



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА
GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY



Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2015»
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS
of the X International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2015»

УДК 001:37.0
ББК72+74.04
Ғ 96

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2015

Топливный брикет из органических отходов. Инновационный патент № 29412 РК, МКИ С 10 L 5/00, С 10 L 5/14 опубл. 25.12.2014, бюл. № 12. – 2с.

2 ГОСТ Р 52917- 2008 Топливо твердое минеральное. Методы определения влаги в аналитической пробе.

3 ГОСТ 21289-75 Брикетты угольные. Методы определения механической прочности.

4 Семенов С.А. Модельные исследования гидродинамики аппаратов с кипящим слоем // Системы. Методы. Технологии, № 2, 2009, С. 82-86.

УДК 620.92

ОБРАБОТКА ВОДЫ МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА В ЭНЕРГЕТИКЕ

Ракишев А.Ж., Мамырбаев А.Б

Adilkhan_91@inbox.ru

Магистранты ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, кафедра «Теплоэнергетика», Астана, Казахстан

Научный руководитель – С.Глазырин

Вода, прошедшая предочистку, практически не содержит в себе грубодисперсных примесей и в значительной степени освобождена от коллоидных частиц. Однако основная часть примесей в истинно-растворенном состоянии остается в этой воде и должна быть удалена из нее. В настоящее время для этого применяют ионный обмен, а также мембранные и термические методы. Последние два вида методов для получения воды необходимого качества чаще всего используют в совокупности с методом ионного обмена.

Обработка воды методом ионного обмена основана на способности некоторых практически нерастворимых в воде веществ, называемых ионитами, вступать в ионный обмен с растворенными в воде солями, т.е. при ионном обмене один вид ионов заменяется другим.

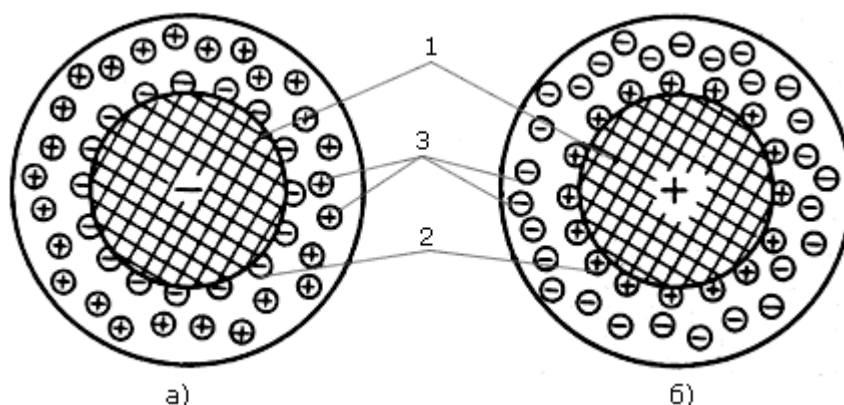


Рисунок 1. - Структура молекулы ионита

Способность ионитов к ионному обмену объясняется их строением. На рисунке 1 схематично изображена структура молекулы ионита. Любой ионит состоит из твердого многоатомного каркаса 1, к отдельным местам которого присоединены неподвижные ионы 2, придающие каркасу соответствующий электрический заряд, а другие ионы 3 (с противоположным знаком)

ют ограниченную подвижность вблизи этого твердого каркаса и способность к обмену. Вследствие этого вокруг твердой фазы создается диффузионный слой из противоположно заряженных ионов, что приводит к образованию заряда. В зависимости от характера активных групп ионита его подвижные ионы могут иметь положительный заряд, и тогда ионит называется катионитом или отрицательный заряд, и тогда ионит называется анионитом. Ионы диффузионного слоя обладают повышенным запасом кинетической

энергии и поэтому могут выходить из диффузионного слоя в раствор, но при этом из раствора в диффузионный Слой должны переходить ионы с тем же знаком заряда. Следовательно, реакция ионного обмена подчиняются правилам, характерным для реакций обычных электролитов, в частности: правилам эквивалентности обмена ионов и обратимости процесса ионного обмена. Соответственно катионирование - процесс обмена катионами, анионирование - процесс обмена анионами.

