

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТЫ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ТЭЦ г. АСТРАХАНИ

*А. Э. Усынина, Л. В. Боронина, М. К. Кабекенова
ГАОУ АО ВПО «АИСИ», г. Астрахань (Россия)*

Технологический процесс получения обессоленной воды на одной из ТЭЦ города Астрахани происходит с использованием катионитов и анионитов (рис. 1).

Обработка воды методом ионного обмена заключается в пропуске воды через слой зернистого материала-ионита, путем ионирования из воды удаляются ионы, и общее солесодержание воды снижается до 0. Обессоливающая установка производительностью 240 м³/час служит для восполнения потерь пара и конденсата в цикле ТЭЦ и для собственных нужд химводоочистки. Установка состоит из четырех, параллельно включенных в работу ионитовых «цепочек». Перед обессоливанием сырая вода поступает для предварительной обработки в осветлитель и механический фильтр. Обработка осветленной воды в процессе обессоливания производится по следующим стадиям: 1) Н-катионирование в 4 фильтрах Н_п, диаметром 3000 мм, площадью фильтрования 7,1 м², высотой загрузки 2000 мм, объемом загрузки 14,2 м³ и в 4 фильтрах Н_г, диаметром 3000 мм, площадью фильтрования 7,1 м², высотой загрузки 2000 мм, объемом загрузки 14,2 м³; 2) анионирование на низкоосновном анионите в 4 фильтрах А_г; имеющих диаметр 3000 мм, площадью фильтрования 7,1 м², высотой загрузки 1500 мм, объемом загрузки 10,65 м³; 3) декарбонизация; 4) Н-катионирование в 4 фильтрах Н_п, диаметром 2600 мм, площадью фильтрования 5,3 м², высотой загрузки 1000 мм, объемом загрузки 5,3 м³; 5) анионирование на высокоосновном анионите в 4 фильтрах А_п, диаметром 2600 мм, площадью фильтрования 5,3 м², высотой загрузки 1000 мм,

объемом загрузки 5,3 м³. Фильтры Н_{II}, Н_I, Н_{II} оснащены фильтрующим материалом КУ-2-8, А_I, А_{II} – АН – 31 и АВ – 17 соответственно. Характеристика емкостей сведена в таблицу 1, характеристика насосов – в таблицу 2.

