

УДК 621.311.22

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПОДГОТОВКИ ДОБАВОЧНОЙ ВОДЫ КОТЛОВ И ТЕПЛОСЕТЕЙ ТЭС ИЗ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБРАТНОГО ОСМОСА

АБДУЛЛАЕВ К.М., АГАМАЛИЕВ М.М., ДАДАШЕВА О.О.

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия.

Дана краткая характеристика минерализованных вод Апшерона, представляющих интерес с точки зрения использования их на ТЭС вместо природной пресной воды. Обоснована эффективность опреснения и обессоливания минерализованных вод обратным осмотическим методом с предварительным ионообменным умягчением. Предложены технологические схемы подготовки воды для технического водоснабжения основных систем ТЭС. На конкретных примерах проанализированы условия реализации этих решений и выявлены основные направления дальнейших исследований.

Одной из важных технических проблем энергетики является подготовка воды нормативного качества для использования в различных теплосиловых установках: котлах (энергетических и промышленных), испарителях, теплосетях, системах охлаждения. В условиях дефицита пресной воды, характерного для Апшерона, важное значение приобретает использование больших ресурсов солоноватых и соленых вод региона, включая воды Каспийского моря после опреснения и обессоливания.

Из методов опреснения минерализованных вод наибольшее распространение получили термические и обратным осмотические методы [1]. В Азербайджане еще с 60-х годов проводятся научные исследования в области умягчения, опреснения Каспийской воды [2], а в последние годы также вод широкого класса с содержанием от 3 до 35 г/л [3]. Однако все исследования основаны на термических методах опреснения и решения научно-технических задач по повышению их эффективности путем предварительного умягчения с использованием продувочных вод испарителей и котлов для регенерации ионитных фильтров.

В рамках бывшего СССР исследования, связанные с обратным осмотическим методом опреснения, проводились в весьма ограниченном объеме, главным образом по причине отсутствия производства мембран высокого качества. В настоящее время условия изменились – стал доступным рынок опреснительных установок, что в значительной степени повысило интерес к методу обратного осмоса. Это связано с такими его достоинствами, как отсутствие химических реагентов для регенерации ионообменных смол, отсутствие жестких солевых стоков, комплексной очистки воды от всех видов загрязнений, включая любые органические соединения, низкая себестоимость при обработке воды с высоким содержанием солей и органики, компактность оборудования и простота обслуживания.

Настоящая статья посвящена анализу условий использования обратным осмотического метода для подготовки воды для теплоэнергетических установок из минерализованных вод Апшерона, а также задачами, которые возникают в этой связи, возможности использования комплекса проведенных ранее исследований по ионообменному умягчению минерализованных вод для повышения эффективности указанного метода опреснения.

На Апшероне сосредоточены большие запасы природных минерализованных вод, включая подземные, грунтовые, артезианские, термальные воды, так называемые попутные воды нефтей, а также воды Каспийского моря. Для теплоэнергетики и промэнергетики наибольший практический интерес представляют два источника: каспийская вода, а также грунтовые и артезианские воды. Ионный состав этих вод изменяется в весьма широких пределах. Так, если для первой характерно практически постоянное солесодержание 13 г/л и жесткость 76 мг-экв/л, то для остальных вод свойственен большой разброс по качественным показателям. Причем, состав воды изменяется не только по глубине её залегания, но и по месту нахождения её источника. На рис. 1 приведены гистограммы, построенные путём обработки данных геологического управления по нескольким десяткам источников подземных вод Апшерона.

