуелділігі / Кокс және химия. Мәскеу: Энергоиздат.

4. <https://IA.ZAKON.KZ> (2017). «Энергияны үнемдеу 2020» бағдарламасы .5-13.

5. Левин Б. И. (1982). Тұрмыстық қатты қалдықтарды электрмен жабдықтау жүйелерінде қолдану, Мәскеу: Энергетик.

6. Бернштейн, Л.Б. (1961). Заманауи электр энергетикасындағы су электр станциялары / Л.Б. Бернштейн және басқалар. Мәскеу: Энергоиздат.

7. Витковская С.Е. (2012). Биологиялық циклдегі қатты тұрмыстық қалдықтардың антропогендік байланысы, 132-145.

**УДК 567.9410**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ КАРАГАНДИНСКОЙ ТЭЦ-3 С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ**

**Сапар Елжас Талғатұлы**

syelzhasedu@gmail.com

Магистрант первого курса кафедры «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,

Нур-Султан, Казахстан

Природная вода не может использоваться в современных технологических процессах без предварительной очистки. Ее необходимо смягчить и деминерализовать путем ионообменной обработки на промышленной установке. Таким образом обеспечивается необходимое качество воды, циркулирующей в системе котлов, а также производимого пара для технологических нужд. Предотвращают такие негативные явления, которые вызывают:

- отложение солей на поверхностях нагрева парогенераторов;

- отложение солей на лопатках, соплах и направляющих паровых турбин, которые создают риск разбалансировки рабочего колеса, сужения пространства между лопастями, что приводит к снижению мощности агрегатов;
- уменьшение расхода пара от парогенераторов, соответственно их продуктивность;
- создание условий для перегрева теплообменных поверхностей парогенераторов и др.;

Несмотря на обширные исследования в области создания смол нового поколения и их использования в существующих ионообменных установках имеют ряд существенных недостатков. Например, низкая гидрофильность, что приводит к низкой скорости диффузии ионов внутри и низкой скорости сорбции и десорбции. На практике они используются в гранулированной форме, связывание которых в ионной замене оборудования в процессе сорбции приводит к необходимости принудительного разрыва и их постепенная механическая деградация в процессе эксплуатации. Кроме того, они требуют частая регенерации для восстановления их ионообменной способности.

На некоторых ТЭЦ эти кислые и щелочные воды взаимно нейтрализуются в резервуарах, в которых они смешаны. Однако часто в ионообменных установках регенерация двух типов фильтров не происходит одновременно. Кроме того, потоки серной кислоты содержат большее количество кислоты, чем гидроксид натрия в щелочной. По этой причине необходимо нейтрализовать сточные воды, которые собираются в общий сосуд и обработанный реагентом. Также необходим запас химикатов, которые сопровождается дополнительными расходами.

В связи с этим существует потребность в усилении контроля и мониторинга отработанной воды, совершенствование существующих технологий или замена новыми, более эффективными.

Современные альтернативы ионному обмену - ультрафильтрация с использованием фильтров смешанного типа и технологии компактных слоев мембран, включая обратный осмос и / или электроионизацию. Они позволяют улучшить качество очищенной воды с минимальным количеством реагентов.

Обычные схемы ионообменной очистки воды для технологических целей представлены используется в системах с высокой производительностью и низким содержанием сырой воды. При изменении его состава и требования к производству пара, выбор подходящего метода на его улучшение влияют следующие факторы:

- расход очищенной воды по электростанции в целом;
- способ удаления и обезвреживания потока отходов;
- стоимость реагентов для восстановления ионообменных смол (преимущественно натриевой основы), в т.ч. расходы на транспортировку и хранение;

Система доочистки ионным обменом может состоять ступеней ионного обмена с одним катионом и одним анионом, сменного фильтра и / или фильтра со смешанным слоем.

Тепловые электростанции всегда полагались на эффективную очистку воды, чтобы снизить вероятность загрязнения, эрозии, коррозии и образования накипи, но требования к качеству воды постоянно растут. Поскольку конструкция сверхкритических котлов и паровых турбин развивается с целью повышения эффективности и снижения выбросов в атмосферу, требования к системам очистки воды становятся все более строгими и сложными. Это главным образом связано с тем, что неблагоприятное воздействие ионов и других загрязняющих веществ усиливается более высокой рабочей температурой и давлением.