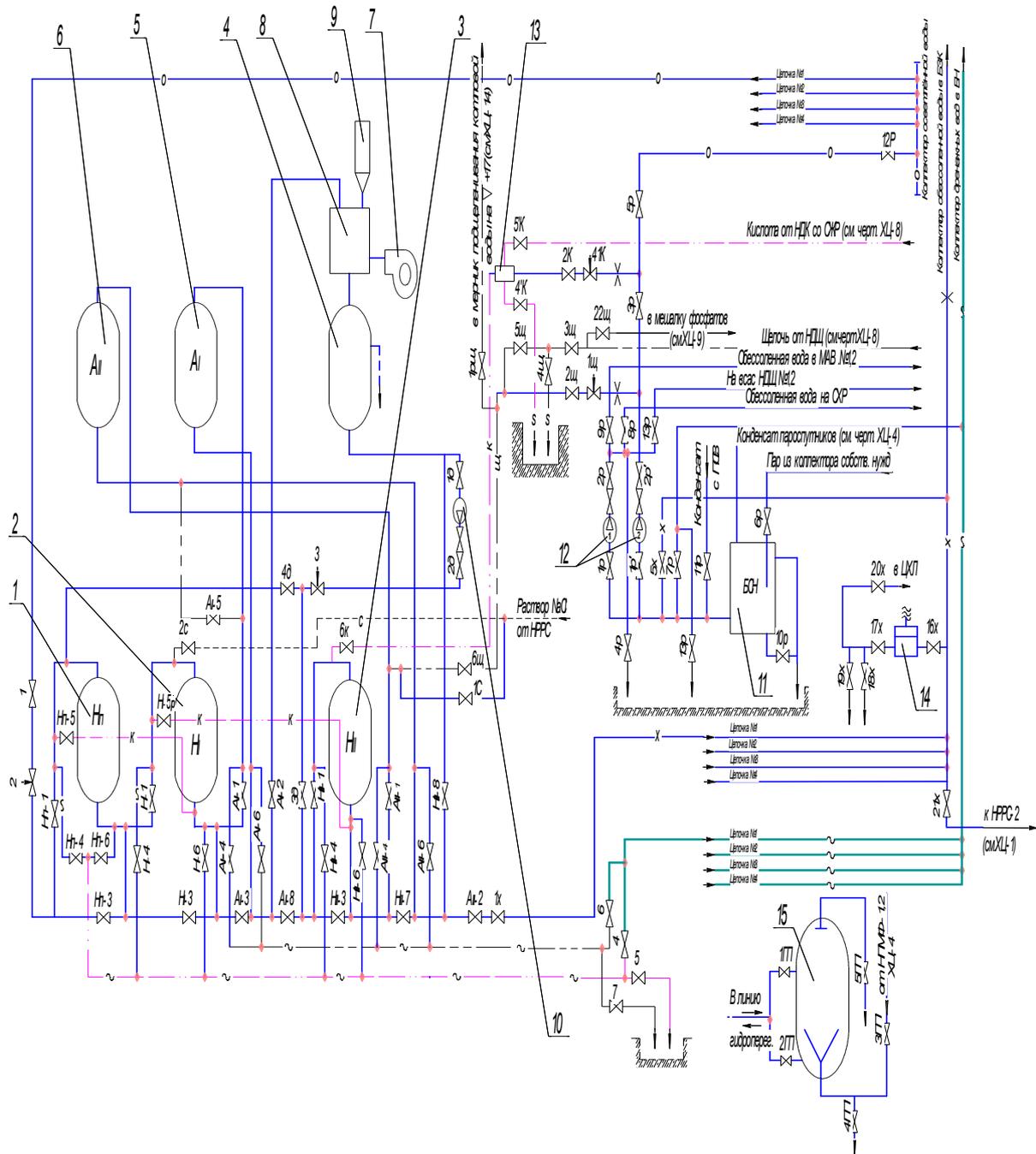


Рис. 1. Технологическая схема обработки воды

Таблица 1

Характеристика емкостного оборудования

№	Наименование	Условное обозначение	Кол-во, шт.	Объем, м ³	Диаметр, м
1.1	Бак частично обессоленной воды	БЧОВ	4	30	3,0
2.2	Бак обессоленной воды для собственных нужд	БСН	1	160	5,45
3.3	Бак-нейтрализатор обессоливающей установки	БНОУ	2	630	9,0
4.4	Мешалка известкового молока для нейтрализации	МИМН	1	16	2,6

Таблица 2

Характеристика насосного оборудования

Наименование	Условное обозначение	Марка насос/электро-двигатель	Кол-во, шт.	Q, М ³ /ч	Напор, м в.ст.	n, об/м	N, кВт
Насос частично обессоленной воды	НЧОВ	X160/49 К 4A225M2	4	200	50	2900	55
Насос обессоленной воды для собственных нужд	НСН	К 90/55 4A180S2	2	100	50	2900	22
Насос рециркуляции баков - нейтрализаторов	НРБНОУ	АХ280/42 2Е А02-82-4	2	315	50	1450	55
Насос шламный обессоливающей установки	НШОУ	АХ100-65-400 -К4АН200М	2	50	50	1450	37
Насос дренажных вод в баки нейтрализаторы	НДрБН	АХИ 50/32-К АИР160М2У	2	50	32	2900	18,5
Насос-дозатор известкового молока для нейтрализации	НДИМН	НД2500/10-К А02-32-4	2	2,5	10	1450	3
Насос известкового молока для нейтрализации	НИМН	АР-100М 5А160М4У3	1	97	30	1450	18,5

Каждый фильтр Н_п, Н_г, Н_п, А_г, А_п представляют собой цилиндрический сосуд со сферическими днищем и кровлей, установленный вертикально. Внутренняя поверхность фильтров, для защиты от коррозии, гум-

мирована резиной. Фильтры обвязаны системой наружных трубопроводов подвода и отвода воды и регенерационных растворов. Для внутреннего осмотра и ремонта фильтры имеют верхний и нижний лазы. Внутри каждого фильтра установлены верхнее распределительное устройство – ВРУ и нижнее распределительное (дренажное) устройство (система) – НРУ (НДС), служащие для равномерного распределения и сбора по сечению фильтра воды и регенерационных растворов.

Днище фильтров I ступени засыпано антрацитом на высоту 150 мм выше лучей НРУ для избежания выноса мелких фракций ионита через щели лучей. Лучи НРУ установлены горизонтально. $S_{щ} = 0,4$ мм. Щели лучей НРУ направлены вверх и в низ поочередно. На фильтрах II ступени установлено копирующее НРУ, что позволяет полностью использовать нижний объем фильтра, не оставляя мертвых зон. $S_{щ} = 0,25$ мм (при установке лучей с $S_{щ} = 0,4$ мм днище также засыпается антрацитом). Лучи НРУ установлены перфорацией вниз.

В баки-нейтрализаторы поступают регенерационные и отмывочные воды с фильтров. Как правило, удельные расходы реагентов на обессоливающей установке подбираются таким образом, чтобы достигалась взаимная нейтрализация сбрасываемых вод. Однако на случай недостаточного количества щелочных вод, для нейтрализации кислых вод в баках-нейтрализаторах предусмотрен подвод известкового молока.