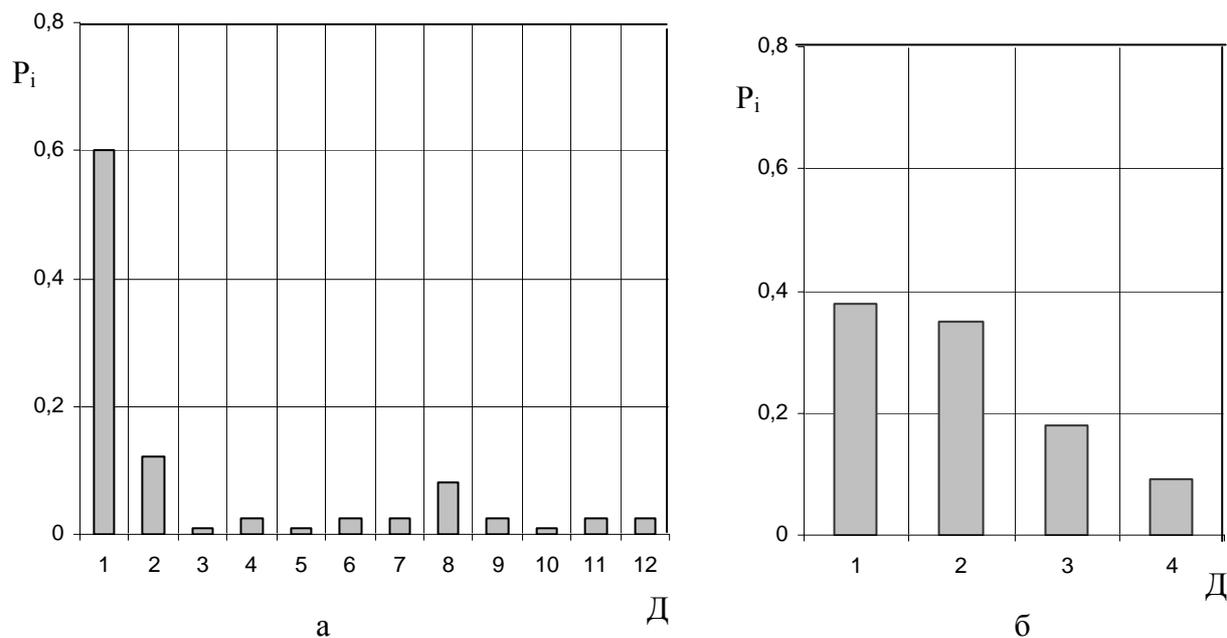


Рис 1. Гистограмма распределения подземных грунтовых вод Апшерона по солесодержанию.

- а) 1- 1-5 г/л; 2 – 5-10 г/л; 3 – 10-15 г/л; 4 – 15-20 г/л; 5 – 20-25 г/л; 6- 25-30 г/л; 7 – 30 - 35 г/л; 8 – 35 -40 г/л; 9 – 40 -45 г/л; 10 – 45-50 г/л; 11 – 50-55 г/л; 12 – 55-60 г/л.
 б) 1 – 1-2 г/л; 2 – 2-3 г/л; 3 – 3-4 г/л; 4 – 4-5 г/л

На гистограмме приведены плотности распределения (P_i) вод различного диапазона солесодержаний (D). Из первой гистограммы следует, что до 60% составляют воды с солесодержанием от 1 до 5 г/л и ~12% - воды с солесодержанием от 5 - 10 г/л рис 1(а).

Таким образом, основная часть подземных источников приходится на воды с солесодержанием до 5 г/л. Более узкая дифференциация этих вод приведена на рис. 1 (б) и согласно, этой гистограммы, около 40% вод характеризуются солесодержанием до 2 г/л, а 73% - составляют воды с солесодержанием от 1 до 3 г/л. Ионные составы Каспийской воды и некоторых подземных вод Апшерона до 5 г/л приведены в табл.1. Использование каспийской воды актуально для теплоэнергетических объектов, расположенных на берегу Каспия или вблизи от него, а подземные воды могут быть использованы на объектах промышленной энергетики, расположенных вдали от берега. К основным потребителям воды на предприятиях тепло- и промэнергетики относятся котлы, испарители, теплосети и системы охлаждения. О требованиях качества воды указанных потребителей можно судить по нормативным данным [4,5].

Таблица 1.

Ионный состав каспийской воды, а также подземных вод Апшерона с содержанием до 5 г/л.

