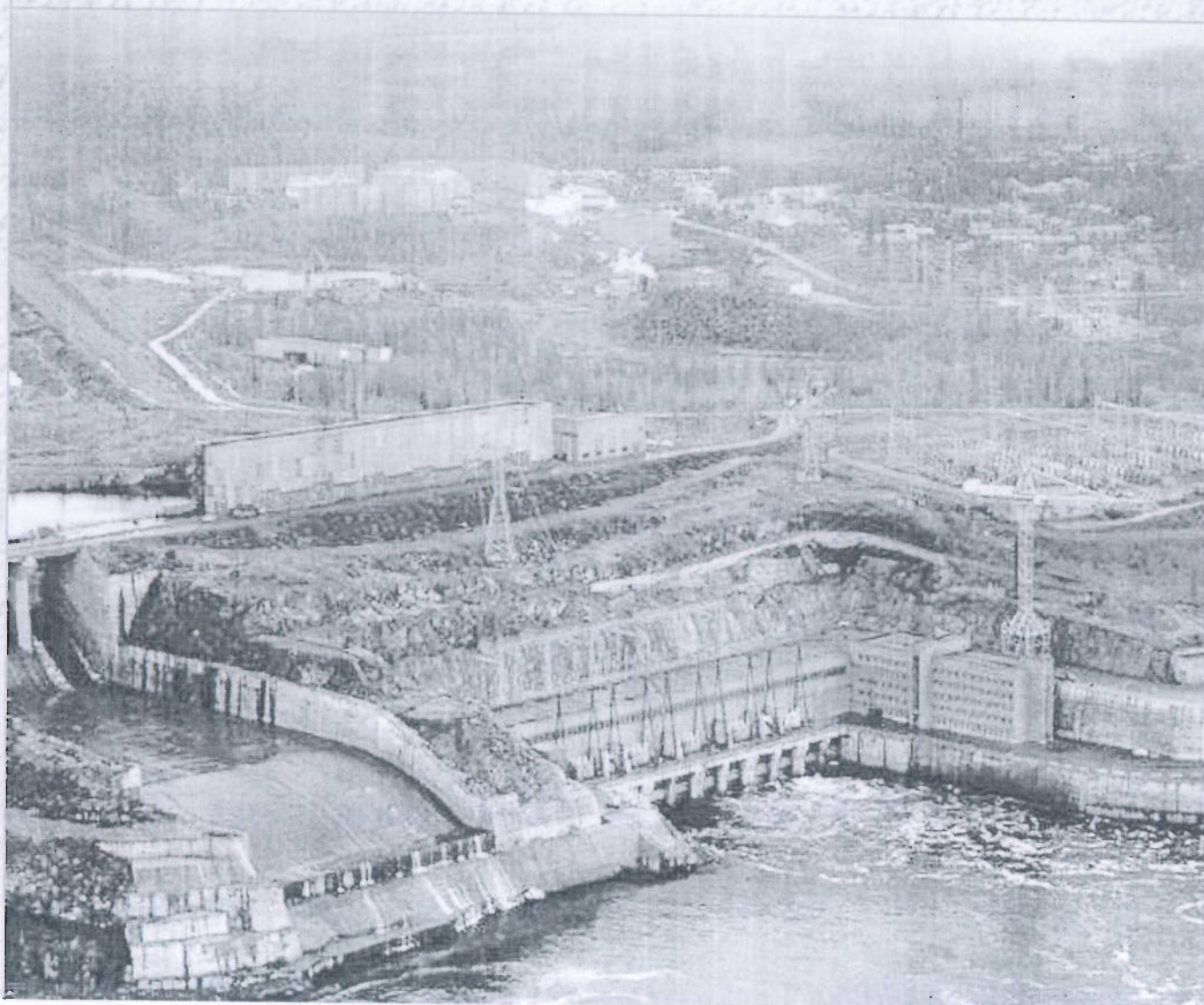


Информационное агентство
Энергопросекс

ISSN 2312-055X

4'2014

Новое в российской электроэнергетике



НОВОЕ В РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Ежемесячный научно-технический электронный журнал

№ 4 апрель 2014 г.

