# ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

### PROBLEMS OF FACTORY AND DOMESTIC WASTE UTILIZATION

Статья поступила в редакцию 15.04.15. Ред. рег. № 2229

The article has entered in publishing office 15.04.15. Ed. reg. No. 2229

УДК 628.165.081.312.32: 628.164

doi: 10.15518/isjaee.2015.17-18.025

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАСОЛЕННЫХ СТОКОВ

# М.В. Одоевцева, С.С. Чекунов, И.В. Громова

Филиал НИУ «МЭИ» в г. Волжском 404110 г. Волжский, Волгоградская обл., пр. Ленина, д. 69 Тел.: (8443) 210160, e-mail: vfmei@vfmei.ru

Заключение совета рецензентов: 19.04.15 Заключение совета экспертов: 23.04.15 Принято к публикации: 27.04.15



В работе показана эффективность применения комбинированной схемы, включающей реагентное умягчение стоков, группу фильтров механической очистки и установку обратного осмоса для переработки регенерационных стоков ТЭЦ с целью повторного использования их в схемах подготовки воды.



Международный издательский дом научной периодики "Спейс

Ключевые слова: засоленные стоки, содоизвесткование, обратноосмотическое обессоливание.

# ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE COMBINED SCHEME OF TREATMENT OF SALTED DRAINS

M.V. Odoevtseva, S.S. Chekunov, I.V. Gromova

Volzhsky Branch of the National Research University «Moscow Power Engineering Institute» 69 Lenin str., Volzhsky, Volgograd reg., 404110, Russia Tel.: (8443) 210160, e-mail: vfmei@vfmei.ru

Referred: 19.04.15 Expertise: 23.04.15 Accepted: 27.04.15

In this article efficiency of the application of the combined scheme including reagent softening of drains, a group of filters of mechanical cleaning and an installation of the return osmosis for treatment of regeneration drains of TPP for the purpose of reusing them in schemes of water preparation is shown.

Keywords: salted drains, soda liming process, reverse osmotic desalination.



Марина Вячеславовна Одоевцева Marina V. Odoevtseva

Сведения об авторе: канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология воды и топлива».

Образование: Волгоградский политехнический институт (1982).

Область научных интересов: водоподготовка на теплоэнергетических и промышленных предприятиях, компьютерные технологии.

Публикации: более 60.

Information about the author: Ph.D., Associate Professor of "Water and Fuel Technology".

Education: Volgograd Polytechnic Institute (1982).

**Research area:** water to heat and power and industrial plants, computer technology.

Publications: more than 60.





Чекунов Sergey S. Chekunov

Сведения об авторе: магистр.

Образование: Московский энергетический институт (2014). Область научных интересов: водоподготовка в теплоэнергетике.

Публикации: 6.

**Information about the author:** master.

Education: Moscow Power Engineering Institute (2014). **Research area:** water in the heat power engineering.

Publications: 6.



Ирина Викторовна Громова Irina V. Gromova

nternational Publishing House for scientific periodicals "Space"

Сведения об авторе: зав. лабораторией «Технологии воды и топлива».

Образование: Саратовский гос. университет (1996).

Область научных интересов: водоподготовка на теплоэнергетических и промышленных предприятиях.

Публикации: 5.

Information about the author: head of laboratory "Water and Fuel Technology".

Education: Saratov State University (1996).

Research area: water to heat and power and industrial plants.

Publications: 5.

Одной из актуальных задач современной энергетики является повышение надежности и экономичности работы энергетических систем. Известно, что экономичность работы водоподготовительного оборудования в значительной степени зависит от степени замкнутости и безотходности цикла. ТЭЦ являются крупными источниками различных видов сточных вод, из которых следует выделить стоки водоподготовительных установок, в настоящее время сливаемых на большинстве станций в пруды-накопители шлама, вследствие высокого содержания солей. Снижение количества стоков должно сводиться к их повторному использованию на водоподготовительных установках. Сегодня разработан и эксплуатируется ряд установок, обеспечивающих малоотходные и малосточные системы водопользования на ТЭЦ.

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические, биологические и комбинированные. Комбинированная схема установки переработки засоленных стоков [1] представлена на рисунке.



Принципиальная схема установки очистки засоленных стоков ТЭЦ Schematic diagram of saline wastewater treatment plant CHP

В результате эксплуатации схем обессоливания воды Волжских ТЭЦ формируются: засоленные стоки после ОН-фильтров; засоленные стоки после Нфильтров; отмывочные воды после Н-фильтров; отмывочные воды после ОН-фильтров; кислые и щелочные воды после взрыхления Н и ОН фильтров.

