

БЕСПЫЛЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ПУЛЬПЫ ИЗ АКТИВНЫХ АНТРАЦИТОВ ДОНБАССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ДЕЗОДОРАЦИИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

С.Б. Сидаш

Администрация Ростовской области, г. Ростов-на-Дону, Россия

Л.Н. Фесенко, И.В. Пчельников, Р.В. Израилов

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)

имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия

А.Ю. Черкесов, А.В. Маликова

ООО НПП «ЭКОФЕС», г. Новочеркасск, Россия

Рассмотрена проблема наличия сверхнормативных «запаха» и «привкуса» питьевой воды в летне-осенний период «цветения» р. Дон. Показана необходимость дезодорации воды на очистных сооружениях донских водопроводов. Предложена взрывобезопасная технология углевания питьевой воды на основе активированного каменноугольного антрацита.

Антропогенная деятельность оказывает отрицательное влияние на экологию. Интенсивно используя важнейшие природные ресурсы, такие как: земля, вода, воздух и полезные ископаемые, человек нарушает равновесие, создаваемое природой в течение миллионов лет. При этом в большей степени последствия негативного воздействия сказываются на источниках питьевого водоснабжения.

На фоне развития производства существенно ухудшилось состояние многих источников питьевого водоснабжения по таким показателям как: нефтепродукты, фенолы, полиароматические соединения и СПАВ [1]. Кроме того, одним из важнейших факторов нарушения экологического состояния водоемов является их антропогенное эвтрофирование, связанное с увеличением содержания азота, фосфора и других биогенных элементов, способствующих активному росту микроводослей и высших водных растений в результате хозяйственной деятельности человека.

Массовое развитие микроводорослей в реке Дон в периоды «цветения» воды создает определенные трудности при ее очистке на станциях водоподготовки и негативно влияет на органолептические показатели качества воды, такие как «запах» и «привкус» [2]. В летне-осенний период питьевая вода приобретает затхлый, плесневый запах, что вызывает обоснованные претензии и жалобы потребителей. Так, на городских водопроводных станциях городов Ростовской области, в частности Ростова-на-Дону, Азова и Таганрога, Шахт и др. с водозабором из р. Дон в летне-осенний период, концентрация фитопланктона превышает допустимый норматив для источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения более чем в четыре раза [3]. Аналогичная ситуация наблюдается также в городах, использующих воду бассейнов рек Волги, Урала, Кубани, Кумы, Северского Донца и Хопёр и многих других.

Методы борьбы с факторами, обуславливающими ухудшение органолептических показателей, разделяют на два вида: предотвращение чрезмерного развития микроводорослей и удаление продуктов их жизнедеятельности [4].

Наиболее эффективным методом борьбы с продуктами метаболизма микроводорослей в мировой практике водоочистки признана сорбция порошкообразными или гранулированными активированными углями, которые в отличие от окислительных методов основаны не на деструкции органических соединений, а на их извлечении из воды.

Применение гранулированных активных углей требует больших капитальных и эксплуатационных затрат на строительство или реконструкцию фильтровальных сооружений и приобретение дорогостоящей сорбционной загрузки. Сезонность появления сверхнормативных «запаха» и «привкуса» в летне-осенний период с продолжительностью 2 – 3 месяца в году ставит под сомнение экономическую целесообразность применения данного способа.

Существующие технологии обработки питьевой воды порошкообразным активированным углем (ПАУ), предусматривающих использование готового сорбента, поставляемого на очистные сооружения в виде угольной пыли в деревянных барабанах или мешках. Преимуществом этого способа является возможность эпизодической дезодорации, кратковременно и в небольших количествах активного угля (АУ). Несмотря на высокую эффективность очистки (удаление нефтепродуктов 85 %, фенола – 80 %, цветности – 90 %, снижение перманганатной окисляемости на 50 % [5–7]) такие технологии имеют значительный эксплуатационный недостаток – опасность взрыва и пожара. Угольная пыль склонна к самовозгоранию, что является одной из главных причин взрывов в угольных реагентных хозяйствах [8].