Редколлегия

Главный редактор –
Воронов В.Н., д.т.н., профессор

Первый заместитель главного редактора –
Зорин В.М., д.т.н., профессор

Заместитель главного редактора –
Громогласов А.А., д.т.н., профессор

Ответственный секретарь –
Галтеева Е.Ф., к.т.н.

Члены редколлегии:

Акимов Е.Г., к.т.н., доцент

Аракелян Э.К., д.т.н., профессор

Богловский А.В., к.т.н., ст.н.с.

Васин В.П., д.т.н., профессор

Верещагин И.П., д.т.н., профессор

Гашенко В.А., д.т.н.

Жуков В.В., д.т.н., профессор

Жуков Ю.И., к.т.н.

Загреддинов И.Ш., зам. ген.
директора ОАО «Группа Е-4»

Лавыгин В.М., к.т.н., профессор

Мисриханов М.Ш., д.т.н., профессор

Петрова Т.И., д.т.н., профессор

Пильщиков А.П., к.т.н., доцент

Росляков П.В., д.т.н., профессор

Седлов А.С., д.т.н., профессор

Соляков В.К., к.т.н., доцент

Томаров Г.В., д.т.н., профессор

Содержание

Стр.

О подписке на электронный журнал «НОВОЕ
В РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»

3

Общие вопросы электроэнергетики

Влияние пленкообразующих аминов на обменную емкость катионита. Д.т.н. Т.И. Петрова, к.т.н. П.М. Готовцев, инженер Ю.В. Богатырева (НИУ «МЭИ»), инженер Ф.В. Дяченко (GE Water & Process Technologies)

5

Современные решения по организации цифровых каналов связи для РЗА и ПА. К.т.н. В.А. Харламов (ЗАО «Юнител Инжиниринг»)

11

В помощь производству

Применение регистраторов аварийных событий для мониторинга повреждаемости оборудования подстанций. Инженер С.Н. Глезеров, инженер А.А. Ундольский, инженер В.В. Юров, инженер В.Е. Траулько (ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ»)

22

Учет температуры наружного воздуха при планировании и оптимизации суточных режимов работы ПГУ. Д.т.н. Э.К. Аракелян (НИУ «МЭИ»), д.т.н. Т.С. Гнуни, инженер А.О. Оганесян (НИИ «Институт энергетики», Армения)

36

*Общие вопросы электроэнергетики***ВЛИЯНИЕ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ АМИНОВ
НА ОБМЕННУЮ ЕМКОСТЬ КАТИОНИТА**

**Д.т.н. Т.И. Петрова, к.т.н. П.М. Готовцев, инженер Ю.В. Богатырева (НИУ «МЭИ»),
инженер Ф.В. Дяченко (GE Water & Process Technologies)**

В настоящее время для коррекции водно-химических режимов на ТЭС с барабанными котлами и ТЭС с парогазовыми установками применяются комплексные реагенты, содержащие пленкообразующие амины (хеламин, эпурамин и др.) [1–2]. Использование комплексных реагентов для коррекции водно-химического режима позволяет уменьшить количество дозируемых реагентов, снизить скорость коррозии конструкционных материалов, уменьшить продувку, не проводить консервацию оборудования во время простоев и т.д. [3].

На некоторых ТЭС с парогазовыми установками турбинный конденсат поступает для обработки на конденсатоочистку, в состав которой входят ионитные фильтры. В настоящее время практически отсутствуют данные о влиянии комплексных реагентов, содержащих пленкообразующие амины, на обменную емкость катионитов и анионитов.