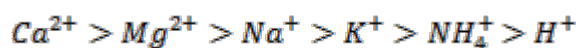
Все известные ионообменные материалы по химическому составу можно разделить на две группы: минеральные и органические. .

Минеральные иониты обладают малой емкостью поглощения и способностью к разложению в кислой среде с выделением кремниевой кислоты, поэтому в настоящее время на ТЭС в основном находят применение ионообменные материалы, относящиеся к разряду синтетических смол; органического происхождения. Молекулы синтетических соединений состоят обычно из тысяч, а иногда и десятков тысяч прочно связанных между собой атомов, такие, соединения получили название высокомолекулярных веществ.

Функциональные группы, которые придают материалу смолы ионообменные свойства, присоединяются к бензольным ядрам, замещая в них атомы водорода. К функциональным группам, придающим ионитам свойства катионита, относятся: сульфогруппа - SO_3H , карбоксильная группа - $COOH$ и гидроксильная группа - OH . Катиониты, содержащий сульфогруппы, являются сильноосновными, они способны извлекать из щелочной, нейтральной и слабокислой среды кроме ионов Ca^{2+} , и Mg^{2+} еще и ионы Na^+ и NH_4^+ . Катиониты, содержащие в своем составе только обменные группы OH и $COOH$, называются слабокислотными катионитами (например, типа КБ), они способны работать только в качестве Na - катионитов и извлекать из нейтральной или щелочной среды только Ca^{2+} , и Mg^{2+} . Имеются также полифункциональные катиониты, например, сульфоуголь, содержащие одновременно группы SO_3H и $COOH$, они называются среднекислотными катионитами и способны извлекать из воды ионы Na^+ и NH_4^+ . Характер группы существенно влияет на обменную емкость катионита зависимости от величины pH. Сильнокислотные катиониты осуществляют обмен ионов в широкой области значений pH, тогда как слабокислотные в кислой области резко уменьшают способность ионов к обмену, т.к. уменьшается степень диссоциации функциональных групп.

К функциональным группам, придающим ионитам свойства анионитов относятся: различные аминогруппы (NH_2 - первичная, NH - вторичная, N - третичная и группы четырехзамещенного аммония (NR, OH). При присоединении первых трех групп образуются слабоосновные аниониты, они успешно осуществляют ионный обмен лишь в кислых средах и способны извлекать лишь ионы сильных кислот ($SO_4^{2-}, Cl^-, NO_3^-, PO_4^{3-}$ и др). Группа четырехзамещенного аммония придает аниониту сильноосновной характер, который осуществляет обмен ионов $HSiO_3^-$ и HCO_3^- в широкой области значений pH.

Существует ряд, где каждый предыдущий катион извлекается из воды, в результате обменной реакции, более интенсивно, чем предыдущий



Соответственно необходимо учитывать концентрацию.

Качество ионитов определяется рядом физико-химических и технологических свойств, таких как: фракционный состав, насыпная плотность, химическая стойкость, механическая прочность, обменная емкость, кислотность или основность.

В технологии ионного обмена применяются иониты различных диаметров (от 0,3 до 2 мм). Соответственно, чем меньше диаметр зерен, тем больше его обменная способность и скорость обмена, но и тем больше его сопротивление фильтрованию и возможностью неравномерного прохода воды и раствор по сечению фильтра. Ионит в воде набухает и

увеличивается на 10-60%, это необходимо учитывать при заполнении фильтров, при этом ионит порой теряет плотность, размягчается.

Механическая прочность ионита определяется потерей массы в течение года, рекомендуется использование ионитов с потерей массы не более 5-10% в год. Химическая стойкость выражается в их способности противостоять растворяющему действию воды и ее примесей. Под действием среды может также происходить пептизация ионитов, т.е. переход их в коллоидный раствор. Химическая стойкость ионитов зависит от величины pH среды, природы и концентрации, растворенных в ней ионитов, а также от температуры.

