

УДК 628.16, 628.171

О.И. Ручкина

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Н.А. Фрейман, Н.А. Лузина

ООО «Вертикаль», г. Пермь

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. ЭКИБАСТУЗ

В рамках долгосрочной Государственной программы Республики Казахстан «Ак булак» на 2011–2020 гг. разработано обоснование инвестирования в реконструкцию объектов водозаборных и водоочистных сооружений г. Экибастуз. Представлены результаты оценки технического состояния и рассмотрены недостатки существующих сооружений водоснабжения г. Экибастуз. Обоснованы технико-технологические решения по реконструкции объектов и сооружений станции водоочистки. Выполнена оценка производительности основной технологической линии, основанная на результатах расчета балансовых схем водоснабжения и водоотведения города, а также водоочистных сооружений. Обоснованы технология очистки воды и выбор современных реагентов. Предложена ресурсосберегающая технология очистки и повторного использования промывных вод.

Ключевые слова: водоочистные сооружения, балансовые схемы водоснабжения и водоотведения, водоочистных сооружений, технологии очистки воды и промывных вод, реагенты.

В 2010 г. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 09.11.2010 г. № 1176 «Об утверждении Программы «Ақбұлақ» на 2011–2020 годы» была утверждена долгосрочная Государственная программа по развитию систем водоснабжения и водоотведения. Программа рассчитана на 2011–2020 годы с общим бюджетом на реализацию более 100 млрд тенге. Основной целью программы является обеспечение населения чистой питьевой водой в необходимом количестве и гарантированного качества.

Одним из первоочередных комплексов мероприятий, предусмотренных в программе для развития систем городского водоснабжения и водоотведения, является оценка технического состояния сооружений и сетей водоснабжения и водоотведения в 55 городах и разработка обоснований инвестиций по 56 крупнейшим городам республики.

Экибастуз вошел в число 56 городов Казахстана, реализующих этот проект. В настоящее время выполнена оценка технического состояния сооружений и сетей водоснабжения и водоотведения. В ре-

зультате оценки установлена необходимость реконструкции насосных станций I, II и III подъемов с заменой морально устаревшего и изношенного насосного оборудования, а также станции водоподготовки.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет совместно с ООО «Вертикаль» являлся исполнителем работ в части разработки обоснования инвестирования в реконструкцию объектов водозаборных и водоочистных сооружений пяти городов Казахстана: Экибастуз, Аксу, Аксай, Семей, Кызылорда.

Одной из важнейших задач, решаемых в ходе выполнения данного проекта, являлось обоснование технико-технологических решений реконструкции водоочистных сооружений г. Экибастуз.

В связи с отсутствием местных водных ресурсов для водообеспечения города Экибастуз и Экибастузского промышленного района используется канал Иртыш – Караганда им. К. Сатпаева с Экибастузским резервным водохранилищем полезной емкостью 6,0 млн м³, сток канала 75 % обеспеченности составляет 185,8 млн м³/год.

Канал Иртыш – Караганда построен для водообеспечения промышленных районов и сельского хозяйства центрального Казахстана. Длина трассы канала 458 км, производительность насосной станции головного водозабора 76 м³/с. Современная пропускная способность 1204,7 млн м³/год.

Основными водопотребителями являются города Аксу, Экибастуз, ТОО «АЭС-СТ-Экибастуз» (ГРЭС-1), ЗАО «Экибастуз-энергоцентр» (ГРЭС-2); ОАО «ИспатКармет», ОАО «Водоканал» г. Караганда, ТОО «Караганда-Пауэр».

Качество исходной воды «умеренно загрязненная», класс качества – 3, комплексный индекс загрязненности воды (ИЗВ) – 1,01–2,5. Концентрации загрязняющих веществ в исходной воде водозабора и в очищенной питьевой воде за 2008–2010 гг. приведены табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Качество исходной и очищенной воды

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Нормативные СанПиНы	Источник		Очищенная вода	
				мин.	макс.	мин.	макс.
1	Запах	баллы	2	0	2	0	2
2	Привкус	баллы	2	0	0	0	0
3	Цветность	град	20	14,6	22,2	9,19	15,2
4	Мутность	мг/л	1,5	4,3	25,2	1,0	2,91
5	pH	у.е.	6–9	7,65	8,0	7,38	7,68

