

УДК 621.311.22

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДОУМЯГЧЕНИЯ ПЕРМЕАТА
ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ
КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

**АГАМАЛИЕВ М.М., КОСМОДАМИАНСКИЙ В.Е., ДАДАШЕВА О.О.,
ЧЕРВОНСКАЯ Э.Я.**

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия

Приведены результаты исследования процесса доумягчения опресненной морской воды (пермеата) одно- и двухступенчатых обратноосмотических установок методом натрий катионирования. Для регенерации различных марок катионита использован собственный концентрат стадии опреснения. Установлена возможность снижения жесткости пермеата одноступенчатой установки с (мг-экв/л) 2,5-3,0 до 0,2-0,25, двухступенчатой с 0,08 до 0,005. Предложены технологические схемы для опреснения и умягчения воды.

Апшерон относится к регионам с дефицитом пресной воды. Это делает актуальным использование альтернативных источников воды, в первую очередь, для технического водоснабжения промпредприятий. Как показывает мировая практика, в ближайшей перспективе эта проблема будет решаться опреснением морской воды, запасы которой практически неисчерпаемы. В Азербайджане проводятся научные исследования термических методов опреснения и решаются научно-технические задачи по повышению их эффективности путём предварительного умягчения с использованием продувочных вод испарителей и котлов для регенерации ионитных фильтров [1, 2]. Наряду с этим, в последние годы возрастает интерес к технологии обратноосмотического опреснения [3].

В работе [4] дан анализ перспективности подготовки добавочной воды паровых котлов и тепловых сетей из минерализованных вод с применением метода обратного осмоса.

С учетом многообразия условий использования опресненной воды на теплоэнергетических установках выделены следующие приоритетные направления научных исследований в этой области:

– обратноосмотическое опреснение с предварительным ионированием (Na-, Mg-Na-катионированием; Cl-, Na-Cl-ионированием) с использованием собственных концентратов обратноосмотической установки (ООУ) на стадии ионирования в качестве регенерантов.

- обратноосмотическое опреснение с предотвращением образования отложений на мембранах опреснителя введением ингибиторов (антинакипинов) с последующим доумягчением пермеата Na-катионированием, используя концентрат ООУ в качестве регенеранта;

– реагентная предварительная обработка морской воды с последующим обратноосмотическим опреснением и обессоливанием пермеата с утилизацией кислотно-щелочных стоков на стадии предварительной обработки.

Настоящая статья посвящена исследованию процесса доумягчения пермеата ООУ методом Na-катионирования с использованием собственного концентрата морской воды для регенерации катионита. Такая технология, на наш взгляд, может представлять интерес с точки зрения создания компактных установок для подготовки добавочной воды котлов низкого и среднего давления, а также подпиточной воды

тепловых сетей и систем оборотного охлаждения.

В качестве исходных данных для исследования были использованы результаты аналитических проработок по расчету ионного состава пермеата и концентрата при одно- и двухступенчатом опреснении каспийской воды [4]. Эти результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты расчета ионных составов концентратов и пермеатов одно- и двухступенчатых схем обратноосмотического опреснения каспийской воды.

№	Наименование	Выход опресненной воды, β , %	Ионный состав и концентрация, мг-экв/л						Солесодержание, мг/л
			Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄	HCO ₃	
1	Исходная вода	-	16,0	60,0	138,0	142,0	68,0	4,0	12763,0
2	Одноступенчатая схема ООУ	60	$\frac{39,27}{0,48}$	$\frac{147,27}{1,81}$	$\frac{329,55}{10,29}$	$\frac{339,1}{10,59}$	$\frac{166,9}{2,06}$	$\frac{9,55}{0,29}$	$\frac{30764,6}{760,5}$
		70	$\frac{52,06}{0,543}$	$\frac{195,24}{2,04}$	$\frac{433,12}{11,52}$	$\frac{445,68}{11,85}$	$\frac{221,27}{2,31}$	$\frac{12,55}{0,33}$	$\frac{40553,9}{851,9}$
		80	$\frac{77,46}{0,633}$	$\frac{290,11}{2,37}$	$\frac{636,65}{13,34}$	$\frac{655,1}{13,72}$	$\frac{329,23}{2,69}$	$\frac{18,45}{0,386}$	$\frac{59862,6}{987,6}$
3	Двухступенчатая схема ООУ по пермеату	70*	$\frac{45,45}{0,0164}$	$\frac{170,49}{0,062}$	$\frac{379,55}{0,859}$	$\frac{390,55}{0,884}$	$\frac{193,15}{0,0699}$	$\frac{11,0}{0,0249}$	$\frac{35490,5}{57,08}$

Примечание: числитель – концентрат; знаменатель – пермеат. * - по каждой ступени.