Активный уголь изготавливают из углеродсодержащих материалов: угля, антрацита, древесины, кокосовой скорлупы, торфа и т. д. Процесс активации угля сложный и энергозатратный, что отражается на стоимости конечного продукта. Так, средняя стоимость ПАУ, например, типа БАУ (березовый) составляет 140 – 180 тыс. руб/т, при стоимости антрацитового активированного угля около 40 тыс. руб/т. Существенная разница в цене обусловлена стоимостью исходного сырья, используемого при производстве АУ.

На основании ранее проведенных нами исследований была определена перспективность дезодорации воды нижнего течения р. Дон методом углевания с использованием ПАУ, получаемого активированием местных антрацитов угольного пласта «Обуховский» Шахтинского района Ростовской области [3]. Пилотные испытания очистки донской воды на опытно-производственной установке показали эффективность применения ПАУ полученного активированием местных антрацитов, при этом оптимальная доза ПАУ составляла 15 – 20 мг/л при дозе коагулянта оксихлорида алюминия – 20 – 25 мг/л. Лабораторными исследованиями установлено, что перманганатная окисляемость после введения угольной пульпы в воде

снижалась на 49 % (с 4,48 мгО₂/л до 1,8 мгО₂/л). Также после введения угля и добавления геосмина (препарат, обуславливающий «землистый» запах), эффект очистки по удалению запаха составлял 100 %.

Наличие месторождений низкозольного антрацитового угля в Ростовской области, а также экономическая целесообразность производства на его основе сорбента, делает весьма перспективной разработку технологии сорбционной обработки питьевой воды активным порошкообразным каменноугольным антрацитом. Так, ООО НПП «ЭКОФЕС», г. Новочеркасск была разработана блочно-модульная станция углевания «БМС-СОРБЕНТ» предназначенная для приема, хранения, приготовления (измельчения) и дозирования ПАУ для сорбционной очистки природных вод на основе каменноугольного антрацита.

В предлагаемой станции блок-контейнерного исполнения полной заводской готовности, все этапы подготовки угля (хранение, перегрузка, измельчение и дозирование) осуществляются на месте его потребления по безпылевой технологии, предотвращающей какую-либо возможность взрыва. Станция обеспечивает прием, безпылевую растарку и хранение сорбента (фракцией 1 – 3 мм); перевод сорбента в его рабочее состояние, путем помола до фракции 20 – 50 мкм; приготовление рабочей пульпы концентрацией 5 %; подачу пульпы с заданным расходом в точки дозирования в течение сезонного периода появления запаха в сырой воде.

Технологическая схема станции углевания «БМС-СОРБЕНТ» производительностью 2500 кг/сут (по готовому продукту) приведена на рисунке 1, компоновочное решение на рисунке 2.

Дробленый активированный уголь (фракцией 1 – 3 мм, насыпной плотностью 1000 кг/м³) доставляют на объект в мешках типа «биг-бег» (m = 1т), где распаковывают с помощью растаривателя (1) и перекачивают пневмокамерным насосом (2) в силос (4) (рис. 1).

Силос (4) оснащен фильтром очистки воздуха (5), датчиками уровня и системой вибровентиляции (6). Из силоса (4) уголь шнековым транспортером (7), подается в загрузочный бункер (13).