Окончание табл. 1

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Нормативные СанПиНы	Источник		Очищенная вода	
				мин.	макс.	мин.	макс.
6	Сухой остаток	мг/л	1000	126,0	193,6	130,2	204
7	Жесткость	моль/л	7,0	1,98	2,53	1,78	2,4
8	Окисляемость	мг/л	5,0	2,27	4,22	1,81	3,62
9	БПК _п	мг/л		2,63	4,1		
10	Железо	мг/л	0,3	0,095	0,299	0,026	0,112
11	Нитраты	мг/л	45,0	0,084	0,325	0,038	0,41
12	Сульфаты	мг/л	500	20,4	30,0	22,8	45,6
13	Фтор	мг/л	1,5	0,204	0,249	0,125	0,182
14	Хлориды	мг/л	350	8,9	14,75	9,3	16,49
15	Аммиак	мг/л	2,0	0,399	0,657	0,054	0,203
16	Нитриты	мг/л	3,0	0,0093	0,072	0,0011	0,0094
17	Общая щелочность	мг. экв/л	–	1,74	2,21	1,7	1,98
18	Кальций	мг/л	–	25,55	37,58	25,55	38,11
19	Магний	мг/л	–	4,86	9,73	3,62	8,51
20	Хлор остаточный	мг/л	0,3–0,5	0	0	0,43	0,98

Анализ данных исходной и очищенной воды показал, что качество подаваемой в сеть воды в целом соответствует требованиям, предъявляемым к качеству питьевой воды [1], за исключением показателей мутности (максимальные показатели достигают 2,91 мг/л) и остаточного хлора (величина достигает до 0,98 мг/л при норме 0,3–0,5 мг/л).

Существующее положение

Существующие водопроводные очистные сооружения предназначены в основном для удаления из воды природных загрязнений и предусматривают также обеззараживание воды. В водоем возможно попадание химических загрязнений антропогенного происхождения.

Принцип работы водоочистной станции основан на одноступенчатой схеме очистки воды – фильтрование на скорых фильтрах. Хлорирование воды производится первичное и вторичное. Режим работы водоочистной станции непрерывный с постоянным расходом подаваемой на очистку воды.

Насосной станцией (НС) I подъема № 1 по двум стальным водопроводам диаметром 900 и 1000 мм, протяженностью 5,5 км вода подается на фильтровальную станцию. Станция в своем составе имеет следующие сооружения: здание реагентного хозяйства и хозяйственно-

бытовые помещения; здание фильтров (12 шт.); три резервуара чистой воды емкостью по 10,0 тыс. м³ каждый; насосные станции II подъема (№ 1 и № 2); трансформаторная подстанция; склад материалов; слесарная мастерская; котельная; горизонтальный отстойник; пульпонасосная станция; песковое хозяйство; склад хлора; здание для аппаратуры; КПП.

Вода от НС I подъема № 1 подается на 2 смесителя. В трубопровод перед смесителями дозируются реагенты (коагулянт сульфат алюминия, жидкий хлор и, при необходимости, известь). После смесителей вода поступает на 12 скорых фильтров, имеющих внутренний размер 5,1×8,8 м, загруженных однослойной загрузкой – кварцевым песком. Наличие однослойной загрузки скорых фильтров с крупностью загрузки 0,8–2 мм противоречит требованиям [1, примечание 2 к табл. 21], такую загрузку надлежит предусматривать только для технического водоснабжения.

Вторичное хлорирование осуществляется путем дозирования хлора в трубопровод отфильтрованной воды. Очищенная вода подается в три резервуара чистой воды (РЧВ) (3×10 000 м³). РЧВ имеют размеры в осях 48×48 м. В РЧВ отсутствуют фильтры-поглотители, а забор воздуха осуществляется через дыхательную трубу в перекрытии резервуаров, что не соответствует действующим нормам.

Из резервуаров чистой воды вода поступает в здания НС II подъема № 1 и здание НС II подъема № 2, откуда насосами НС II подъема подается потребителям.

В здании НС II подъема № 1 установлено 4 насоса, подающих воду для нужд населения города. Также установлен 1 насос на промывку скорых фильтров (промывка – водяная). Прямоки и дренажные насосы отсутствуют, что также не соответствует действующим требованиям. В здании имеется кран-балка с электроталью грузоподъемностью 3,2 т, высотой подъема 6 м.

