

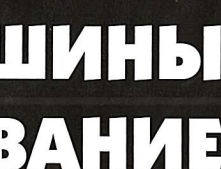
ВСТ

ISSN 0321-4044

3
2017



ВОДОСНАБЖЕНИЕ И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА



www.dkt.ru
ООО «Доркомтехника», тел.: +7 (495) 490-37-20
125371, Москва, Волоколамское ш., 116, стр. 1

ДОРКОМТЕХНИКА

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

РЕКЛАМА

Технологические и проектные решения реконструкции сооружений очистки воды р. Дон (на примере ВОС хутора Хапры Мясниковского района Ростовской области)

Л. Н. ФЕСЕНКО¹, С. И. ИГНАТЕНКО², И. В. ПЧЕЛЬНИКОВ³, Р. В. ФЕДОТОВ⁴, А. Ю. ЧЕРКЕСОВ⁵

¹ Фесенко Лев Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Водное хозяйство, инженерные сети и защита окружающей среды», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова 346428, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, тел.: (8635) 25-53-34, e-mail: 65613@mail.ru

² Игнатенко Сергей Иванович, кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, ООО НПП «ЭКОФЕС» 346400, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, Баклановский проспект, 200В, тел.: (8635) 26-56-13, e-mail: 65613@mail.ru

³ Пчельников Игорь Викторович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Водное хозяйство, инженерные сети и защита окружающей среды», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова 346428, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, тел.: (8635) 25-53-34, e-mail: pchelnikov.igor@mail.ru

⁴ Федотов Роман Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водное хозяйство, инженерные сети и защита окружающей среды», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова 346428, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, тел.: (8635) 25-53-34, e-mail: fedotov86@mail.ru

⁵ Черкесов Аркадий Юльевич, кандидат технических наук, главный инженер, ООО НПП «ЭКОФЕС» 346400, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, Баклановский проспект, 200В, тел.: (8635) 26-56-13, e-mail: 65613@mail.ru

Вода р. Дон используется в качестве источника питьевого водоснабжения Ростова-на-Дону, Таганрога, Новочеркасска и других городов. С января по апрель (во время зимнего ледостава) речная вода характеризуется повышенной общей жесткостью (до 10–12 °Ж), а также наличием сине-зеленых и диатомовых водорослей, содержание которых в летний период может достигать 100·10⁶ кл/л воды. Перспективным методом удаления микроводорослей является механическая ситовая фильтрация. Фильтры устанавливаются, как правило, в самом начале технологического процесса и предназначены для удаления крупных взвешенных частиц, фито- и зоопланктона. Современные микрофильтры характеризуются простотой конструкции, высокой производительностью, компактными размерами и низким расходом промывной воды, их работа автоматизирована. Ввиду высокой стоимости ионообменных и мембранных технологий, а

также сопутствующего образования значительного количества вторичных, трудно утилизируемых сбросных высокоминерализованных растворов была предложена технология снижения жесткости методом едконатрового умягчения. Экспериментально подтверждена целесообразность и эффективность использования этого метода. На примере водоочистных сооружений хутора Хапры Ростовской области с водозабором из нижнего течения р. Дон обоснована и разработана технологическая схема реконструкции водоочистой станции с доведением качества воды до нормативов СанПиН 2.1.4.1074-01. Применение данной технологии исключает образование жидких отходов, подлежащих сбросу в канализацию, естественные водоемы или на рельеф.

Ключевые слова: водоподготовка, фитопланктон, едконатровое умягчение, реагент, коагулирование, микрофильтр.

Согласно ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора», качество воды р. Дон соответствует второму классу. Для получения воды питьевого качества рекомендуется проводить очистку донской воды до требований ГОСТ

2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» (в настоящее время СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества») с применением коагулирования, отстаивания, фильтрования, обеззаражи-

вания, а при наличии фитопланктона — микрофилтрования.