Имеются данные о влиянии такого пленкообразующего амина, как октадециламин [4]. Нет данных и о том, как изменяется содержание органических примесей при фильтровании воды через ионитные фильтры, особенно в случае фильтрования через них воды, содержащей комплексные реагенты, содержащие пленкообразующие амины, и насколько полно удаляются органические примеси из ионитов в процессе их регенерации.

На подавляющем количестве тепловых электростанций конденсатоочистка состоит из механического фильтра, загруженного катионитом, и фильтров смешанного действия, загруженных смесью сильнокислотного катионита и сильноосновного анионита. Поэтому на первом этапе целесообразно изучить влияние пленкообразующих аминов на изменение обменной емкости катионита.

В связи с тем, что наиболее широкое распространение для коррекции водно-химического режима котлов получили реагенты типа «Хеламин», а именно 906Н, BRW-150, 90Н-Turb, основная задача данной работы состояла в изучении влияния вышеуказанных реагентов на обменную емкость сильнокислотного катионита и изменение концентрации органических примесей в фильтрате в процессе фильтрования.

Для проведения опытов использовался лабораторный фильтр диаметром 20 мм, загруженный сильнокислотным катионитом марки КУ-2-8чс с высотой фильтрующего слоя 40 см. Для регенерации катионита использовался раствор серной кислоты с концентрацией 2 %.

Опыты проводились на растворах, содержащих CaCl_2 и один из указанных выше реагентов хеламина. Для приготовления растворов использовалась обессоленная вода. Для уменьшения

продолжительности фильтроцикла опыты проводились при повышенной концентрации кальция в исходном растворе, составляющей $\approx 2,8$ мг-экв/дм³; концентрация хеламина была равна примерно 5 мг/дм³. Для сравнения одна серия опытов была проведена на растворах, содержащих в исходном растворе только CaCl₂.

Фильтр отключался на регенерацию при достижении концентрации кальция в фильтрате, равной 0,02 мг-экв/дм³. Затем фильтрующий слой катионита взрыхлялся, фильтр регенерировался, отмывался и вновь включался в работу. Для каждого типа хеламина проводилось по четыре фильтроцикла. На основании полученных данных рассчитывалась обменная емкость в каждом фильтроцикле.

В процессе опытов контролировались концентрации кальция, хеламина и общего органического углерода в исходном растворе и в фильтрате. Концентрация кальция определялась объемным методом [5]. Концентрация хеламина измерялась «Полиамин-тестом» [6], чувствительность метода равна 1 мг/дм³. Концентрация общего органического углерода определялась на приборе Shimadzu TOC V, чувствительность метода – 5 мкг/дм³ [7].

Данные о влиянии различных марок хеламина (906Н, BRW-150, 90Н-Turb) на обменную емкость катионита КУ-2-8чс приведены в табл. 1. На рис. 1 в качестве примера приведены данные трех фильтроциклов при фильтровании воды, содержащей CaCl₂ и хеламин марки 906Н. Первая серия опытов была проведена на растворах, содержащих только CaCl₂.

Полученные данные показывают, что с увеличением количества фильтроциклов количество пропущенной воды до проскока ионов кальция в фильтрат практически не изменялось. При увеличении количества фильтроциклов обменная емкость катионита КУ-2-8чс оставалась практически на одном и том же уровне и была равна: примерно 600 г-экв/м³ для воды, содержащей хеламин марки 906Н; 660 г-экв/м³ – для воды, содержащей хеламин марки BRW-150, и 530 г-экв/м³ для воды, содержащей хеламин марки 90Н-Turb. Концентрация хеламина в фильтрате в каждом фильтроцикле была на уровне чувствительности использованного метода определения (< 1 мг/дм³).

Таблица 1

Обменная емкость катионита КУ-2-8чс в Н-форме при использовании воды, содержащей хеламин различных марок

Номер фильтроцикла	Обменная емкость катионита КУ-2-8чс, г-экв/м ³			
	CaCl ₂	CaCl ₂ + 906Н	CaCl ₂ + BRW-150	CaCl ₂ + 90Н-Turb
1	621	594	660	541
2	615	550	647	531
3	625	610	673	524
4	660	640	651	514

При фильтровании воды, содержащей только CaCl_2 , во всех фильтроциклах обменная емкость в среднем составляла примерно 630 г-экв/м^3 .