№	Местонахождение источника	Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄	HCO ₃	pH	Солесодержание, г/л
		мг-экв/л							
1	Каспийское море	16	60	138	142	68	4	8,3	12,76
2	Шувеляны	7,6	6,0	36	7,2	33	9,4	8,2	3,46
3	Кишлы	10,5	13	6,9	6,5	19,3	4,6	8,1	1,96
4	Баку (8 км)	1,19	0,9	50,79	5,64	20,23	27,0	8,2	4,02
5	Баладжары	0,4	2,22	38,74	18,05	12,31	11,0	8,4	2,83
6	Бина (Йод завод)	3,54	1,23	19,3	15,23	5,45	3,39	7,1	1,54
7	Баку (С.Вургун)	1,0	7,06	63,8	42,3	24,56	5,0	7,8	4,56
8	Новханы	2,64	5,5	32,5	20,3	13,54	6,0	7,7	2,6
9	Бина (мол.совхоз)	4,34	5,43	21,88	20,3	8,55	2,3	8,1	1,96
10	Аэропорт	3,74	6,08	23,73	24,82	6,93	1,8	6,3	2,02
11	Бузовны	5,2	0,85	22,26	17,48	11,13	7,4	8,0	2,23
12	Фатмаи-Пиршаги	1,89	4,02	34,57	19,74	12,14	5,8	7,6	1,14
13	Сарай	0,8	1,4	49,47	14,1	32,17	4,2	9,1	3,47
14	Новханы (жел.дор.)	0,5	2,93	20,32	10,15	7,38	6	8,4	1,59
15	Маштаги	1,5	3,28	24,52	4,56	18,74	6	8,2	2,06
16	Фатмаи (сады)	1,89	4,02	34,57	19,74	12,14	5,8	7,6	2,52
17	Шувеляны (сады)	1,6	5,75	24,55	16,36	14,54	1,2	8,3	2,02
18	Гала	1,6	6,49	41,96	22,56	23,3	4,2	8,2	3,25
19	Гала-Аргём	4,14	4,77	12,31	5,81	11,6	3,8	8,2	1,42
20	Дигах	17,78	1,34	7,3	3,89	10,92	11,61	8,0	1,91
21	Бинагады	8,08	11,83	35,05	11,84	37,12	6	8,6	3,68
22	Новханы (сады)	13,77	12,25	18,9	5,61	33,28	6	8,0	3,02

Согласно этим данным, для энергетических котлов с давлением 3,9; 9,8; 13,8 МПа жесткость питательной воды должна составлять 5-10; 1-3; 1 мкг-экв/л, соответственно. Для высоконапорных котлов тех же давлений, наряду с жесткостью, нормируется также солесодержание питательной воды в пересчете на NaCl и её удельная проводимость. Так, для котлов с давлением 9,8 и 13,8 МПа допустимое солесодержание питательной воды составляет 300 и 200 мкг/л, а удельная проводимость 2,0 и 1,5 мкСм/см, соответственно. Для прямоточных котлов жесткость питательной воды должна составлять 0,2 мкг-экв/л, содержание соединений натрия 15 мкг/л, удельная проводимость 0,5 мкСм/см. Для водотрубных котлов низкого давления 1,4; 2,4; 4 МПа жесткость питательной воды должна составлять 15-20; 10-15; 5-10 мкг-экв/л. Для теплосетей открытого типа, как известно, качество добавочной воды должно соответствовать ГОСТу «Питьевая вода». Однако, в зависимости от температурного уровня, жесткость и содержание бикарбонат-ионов должны соответствовать карбонатному индексу. Содержание сульфат-ионов должно исключить образование сульфата кальция. Величина карбонатного индекса в открытых системах в области температуры нагрева от 70 до 200⁰С составляет 4-1, а для закрытых 3,5-0,5 (мг-экв/л)². Качество воды систем оборотного охлаждения должно отвечать условию не выпадения карбоната и сульфата кальция. В охлаждающих оборотных водах допускается минерализация до 2 г/л [6].

Для анализа перспектив использования технологий водоподготовки, основанных на применении обратноосмотического метода, целесообразно выделить основные категории потребителей и привести им в соответствии наиболее перспективные схемы очистки воды. При этом необходимо иметь ввиду, что нередко на практике имеет место сочетание указанных потребителей. Например, ТЭС с отопительной нагрузкой, отопительно-производственная котельная, в которых существует потребность в водах

различного качества добавочной воды котлов, с одной стороны, и подпитки теплосети, с другой.

Качество воды, обработанной обратноосмотическим методом, можно оценить по основным техническим характеристикам мембран, а именно, по так называемому коэффициенту солезадержания, который для современных мембран составляет 95% для одновалентных ионов и 98% для двухвалентных [7]. В последние годы созданы мембраны с селективностью до 99%. В таблице 2 приводятся результаты расчетного качества воды, обработанной на обратноосмотических установках (ООУ) по одно-, двум- и трех-ступенчатым схемам очистки, рис.2.