По данным наблюдений 2011–2015 годов за качественным составом воды р. Дон (водозаборы в районе хутора Дугино, первого подъема очистных сооружений г. Шахты и хутора Хапры), максимальное превышение норматива по общей жесткости составило 11,8 °Ж (в среднем не более 7,5–8,5 °Ж в ноябре — марте и без превышения норматива в апреле — октябре). Максимум по общей минерализации за анализируемый период наблюдался трижды: 1098, 1002 и 1268 мг/л при средних значениях 750–800 мг/л. Превышения ПДК по хлоридам обнаружено не было (в среднем их концентрация составляла 250–300 мг/л, редко до 350 мг/л).

Наиболее трудно из речной воды удаляется фитопланктон, присутствующий в р. Дон в течение всего теплого периода года. Содержание синезеленых и диатомовых водорослей в летний период может достигать $100\text{--}10^6$ кл/л воды. Наличие небольшого количества азота аммонийного (0,12–0,4 мг/л) дает основание предполагать, что при предварительной обработке воды хлорсодержащими реагентами в районе водозабора в периоды ее интенсивного цветения (а следовательно, присутствия большого количества органических веществ) существует реальная опасность образования значительного количества летучих хлорорганических соединений, в частности хлороформа.

Сравнение результатов химического и бактериологического анализа воды р. Дон в районах водозаборов Ростова-на-Дону, Таганрога, Азова, Новочеркасска с учетом информации служб эксплуатации Александровской водоочистой станции г. Ростова-на-Дону свидетельствует о том, что мутность воды в районе водозабора в рукаве р. Дон — р. Б. Каланча (хутор Дугино) может достигать 70 мг/л, цветность — 35–50 град, жесткость общая — 12 °Ж, сухой остаток — 1100–1150 мг/л, перманганатная окисляемость — 7,5–8 мг/л. Также фиксируется высокая бактериальная загрязненность по общим термотолерантным и колиформным бактериям (до 20 тыс. КОЕ/100 мл пробы) и колифагам (80–150 БОЕ/100 мл).

Министерство ЖКХ Ростовской области поручило специалистам ЮРГПУ (НПИ) имени М. И. Платова и ООО НПП «ЭКОФЕС» разработать проект реконструкции водоочистных сооружений хутора Хапры производительностью 12,5 тыс. м³/сут с водозабором из р. Дон в районе хутора Дугино с целью доведения качества воды до требований СанПиН 2.1.4.1074-01 по общей жесткости, а также разработать технологические

решения по повторному использованию промывных вод фильтров и утилизации образующихся осадков.

Модернизация действующей технологии очистки донской воды на ВОС хутора Хапры Мясниковского района Ростовской области должна была учитывать следующие основные положения:

максимальное использование существующих сооружений с повышением эффективности их работы за счет некоторых конструктивных изменений и устройства дополнительных элементов (блоков), повышающих надежность и улучшающих качество очистки воды;

гарантированное обеспечение качества воды, соответствующего требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, прежде всего по мутности, цветности, общей жесткости, суммарному содержанию, хлорорганическим соединениям, а также по микробиологическим и паразитологическим показателям;

исключение образования каких-либо жидких отходов, подлежащих сбросу в производственную (или ливневую) канализацию, в естественные водоемы или на рельеф. Все образующиеся в процессе водоочистки промывные воды и сбросы после соответствующей обработки должны быть возвращены обратно в технологическую схему, а осадки обезвожены и подготовлены к захоронению или утилизации.

Действующие сооружения очистки воды включают два вертикальных вихревых смесителя, четыре осветлителя со слоем взвешенного осадка коридорного типа и четыре скорых фильтра с центральным каналом. На станции применяют катионный флокулянт ВПК-402 (полидиметилдиаллиламмоний хлорид, или ПолиДАДМАХ), для обеззараживания воды используют газообразный хлор.