Из таблицы 1 следует, что, в зависимости от выхода опресненной воды (β) при одноступенчатом опреснении, солесодержание получаемого пермеата находится в пределах $0,76 \div 1,0$ г/л, концентрация катионов жесткости ($J_{об}$) составляет $2,3 \div 3,1$ мг-экв/л, а Na-катионов – $10,3 \div 13,3$ мг-экв/л. Сравнение состава пермеата с природной Джейранбатанской водой, широко используемой на Апшероне, показывает, что соотношение Na/ $J_{об}$, которое важно для оценки показателей умягчения, существенно отличается. Это обстоятельство, а также фактор использования для регенерации Na-катионитного фильтра собственного концентрата ООУ, который характеризуется низкой ($1,93 \div 3,73\%$) концентрацией солей натрия, а также высокой ($186 \div 370$ мг-экв/л) концентрацией противоионов жесткости обосновывает необходимость проведение данных исследований.

В задачу исследований входило:

- вывод формулы для расчёта располагаемого удельного расхода натриевых солей, используемых для регенерации Na-катионитных фильтров;
- экспериментальные исследования процессов Na-катионирования пермеатов ООУ и регенерации катионита собственными концентратами установки;
- анализ полученных результатов с точки зрения использования умягченного

пермеата для нужд объектов теплоэнергетики.

Вывод формулы для расчета удельного расхода (g) располагаемых натриевых солей был выполнен на основании уравнений материального баланса по отдельным компонентам исходной морской воды с учётом принимаемой доли опресненной воды и селективности мембран по одно- и двухвалентным ионам.

$$g = \frac{G_{\text{Na}}^{\text{K}}}{G_{\text{Ca+Mg}}^{\text{П}}}, \text{ г-экв/г-экв} \quad (1)$$

где G_{Na}^{K} , $G_{\text{Ca+Mg}}^{\text{П}}$ - соответственно, количество натриевых солей в концентрате и солей жесткости в пермеате, г-экв.

В свою очередь

$$G_{\text{Na}}^{\text{K}} = Q_0 \cdot \alpha \cdot C_{\text{Na}}^{\text{K}} = Q_0 \cdot C_{\text{Na}}^0 \cdot \alpha^{1-R_1}, \text{ г-экв} \quad (2)$$

$$G_{\text{Ca+Mg}}^{\text{П}} = Q_0(1-\alpha) \cdot C_{\text{Ca+Mg}}^{\text{П}} = Q_0 \cdot C_{\text{Ca+Mg}}^0 (1-\alpha^{1-R_2}), \text{ г-экв} \quad (3)$$

Здесь Q_0 - расход исходной морской воды, м³/ч; C_{Na}^0 , $C_{\text{Ca+Mg}}^0$ - соответственно, концентрация катионов натрия и жесткости в исходной морской воде, г-экв/м³; α - выход концентрата ООУ, $\alpha = 1 - \beta$; R_1 и R_2 - соответственно селективность мембран по одно- и двухвалентным ионам.

Подставляя (2) и (3) в (1), получим

$$g = \frac{C_{\text{Na}}^0}{C_{\text{Ca+Mg}}^0} \cdot \frac{\alpha^{1-R_1}}{1-\alpha^{1-R_2}}, \text{ г-экв/г-экв} \quad (4)$$

Исследование этой формулы было выполнено для следующих условий: $C_{\text{Na}}^0=138$; $C_{\text{Ca+Mg}}^0=76$; $R_1=0,95$; $R_2=0,98$. Выход опресненной воды в соответствии с данными таблицы 1 принимался $0,6 \div 0,8$, чему соответствует выход концентрата $0,4 \div 0,2$.

$$g_{(0,6)} = \frac{138}{76} \cdot \frac{0,4^{1-0,95}}{1-0,4^{1-0,98}} = 95,6, \text{ г-экв/г-экв.}$$

Аналогичный расчет для других значений α показал, что величина (g) при одноступенчатом опреснении составляет $95,6 \div 53,0$ г-экв/г-экв, при двухступенчатом $1300 \div 2000$ г-экв/г-экв.