В здании НС II подъема № 2 установлено 4 насоса, подающих воду для нужд населения города. Здание оборудовано прямым (диаметром 1 м), имеются 2 дренажных насоса. В НС установлена кран-балка с электроталью грузоподъемностью 5,0 т, высотой подъема 9 м.

Промывные воды фильтров сбрасываются в открытый горизонтальный отстойник. После отстаивания осветленные промывные воды

из отстойника поступают в пульпонасосную станцию, откуда перекачиваются на технические нужды ТЭЦ.

Отстойник периодически опорожняют, со сбросом накопившегося осадка в озеро Ащиколь насосами пульпонасосной станции. Сброс осадка в водоем противоречит требованиям природоохранного законодательства.

Принятые технико-технологические решения объектов и сооружений системы водоснабжения

Схема водоснабжения г. Экибастуз сохраняется по существующей схеме с забором воды из канала Иртыш – Караганда им. К. Сатпаева, осуществляется водозаборными сооружениями (с учетом их реконструкции), совмещенными с насосной станцией I подъема № 1, расположенными на левом берегу канала.

Целью обоснования инвестиций в части объектов и сооружений станции водоподготовки является реконструкция водоочистных сооружений, направленная на очистку природной воды до нормативных требований, предотвращение сброса неочищенных вод в водные объекты, рациональное использование водных ресурсов.

Проектными решениями предусмотрена реконструкция существующих водоочистных сооружений с ведением процесса очистки воды по классической двухступенчатой схеме (смесители – отстойники – фильтры) и строительство сооружений повторного использования промывных вод (СПИВ).

Строительство сооружений повторного использования промывных вод позволит сократить забор свежей воды из водоисточника за счет возвращения очищенных промывных вод в «голову» сооружений водоподготовки. Другим преимуществом строительства СПИВ является предотвращение сброса неочищенных вод в водные объекты и достижение соответствия технологической схемы очистки воды действующим нормативным требованиям.

Проектными решениями предусмотрена реконструкция и новое строительство сооружений и объектов водоочистных сооружений:

- реконструкция блока фильтров со служебными помещениями;
- реконструкция насосной станции (НС) II подъема № 1;
- реконструкция насосной станции (НС) II подъема № 2;
- реконструкция реагентного хозяйства с хозяйственно-бытовыми помещениями;
- реконструкция трансформаторной подстанции;

- реконструкция склада материалов;
- реконструкция слесарной мастерской;
- новое строительство здания 1-й ступени водоподготовки;
- реконструкция резервуаров чистой воды (РЧВ);
- новое строительство сооружений повторного использования промывных вод;
- новое строительство площадок осадка.

Технологические решения проекта приняты в соответствии с требованиями и рекомендациями [1, 2].

Оценка производительности основной технологической линии водоочистных сооружений

Для оценки производительности очистных сооружений рассчитана балансовая схема водопотребления и водоотведения г. Экибастуз на 1-ю очередь – 2013 г. и на перспективу – 2020 г. (табл. 2).

Для определения производительности водоочистных сооружений (ВОС) и концентраций загрязняющих веществ в очищаемой воде, промывных водах, возвращаемых на повторное использование, и в осадке сооружений разработана балансовая схема водоочистных сооружений. Расчет балансовой схемы технологического процесса выполнен для максимальных нагрузок на ВОС по расходу и концентрациям загрязняющих веществ. Балансовая схема отражает изменение содержания основных загрязняющих веществ в процессе водоочистки (взвешенные вещества, цветность).

Т а б л и ц а 2

Водохозяйственный баланс г. Экибастуз

Наименование показателей	Население, тыс. чел		Водопотребление, тыс. м ³ /сут			
	1-я очередь 2013 г.	2020 г.	1-я очередь 2013 г.		2020 г.	
			Q _{ср. сут}	Q _{мах. сут}	Q _{ср. сут}	Q _{мах. сут}
Всего по 1-му жилому району	12,8	14,8	2,88	3,46	3,61	4,33
Всего по 2-му жилому району	25,9	25,9	6,98	8,38	6,98	8,38
Всего по 3-му жилому району	31,01	31,01	8,37	10,05	8,37	10,05
Всего по 4-му жилому району	33,6	33,6	9,20	11,04	9,20	11,04
Всего по 5-му жилому району	12,1	12,1	3,12	3,74	3,12	3,74