От флокулянта ВПК-402 было решено отказаться по следующим причинам:

высокая токсичность реагента (ПДК в воде рыбохозяйственных водоемов составляет 0,00001 мг/л, что в сотни и тысячи раз ниже ПДК других катионоактивных флокулянтов);

срок хранения рабочих дозируемых растворов — не более суток;

сложность анализа определения концентрации реагента в воде (применяемые в ряде водоканалов экспресс-методики с красителем ксантогенового ряда — эозинном сводятся к визуальной оценке степени окрашивания образующегося комплекса, что не гарантирует достоверности получаемых результатов в отличие от хроматографического метода);

приготовление рабочих растворов должно быть предельно точным, дозирование реагента должно осуществляться не на станции, а в трубопровод сырой воды (как правило, во всасывающий патрубок насосной станции первого подъема для максимально возможного перемешивания реагента с водой) на расстоянии не менее 3–4 км от очистных сооружений, чтобы выдерживать время контакта флокулянта ВПК-402 с водой не менее 30–40 мин (необходимо для полимеризации реагента);

несоблюдение условий тщательного перемешивания, времени полимеризации и дозирования реагента приводит к коагуляции участков фильтрующей загрузки с образованием вакуума в зернистом слое и нарушением нормального гидравлического режима в трубопроводе, отводящем фильтрованную воду.

Ввиду крайней токсичности жидкого хлора (второй класс опасности) и связанной с этим необходимости соблюдения производственной безопасности эксплуатации хлораторных, повышения экологической и антитеррористической устойчивости объекта целесообразна замена газообразного хлора менее опасным реагентом — электролизным гипохлоритом натрия (четвертый класс опасности), производимым на месте потребления из раствора поваренной соли с концентрацией активного хлора в получаемом продукте 7–8 г/дм³.

Наиболее сложной и экономически затратной задачей является снижение общей жесткости (и редко — общей минерализации) воды, что может быть достигнуто методом ионного обмена, мембранным разделением (нанофильтрация или обратный осмос) или методом осаждения.

Ионообменная технология (натрий-катионирование), при которой образуется до 30% вторичных загрязнений от общего количества умягчаемой воды (отработанные концентрированные регенерационные растворы, отмывочные и взрыхляющие воды), изначально не экологична. Вторичные загрязнения представляют собой хлоридно-кальциево-магниевые рассолы с концентрацией солей до 80–100 г/л, для утилизации которых нет надежных средств. Даже при умягчении (или обессоливании) по схеме Н—ОН-ионирование) 30% подаваемой воды с последующим смешением исходной и обессоленной воды объем вторичных загрязнений для водоочистных сооружений хутора Хапры составит около 1,5–2 тыс. м³/сут. В итоге при умягчении (обессоливании) воды ионным обменом значительная часть себестоимости воды будет приходиться именно на обработку (утилизацию) отходов во-

доочистки на выпарных и кристаллизационных установках, что по стоимости будет значительно превосходить само ионообменное умягчение.

Технология обратного осмоса должна включать в себя предварительную очистку воды от цветности и мутности, после чего часть общего расхода осветленной и фильтрованной воды (около 25%, или ~3000 м³/сут) направляется на двухкаскадную установку обратного осмоса с последующим концентрированием концентрата на нанофильтрационном аппарате. Последнее позволит снизить объем отходящего концентрата до 5–8% от общего расхода воды, поступающей на установку обратного осмоса (~180–200 м³/сут).