Сравнение полученных данных с нормативными значениями удельных расходов NaCl на регенерацию катионита ($2 \div 3$ г-экв/г-экв) показывает, что для рассматриваемой технологии располагаемый удельный расход натриевых солей превышает эксплуатационные в сотни раз. Другими словами, в данном случае можно говорить об условиях равновесной регенерации катионита.

Экспериментальные исследования были проведены с использованием катионитов следующих марок: сульфуголь СК-1, КБ-4, КУ-2-8, получивших широкое применение на объектах теплоэнергетики стран СНГ. Экспериментальная установка включала динамические колонки различных диаметров при высоте слоя загрузки катионита $0,5 \div 0,6$ м. Работа была выполнена на имитатах концентратов и пермеатов ООУ в соответствии с расчетными данными таблицы 1.

Условия и основные результаты исследований по доумягчению пермеата одноступенчатой ООУ приведены в таблицы 2. Регенерация катионитов различных марок проводилась концентратами ООУ с содержанием натриевых солей 330, 440, 640 мг-экв/л, соответствующих выходу опресненной воды 60, 70, 80%. С учётом наличия значительного количества располагаемых натриевых солей, удельный расход

Таблица 2.

Результаты экспериментального исследования доумягчения пермеата
одноступенчатой ООУ на различных марках катионитов.

№	Показатель	Размерность	Марка катионита	Концентрация натриевых солей в жестком регенерационном растворе, мг-экв/л				
				330			440	640
1	Удельный расход натриевых солей концентрата на регенерацию	$\frac{\text{кг} / \text{м}^3}{\text{м}^3 / \text{м}^3 \text{загр}}$	КУ-2-8	$\frac{50,4}{2,61}$	$\frac{117,0}{6,06}$	$\frac{351,4}{18,2}$	$\frac{224,0}{8,7}$	$\frac{292,1}{7,84}$
			КБ-4	$\frac{127,4}{6,6}$	$\frac{380,3}{19,7}$	$\frac{507,7}{26,3}$	$\frac{850,0}{33,0}$	$\frac{1837,0}{49,3}$
			СК-1	$\frac{34,2}{1,77}$	$\frac{51,2}{2,65}$	$\frac{67,6}{3,5}$	$\frac{190,5}{7,4}$	$\frac{309,3}{8,3}$
2	Количество натриевых солей относительно стехиометрии	$\frac{\text{г} - \text{экв}}{\text{г} - \text{экв}}$	КУ-2-8	2,75	7,43	15,7	9,0	10,0
			КБ-4	$\frac{13,4}{12,4}$	$\frac{36,7}{33,0}$	$\frac{48,8}{40,2}$	49,5	90,1
			СК-1	$\frac{9,1}{8,0}$	$\frac{13,0}{10,7}$	$\frac{14,6}{12,7}$	31,6	51,7
3	Емкость поглощения катионита	$\frac{\text{г} - \text{экв}}{\text{м}^3}$	КУ-2-8	313,6	350,0	386,0	426,3	497,4
			КБ-4	$\frac{163,0}{176,0}$	$\frac{177,0}{197,0}$	$\frac{178,0}{216,0}$	293,0	349,0
			СК-1	$\frac{64,0}{73,0}$	$\frac{68}{82}$	$\frac{79}{91}$	107,0	123,0
4	Среднеостаточная жесткость фильтрата	$\frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}}$	КУ-2-8	0,35	0,28	0,25	0,19	0,17
			КБ-4	$\frac{0,25}{0,36}$	$\frac{0,26}{0,43}$	$\frac{0,24}{0,45}$	0,22	0,2
			СК-1	$\frac{0,42}{0,66}$	$\frac{0,32}{0,55}$	$\frac{0,28}{0,45}$	0,22	0,2
5	Удельный объем фильтрата	$\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3 \text{загр}}$	КУ-2-8	145,9	157,7	171,6	176,9	175,8
			КБ-4	$\frac{72,4}{82,2}$	$\frac{79,0}{105,3}$	$\frac{79,0}{105,3}$	123,1	124,6
			СК-1	$\frac{30,9}{39,8}$	$\frac{31,2}{42,1}$	$\frac{35,6}{44,4}$	45,0	43,9

Примечание: числитель – значение показателей до проскоковой жесткости $\leq 1,0$ мг-экв/л ; знаменатель – до равновесия.

последних варьировался в широких пределах вплоть до ~ 1800 кг/м³ для КБ-4. По количеству натриевых солей относительно стехиометрии это составляло от 3 до 90 г-экв/г-экв.