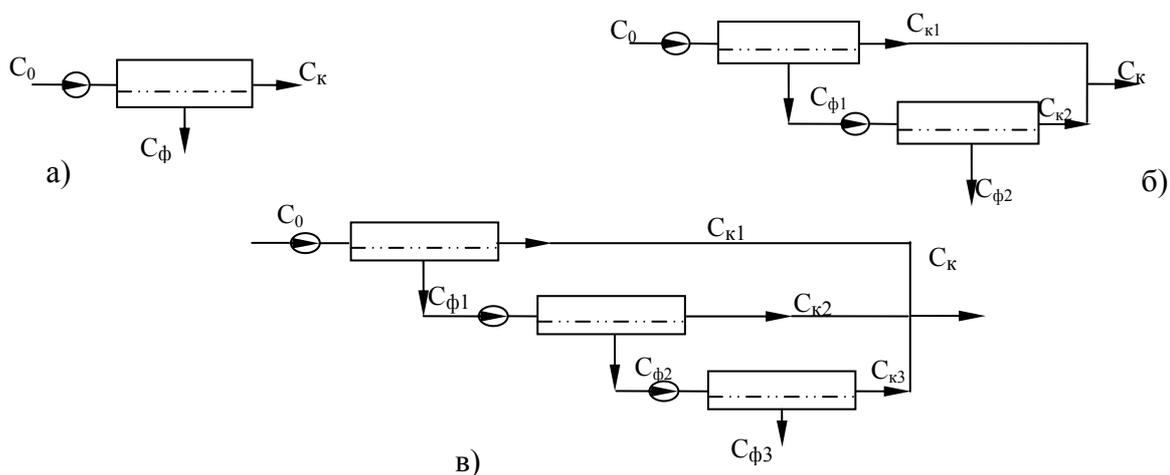


Рис.2 Схемы очистки воды обратноосмотическим способом.

а) одноступенчатая схема; б) двухступенчатая схема; в) трехступенчатая схема.

Расчет выполнен как для Каспийской воды, так и для двух типов солоноватых вод Апшерона. В расчетах выход опреснённой воды β варьировался от 0,6 до 0,9. Расчёт выполнен по формулам:

$$\frac{C_{\kappa}}{C_0} = \alpha^{-R} \quad (1)$$

$$\frac{C_{\phi}}{C_0} = \frac{(1 - \alpha^{1-R})}{1 - \alpha} \quad (2)$$

где C_0 – расход исходного раствора; C_{κ} и C_{ϕ} – расходы концентрата и фильтрата (пермеата); α – выход концентрата ($\alpha = 1 - \beta$); R – солезадерживающая способность (селективность) мембран, для одновалентных ионов принимаем 0,95, а для двухвалентных 0,98.

По результатам расчетов ионных составов пермеата и концентрата вычислялись также: для пермеата – карбонатный индекс, для концентрата – индекс Ланжелье (J) и степень пересыщенности концентрата по сульфату кальция (K). Карбонатный индекс рассчитывался как произведение кальциевой жесткости пермеата на содержание бикарбонат- ионов. Расчет индекса Ланжелье осуществлялся согласно методике [7]. Степень пересыщенности концентрата рассчитывалась по формуле:

$$K = \frac{10^{\frac{4\sqrt{\mu_K}}{1+1,5\sqrt{\mu_K}}} \cdot C_{Ca(K)} \cdot C_{SO_4(K)}}{PP_{CaSO_4}} \quad (3)$$

где $C_{Ca(k)}$ и $C_{SO_4(k)}$ - концентрации ионов Ca и SO_4 в концентратах выраженные в моль/л; μ_k – ионная сила концентрата

$$\mu_k = \frac{1}{2} C_{ik} \cdot Z_{ik}^2 \quad (4)$$

где C_{ik} – ионные компоненты концентрата; Z_{ik} – валентности соответствующих ионов; PP_{CaSO_4} - произведение растворимости $CaSO_4$, при $t=20^\circ C$ $PP_{CaSO_4}=42 \cdot 10^{-6}$ (моль/л)². Следует отметить, что наличие ассоциатов типа $MgSO_4^0$, $NaSO_4^-$, $CaSO_4^0$ нами не учитывалось, поскольку это связано с отдельными исследованиями, которые находятся за рамками данной статьи.