Как показали предварительные расчеты, общая жесткость такого концентрата составит около 100 мг-экв/л при его суммарном солесодержании около 13 г/л. После осаждения, например в вихревом реакторе, солей жесткости методами известково-содового или содо-едкокатрового умягчения освобожденный от катионов кальция и магния хлоридно-натриевый рассол может быть использован в качестве сырья для производства электролизного гипохлорита натрия при обеззараживании воды. Однако стоимость только обратноосмотических модулей в расчете на производительность 1 м³/ч установленного оборудования составит 250–300 тыс. руб., для производительности 3000 тыс. м³/сут очищаемой воды стоимость обратного осмоса составит 37,5 млн руб. В эту сумму не входит стоимость здания, второй ступени нанофильтрации (около 10 млн руб.), сооружений реагентного умягчения рассола, установок дозирования для кислотной промывки мембран, дозирования растворов ингибитора (антискаланта) и биоцида, коагулянта и щелочных реагентов в схему осаждения и др.

Таким образом, для умягчения (опреснения) донской воды метод обратного осмоса может быть рекомендован только при условии соответствующего технико-экономического обоснования и с обязательной разработкой природоохранных мероприятий по деминерализации отходов водоочистки и последующей утилизации выделяемых при этом солей.

Преимущества метода осаждения (реагентного умягчения) при данном качественном составе воды в сравнении с рассмотренными методами заключаются в следующем.

1. Процесс реагентного умягчения можно проводить в существующих сооружениях — осветлителях со слоем взвешенного осадка. Эффективность и надежность их работы можно

значительно повысить путем установки тонкослойных модулей в защитной зоне над слоем взвешенного осадка. Тонкослойные элементы или блоки могут быть выполнены из мягких или полужестких полимерных пленок, соединенных в сотовую конструкцию, или из жестких листовых материалов в виде отдельных полок.

Тонкослойный осветлитель работает следующим образом. Исходная вода, обработанная реагентами, подается в зону предварительного хлопьеобразования (взвешенного осадка) и далее через распределительную зону и зону сползающего осадка поступает в тонкослойные элементы. Осветленная вода попадает в сборные устройства и отводится из осветлителя. Осадок из зоны накопления через осадкоприемные окна поступает в средний коридор — накопитель осадка, откуда периодически удаляется через перфорированные трубы, уложенные на дне, на сооружения механического обезвоживания осадка.

2. При реагентном умягчении воды в осветлителе происходит также ее обезжелезивание, осветление и обесцвечивание.

3. Удаление из воды ионов кальция и магния осуществляется переводом их в нерастворимую форму (карбонат кальция и гидроксид магния), наиболее удобную (после обезвоживания) к утилизации или вывозу на полигон ТБО.

4. Метод относительно прост, не требует сложного и дорогостоящего оборудования, значительно менее энергоемкий, позволяя достичь нормативных показателей по общей жесткости и солесодержанию.

Доведение качества воды данного химического состава до нормативов СанПиН 2.1.4.1074-01 методами осаждения возможно с применением извести, извести и соды, едкого натра (с известью или содой, либо без них). При известковом методе умягчения воды удаляется только карбонатная жесткость, т. е. 3,5–4 мг-экв/л. Однако из-за неполноты выпадения солей и без дополнительного подогрева воды остаточная жесткость будет превышать теоретическое значение на 0,5–1 мг-экв/л и, возможно, не снизится до нормативного. Известково-содовый метод пригоден для умягчения воды любого ионного состава, однако дозы реагентов при этом резко возрастают (на величину некарбонатной жесткости). В частности, доза соды (и извести) при некарбонатной жесткости воды около 5,5–6 мг-экв/л будет равна не менее $J_{\text{соды}} = 318$ мг/л.

В отдельных случаях при соответствующем соотношении в воде CO_2 , HCO_3^- и Ca^{2+} вместо извести можно применить едкий натр, который в отличие от извести не пылит и не требует

громоздкой аппаратуры (для гашения извести и подготовки ее к дозированию). Умягчение едким натром возможно, если качество исходной воды отвечает условию $2\text{HCO}_3^- + \text{CO}_2 > \text{Ca}^{2+}$, что и соответствует карбонатно-кальциевому составу донской воды. Доза едкого натра при этом составит:

$$D_{\text{NaOH}} = \text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + \text{Mg}^{2+} + D_{\text{к}} + I_{\text{NaOH}},$$

где $D_{\text{к}}$ — доза коагулянта, мг-экв/л; I_{NaOH} — избыток едкого натра, равный примерно 0,5 мг-экв/л.