Водоподготовительная установка ВПУ-12 производительностью 12 м<sup>3</sup>/ч. предназначена для умягчения питательной воды для котельных агрегатов и других объектов, где требуется умягченная вода. В состав стандартной комплектации установки по предварительной подготовке воды входят следующие элементы:

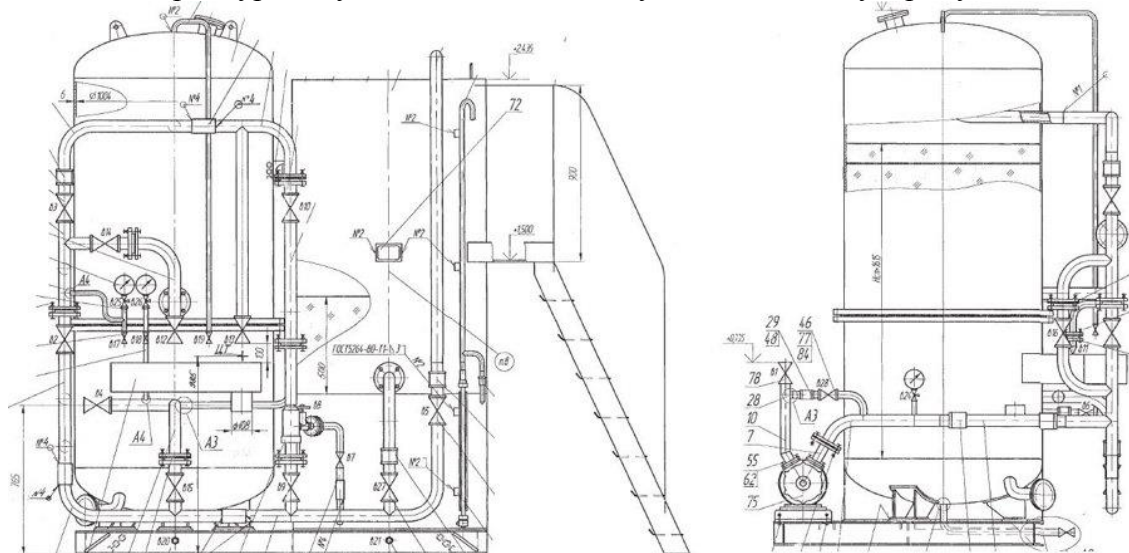
1. система фильтров (катионный и осветлительный) – вертикальные металлические сосуды, имеющие форму цилиндров, вода и специальный раствор для

регенерации подводится через верх бака, а выводится через нижнее ложное дно, в котором предусмотрены щелевые колпачки;

2. бак для растворения солей – конструкция цилиндрической формы с бобышкой для дренажа и эжектора для подготовки солевого раствора и дальнейшего перемещения смеси в фильтр, для контроля давления в фильтре используются два манометра;

3. насос, поддерживающий постоянное давление в системе.

Все составляющие элементы системы водоподготовки связаны между собой соединительной арматурой и установлены на жесткую металлическую раму.



Работоспособность водоподготовительной установки состоит в следующем, вода поступает из водопровода и хранится в специальном баке в котором создается определенное давление в данном случае 0,5 МПа. Когда данное давление устанавливается под силой действия насоса в специальную емкость, которая выступает в качестве фильтрата, происходит смешивание со раствором солевым регенерирующим, концентрация раствора с фильтруемым веществом с водой до 8%. Последний готовится из поваренной соли с концентрацией до 5-8%.

Эксплуатация ионитного фильтра сводится к выполнению следующих операций, составляющих полный рабочий цикл фильтра: взрыхления, регенерации, отмывки и ионирования.