Сравнение результатов расчётов по качеству пермеата с нормативными данными на питательную воду котлов, приведенными выше, показывает, что эти пермеаты каспийской воды не могут быть использованы для питания энергетических котлов без дополнительной очистки. Вместе с тем, при трехступенчатой схеме обработки жесткость пермеата составляет 2,6-7,5 мкг-экв/л, что соответствует требованиям, предъявляемым к питательным водам для низкого и среднего давления. Пермеаты солоноватых вод характеризуются достаточно низкой жесткостью (при трехступенчатой схеме) от 0,47 до 8 мкг-экв/л, что очень близко к нормативным требованиям. Однако по солесодержанию эти пермеаты не соответствуют указанным нормам и составляют 390-2510 мкг-экв/л. Таким образом, и в данном случае требуется дополнительная очистка пермеата.

Расчёты показали, что для всех типов вод и схем включения модулей обратноосмотических установок полученный пермеат характеризуется величиной карбонатного индекса менее 0,5, т.е. эти воды могут быть использованы для подпитки теплосетей без дополнительной очистки, при этом будет исключена опасность образования $CaSO_4$.

Согласно полученным результатам, для концентратов ООУ во всех рассматриваемых вариантах характерны положительные значения индекса Ланжелье в пределах 2,5-4,9 т.е. существует опасность интенсивного выпадения $CaCO_3$ на мембранах. Существует также опасность выпадения сульфата кальция, поскольку произведение активных концентраций сульфат-ионов и кальция в концентратах многократно превышает произведения растворимости этой соли.

Таким образом, для нормальной работы ООУ должна быть осуществлена предварительная очистка вод, исключающая выпадение карбонатных и сульфатных отложений. Данная задача может быть решена различными методами очистки: подкисление, введение антинакипинов, ионирование и др. Одним из эффективных методов очистки минерализованных вод является метод Na- и Mg-Na-катионирования с использованием концентратов ООУ для регенерации катионита вместо привозной соли. Как было отмечено выше, эти технологии умягчения достаточно глубоко отработаны, вплоть до промышленных условий при разработке технологий термического опреснения с предварительным ионированием [2,3]. Достоинство технологий в её экологической чистоте и экономической эффективности. Экологическая чистота обусловлена тем, что в сбросных стоках содержатся только собственные соли исходной минерализованной воды, т.е. исключается выброс дополнительных солей со стороны. Экономическая эффективность обуславливается тем, что исключается применение привозной соли для регенерации катионита. Следует отметить, что Карелиным и Садыховым были выполнены некоторые исследования по технологии обратноосмотической обработки морской воды с предварительным ионированием, которые подтвердили эффективность данной технологии. Представляется целесообразным углубить исследования в этом направлении, охватив характерные для Апшерона минерализованные воды широкого класса.

Функциональная схема обработки минерализованных вод с предварительным ионированием приведена на рис.3. Стадия умягчения может быть реализована по технологии Na- и Mg-Na-катионирования. При этом остаточная жесткость умягченной воды может быть доведена до 5-10 мкг-экв/л, при которых полностью исключается опасность образования карбонатных и сульфатных отложений на мембранах.

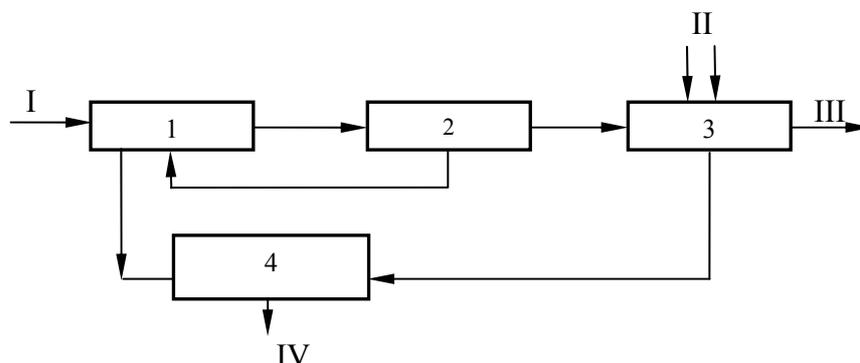


Рис.3. Функциональная схема обработки минерализованных вод.