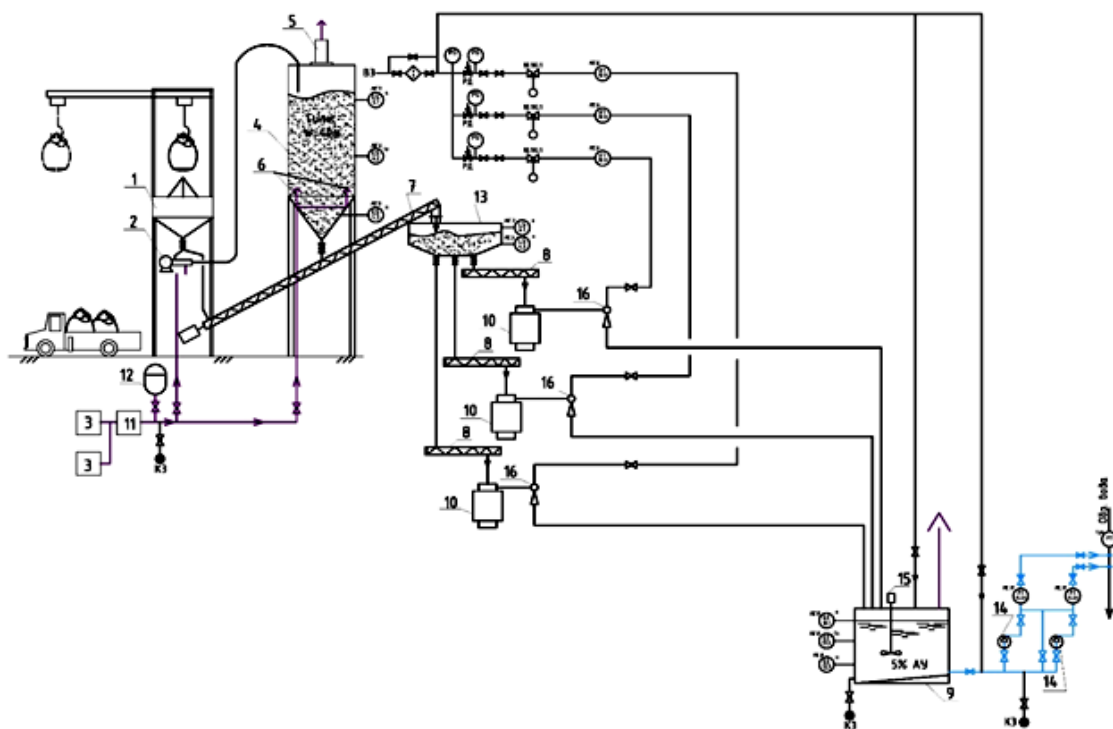


Рисунок 1. Технологическая схема блочно-модульной станции углевания «БМС-Сорбент»:

- 1 – бункер-растариватель; 2 – насос пневмокамерный; 3 – компрессорные установки;
 4 – силос; 5 – воздушный фильтр; 6 – система вибровентиляции; 7 – шнек;
 8 – шнековый микродозатор; 9 – буферная ёмкость; 10 – вихревой электромагнитный гомогенизатор (ВЭГ); 11 – осушитель рефрижераторного типа; 12 – ресивер;
 13 – загрузочный бункер; 14 – насос-дозатор угольной пульпы; 15 – мешалка;
 16 – эжектор

Угольная масса из загрузочного бункера (13) поступает на микродозатор (8). Изменением скорости вращения привода микродозатора регулируется величина расхода угля.

Отмеренная микродозатором порция угля направляется в реактор вихревого электромагнитного гомогенизатора (ВЭГ) (10). ВЭГ предназначен для дробления термообработанного АУ с применением магнитных агитаторов – ферромагнитных стержней, вращающихся в электромагнитном поле.

В работающем ВЭГ'е происходит постоянный процесс измельчения угля, для отвода которого в эжекторе (16) создаётся вакуум, с помощью которого угольная взвесь смешивается с подаваемой туда водой. В смеси с воздухом угольная пыль при больших концентрациях (25 : 1) образует подвижную легко перекачиваемую массу.

После эжектора полученная угольная пульпа подается в буферную ёмкость (9) с постоянным её перемешиванием пропеллерной мешалкой и разбавлением водой до 5 % концентрации. Используемая для приготовления угольной пульпы вода подается из существующей сети хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Приготовленная пульпа дозируется центробежным насосом с частотным регулированием оборотов двигателя (14) в трубопровод сырой воды

пропорционально расходу. Скорость движения пульпы в трубопроводе от насоса до точки ввода не менее 1,5 м/с.