О к о н ч а н и е т а б л . 2

Наименование показателей	Население, тыс. чел		Водопотребление, тыс. м ³ /сут			
	1-я очередь 2013 г.	2020 г.	1-я очередь 2013 г.		2020 г.	
			Q _{ср. сут}	Q _{макс. сут}	Q _{ср. сут}	Q _{макс. сут}
Всего по 6-му жилому району	17,9	17,3	4,37	5,25	4,23	5,08
Всего по 7-му жилому району	9,9	23,5	2,12	2,54	4,94	5,93
Всего население (в том числе неучтенные расходы и потери)	143,21	158,21	37,04	44,45	40,45	48,54
Полив			5,73	5,73	6,33	6,33
Местная промышленность			1,85	2,22	2,02	2,43
Промышленность			25,89	25,89	16,77	16,77
в том числе хозяйст- венно-питьевые нужды			16,92	16,92	9,18	9,18
Всего по городу	143,21	158,21	70,51	78,29	65,57	74,07

Для расчета балансовой схемы приняты концентрации загрязняющих веществ на входе ВОС: взвешенные вещества (мутность) – 25,2 мг/л; цветность – 22,2 град. Концентрации загрязняющих веществ в питьевой (очищенной) воде в соответствии с [1]: взвешенные вещества (мутность) – 1,50 мг/л, – цветность – 20 град. Расход очищенной воды питьевого качества – 74,07 тыс. м³/сут. (см. табл. 2). Результаты расчета баланса по сооружениям приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Балансовая схема технологического процесса водоподготовки

№ п/п	Сооружение, потоки воды и осадка	Расход, м ³ /сут	Концентрация взвешенных веществ, г/м ³
1	На очистку от НС I подъема № 1	74 110,00	Взв. в-ва – 25,2, цветность – 22,2 град.
2	Смесители		
2.1	Смесители (вход), в том числе:	77 342,77	24,56
	– вода на очистку	74 110,00	25,20
	– очищенные промывные воды фильтров	3 180,92	10,00
	– раствор коагулянта	51,85	1,50
2.2	Смесители (выход):	77 358,32	88,78
3	Отстойники (эффективность очистки 70 %)		

Продолжение табл. 3

№ п/п	Сооружение, потоки воды и осадка	Расход, м ³ /сут	Концентрация взвешенных веществ, г/м ³
3.1	<i>Отстойники (вход), в том числе:</i>	77 358,32	88,78
	– вода, смешанная с коагулянтom на очистку	77 342,77	88,79
	– раствор флокулянта	15,55	1,5
3.2	<i>Отстойники (выход):</i>		
	– осветленная вода на фильтры	77 103,32	26,63
	– осадок в сгуститель осадка	255,00	18 878,84
4	Фильтры		
4.1	<i>Фильтры (вход):</i>		
	– осветленная вода на фильтры	77 103,32	26,63
	– очищенная вода от насосов НС II подъема на промывку фильтров	2 958,92	1,50
4.2	<i>Фильтры (выход):</i>		
	– очищенная вода в резервуары чистой воды, в том числе:	77 103,32	1,50
	– промывные воды фильтров на СПИВ – в отстойник промывных вод	2 958,92	656,49
5	Насосные станции II подъема № 1, № 2		
5.1	<i>Насосные станции II подъема № 1, № 2 (вход):</i>		
	– очищенная вода из РЧВ	77 103,32	1,5
5.2	<i>Насосные станции II подъема № 1, № 2 (выход):</i>		
	– очищенная вода потребителям в водопроводную сеть	74 070,00	1,5
	– очищенная вода насосами на промывку фильтров в НС II подъема № 1	2 958,92	1,5
	– очищенная вода на собственные хозяйственно-питьевые нужды ВОС	7,00	1,5
	– очищенная вода на собственные технические нужды ВОС	67,40	1,5
	Сооружения повторного использования промывных вод (СПИВ)		
6	Отстойник промывных вод		
6.1	<i>Отстойник промывных вод (вход):</i>	3 549,32	625,16
	– промывные воды фильтров ВОС	2 958,92	656,49
	– промывные воды фильтров СПИВ	154,63	228,14
	– фугат от сгустителя осадка	218,86	50,00
	– фугат от цеха механического обезвоживания осадка	212,53	300,00
	– раствор флокулянта	3,86	10,00
	– раствор коагулянта	1,47	10,00