1 - умягчение; 2 – обратноосмотическое опреснение; 3 – доочистка; 4 – сбор отработанного раствора; I – минерализованная вода; II – реагенты; III – обессоленная вода; IV- сброс

Известно, что эффективная регенерация катионита может быть обеспечена при концентрации регенерационного раствора не менее 4%. Как видно из данных табл.2, такая регенерация характерна лишь для концентратов каспийской воды, образующихся по двух- трехступенчатым схемам при степени очистки более 80%. Низкое солесодержание концентратов рассмотренных схем обработки солоноватых вод при тех же параметрах работы не обеспечивает возможность получения концентратов, пригодных для регенерации катионита. Солесодержание их находится в пределах 0,8-2,5% для солоноватых вод I типа и 0,47-1,47% для солоноватых вод II типа. Повышение солесодержания может быть достигнуто по более сложным схемам включения модулей ООУ, а при наличии дешевых источниках тепла - на испарительных установках. При этом, в первом случае необходимо предусматривать мероприятия по снижению негативного влияния концентрационной поляризации на рабочие параметры ООУ, которые, согласно литературным данным, резко увеличивается в области солесодержания концентратов 8% и выше [8].

При использовании концентратов ООУ в качестве регенеранта важно учесть соотношение между концентрацией натрия и жесткостью исходной воды. Благоприятным считается соотношение $[Na^+] / ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) \geq 1,7-1,8$. Этому условию не соответствует солоноватая вода II типа – указанное соотношение для неё лишь 0,3, т.е. эта вода не может быть обработана по функциональной схеме, приведенной на рис.3, поскольку натриевых солей исходной воды не достаточно для регенерации катионита. Для всех остальных вод, приведенных в таблице 1, указанное соотношение значительно выше требуемых величин. Стадия доочистки может быть реализована в различных вариантах химического обессоливания. По технологии раздельного H-ионирования, а при низком солесодержании пермеата с применением фильтра смешанного действия. Возникающая при этом задача по утилизации сточных вод на стадии химобессоливания может быть реализована в соответствии с техническими решениями, приведенными на рис. 4.

Согласно этим решениям, отработанные регенерационные растворы после нейтрализации направляются на вход ООУ и подвергаются опреснению совместно с

основным потоком умягченной морской воды. Отметим, что для традиционных установок химобессоливания указанные сточные воды, в зависимости от состава

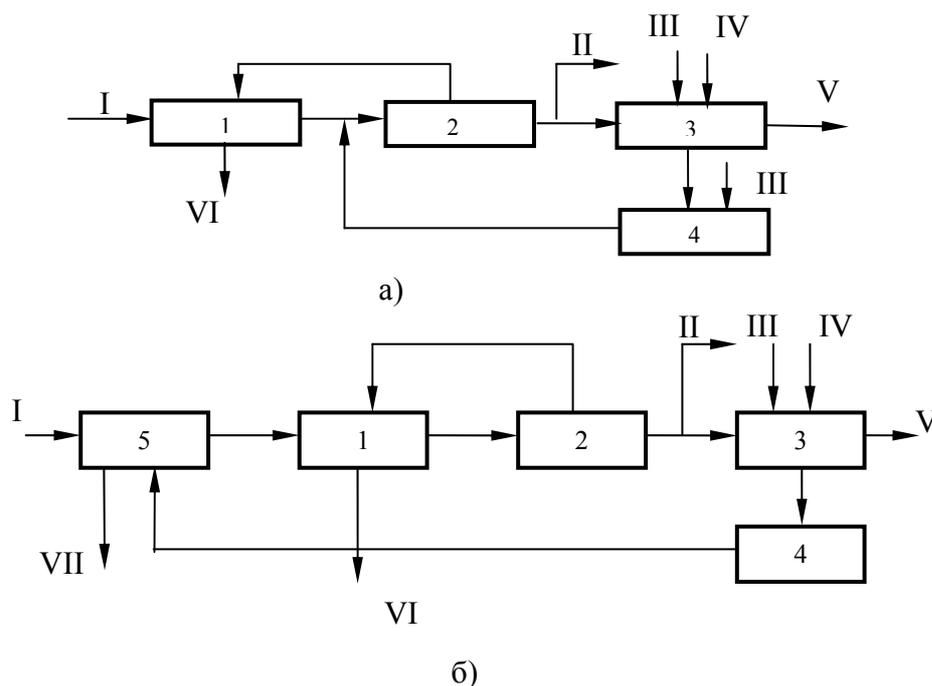


Рис.4. Функциональные схемы подготовки добавочной воды котлов высокого давления из морской воды с утилизацией стоков в стадии химобессоливания.