В качестве выходных параметров процесса определялись обменная емкость, среднеостаточная жесткость и удельный объем умягченного пермеата. Установлено, что для КУ-2-8 обменная емкость составляет $310 \div 500$ г-экв/м³ или $45 \div 70\%$ от обменной емкости, характерной для традиционной технологии регенерации с использованием 6 – 8% раствора NaCl. Для СК-1 достигнута обменная емкость $65 \div 125$ г-экв/м³ или $18 \div 35\%$ от традиционной емкости. При этом равновесная обменная емкость на 15% превышает рабочую. Обменная емкость КБ-4 находилась в пределах $165 \div 350$ г-экв/м³. Как видно из таблицы 2, установленные величины обменной емкости катионитов определяют соответствующие значения удельных объемов умягченного пермеата.

Анализ полученных данных по остаточной жесткости умягченного пермеата показывает, что величина этого показателя слабо зависит от марки катионита и при высоких удельных расходах регенеранта составляет 0,25 – 0,28; 0,19 – 0,22 и 0,17 – 0,2 мг-экв/л для ООУ с выходом пермеата 60, 70 и 80% соответственно.

В серии экспериментов по доумягчению пермеата двухступенчатой ООУ были выполнены также сравнительные опыты с использованием чистых растворов NaCl без противоионов (таблица 3). Установлено, что на КУ-2-8 рабочая обменная емкость составляет $520 \div 575$ г-экв/м³ или в среднем $\sim 40\%$ от емкости, характерной при использовании чистого раствора NaCl. Для КБ-4 эти показатели составили 130 г-экв/м³ или $\sim 15\%$, а для СК-1 75 г-экв/м³ или $\sim 27\%$, соответственно.

При использовании чистого NaCl остаточная жесткость умягченного пермеата составила 7 мкг-экв/л на КУ-2-8, 9 мкг-экв/л – на КБ-4 и 8 мкг-экв/л – на СК-1. Использование концентратов ООУ для регенерации катионитов практически не отразилось на остаточной жесткости для КУ-2-8 и КБ-4. На СК-1 остаточная жесткость возросла на ~ 3 мкг-экв/л. Следует отметить, что указанные величины остаточной жесткости являются усредненными при проскоковой жесткости фильтрата ≤ 20 мкг-экв/л. Как видно из таблицы 3, значительная часть умягченной воды ($\sim 80\%$ для КУ-2-8 и КБ-4, $\sim 40\%$ для СК-1) характеризуется остаточной жесткостью ≤ 5 мкг-экв/л, что соответствует нормам ПТЭ для питательной воды котлов среднего давления.

Таким образом, технология двухступенчатого обратноосмотического опреснения морской воды с Na-катионитным доумягчением пермеата обеспечивает качество воды, приемлемой для питания котлов низкого и среднего давления. Более простая одноступенчатая схема опреснения с последующим доумягчением позволяет снизить жесткость пермеата с 2,5-3,0 мг-экв/л до 0,2-0,25 мг-экв/л, т.е. практически на $\sim 90\%$. Это вода может использоваться для подпитки тепловых сетей и систем оборотного охлаждения. Для питания котлов это вода должна дополнительно доумягчаться на второй ступени с её регенерацией привозной солью в незначительном количестве.

Очевидно, что выбор конкретной технологической схемы опреснения морской воды с последующим доумягчением пермеата должен проводиться на основе технико-экономического расчета с учетом существующих цен на оборудование, реагенты, электроэнергию и прочие. При выборе марки катионита предлагается исходить из такого показателя, как затраты на количество катионита, необходимого для доумягчения 1 м³ пермеата:

$$Z_k = \frac{(J_0 - J_{\text{ост}}) \cdot \Pi}{E}, \text{ манат} \quad (5)$$

где J_0 , $J_{\text{ост}}$ - соответственно исходная и остаточная жесткости пермеата, мг-экв/л; E – обменная емкость катионита, мг-экв/л; Π – стоимость 1 м³ влажного катионита, манаты.

Таблица 3.

Результаты экспериментального исследования доумягчения пермеата двухступенчатой ООУ на различных типах катионита.