Продолжение табл. 3

№ п/п	Сооружение, потоки воды и осадка	Расход, м ³ /сут	Концентрация взвешенных веществ, г/м ³
6.2	<i>Отстойник промывных вод (выход):</i>		
	– осветленные промывные воды на фильтрацию	3 199,69	20,00
	– осветленные промывные воды на промывку фильтров СПИВ	154,63	20,00
	– осадок (влажность 98,9 %)	195,00	11 034,91
7	Насосы осветленных промывных вод		
7.1	<i>Насосы осветленных промывных вод (вход):</i>		
	– осветленные промывные воды на фильтрацию	3 199,69	20,00
	– осветленные промывные воды на промывку фильтров СПИВ	154,63	20,00
7.2	<i>Насосы осветленных промывных вод (выход):</i>		
	– осветленные промывные воды на фильтрацию	3 199,69	20,00
	– осветленные промывные воды на промывку фильтров СПИВ	154,63	20,00
8	Фильтры осветленных промывных вод		
8.1	<i>Фильтры осветленных промывных вод (вход):</i>		
	– осветленные промывные воды на фильтрацию	3 199,69	20,00
	– осветленные промывные воды на промывку фильтров СПИВ	154,63	20,00
8.2	<i>Фильтры осветленных промывных вод (выход):</i>	3 199,69	10,00
	– возврат осветленных промывных вод в смеситель	3 180,92	10,00
	– осветленные промывные воды на собственные технические нужды СПИВ	18,77	10,00
	– промывные воды фильтров отстойники СПИВ	154,63	228,14
9	Насос подачи осадка на сгущение		
9.1	<i>Насос подачи осадка на сгущение (вход)</i>		
	– осадок (влажность 98,9 %) из отстойника промывных вод	195,00	11 034,91
9.2	<i>Насос подачи осадка на сгущение (выход):</i>		
	– осадок (влажность 98,9 %)	195,00	11 034,91
10	Сгуститель осадка		
10.1	<i>Сгуститель осадка (вход):</i>	453,86	15 348,19
	– осадок от отстойников ВОС	255,00	18 878,84
	– осадок (влажность 98,9 %) от отстойников СПИВ	195,00	11 034,91
	– раствор флокулянта	3,86	10,00

О к о н ч а н и е т а б л . 3

№ п/п	Сооружение, потоки воды и осадка	Расход, м ³ /сут	Концентрация взвешенных веществ, г/м ³
10.2	<i>Сгуститель осадка (выход):</i>		
	– осадок влажностью 97,04 % в ЦМО	235,00	29 595,78
	– фугат в отстойник СПИВ	218,86	50,00
11	Цех механического обезвоживания осадка (ЦМО)		
11.1	<i>Цех механического обезвоживания осадка (вход)</i>		
	– осадок влажностью 97,04 % из сгустителя осадка	235,00	29 595,78
	– раствор флокулянта	10,53	10,00
11.2	<i>Цех механического обезвоживания осадка (выход)</i>		
	– осадок влажностью 79,09 % на площадки осадка	33,00	209 148,30
	– фугат в отстойник СПИВ	212,53	500,00
12	Площадки осадка		
12.1	<i>Площадки осадка (вход):</i>		
	– осадок влажностью 79,09 % от ЦМО	33,00	209 148,30
12.2	<i>Площадки осадка (выход):</i>		
	– осадок влажностью 79,09 %, вывоз на полигон ТБО	33,00	209 148,30

Таким образом, проектная производительность водоочистных сооружений, основанная на расчете перспективного объема водопотребления на 2020 г. (см. табл. 2) и балансовой схеме технологического процесса водоподготовки (см. табл. 3), составляет:

– среднесуточный расход на выходе с водопроводных очистных сооружений – 65570 м³/сут;

– максимальная суточная производительность на выходе с ВОС – 74 144,40 м³/сут, в том числе: 74,07 тыс. м³/сут – расходы на нужды населения города; 74,40 м³/сут – на собственные нужды станции водочистки;

– забор исходной воды из канала в сутки максимального водопотребления – 74 110,00 м³/сут.