Сравнение с данными по обменной емкости, полученными при фильтровании воды, содержащей различные марки хеламина и без этих реагентов, показывает следующее:

- при фильтровании растворов, содержащих хеламин марки BRW-150, обменная емкость катионита КУ-2-8чс по ионам кальция практически не изменялась во всех фильтроци-

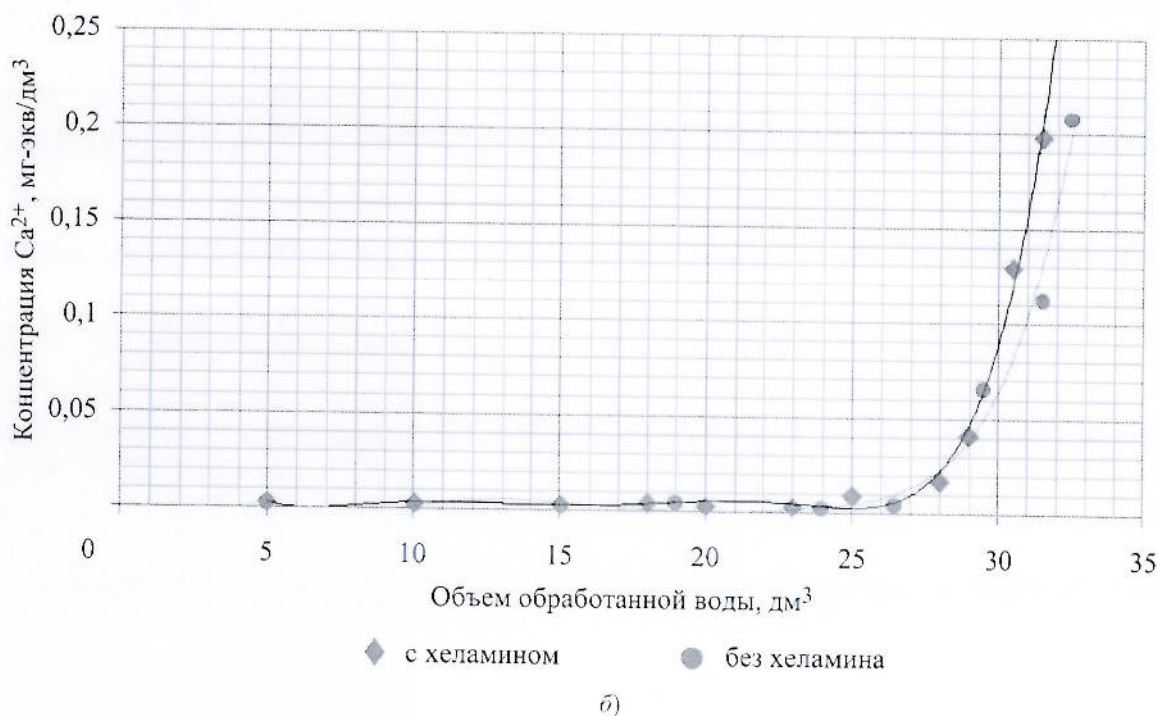
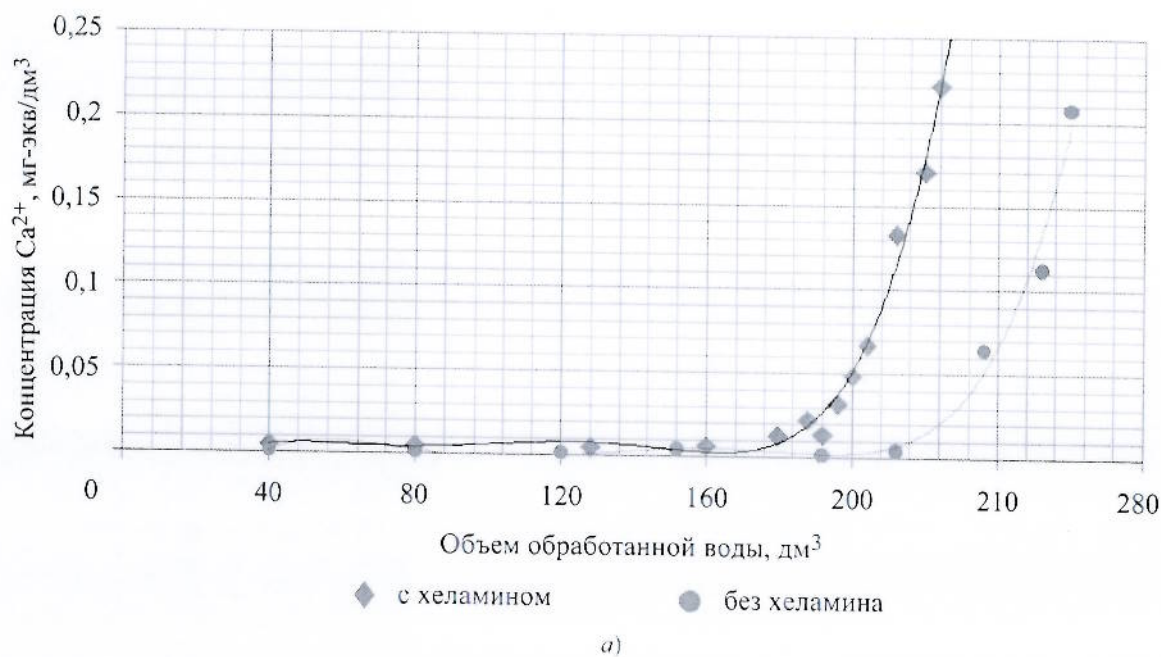