1 - Na - катионитное умягчение; 2 – обратноосмотическое опреснение;
 3 – химобессоливание; 4 – смеситель; 5 – декарбонизатор; I – морская вода;
 II – вода в теплосеть; III – кислота; IV- щелочь; V – обессоленная вода;
 VI – сток; VII – CaCO₃.

исходной воды и условий регенерации, характеризуются солесодержанием 3,2 – 4,5 г/л. и состоят из смеси хлоридов и сульфатов натрия, при этом концентрация хлоридов находится в пределах 2,8-11,3 мг-экв/л; и сульфатов 37,5-45,8 мг-экв/л. Достоинством данного решения является возможность использования натриевого компонента щелочи для умягчения морской воды.

Следует отметить, что, согласно исследованиям Г.К.Фейзиева, при H-катионировании катионита в Na-форме можно достичь практически стехиометрических расходов серной кислоты на регенерацию. Несколько сложнее, но так же решаема задача по снижению удельного расхода щелочи на регенерацию анионитного фильтра. Поэтому, согласно рис.4 (а), предусматривается нейтрализация избытка ионов OH кислотой в смеси отработанных растворов. В условиях достижения практически стехиометрических расходов серной кислоты и щелочи естественно отпадает необходимость в подкислении. Полезное использование избытка ионов OH в отработанных растворах в стадии химобессоливания может быть достигнуто по схеме рис.4(б). Согласно этому решению, щелочным раствором хлоридов и сульфатов натрия достигается предварительная декарбонизация и умягчение исходной воды.

Как было показано выше, при опреснении солоноватых вод использование концентратов для их предварительного умягчения может быть достигнуто по более сложным схемам включения модулей, что связано с более высокими затратами. Альтернативой в таких случаях может служить способ предотвращения выпадения карбонатов и сульфатов кальция подкислением и введением в неё антинакипинов. Такой же подход приемлем для обработки вод с низким соотношением $[Na^+] / ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])$. Достоинством такой схемы обработки является её простота,

недостатком – высокая стоимость антинакипинов, а также наличие солей жесткости в пермеате. Как видно из таблицы 2, для наиболее простых одноступенчатых схем ООУ жесткость пермеата может достигать значительных величин, что отразится на технико-экономических показателях стадии химобессоливания. В этой связи представляет интерес схема обработки, предусматривающая дооумягчение пермеата с использованием собственных концентратов ООУ для регенерации катионита, после чего фильтрат может быть направлен на химобессоливание или использование в качестве добавочной воды котлов низкого и среднего давления, а в теплосеть можно направлять воду непосредственно после ООУ (рис.5).

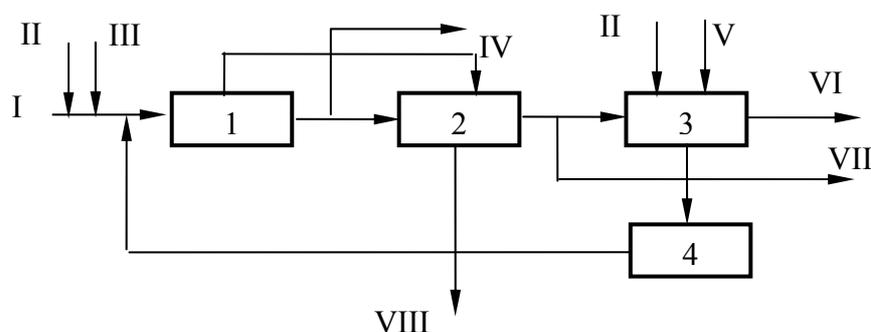


Рис. 5 Функциональная схема комбинированной подготовки воды для технического водоснабжения основных систем ТЭС.

1–обратноосмотическое опреснение; 2 – Na-катионитное умягчение; 3 – химобессоливание; 4- смеситель; I – минерализованная вода; II – кислота; III – антинакипин; IV – вода в теплосеть; V – щелочь; VI- вода на котлы высокого давления; VII – вода на котлы низкого и среднего давления; VIII – сток.