№	Показатель	Размерность	Марка катионита								
			КУ-2-8			КБ-4			Сульфуголь (СК-1)		
1	Удельный расход NaCl на регенерацию (без противоионов)	$\frac{\text{кг}/\text{м}^3}{\text{м}^3/\text{м}^3_{\text{загр}}}$	$\frac{468,0}{21,0}$	-	-	$\frac{560,0}{24,0}$	-	-	$\frac{234,0}{10,5}$	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Удельный расход натриевых солей концентрата на регенерацию (с противоионами)	$\frac{\text{кг}/\text{м}^3}{\text{м}^3/\text{м}^3_{\text{загр}}}$	-	$\frac{468,0}{21,0}$	$\frac{780,0}{35,0}$	-	$\frac{468,0}{21,0}$	$\frac{780,0}{35,0}$	-	$\frac{234,0}{10,5}$	$\frac{468,0}{21,0}$
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Количество натриевых солей относительно стехиометрии	$\frac{\text{Г} - \text{ЭКВ}}{\text{Г} - \text{ЭКВ}}$	$\frac{5,33}{4,82}$	$\frac{15,4}{12,8}$	$\frac{23,7}{20,5}$	$\frac{11,3}{9,1}$	$\frac{61,5}{55,2}$	$\frac{105,0}{82,8}$	$\frac{14,7}{12,3}$	$\frac{55,6}{42,1}$	$\frac{98,8}{82,8}$
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Емкость поглощения катионита	$\frac{\text{Г} - \text{ЭКВ}}{\text{М}^3}$	$\frac{1500}{1660}$	$\frac{520}{627}$	$\frac{575}{650}$	$\frac{850}{1057}$	$\frac{130}{145}$	$\frac{127}{161}$	$\frac{272}{325}$	$\frac{72}{95}$	$\frac{81}{97}$
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Среднеостаточная жесткость фильтрата	$\frac{\text{МКГ} - \text{ЭКВ}}{\text{Л}}$	$\frac{7,0}{12,0}$	$\frac{7,3}{18,0}$	$\frac{7,0}{16,0}$	$\frac{9,0}{20,0}$	$\frac{10,2}{23,0}$	$\frac{9,0}{23,0}$	$\frac{8,0}{18,0}$	$\frac{11,2}{27,0}$	$\frac{10,8}{24,0}$
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Удельный объем фильтрата	$\frac{\text{М}^3}{\text{М}^3_{\text{загр}}}$	$\frac{20548}{24412}$	$\frac{7153}{10113}$	$\frac{7877}{10156}$	$\frac{11972}{17617}$	$\frac{1862}{2544}$	$\frac{1789}{2825}$	$\frac{3778}{5242}$	$\frac{1047}{1792}$	$\frac{1171}{1732}$
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Удельный объем фильтрата с $\text{Ж}_{\text{общ}}^{\Phi} \leq 0,005$ мг-ЭКВ/л	$\frac{\text{М}^3}{\text{М}^3_{\text{загр}}}$	16200	5530	6400	7360	1300	1460	2500	270	470
			-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: числитель – значение показателей до $\text{Ж}_{\text{общ}}^{\Phi} \leq 0,02$ мг-ЭКВ/л; знаменатель – значение показателей до $\text{Ж}_{\text{общ}}^{\Phi} = 0,075 \div 0,08$ мг-ЭКВ/л.

Выбор марки катионита должен проводиться по минимуму затрат. Предварительные расчеты показывают, что по данному показателю использование КБ-4 в данной технологии нецелесообразно.

На рисунке приведены технологические схемы предлагаемых технологий обработки морской воды.

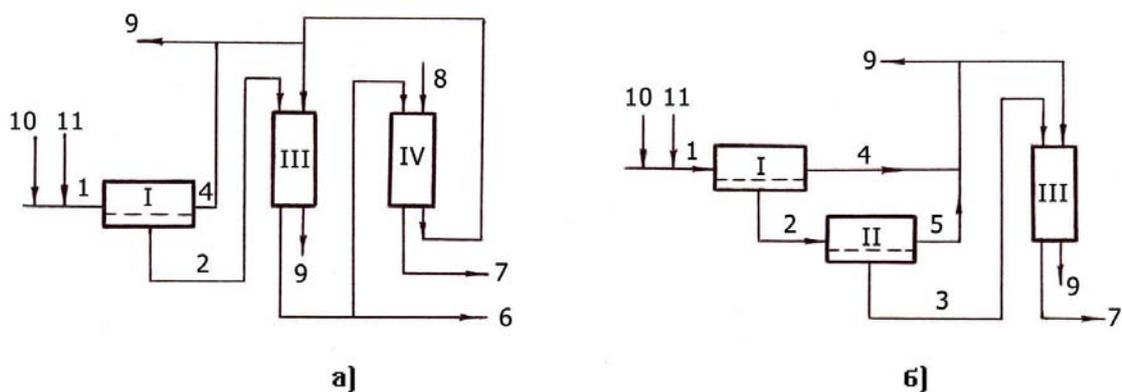


Рисунок. Технологические схемы доумягчения пермеата одноступенчатого (а) и двухступенчатого (б) обратноосмотического опреснения морской воды.