Обоснование выбора технологии очистки

В соответствии с составом воды водоисточника технология очистки воды должна обеспечивать очистку от взвешенных веществ (мутности), соединений, вызывающих повышенную цветность и окисляе-

мость, а также надежную защиту от бактерий и патогенной микрофлоры. Согласно рекомендациям [2] технологические приемы для очистки и обеззараживания воды включают обработку воды коагулянтами и флокулянтами, отстаивание, фильтрацию, обработку обеззараживающими средствами.

В проекте реконструкции водоочистных сооружений сохраняются основные технические решения существующих ВОС по технологии очистки воды, а именно – двухступенчатая очистка природной воды: осветление воды, обработанной реагентами, в отстойниках; фильтрование на скорых фильтрах.

Для обеспечения нормативного качества очищенной воды предусмотрено следующее:

1. Модернизация реагентного хозяйства с изменением режимов реагентной обработки воды, а именно:

- применение двухступенчатого хлорирования воды с использованием диоксида хлора, который является одновременно окислителем и обеззараживающим реагентом для воды, сооружений и внутренних трубопроводов. Первая ступень хлорирования – ввод диоксида хлора в трубопровод непосредственно на входе в производственный корпус станции водоочистки. Вторая ступень обеззараживания – ввод диоксида хлора в трубопровод после фильтров перед резервуарами чистой воды (РЧВ);

- замена сульфата алюминия на высокоэффективный реагент «Аква-Аурат» ТР30 или аналог (точка ввода – в трубопровод перед смесителем, после ввода диоксида хлора);

- использование флокулянта марки «Праестол 650 TR» (точка ввода – в сборный карман смесителя);

- использование угольной пульпы при необходимости.

2. Для обеспечения высокого качества очистки воды предусматривается оборудование отстойников тонкослойными модулями, модернизация скорых фильтров путем замены верхней и нижней распределительной систем фильтров и применение двухслойной загрузки фильтров.

3. Предусматриваются сооружения по очистке промывных вод и осадков ВОС, обезвоживанию осадков и возврату промывных вод в «голову» водоочистных сооружений с применением коагулянтов и флокулянтов, что обеспечит работу системы оборотного водоснабже-

ния станции и в результате предотвратит загрязнение окружающей среды жидкими отходами.

4. Модернизация технологического оборудования хлораторной повысит безопасность объекта и исключит возможность загрязнения атмосферы хлором.

Обоснование выбора реагентов

В качестве коагулянта после реконструкции сооружений предложен более эффективный, чем традиционный сульфат алюминия, реагент – «Аква-Аурат» ТМ30. По химической природе это гидроксохлорид алюминия. Его отличие от сульфата алюминия заключается в том, что уже в товарном продукте алюминий находится в частично гидролизованном состоянии. Поэтому гидроксохлорид и обеспечивает более высокую скорость и степень коагуляции и, соответственно, степень очистки воды от взвешенных веществ (мутности), от окисляемых соединений (показатели цветности, окисляемости). При использовании гидроксохлорида уменьшается количество остаточного алюминия в воде.

Для повышения эффективности осветления воды коагулянтами предлагается использовать флокулянт. Флокулянт рекомендуется вводить примерно через 1–3 мин после коагулянта, чтобы коагулянт успел равномерно распределиться в воде, гидролизаться и образовать первичные частицы продуктов гидролиза. На основании данных специальной технической литературы предложен катионный среднеосновный флокулянт марки «Праестол 650 TR».

Для обеззараживания питьевой воды вместо сжиженного хлора предлагается использование диоксида хлора – неорганического химического соединения хлора и кислорода, формула ClO_2 . Применение диоксида хлора по сравнению с хлором имеет многочисленные преимущества: диоксид хлора не гидролизует в воде, его активность не зависит от значения pH; при окислении органических загрязнителей образуется меньше хлорорганических соединений; имеет значительно более высокую (до 10 раз) бактерицидную активность и в 2,5 раза более высокий окислительный потенциал, чем гипохлорит натрия; сильное обеззараживающее действие в широком интервале pH воды, пролонгированное до 7–10 сут действие в сетях водоснабжения; дезактивирует споры, вирусы и водоросли (в отличие от Cl_2 и NaOCl); улучшает вкус воды, не имеет запаха и способен дезодорировать воду; не требует организации санитарно-защитных зон, как в случае применения хлора.