Поскольку технология утилизации щелочных стоков с целью получения раствора щелочи уже реализована [2], то представляет интерес оценить эффективность применения комбинированной схемы [1] для переработки кислых стоков. На Волжских ТЭЦ количество кислых стоков преобладает.

Важным условием надежной и экономичной работы обратноосмотических мембран является предотвращение выпадения кальция и магния. Одним из путей решения этой проблемы является реагентная предочистка засоленных стоков [1, 2].

В целях подбора реагентов, их концентраций на процесс предмембранной подготовки кислых стоков был проведен ряд теоретических и экспериментальных исследований. На основании экспериментальных данных установлено, что максимальное снижение жесткости засоленных стоков достигается при использовании содоизвесткования [3].

Определены расчетные величины дозы извести и соды для отмывочных вод Н-катионитных фильтров: для 1 пробы $^*$  –  $Д_u$  = 351 мг-экв/дм $^3$ ;  $Д_c$  = 40 мг-экв/дм $^3$ ; для 2 пробы –  $Д_u$  = 42,2 мг-экв/дм $^3$ ;  $Д_c$  = 40 мг-экв/дм $^3$ ; для 3 пробы —  $Д_{\rm M}$  = 10,9 мг-экв/дм<sup>3</sup>;  $Д_{\rm c}$  = 10 мг-экв/дм<sup>3</sup>.





При выполнении расчетов принимали остаточную жесткость ( $\mathcal{K}_{\text{ост}}$ ) – 0,6 ммоль/дм<sup>3</sup> [4].

Состав отмывочных вод Н-катионитных фильтров до и после содоизвесткования приведен в табл. 1. Из приведенных данных видно, что содоизвесткование позволяет снизить общую жесткость отмывочных вод H-катионитных фильтров до 0,6 ммоль/дм<sup>3</sup>, то есть в 4.3-60 раз.

Эффективность обессоливания концентрированных растворов оценивалась на модельных растворах солей натрия. Исследования проводились на экспериментально-обучающей установке УОО НПК «Медиана-Фильтр». Мембрана фирмы DOW TW30-1812-50 предназначена для доочистки питьевой воды, рабочее давление исходного потока – 0,7 МПа.

Для исследования эффективности обессоливания на УОО применялись модельные растворы хлорида натрия: раствор 1 —  $C_{\text{NaCl}} = 1,0$  г/дм<sup>3</sup>; раствор 2 —  $C_{\text{NaCl}} = 2.0 \text{ г/дм}^3$ ; раствор  $3 - C_{\text{NaCl}} = 3.0 \text{ г/дм}^3$ .

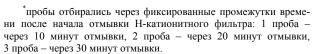
В табл. 2 приведены расходы пермеата ( $G_{\text{перм}}$ ) и концентрата ( $G_{\text{конц}}$ ); величины конверсии (R), солесодержание  $(C/C_{перм})$  и концентрация ионов  $Na^+$  в пермеате; солесодержание концентрата( $C/C_{\text{кон}}$ ).

Таблица 1 Состав отмывочных вол

до и после содоизвесткования

Table 1 Composition of the washout water before and after soda liming process

H	Пробы*								
Показатель качества	1	1	2	2	3				
Ru 1001Bu	до	после	до	после	до	после			
$\mathcal{H}_{o}$ , ммоль/дм $^{3}$	36	0,6	3,25	0,6	2,6	0,6			
$\mathcal{K}_{Ca}$ , ммоль/дм <sup>3</sup>	27	0,6	2	0,6	1,4	0,6			
$\mathbb{U}_{o}$ , ммоль/дм <sup>3</sup>	-	4	-	22	-	4			
рН	1,3	8,6	2,2	10,3	2,4	10,3			
$C/C$ , мг/дм $^3$	3800	3400	1850	1800	1080	1090			
$C_{\text{Cl}}$ , мг/дм <sup>3</sup>	28,4	14,4	14,2	14,2	14,5	14,5			
$C_{\mathrm{SO}_4^{2-}}$ , мг/дм $^3$	8000	8000	700	700	300	300			





Международный издательский дом научной периодики "Спейс'

Таблица 2

## Результаты исследования модельных растворов

Table 2

# Results of the study of model solutions

Показатель	Модельные растворы										
	1				2				3		
Давление, МПа	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
$G_{\mathrm{перм,}}$ л/ч	7	11	14	16	7	13	14	16	7	14	16
$G_{ m конц}$ , л/ч	38	34	29	25	38	32	29	25	38	29	25
R, %	14	25	32	39	14	33	32	39	14	32	39
$C_{{ m Na}^+{ m перм}}$ , мг/дм $^3$	5,8	7,3	7,6	2,8	27,6	19,1	15,5	13,9	52,6	52,7	41,0
$C/C_{\text{кон}}$ , г/дм <sup>3</sup>	1,4	1,7	2,0	2,4	2,3	2,7	2,8	3,8	3,8	4,1	4,4
$C/C_{\text{перм}}$ , мг/дм <sup>3</sup>	37	34	58	50	95	102	100	100	207	217	217