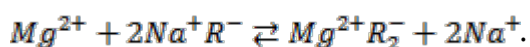
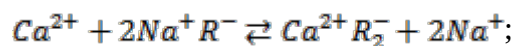
Обменная емкость является важнейшей технологической характеристикой ионитов, которая определяется продолжительностью рабочего цикла, т.е. способностью к участию в обмене. Обменная емкость выражается количеством ионов, поглощенных единицей массы (г-экв/кг) или единицей объема (г-экв/м³) ионита. Различают полную обменную емкость и рабочую.

Для восстановления обменной емкости истощенного ионита производят регенерацию, то есть извлекают задержанные катионы и заменяют их на обменными катионами.

Основные технологии ионного обмена:

1) Натрий-катионирование воды.

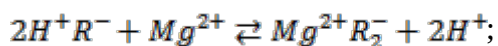
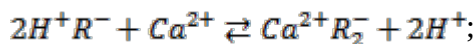
Технология основана на способности ионообменных материалов обменивать на ионы кальция и магния ионы других веществ, не образующих накипь на теплонапряженной поверхности (трубные экраны котлов, теплообменники, поверхности жаротрубных котлов). Веществ таких немало, но в связи с доступностью и относительной дешевизной хлорида натрия именно он был выбран в качестве реагента для регенерации катионита.



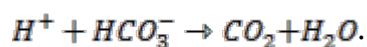
где R – нерастворимый в воде сложный радикал катионита (принято считать одновалентным)

2) Водород-катионирование воды

Обработка воды методом Н-катионирования предназначается для удаления всех катионов из воды с заменой их на ионы водорода. Вода за Н-катионитными фильтрами содержит избыток ионов водорода и вследствие этого имеет кислую реакцию, поэтому эта технология применяется совместно с другими процессами ионирования - Na-катионированием или анионированием. Обмен катионов при Н-катионировании протекает согласно реакциям:

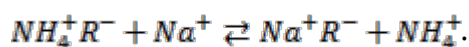
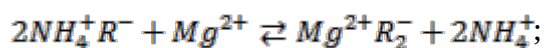
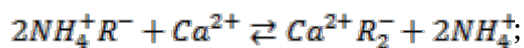


Выделяющиеся ионы H⁺ реагируют в обрабатываемой воде с гидрокарбонатными ионами:

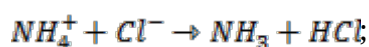


3) Аммоний-катионирование воды.

Процесс ионообменного умягчения воды с помощью аммоний-катионитового фильтра заключается в замене всех катионов исходной воды на катион аммония NH_4^+ , содержащийся в катионите, что можно представить в виде следующих уравнений



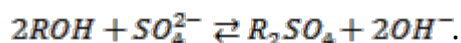
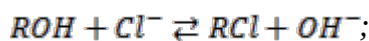
Таким образом выходящая из аммоний-катионитового фильтра умягченная вода содержит только диссоциированные соли аммония (бикарбонат аммония, хлористый аммоний) и имеет нейтральную реакцию. Однако, в котле эти соли при высокой температуре разлагаются с образованием свободных кислот, остающихся в котловой воде и газообразного аммиака, уходящего с паром



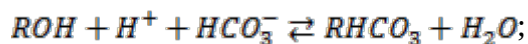
В связи с этим аммоний-катионирование сочетают с натрий-катионированием для нейтрализации образующихся кислот с помощью щелочной натрий-катионированной водой, так же, как и водород-катионирование

4) Анионирование воды

Анионирование воды ведется с целью замены удаляемых анионов на ион гидроксила. При сочетании ОН-анионирования с Н-катионированием происходит удаление из воды как анионов, так и катионов в обмен на ионы OH^- и H^+ , т.е. осуществляется химическое (ионитное) обессоливание воды. При фильтровании через слой анионита осуществляется сорбция анионов согласно реакциям:



Высокое значение pH в зоне обмена на анионите способствует диссоциации слабых кислот H_2CO_3 и H_2SiO_3 и переводу их в ионизированное состояние, поэтому они также могут участвовать в реакциях анионного обмена, но лишь при использовании сильноосновных анионитов:



Устройство Ионитных фильтров.