Главным недостатком диоксида хлора в сравнении с газообразным хлором или гипохлоритом натрия является его более высокая стоимость. Однако требуемая дозировка диоксида хлора значительно меньше, поэтому стоимость обработки воды всеми этими реагентами практически одинакова.

Диоксид хлора в системах водоподготовки уже десятки лет успешно используется в странах Западной Европы, США, Японии, Израиле, где его получают из растворов хлорита натрия NaClO_2 и соляной кислоты HCl (или жидкого хлора) на локальных автоматизированных установках (например, установки Oxiperm фирмы Grundfos) непосредственно на водоочистных станциях; есть опыт внедрения таких установок на Украине и в России.

Установка получения диоксида хлора типа Oxiperm 164 содержит (рисунок): емкость Бх для раствора хлорита натрия (концентрация NaClO_2 – 7,5 мас. %); емкость Бк для раствора соляной кислоты (концентрация HCl – 9 мас. %); насосы-дозаторы растворов хлорита НДхл и кислоты НДк; реактор Р; емкость Бдх для раствора диоксида хлора (1–2 % по ClO_2); насосы-дозаторы НДдх диоксида хлора.

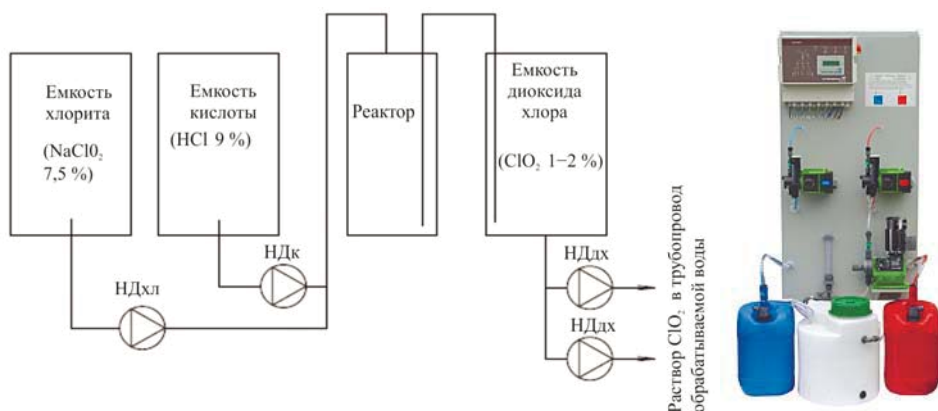


Рис. Принципиальная схема установки получения диоксида хлора

Растворы исходных растворов дозируются с заданным расходом насосами-дозаторами (НДхл и НДк) в реактор РХ, где в результате реакции образуется диоксид хлора (ДХ) – концентрация раствора 1–2 % по ClO_2 (принимается исходя из конкретных условий). Раствор ДХ дозируется насосами-дозаторами НДдх в трубопроводы обрабатываемой воды.

Обоснование технологии очистки и повторного использования промывных вод водопроводной очистной станции

Водоподготовка включает очистку с удалением загрязнений минеральной и органической природы с предварительным окислением, коагулированием и последующим отстаиванием и фильтрованием. В процессе очистки воды образуются промывные воды фильтров и осадок отстойников, загрязненные взвешенными веществами.

Сброс промывных вод в канализацию не экономичен (с точки зрения экономии природных ресурсов), не всегда возможен и приводит к значительному увеличению диаметров коллекторов для приема залпового расхода и к неоправданному повышению нагрузки на сооружения биологической очистки сточных вод минеральными веществами. В настоящее время обработка и повторное использование промывных вод водопроводных станций являются обязательными.

Для снижения расхода воды на собственные нужды ВОС и предотвращения имеющегося сброса неочищенных промывных вод в водоем в данном проекте предусмотрена очистка промывных вод станции с возвратом очищенной воды в технологический цикл.

После очистки промывных вод образуется единый отход производства хозяйственно-питьевой воды – водопроводный осадок, представляющий собой гидроокись алюминия с сорбированными на нем загрязнениями.

Технологические решения по системе очистки промывных вод и оборотного водоснабжения приняты в соответствии с требованиями [1] и справочного пособия к ним, ТП 901-3-249.88 и на основании объектов-аналогов.