Для окончательного заключения о возможности едконатрового умягчения донской воды в лаборатории НПП «ЭКОФЕС» в конце марта — начале апреля 2016 г. были проведены экспериментальные исследования по едконатровой обработке водопроводной воды г. Новочеркасска, которая на момент исследований имела общую жесткость 8–10 мг-экв/л и температуру 6,5–8,5 °С. Умягчение проводили 1-н раствором едкого натра в цилиндрах объемом 500 мл с добавлением коагулянта оксихлорида алюминия и флокулянта Praestol 650TR. После 30-минутного осаждения взвеси воду отфильтровывали через бумажный фильтр и в фильтрате определяли состав воды по изучаемым показателям. Результаты исследований едконатрового умягчения водопроводной воды г. Новочеркасска в марте — апреле 2016 г. представлены в таблице.

При использовании едкого натра можно добиться глубокого умягчения донской воды. При этом для улучшения процесса осаждения в качестве коагулянта может быть использован оксихлорид алюминия (обычно применяют закисное сернокислородное железо), что упрощает общую технологическую схему реагентной обработки в целом. Для экономии реагентов подвергать едконатровому умягчению целесообразно 50% обрабатываемой воды на двух (из четырех работающих) коридорных осветлителях. Для общего потока подаваемой в сеть воды этого будет более чем достаточно, чтобы достичь нормативных показателей по общей жесткости.

После осветления в слое взвешенного осадка вода из верхней части коридоров осветления отводится в общий боковой карман, из которого по четырем отдельным трубопроводам направляется на скорые фильтры. Поскольку два из четырех осветлителей периодически (зимой) работают в режиме реагентного осаждения солей жесткости, целесообразно общий сборный карман разделить перегородкой на две части, в одной из которых проводить подкисление воды до нейтральных значений pH перед ее подачей на скорые фильтры. Так как высотная схема движе-

Дата (2016 г.)	Проба	Доза реагентов, мг/л			pH	Жесткость, °Ж	Концентрация, мг-экв/л				
		NaOH	Al ₂ (OH) ₃ Cl	Praestol			Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	ОН ⁻
28.03	Исходная вода	0	0	0	7,96	10,1	6	4,1	4,5	0	0
		364	0	0	10,8	1,6	0,6	1	0	4	1,6
	После умягчения	364	30	0	10,51	2,2	1,4	0,8	0	3,2	0,4
		364	30	5	10,4	1	0,6	0,4	0	3,9	0
29.03	После умягчения	364	30	5	10,55	1	0,36	0,64	0	3,3	0
		364	30	5	10,45	0,7	0,58	0,12	0,4	3,3	0
31.03	Исходная вода	0	0	0	8,01	9,5	6,1	3,4	4,35	0	0
	После умягчения	296	30	2	10,2	1,3	0,94	0,36	0,4	3,1	0
07.04	Исходная вода	0	0	0	8,3	8	4,9	3,1	4	0	0
	После умягчения	368	30	2	10,75	0,65	0,5	0,15	0	4,4	0,2
		368	30	2	10,91	0,91	0,56	0,35	0	5,2	0,6