Вполне очевидно, что чем выше солесодержание пермеата, тем выше будут затраты на стадии доочистки и наоборот. В свою очередь высокое качество пермеата достигается по сложным схемам включения мембранных модулей, соответственно с высокими затратами. Поэтому выбор солесодержания пермеата соответственно схемам включения модулей ООУ является предметом специальных оптимизационных расчётов. Согласно [9], химическое дообессоливание пермеата оправдано при его солесодержании менее 400 мг/л. В этой связи химическое дообессоливание пермеата каспийской воды будет целесообразно лишь при двух-, трехступенчатых схемах включения модулей ООУ. Вместе с тем, необходимо отметить, что в настоящее время условия и цены на реагенты изменились, и условия применения химического дообессоливания должны быть уточнены.

Выше приведены лишь принципиальные решения по подготовке воды на ТЭС на основе обратноосмотического метода опреснения. Вполне очевидно, что выбор того или иного решения связан с комплексом конкретных условий, в первую очередь с ионным составом исходной воды, требованиями к качеству обработанной воды и другими. Поэтому представляется важным проведение комплекса исследований по изучению экологических и экономических аспектов приведенных технических решений с охватом основных типов минерализованных вод Апшерона, которые представляют практический интерес для теплоэнергетики и промэнергетики.

1. Слесаренко В.Н. Опреснение морской воды. М.: Энергоатомиздат, 1991, 278с.
2. Фейзиев Г.К. Высокоэффективные методы умягчения и обессоливания воды. М.: Энергоатомиздат, 1988, 192с.
3. Агамалиев М.М. Экологически совершенные технологии опреснения и комплексного использования минерализованных вод. Баку, ЭЛМ, 2001, 143с.

4. Правила технической эксплуатации электрических сетей. М.: Энергоатомиздат, 1989, 288с.
5. *Кострикин Ю.М., Мецкерский Н.А., Коровина О.В.* Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления (справочник). М.: Энергоатомиздат, 1990, 254с.
6. *Кучеренко Д.И., Гладков В.А.* Обратное водоснабжение. М.: Стройиздат, 1980, 169с.
7. *Карелин Ф.Н.* Обессоливание воды обратным осмосом. М.: Стройиздат, 1988, 208с.
8. *Дытнерский Ю.И.* Обратный осмос и ультрафильтрация. М.: Химия, 1978, 351с.
9. *Карелин Ф.Н., Таратута В.А.* Принципы использования обратноосмотического обессоливания воды на электрических станциях. //Теплоэнергетика. 1993, №7, с.8-10.

ƏKS OSMOSDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ İES-LƏRİN QAZANLARININ VƏ İSTİLİK ŞƏBƏKƏLƏRİNİN ƏLAVƏ SULARININ HAZIRLANMASININ PERSPEKTİVLİYİ HAQQINDA.

ABDULLAYEV K.M., AĞAMALIYEV M.M., DADAŞEVA O.O

İES-də texnoloji məqsədlər üçün içməli su əvvəzinə istifadə edilə bilən Apşeronun mineralı sularının qısa xarakteristikası verilmişdir. Mineralı suların şirinləşdirilməsi və duzsuzlaşdırılması üçün əvvəlcədən ionmübadiləli yumşaldılmaqla əks osmoslu şirinləşdirilməsi texnologiyasının effektivliyi əsaslandırılmışdır. İES-lərin əsas sistemləri üçün müxtəlif keyfiyyətli su almağa imkan verən texnoloji sxemlər təklif edilmişdir. Konkret misallarda təkliflərin reallaşdırılması şərtləri analiz edilmişdir və gələcək tədqiqatların əsas istiqamətləri müəyyənləşdirilmişdir.

ABOUT PROSPECTS OF PREPARATION OF ADDITIONAL WATER OF TES BOILER AND HEAT NETWORK FROM MINERALIZED WATERS WITH APPLICATION BY REVERSE OSMOSE.

ABDULLAYEV K.M., AGAMALIYEV M.M., DADASHEVA O.O.

The brief characteristic of mineralized waters Apsheron, representing interest is given from the point of view of use them of TES instead of natural fresh water. The efficiency desalting mineralized waters by reverse osmoses methods with preliminary ion exchange processes is proved. The technological circuits of preparation of water for technical water supply of the basic systems of TES are offered. On concrete examples the conditions of realization of these decisions are analyzed and the basic directions of the further researches are revealed.