Ионитные фильтры по обмениваемому иону подразделяются на катионитные, анионитные и смешанного действия. По способу проведения регенерации различают параллельноточные и противоточные. В противоточных фильтрах регенерирующий раствор и обрабатываемая вода пропускаются в противоположных направлениях, а в параллельноточных – в одном направлении, обычно сверху вниз.

Фильтр ионитный представляет собой вертикальный однокамерный цилиндрический

аппарат, состоящий из корпуса, нижнего и верхнего распределительных устройств, трубопроводов, запорной арматуры, пробоотборников и фильтрующей загрузки. Фронтом наружных трубопроводов, запорно-регулирующей арматурой, контрольно-измерительными приборами фильтры комплектуются на заводах.

Нижнее распределительное устройство (дренаж) фильтра представляет собой трубчатую систему с дренажными колпачками из сополимера стирола или нержавеющей стали. Штуцера на отводах направлены к днищу и за счет разной длины «копируют» форму днища.

Верхнее распределительное устройство, выполненное в виде перфорированного стакана, предназначено для подвода исходной воды, регенерационного раствора и отвода взрыхляющей воды.

В корпусе фильтра имеются люки для загрузки и выгрузки ионообменного материала, для осмотра и ремонта дренажа.

Конструктивно катионитовый и анионитовый фильтры не различаются, но в анионитовых фильтрах обычно предусматривается внутренний антикоррозионный защитный слой. Фильтр смешанного действия предназначен для осуществления катионного и анионного обмена в одном сооружении, поэтому фильтр разделен на две части промежуточной распределительной системой.

Работа катионитных фильтров циклична, в них происходит чередование рабочих режимов и регенерации. Сама регенерация протекает в три этапа: взрыхление загрузки, пропуск регенерационного раствора, отмывка катионита. Схематично все эти режимы отображены на рисунке 2.

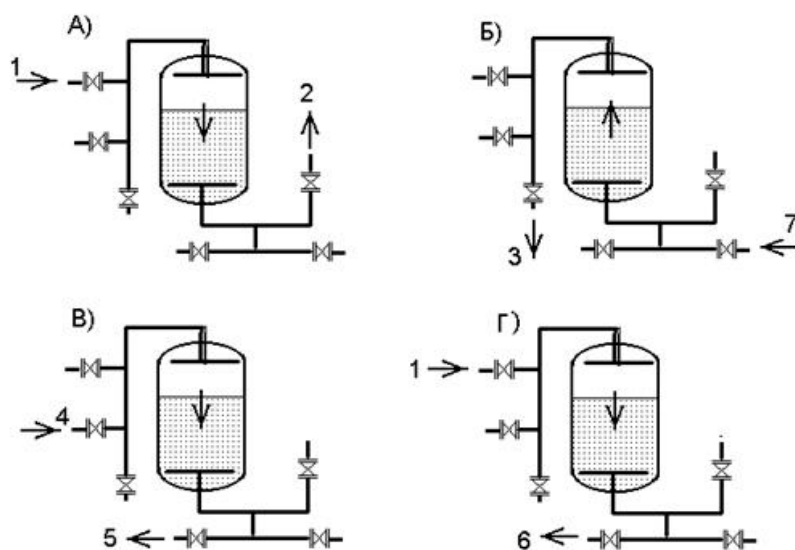


Рисунок 2. - Режимы работы катионитного фильтра: *а* – рабочий режим; *б* – взрыхление; *в* – пропуск регенерационного раствора; *г* – отмывка; 1 – исходная вода; 2 – умягченная вода; 3 – сброс в канализацию; 4 – раствор хлорида натрия; 5 – отработанный регенерационный раствор; 6 – отвод отмывочной воды; 7 – вода на взрыхление

Список использованной литературы

1. А. Глазырин, Л.Музыка, М.Кабдуалиев, «Подготовка воды для тепловых электростанций и промышленных предприятий /учебное пособие» /. – Алматы, Республиканский издательский кабинет, 1997 г. 146 с
2. А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков, «Водоподготовка в энергетике» /. М., Издательство МЭИ, 2003 г.