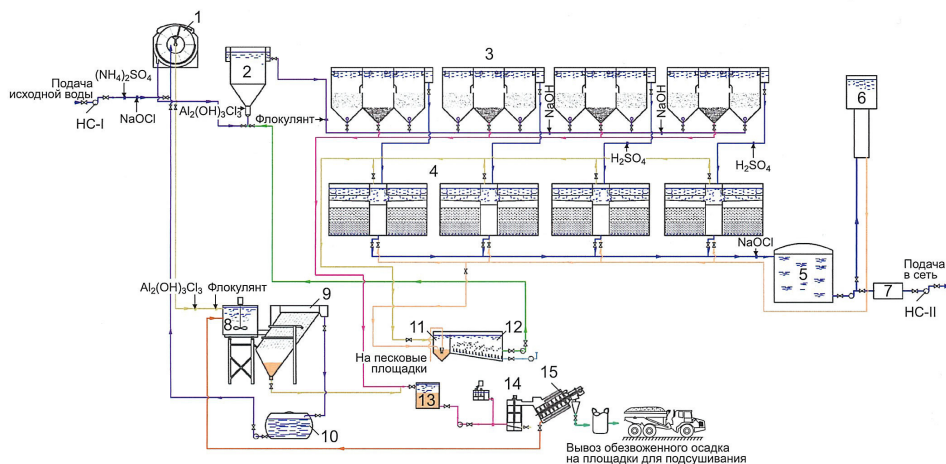
ния воды по основным сооружениям (осветлители — скорые фильтры) была выполнена неверно (фактический перепад отметок по зеркалу воды между ними 1,2–1,5 м, а должен быть 0,3–0,5 м), для исключения аварийных переливов воды из фильтров в помещение фильтровального зала необходимо нарастить высоту фильтровальных сооружений на указанные 1,2–1,5 м, а на трубопроводах отвода фильтрата установить регуляторы скорости фильтрования. В любом случае высота слоя воды над фильтрующей загрузкой должна быть не менее 2 м.

Сезонное развитие микроводорослей в р. Дон существенно усложняет работу водоочистных сооружений хутора Хапры. Жизнедеятельность микроводорослей приводит к появлению в воде различных неприятных и трудноудаляемых привкусов и запахов, в борьбе с которыми требуется применение современных дорогостоящих технологий — порошкового углевания и озонсорбции. При этом затрудняется стадия осветления — необходимы повышенные дозы реагентов, более частый сброс водопроводного осадка и уменьшение продолжительности фильтровального цикла, что приводит к дополнительным затратам.

Перспективным методом удаления микроводорослей является механическая ситовая фильтрация. Фильтры устанавливаются, как правило, в самом начале технологического процесса и предназначены для удаления крупных взвешенных частиц, фито- и зоопланктона. Современные микрофильтры характеризуются простотой конструкции, высокой производительностью, компактными размерами и низким расходом промывной воды, их работа автоматизирована. Результаты исследований, проведенных специа-

листами Инженерно-технологического центра АО «Мосводоканал», подтвердили, что микрофильтрация на дисковых фильтрах DynaDisc (полиэфирная сетка 10 мкм) с предварительной обработкой флокулянта является перспективным и недорогим методом удаления фитопланктона из маломутных эвтрофированных вод.

Микрофильтр DynaDisc представляет собой ряд дисков, закрепленных на роторе. Диски состоят из легкооседаемых кассет с фильтровальной мембраной, погруженной на 60% в воду. Исходная коагулированная вода поступает на фильтр во входное отверстие в оболочке и фильтруется изнутри наружу. Удаляемые взвешенные вещества отделяются и накапливаются на внутренней поверхности дисков. В ходе фильтрации уровень воды в роторе увеличивается до определенного значения, по достижении которого ротор начинает вращаться и запускается промывка фильтровальной мембраны. В процессе промывки вода поступает с внешней стороны мембраны под давлением 7,5 бар из форсунок, расположенных над водой вертикально между дисками, и смывает загрязнения. Смытые загрязнения стекают вниз и попадают в желоб, расположенный внутри полого вала, и далее самотеком выводятся из установки на сооружение повторного использования промывной воды для промывки фильтрующих мембран. Добавление флокулянта дозой 0,15–0,3 мг/л повышает эффективность удаления диатомовых, зеленых и сине-зеленых микроводорослей до 85–90%. При этом расход промывной воды сравнительно невелик (до 1,5%). Не возникает проблем с остаточным алюминием при применении только флокулянта (рекомендуется Praestol 650TR).