Рис. 1. Концентрация Ca^{2+} в фильтрате в зависимости от количества пропущенной воды:
 а – фильтроцикл № 2; б – фильтроцикл № 4

клах, а при фильтровании растворов, содержащих хеламин марки 906Н, она в среднем снизилась на 6,1 %;

- при фильтровании воды, содержащей хеламин марки 90Н-Turb, обменная емкость катионита КУ-2-8чс по ионам кальция снизилась примерно на 17,4 %.

В процессе фильтрования измерялась концентрация общего органического углерода (ООУ) в исходных растворах и в фильтрате с использованием прибора Shimadzu TOC-V с мокрым окислением.

Для того, чтобы уменьшить влияние органических примесей при дозировании растворов реагентов, в приборе имеется система «zero-point», благодаря которой содержание всего углерода в пробе, использованной для приготовления растворов, считается как базовое и вычитается из результатов измерений автоматически [7].

В рамках данной работы использовалась калибровка для ООУ в диапазоне от 1 до 4 мг/дм³.

Установлено, что при фильтровании исходной воды, не содержащей хеламин, концентрация ООУ на входе в фильтр составляла примерно 1,3 мг/дм³, а в фильтрате – 0,6 мг/дм³.

При фильтровании воды, содержащей реагент 906Н в концентрации 5 мг/дм³, концентрация общего органического углерода в исходном растворе была равна примерно 1,8 мг/дм³, в фильтрате она снижалась до 0,5–0,9 мг/дм³, а затем, по мере увеличения количества пропущенной воды, возрастала (рис. 2).