Результаты исследований показали (табл. 2), что мембранное обессоливание модельных растворов концентрацией 1-3 г/л целесообразно проводить при давлении 0,6-0,7 МПа. При таких давлениях, независимо от концентрации раствора, солесодержание умягченных стоков снижается в 20-14 раз. Количество солей в пермеате после УОО в 2-6 раз меньше солесодержания воды Волгоградского водохранилища. Стоки такого качества целесообразно повторно использовать в схемах водоподготовки ТЭЦ. Экспериментальные данные подтверждают результаты расчетов [5, 6].

Таким образом, в результате исследований подтверждена эффективность применения комбинированной схемы переработки кислых стоков Волжской ТЭЦ с целью их повторного использования в производственном цикле. Однако при содоизвестковании отмывочных растворов реальных схем формируются более сложные водно-солевые системы. Для наибольшей достоверности полученных данных мембранное обессоливание необходимо реализовать с применением умягченных отмывочных вод Н-катионитных фильтров Волжских ТЭЦ.



# International Publishing House for scientific periodicals "Space"

### Список литературы

- 1. Глубокая очистка и обессоливание сточных вод с созданием замкнутого цикла водопотребления. Режим доступа: www.vladbmt.ru/files/catalog.pdf.
- 2. Чичирова Н.Д., Чичиров А.А., Вафин Т.Ф. Электромембранные технологии в энергетике. Казань, 2012. С. 259.
- 3. Одоевцева М.В., Гаврилина Д.Л., Скоромная О.С. Анализ современных методов утилизации стоков схемы умягчения воды. Моделирование и создание объектов энерго- и ресурсосберегающих технологий: Межрегиональная научно-практическая конференция. г. Волжский, 24-27 сентября 2013. Сборник материалов конференции. Волжский, филиал МЭИ в г. Волжском, 2013. С. 17-19.
- 4. РД 34.37.103 Методические указания по проектированию обессоливающих установок с сокращенными расходами реагентов и сокращенными стоками. Москва, 1987.
- 5. Одоевцева М.В., Чекунов С.С. Разработка метода утилизации засоленных стоков. Тез. докл. Двадцатой межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов. г. Волжский, 26-30 мая 2014. С. 70-72.
- 6. Одоевцева М.В., Чекунов С.С. Метод очистки засоленных стоков. Заочная научно-практическая конференция с международным участием. 1 декабря 2013 – 15 января 2014. Сборник материалов конференции. г. Волжский, филиал МЭИ в г. Волжском, 2014. C. 146-149.

### References

- 1. Glubokaâ očistka i obessolivanie stočnyh vod s sozdaniem zamknutogo cikla vodopotrebleniâ. Režim dostupa: www.vladbmt.ru/files/catalog.pdf.
- 2. Čičirova N.D., Čičirov A.A., Vafin T.F. Èlektromembrannye tehnologii v ènergetike. Kazan', 2012. S. 259.
- 3. Odoevceva M.V., Gavrilina D.L., Skoromnaâ O.S. Analiz sovremennyh metodov utilizacii stokov shemy umâgčeniâ vody. Modelirovanie i sozdanie ob"ektov ènergo- i resursosberegaûŝih tehnologij: Mežregional'naâ naučno-praktičeska a konferencia. g. Volžskij, 24-27 sentâbrâ 2013. Sbornik materialov konferencii. Volžskij, filial MÈI v g. Volžskom, 2013. S. 17-19.
- 4. RD 34.37.103 Metodičeskie ukazaniâ po proektirovaniû obessolivaûŝih ustanovok s sokraŝennymi rashodami reagentov i sokraŝennymi stokami. Moskva, 1987.
- 5. Odoevceva M.V., Čekunov S.S. Razrabotka metoda utilizacii zasolennyh stokov. Tez. dokl. Dvadcatoi mežvuzovskoj naučno-praktičeskoj konferencii molodyh učenyh i studentov. g. Volžskij, 26-30 maâ 2014. S. 70-72.
- 6. Odoevceva M.V., Čekunov S.S. Metod očistki zasolennyh stokov. Zaočnaâ naučno-praktičeskaâ konferenciâ s meždunarodnym učastiem. 1 dekabrâ 2013 - 15 ânvarâ 2014. Sbornik materialov konferencii. g. Volžskij, filial MÈI v g. Volžskom, 2014. S. 146-149.

Транслитерация по ISO 9:1995





Международный издательский дом научной периодики "Спейс

161