Технологическая схема очистных сооружений

1 – микрофильтр; 2 – вертикальный смеситель; 3 – осветлитель коридорного типа; 4 – скорый фильтр; 5 – резервуар чистой воды; 6 – башня промывной воды; 7 – блок УФ-обеззараживания; 8 – флокуляционный реактор; 9 – ламельный сепаратор; 10 – бак промывной воды; 11 – песколовка; 12 – усреднитель; 13 – приемный резервуар осадка; 14 – флокуляционный реактор; 15 – шнековый сгуститель осадка

Для исключения образования в воде хлорорганических соединений и появления хлорфенольных запахов в технологическую схему водоочистки необходимо включить предварительную аммонизацию воды путем дозирования сульфата аммония перед вводом гипохлорита натрия при первичном хлорировании.

Для улучшения процесса хлопьеобразования и формирования в осветлителях устойчивой зоны слоя взвешенного осадка перед ним в воду дозируются коагулянт оксихлорид алюминия «Аква-Аурат™30» дозой 20–25 мг/л по Al_2O_3 (доза корректируется при пусконаладке) и катионный флокулянт Praestol 650TR дозой 0,5–1 мг/л по активному продукту.

Все сооружения реагентного хозяйства (в том числе для аммонизации, коагулирования, флокуляции, едконатрового умягчения, подкисления) размещаются в помещении водоочистной станции в виде компактных растворо-расходных емкостей с устройствами перемешивания и дозирования реагентов. Электролизная установка по получению низконцентрированного гипохлорита натрия монтируется в отдельно стоящем новом здании.

Вода после промывки скорых фильтров отводится в два резервуара-усреднителя, в которых необходимо организовать ее перемешивание — гидравлическое или путем подачи воздуха через распределительную систему, уложенную на дне

усреднителя, с интенсивностью 5–8 л/(с·м²). Из усреднителей промывная вода с постоянным расходом направляется в голову сооружений (в вертикальные вихревые смесители) и далее в осветлители со слоем взвешенного осадка.

По мере заполнения осадкоуплотнителя (средний коридор осветлителя) скоагулированной взвесью или солями жесткости $CaCO_3$ и $Mg(OH)_2$ осадок самотеком перепускается в приемные резервуары с последующей его подачей на шнековый сгуститель, где он обезвоживается до влажности 75–80% и подлежит вывозу на полигон твердых бытовых отходов. Перед подачей на сгуститель в осадок дозируется флокулянт дозой 8–10 мг/л. Отделяемая на сгустителе надосадочная жидкость направляется обратно в резервуары-усреднители промывных вод фильтров.

Общая технологическая схема очистки воды, обработки осадка и повторного использования промывных вод представлена на рисунке.

Выводы

Результаты исследований подтвердили возможность использования едкого натра для умягчения донской воды до величины остаточной жесткости 0,7–1 мг-экв/л и доказали его эффективность. В процессе осаждения солей жесткости в качестве коагулянта может быть использован оксихлорид алюминия, при этом концентрация остаточного алюминия в умягченной воде не превышает норматива СанПиН 2.1.4.1074-01.

Technological and design solutions of upgrading the Don River water treatment facilities (the case of water treatment facilities of Khapry farm, Miasnikovskii district, Rostov Region)

L. N. FESENKO¹, S. I. IGNATENKO², I. V. PCHEL'NIKOV³, R. V. FEDOTOV⁴, A. Iu. CHERKESOV⁵

¹ Fesenko Lev Nikolaevich, Doctor of Engineering, Professor, «Water Industry, Utility Networks and Environmental Protection» Department, Platon South-Russian State Polytechnic University (NPI)