1 – морская вода; 2, 3 – пермеат I, II ступени ООУ; 4, 5 - концентрат I, II ступени ООУ; I и II – первая и вторая ступени ООУ; III, IV – натрий катионитные фильтры первой и второй ступени; 6 – вода в теплосеть и систему оборотного охлаждения; 7 – вода на котлы низкого и среднего давления; 8 - 6÷8% раствор NaCl; 9 – сброс; 10 – кислота; 11 – антинакипин.

Таким образом, установлена возможность глубокого доумягчения пермеата установок обратноосмотического опреснения воды Каспийского моря с практически безреагентной регенерацией катионитов. Обоснована возможность использования доумягченной опресненной воды для питания котлов низкого и среднего давления. Даны рекомендации по выбору марки катионита и схемы обработки воды. Считаем, что результаты настоящих исследований, также как и всего комплекса работ по обратноосмотическому опреснению каспийской воды, позволят осуществлять объективную сравнительную оценку термического и обратноосмотического методов опреснения и обессоливания, проводить научно-обоснованный выбор того или иного метода с учетом комплекса технологических, экологических и технико-экономических показателей. Многообразие требований к качеству и количеству опресненной воды со стороны водопотребляющих систем предприятий теплоэнергетики и промтеплоэнергетики, а также учёт известных особенностей методов термического и обратноосмотического опреснения морской воды, создает предпосылки для практического использования каждого из этих методов на Апшероне.

1. *Фейзиев Г.К.* Высокоэффективные методы умягчения и обессоливания воды. М.: Энергоатомиздат, 1988, 192с.
2. *Агамалиев М.М.* Экологически совершенные технологии опреснения и комплексного использования минерализованных вод. Баку, ЭЛМ, 2001, 143 с.
3. *Слесаренко В.Н.* Опреснение морской воды. М.: Энергоатомиздат, 1991, 278с.
4. *Абдуллаев К.М., Агамалиев М.М., Дадашева О.О.* О перспективах подготовки добавочной воды котлов и теплосетей ТЭС из минерализованных вод с применением обратного осмоса. Проблемы энергетики № 4, 2002, с.40 – 49.

XƏZƏR DƏNİZ SUYUNUN ƏKS-OSMOSLU ŞİRİNLƏŞDİRİCİ QURĞUSUNUN PERMEATININ DƏRİN YUMŞALDILMA PROSESİNİN TƏDQIQI.

**AĞAMALIYEV M.M., KOSMODAMIANSKIY V.E., DADAŞEVA O.O.,
ÇERVONSKAYA E.Y.**

İki və bir pilləli əks-osmoslu şirinləşdirici qurğularda alınan suyun (permeatın) Na-kationlaşdırma üsulu ilə dərin yumşaldılma prosesinin tədqiqatlarının nəticələri gətirilmişdir. Tədqiqatlarda müxtəlif markalı kationitlərin rəgenerasiyası üçün şirinləşdirmə mərhələsinin konsentrasiyası istifadə olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, bir pilləli qurğunun permeatının cödlüğü (mq-ekv/l) 2,5-3,0-dən 0,2-0,25-dək, iki pilləli qurğunun permeatının isə 0,08-dən 0,005-dək azaldıla bilər. Suyun şirinləşdirilməsi və yumşaldılması üçün müvafiq texnoloji sxemlər təklif edilmişdir.

RESEARCH OF PROCESS SOFTENING PERMEATE REVERSE OSMOSIS INSTALLATIONS DESALINATION OF WATER OF THE CASPIAN SEA

**AGAMALIYEV M.M., KOSMODAMIANSKII V.E., DADASHEVA O.O.,
CHERVONSKAYA E.Y.**

Results of research of process softening permeate one and two-level reverse osmosis installations sodium cation exchanges are resulted. For regeneration of various marks cation own concentrate of stage desalination is used. The opportunity of decrease in rigidity permeate one-stage installation from (mg – ekv/l) 2,5-3,0 up to 0,2-0,25, two-level with 0,08 up to 0,005 is established. Corresponding technological circuits are offered.