При ионировании слой ионита удерживает частицы примесей, не выделенных из воды при ее предочистке. Вследствие этого возрастает перепад давления на слое, приводящий к истиранию ионита с увеличением мелкой фракции, которая в еще большей степени увеличивает сопротивление слоя. Поэтому перед регенерацией ионита проводят операцию взрыхления слоя в восходящем потоке воды. При взрыхлении слой расширяется, мелкие частицы отмываются и с потоком воды выносятся из фильтра. Обычно взрыхление производят отмывочной водой от предыдущей регенерации в течении 20 мин в условиях, обеспечивающих расширение смол на 30–40%. Интенсивность взрыхляющей промывки зависит от крупности и удельной плотности зерен ионита и составляет обычно для катионитных фильтров 2,5 - 3,0, а для анионитных 1,5 –2,0 кг/(с·м<sup>2</sup>), считая на свободное сечение фильтра. Регенерацию каждого фильтра проводят соответствующим раствором реагента определенной концентрации. Растворы реагентов приготавливают в специальных баках и подают насосами или дозируют и подают при помощи эжекторов. Скорость подачи раствора в фильтр зависит от технологического предназначения фильтра. Так, при регенерации Na - катионитного фильтра скорость подачи регенерационного раствора составляет 4-6 м/ч, при регенерации H - катионитных фильтров раствор серной кислоты подается со скоростью не менее 10 м/ч во избежание «загипсовывания» катионита, при регенерации анионитных фильтров скорость подачи раствора 5-6 м/ч. Для экономии

реагентов обычно часть регенерационного раствора (последние порции) отводят в бак и используют для последующей регенерации. В схемах полного обессоливания регенерационный раствор NaOH пропускают сначала через высокоосновный, а затем через низкоосновный аниониты, что позволяет значительно экономить реагент. Растворы реагентов приготавливают обычно на собственном фильтрате для каждой группы фильтров, объединяемых одним технологическим процессом. В зависимости от расхода реагента и его концентрации в растворе продолжительность его подачи составляет 15-30 минут.

После прекращения подачи регенерационного раствора производят отмывку ионита от продуктов регенерации и остатков непрореагировавшего раствора. Отмывка проводится с тем же направлением потока, что и при фильтровании, при скорости для катионитных фильтров, равно 5-8 м/ч, а для анионитных 10-12 м/ч. Отмывочную воду сбрасывают в бак, чтобы использовать ее для операции взрыхления при следующей регенерации. Ее можно использовать также и для приготовления регенерационного раствора, что позволяет экономить как саму воду на собственные нужды, так и реагенты. После окончания отмывки ионитные фильтры могут сразу включаться в работу или ставиться в резерв. При работе фильтров в схемах обессоливания скорости потоков воды в зависимости от технологического назначения составляют на Н – катионитных фильтрах I ступени – до 25 м/ч. II ступени - до 50 м/ч; на анионитных фильтрах I ступени – до 20 м/ч, II ступени – до 25-30 м/ч. Окончание процесса фильтрования воды характеризуется ухудшением качества фильтрата. Отключение Н – катионитных фильтров I ступени производится, когда кислотность фильтрата снижается не более чем на 0,2 – 0,3 мг-экв/кг по сравнению с кислотностью в течение первых 2-3 ч работы фильтра. Н – катионитные фильтры II ступени отключаются по количеству пропускаемой воды или при кислотности фильтрата на 0,07 – 0,1 мг-экв/кг меньшей, чем нормальная кислотность фильтрата I ступени. Анионитные фильтры I ступени отключаются при снижении щелочности фильтрата до 0,02 мг-экв/кг, а II ступени – при проскоке кремниевой кислоты до заданного значения.

Для удобства эксплуатации фильтры не должны выходить на регенерацию чаще чем 1 раз в смену (8 ч). Каждая группа (при секционной схеме) должна состоять не менее чем из трех фильтров, чтобы при выходе одного из них в регенерацию не слишком перегружать остальные. Для удобства монтажа необходимо также при расчете схемы ВПУ подбирать фильтры примерно одинаковых размеров, причем по возможности подбирать аппараты наибольшей единичной производительности. Расчет схемы ВПУ проводится последовательно по ступеням очистки, причем первой рассчитывается последняя ступень и шестяущая. Это делается потому, что на каждой ступени, предшествующей данной, необходимо учитывать расход на собственные нужды последующей ступени. Расходы воды собственные нужды каждой ступени складываются расходов на взрыхление, приготовление регенерационного раствора и отмывку.

#### **Список использованных источников**

1. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике. – М.: МЭИ, 2003, 309 с.
2. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. – М.: Бастет, 2008, 304 с.
3. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – М.: ДеЛи принт, 2004. - 328 с.
4. Василенко Л.В., Никифоров А.Ф., Лобухина Т.В. Методы очистки промышленных сточных вод. – Екатеринбург: УГЛУ Урал. гос. лесотехн. университет, 2009. – 174 с.