132 Prosveshcheniia St., 346428, Novocherkassk, Rostov Region, Russian Federation, tel.: +7 (8635) 25-53-34, e-mail: 65613@mail.ru

² Ignatenko Sergei Ivanovich, Ph. D. (Engineering), Deputy Director for Science, «ECOFES» Research and Production Enterprise, LLC

200B Baklanovskii Ave., 346400, Novocherkassk, Rostov Region, Russian Federation, tel.: +7 (8635) 26-56-13, e-mail: 65613@mail.ru

³ Pchel'nikov Igor' Viktorovich, Ph. D. (Engineering), Senior Lecturer, «Water Industry, Utility Networks and Environmental Protection» Department, Platon South-Russian State Polytechnic University (NPI)

132 Prosveshcheniia St., 346428, Novocherkassk, Rostov Region, Russian Federation, tel.: +7 (8635) 25-53-34, e-mail: pchel'nikov.igor@mail.ru

⁴ Fedotov Roman Valer'evich, Ph. D. (Engineering), Assistant Professor, «Water Industry, Utility Networks and Environmental Protection» Department, Platon South-Russian State Polytechnic University (NPI)

132 Prosveshcheniia St., 346428, Novocherkassk, Rostov Region, Russian Federation, tel.: +7 (8635) 25-53-34, e-mail: fedotov86@mail.ru

⁵ Cherkesov Arkadii Iul'evich, Ph. D. (Engineering), Chief Engineer, «ECOFES» Research and Production Enterprise, LLC

200B Baklanovskii Ave., 346400, Novocherkassk, Rostov Region, Russian Federation, tel.: +7 (8635) 26-56-13, e-mail: 65613@mail.ru

The Don River water is used as a source of the public water supply of Rostov-on-Don, Taganrog, Novocherkassk and other cities. From January till April (during the winter freeze-up) the river water is characterized by increased total hardness (up to 10–12°) as well as by the presence of blue-green and diatom algae in concentrations reaching 100·10⁶ c/l water in summer periods. Mechanical sieve filtration is an advanced technique of microalgae removal. Filters are installed as a rule at the very beginning of the technological process and are designed for removing coarse suspended particles, phyto- and zooplankton. Advanced microfilters are characterized by simple design, high output, compact size and low consumption of wash water; their operation is automated. In view of the high cost of ion exchange and membrane technologies and accompanying generation of considerable amounts of secondary difficult to utilize highly mineralized waste solutions the technology of hardness reduction by caustic soda softening was suggested. The expediency and efficiency of applying this method were experimentally confirmed. In case of the water treatment facilities of Khapry farm in the Rostov Region with the water intake in the lower reach of the Don River the process flow scheme of upgrading the water treatment plant providing for the water quality meeting the Sanitary Rules and Regulations 2.1.4.1074-01 was substantiated and developed. The use of this technology eliminates generation of liquid wastes subject to the discharge into the public sewer, natural water bodies or land disposal.

Key words: water treatment, phytoplankton, caustic soda softening, chemical, coagulation, microfilter.

5-7
АПРЕЛЯ
2017



КОНГРЕССНО-
ВЫСТАВОЧНЫЙ
ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

XVII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭКОЛОГИЯ
БОЛЬШОГО ГОРОДА

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ
- ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ
- ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ И ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
- ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ; ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
- ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- В РАМКАХ СОВМЕСТНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ С ВЫСТАВКОЙ И КОНФЕРЕНЦИЕЙ «ЮЖ РОССИЯ»:
- УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ
- РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, ВОДОПОДГОТОВКА, ВОДОУВЕДОМЛЕНИЕ
- ОЗЕЛЕНЕНИЕ И БЛАГОУСТРОЙСТВО
- ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

+7 (812) 240 40 40, доб. 2132

ECOLOGY.EXPOFORUM.RU

ОПОРТНИК

EXPOFORUM

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ МЕДИАПАРТНЕР

Санкт-Петербург
ecology.ru