Н-катионитовые фильтры H_{II} и H_I обессоливания предназначены для обмена всех катионов осветленной воды на ион водорода. Фильтрат после H_I имеет кислую реакцию потому, что содержит сильные (серную H_2SO_4 , азотную HNO_3 , соляную HCl) и слабые (угольную H_2CO_3 , кремневую H_2SiO_3) кислоты. A_I предназначены для обмена анионов сильных кислот (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-) из фильтрата на гидроксил-ион ($-OH$). Вода после A_I имеет щелочную реакцию и является частично обессоленной, так как из нее удалены анионы слабых кислот (кремневой и угольной), остатки анионов сильных кислот, проскочивших через A_I и остатки катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+), проскочивших через H_{II} и H_I . Декарбонизатор предназначен для удаления углекислоты из фильтрата после A_I . БЧОВ предназначен для разрыва потока обрабатываемой воды и создания буферного объема воды, а также для обеспечения нормальной работы насосов частично обессоленной воды (НЧОВ). НЧОВ – предназначен для перекачки частично обессоленной воды через фильтры H_{II} и A_{II} , и для подачи ее в баки запаса конденсата (БЗК). Фильтр H_{II} предназначен для обмена на ион водорода остатков всех катионов, проскочивших через H_{II} и H_I . Вода после H_{II} имеет слабокислую реакцию. A_{II} предназначены для обмена на гидроксил-ион анионов слабых кислот (HCO_3^- , $HSiO_3^-$), остатков анионов сильных кислот, проскочивших через A_I . Вода после A_{II} является обессоленной. В БСН подается обессоленная вода и часть отмывочных вод, которая используется при регенерации и приготовления рабочих растворов аммиака, гидразина, фосфа-

тов. НСН предназначен для подачи обессоленной воды из БСН к узлам разбавления кислоты и щелочи, и на склад химреагентов в мерники рабочих растворов аммиака, гидразина и фосфатов. Баки-нейтрализаторы (БНОУ) предназначены для сбора и нейтрализации регенерационных и отмывочных вод обессоливания. Насосы рециркуляции баков-нейтрализаторов (НРБНОУ) предназначены для перемешивания собранных стоков с нейтрализующими растворами. Мешалка известкового молока для нейтрализации (МИМН) гидравлическая предназначена для хранения и подачи известкового молока в БНОУ. Насос известкового молока для нейтрализации (НИМН) предназначен для перемешивания рабочего раствора извести в МИМН. Насосы-дозаторы известкового молока для нейтрализации (НДИМН) служат для подачи известкового молока из МИМН в БНОУ.

Технологическая схема химического обессоливания состоит из 2-х ступеней водород-катионирования и 2-х ступеней анионирования воды. Сущность процесса ионирования заключается в том, что вода, проходя через слой ионита, обменивает имеющиеся в ней катионы или анионы на катион водорода Н-катионита или гидроксильную группу анионита. Иониты (катионит КУ-2-8, анионит АВ-17 и АН-31) представляют собой сложное синтетическое вещество, нерастворимое в воде, обладающее способностью вступать в обмен с ионами, содержащихся в воде, солей и кислот.

В Н-катионированной воде содержатся минеральные кислоты в количествах, эквивалентных содержанию соответствующих анионов в поступающей на фильтр воде. рН катионированной воды при этом ниже 7. Одновременно с процессом умягчения воды идет и снижение ее солесодержания за счет разрушения бикарбонатов. Н-катионит работает послойно, постепенно насыщаясь катионами, он истощается, кислотность Н-катионированной воды начинает уменьшаться, что свидетельствует о проскоке в фильтрат катионов Na^+ , обладающих меньшей активностью, чем катионы Ca^{+2} и Mg^{+2} .

Восстановление обменной способности катионита осуществляется путем пропуска регенерационного раствора кислоты через слой катионита. При этом происходит вытеснение ранее поглощенных катионов Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ и насыщение его катионом H^+ . Из продуктов регенерации сульфат кальция обладает малой растворимостью в воде и может отлагаться на зернах катионита, вызывая так называемое загипсование катионита, которое в эксплуатации резко снижает обменную способность катионита, увеличивает удельный расход воды на отмывку и повышает остаточное содержание в Н-катионированной воде катионов жесткости. При значительном загипсовании катионит необходимо заменить. С целью предотвращения кристаллизации гипса на зернах катионита, скорость пропуска регенерационного раствора принимается 10 м/час до 15 м/час. С этой же целью ограничивается предел концентрации регенерационного раствора до 1,2 %.