Промывная вода на обработку поступает из существующего производственного здания во вновь проектируемое здание – сооружения повторного использования промывных вод (СПИВ). Режим поступления воды периодический – в соответствии с графиком промывки фильтров и сброса осадка из отстойников. В отстойники также поступают промывная вода осветлительных фильтров СПИВ и фугат от сгустителей осадка. Отстоявшаяся вода после отстойников насосами подается на доочистку в осветлительные фильтры и далее возвращается на ВОС в «голову» технологического процесса. Осадок из отстойников насосами подается в сгустители, далее – на механическое обезво-

живание на фильтр-прессах. Обезвоженный осадок влажностью 79–84 % складывается на площадках с навесом.

Характеристики технологического оборудования подобраны в соответствии с параметрами технологического процесса обработки промывных вод. Стандартное оборудование подобрано с учетом параметров его надежности. Предлагаемое оборудование зарубежных фирм обладает положительным опытом эксплуатации на аналогичных объектах в Казахстане.

Для временного складирования обезвоженного осадка на объекте предусмотрены две площадки накопления из монолитного железобетона, высота слоя заполнения 0,8 м, полезная площадь $\sim 392 \text{ м}^2$. Соответственно, объем хранения осадка будет равным 297 м^3 , или с учетом плотности $\sim 1,12 \text{ т/м}^3$ количество составит 332,6 т. Осадок завозится на площадки тракторными тележками.

Повторное использование очищенных промывных вод уменьшает расход воды на собственные нужды (экономия водного ресурса $3180,92 \text{ м}^3/\text{сут}$), может удешевить эксплуатацию установки и снизить плату за использование природных ресурсов.

Таким образом, разработанные технико-технологические решения, заложенные в основу проекта реконструкции водоочистных сооружений г. Экибастуз, направлены на ресурсосбережение, модернизацию систем водоснабжения и отвечают главной цели проекта «Ак булак» – обеспечение населения чистой питьевой водой.

Библиографический список

1. Санитарно-эпидемиологические требования к водоемким объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов: санитарные правила: утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 18 января 2012 года № 104.

2. СНиП РК 4.01-02–2009. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – РК, 2010.

O.I. Ruchkinova, N.A. Freyman, N.A. Luzina

JUSTIFICATION OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF RECONSTRUCTION WATER TREATING FACILITIES

As a part of a long run governmental program of Kazakhstan Republic "AkBulak" for the period from 2011 to 2020 has made investment justification of reconstruction of objects of water-intake and water-treatingsolutions of "Ecibastus" city. Technical and technological solutions for reconstruction of objects and buildings of water treating station were justified. The evaluation of performance of main technological line was made, which is based on the results of calculation of city's water-intake and water treating balance flow schemes. The technology of water reclamation and a choice of modern reagents were justified. The resource-saving technology of purifying and re-using of cleansing waters was developed.

Keywords: water treating facilities, water-intake and water treating balance flow schemes, water treating facilities balance flow schemes, technology of purifying and re-using of cleansing water, re-agents.

Сведения об авторах

Ручкина Ольга Ивановна (Пермь, Россия) – д-р техн. наук, профессор кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и водоснабжение, водоотведение» ФГБОУ ВПО ПНИПУ (e-mail: xgogax@mail.ru).

Фрейман Наталия Алексеевна (Пермь, Россия) – начальник управления проектно-технологических работ, главный технолог ООО «Вертикаль» (e-mail: acwa13@mail.ru).

Лузина Наталья Алексеевна (Пермь, Россия) – ведущий инженер ООО «Вертикаль» (e-mail: nmluzina@yandex.ru).

About the authors

Ruchkinova Olga Ivanovna (Perm, Russia) – Doctor of Technics, Professor, Departament of Water supply and sewerage, Perm National Research Polytechnic University (e-mail: xgogax@mail.ru).

Freyman Natalya Alekseevna (Perm, Russia) – Head of Design and technological works, Chief technologist LLC "Vertical" (e-mail: acwa13@mail.ru).

Luzina Natalya Alekseevna (Perm, Russia) – Chief engineer, LLC "Vertical" (e-mail: nmluzina@yandex.ru)

Получено 11.03.2013