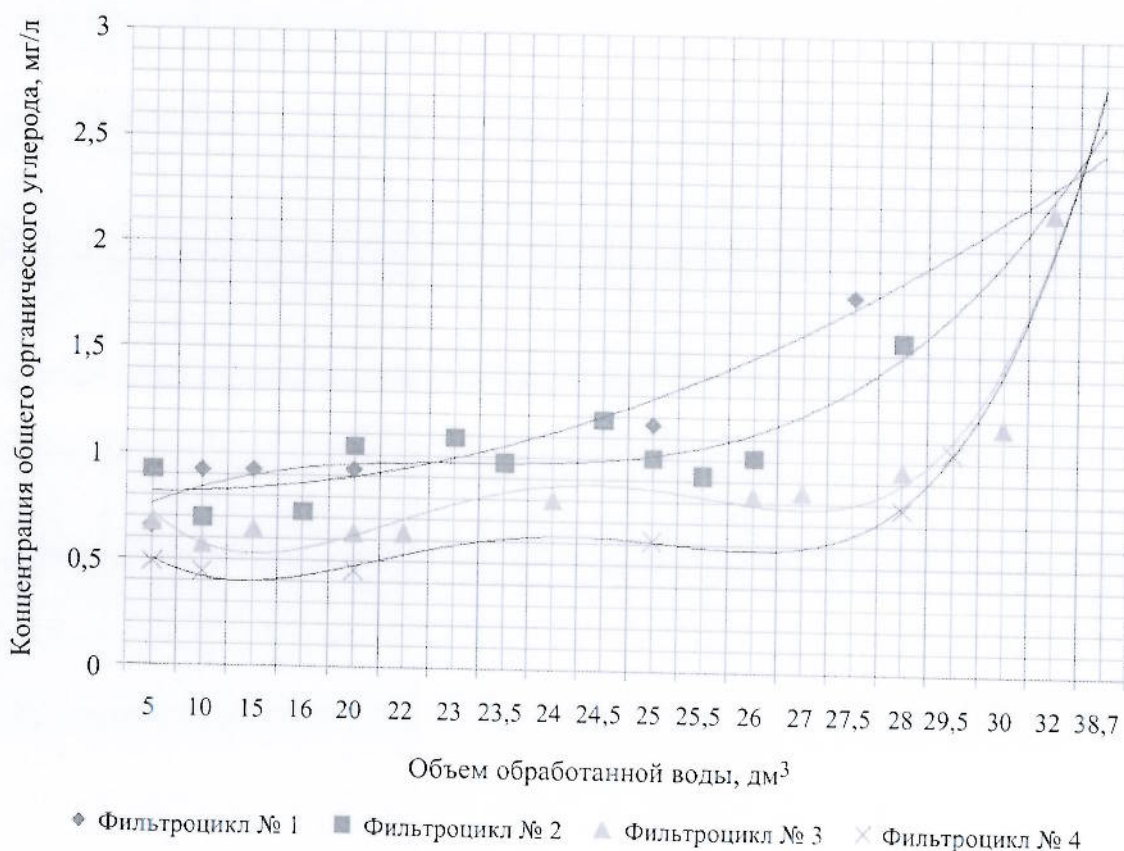


Рис. 2. Зависимость концентрации общего органического углерода в фильтрате от объема пропущенной воды, содержащей хеламин марки 906Н

Отмечена тенденция к снижению концентрации ООУ с увеличением количества фильтроциклов. К сожалению, на данной стадии исследований ответить на вопрос, почему это происходит, не представляется возможным.

В табл. 2 приведены данные о количестве воды, пропущенной до «проскока» по иону кальция и по ООУ при фильтровании воды, содержащей хеламин марки 906Н, в различных фильтроциклах. За точку «проскока» принимался такой объем пропущенной воды, после которого происходило резкое увеличение концентрации ООУ.

Таблица 2

**Объем пропущенной воды «до проскока» по кальцию и по ООУ
при фильтровании воды, содержащей хеламин 906Н**

Номер фильтроцикла	Объем воды, дм ³		Удельная сорбция аминов, мг/см ³
	до проскока по кальцию	до проскока по ООУ	
1	26,1	20,0	0,63
2	24,2	24,5	0,77
3	26,8	22,0	0,69
4	28,1	20,0	0,63

Анализ полученных данных показывает, что проскок по ООУ наступает раньше, чем по кальцию. Поэтому можно предположить, что органические примеси поступают в фильтрат раньше, чем фильтр отключается на регенерацию, что соответствует результатам, приведенным в [8]. Поэтому возникает вопрос о том, по какому показателю следует отключать фильтры на регенерацию.