Извлечение из обрабатываемой воды анионов сильных кислот SO_4^{-2} ; Cl^- ; NO_3^- осуществляется на высокоосновном анионите АВ-17. Каждый последующий вытесняет предыдущий анион и встает на его место. Восстановление обменной способности анионита происходит вследствие пропуска регенерационного раствора щелочи через слой анионита, в результате чего вытесняются из материала ранее поглощенные анионы сильных и слабых кислот анионом OH^- . Скорость пропуска регенерационного раствора через слой анионита = 4 м/час. Оптимальная концентрация = 3–4 % NaOH. Для экономии реагентов предусмотрена последовательная регенерация OH-анионитовых и H-катионитовых фильтров «цепочек». Регенерационный раствор сначала подается на фильтры второй ступени, затем на фильтры первой ступени. В фильтры H_+ регенерационные растворы кислоты поступают в последнюю очередь. Сброс отработанных регенерационных растворов осуществляется в баки - нейтрализаторы. Подача концентрированных растворов к узлу разбавления производится насосами-дозаторами из баков-мерников кислоты и щелочи. Разбавляющей водой для щелочи служит обессоленная вода, подаваемая НСН из БСН, разбавляющей водой для кислоты также служит и осветленная вода, поступающая к узлу разбавления из коллектора осветленной воды после механических фильтров. Над декарбонизатором установлен брызгоотделитель, служащий для отделения воды от углекислоты. Воздух с углекислотой подводится к брызгоотделителю перпендикулярно его оси, на пути под углом 30° по вертикали установлена отбойная перегородка для отделения капель влаги. После отделения воды от воздуха с углекислотой она направляется по дренажной линии в БЧОВ, а газы отводятся в атмосферу.

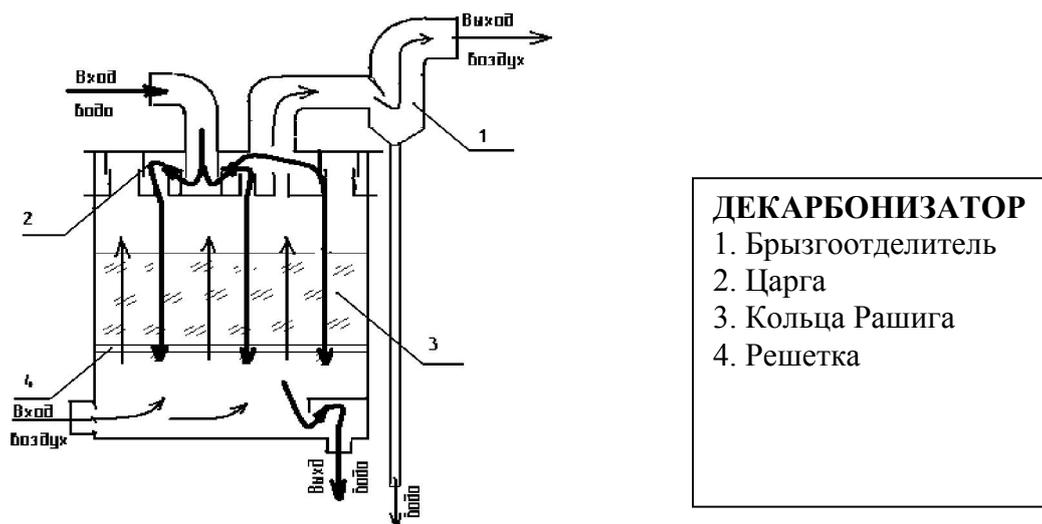


Рис. 2. Декарбонизатор

Внутренняя поверхность декарбонизатора защищена антикоррозионным покрытием. При эксплуатации декарбонизатора производится контроль за работой вентилятора, который должен быть постоянно включен, когда «цепочка» в работе. При нормальной работе декарбонизатора, когда поддерживается необходимый расход воздуха (30...40 м³/час), содержание свободной углекислоты в декарбонизированной воде не должно превышать 3...5 мг/л.

При обработке по схеме натрий-катионирования вода дополнительно насыщается двуокисью углерода за счет разложения бикарбоната натрия при нагревании. Однако полностью удалить свободную углекислоту не удастся. Растворенные в воде вещества вызывают неполадки в работе энергетического оборудования на ТЭЦ города Астрахани. Это связано с образованием в тепловых агрегатах накипных отложений и коррозии, образование первичной накипи (отложения, образующиеся на поверхности нагрева), которые значительно снижают теплопроизводительность, а также увеличивают потери напора в трубопроводах. В отличие от классических методов фильтрации, мембраны исключают проскоки загрязнений на завершающем этапе фильтроцикла и обеспечивают практически неизменное качество очищенной воды независимо от колебаний ее состава и температуры в источнике. Кроме того, мембраны позволяют обрабатывать воду с высоким содержанием взвешенных веществ, имеют компактные размеры оборудования и полную автоматизацию процесса очистки воды.