В этой же таблице приведены данные по удельной сорбции аминов, содержащихся в реагенте хеламин 906Н, в фильтре, загруженном катионитом КУ-2-8чс, из которых следует, что с увеличением количества фильтроциклов удельная сорбция аминов практически не изменялась и колебалась в диапазоне 0,63–0,77 г/см³. Сравнение с данными, приведенными в [9] и относящимися к удельной сорбции октадециламина, показывает, что удельная сорбция октадециламина в катионитном фильтре была значительно выше.

Следует отметить, что все исследования проводились на водных растворах вышеуказанных реагентов. При работе энергетического оборудования возможно изменение компонентного состава реагентов, поэтому дальнейшие исследования предполагается проводить в условиях, максимально приближающихся к реальным.

Выводы

1. Приведены результаты лабораторных опытов, цель которых состояла в изучении влияния комплексных реагентов типа хеламин марок 906Н, 90Н-Turb, BRW-150 на обменную емкость катионита КУ-2-8чс.

2. Установлено, что при использовании одного и того же катионита в течение четырех фильтроциклов обменная емкость практически не изменялась; для реагента 906Н она в среднем составляла 599 г-экв/м³, для реагента BRW-150 – 658 г-экв/м³ и для реагента 90Н-Turb – 528 г-экв/м³.

Сравнение с обменной емкостью катионита, полученной при фильтровании через него воды, содержащей только хлорид кальция, показывает, что обменная емкость при фильтровании воды с реагентами 906Н и BRW-150 практически не изменилась; при фильтровании воды, содержащей реагент 90Н-Turb, обменная емкость снизилась примерно на 17 %.

3. Измерения концентрации ООУ в воде до и после фильтра показали, что в процессе фильтрования воды, содержащей хеламин марки 906Н, концентрация ООУ снижалась примерно в 1,9–3,6 раза, но «проскок» в фильтрат по ионам кальция наступал позже, чем по ООУ.

Литература

1. **Wolfgang Schoentag**. «Amine proves effective alternative to hydrazine», Modern Power Systems, February 2001.
2. **Беляков И.И., Бреус В.И., Нагорский А.Н.** Особенности применения эпурamina для обработки котловой воды // Энергобезопасность и энергосбережение. 2010. № 4 (34).
3. **Albert Bursik, Pierre Bezzoli, Anton Graf**. Cycle Chemistry in Cycles with Drum Boilers: Is there a Niche for the Use of Alternative Organic Chemicals in the Continuum of Treatments // Power Plant Chemistry. 2003. № 5(6).
4. **Свечина Н.Н.** О механизме сорбции октадециламина ионообменными смолами. Совершенствование оборудования и режимов работы тепловых электрических станций. Иваново: Ивановский государственный университет, 1982.
5. **Кострикин Ю.М.** Инструкция по анализу воды, пара и отложений в теплосиловом хозяйстве. М.: Энергия, 1979.
6. **Набор реагентов** для определения полиаминов в воде «Polyamin-Test». Производство Gebrueder Heyl GmbH & Co. KG, Germany.
7. **Shimadzu** TOC-V WS Manual.
8. **Петрова Т.И., Седлов А.С.** Влияние методов подготовки добавочной воды на содержание органических примесей на тепловых электрических станциях. Труды заседания рабочих групп международной ассоциации по свойствам воды и водяного пара. Эрланген, Германия, сентябрь 1997.
9. **Петрова Т.И., Ермаков О.С.** Влияние октадециламина на обменную емкость ионитов // Труды МЭИ. Технология энергоносителей. Вып. 630. М.: МЭИ, 1991.