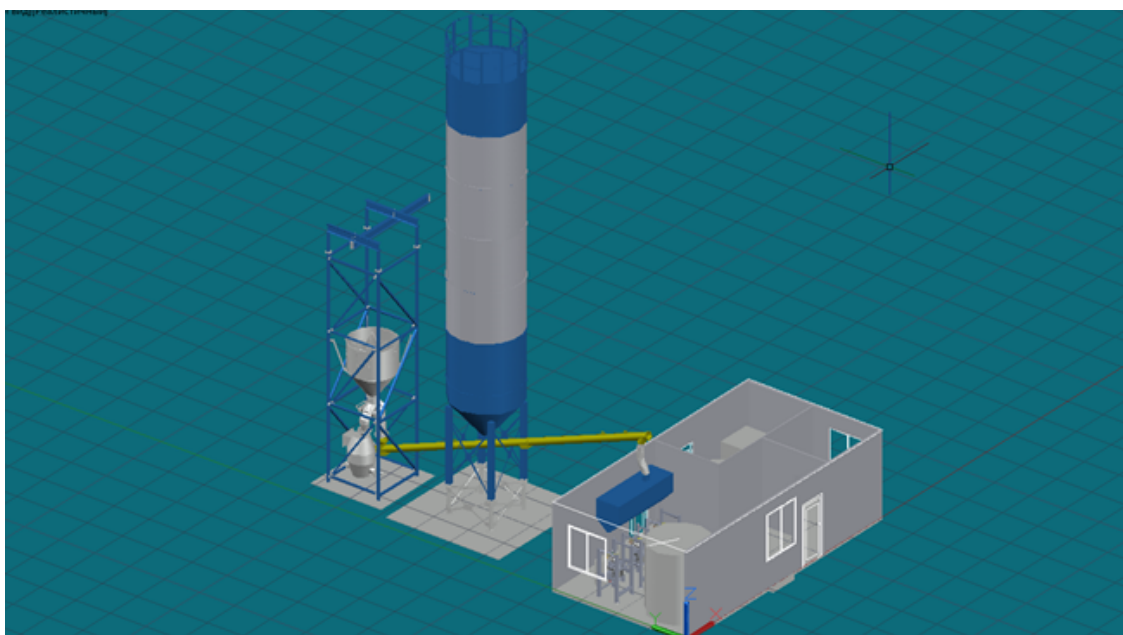


Рисунок 2. Пример компоновки блочно-модульной станции «БМС-Сорбент»

ООО НПП «ЭКОФЕС» разработан типоряд блочно-модульных станций углевания «БМС-СОРБЕНТ» разной производительности по приготавливаемому ПАУ (табл.). Две станции углевания производительностью 1500 и 2500 кг/сут будут смонтированы и запущены в эксплуатацию в декабре 2018 года в гг. Азове и Таганроге.

Таблица. Типоряд блочно-модульных станций углевания «БМС-СОРБЕНТ»

Наименование параметра	Наименование станции углевания					
	БМС-СОРБЕНТ-100	БМС-СОРБЕНТ-500	БМС-СОРБЕНТ-1000	БМС-СОРБЕНТ-1500	БМС-СОРБЕНТ-2500	БМС-СОРБЕНТ-3000
Суточная производительность станции по приготовлению угля, не более, кг/сут.	100	500	1000	1500	2500	3000
Суточная производительность станции по обрабатываемой воде, не более, м ³ /сут.	2 500	25 000	45 000	60 000	100 000	120 000
Габаритные размеры блок-контейнеров, не более (ДхШхВ), м	9х2,4х2,8	9х2,4х2,8	9х4,8х2,8	9х4,8х2,8	9х4,8х2,8	9х4,8х2,8
Габаритные размеры узла растаривания и хранения, не более (ДхШ), м	6х6	6х6	6х6	6х6	6х6	6х6

Наименование параметра	Наименование станции углевания					
	БМС-СОРБЕНТ-100	БМС-СОРБЕНТ-500	БМС-СОРБЕНТ-1000	БМС-СОРБЕНТ-1500	БМС-СОРБЕНТ-2500	БМС-СОРБЕНТ-3000
Количество блок-модулей, (ДхШ), шт./габариты, м	1/9х2,4	1/9х2,4	2/9х2,4	2/9х2,4	2/9х2,4	2/9х2,4
Установленная мощность электрооборудования, кВт	15	30	50	75	125	150
Потребляемая мощность на технологические нужды станции, кВт	12,5	25	40	55	62	75

ВЫВОДЫ

Разработанная технология приготовления и дозирования сорбента позволит не только устранить запах и привкус питьевой воды, но и повысит барьерную роль очистных сооружений в отношении фенолов, нефтепродуктов. Беспылевая технология приготовления угольной пульпы не только взрывопожаробезопасна, но и экономически перспективна, в сравнении с существующими аналогами, может встраиваться в действующую схему водоподготовки ВОС без привлечения существенных капитальных затрат и в кратчайшие сроки. Позволяет функционировать как на древесных, так и на каменных активированных углях.

Технология станций «БМС-СОРБЕНТ» осуществляет:

- дезодорацию воды (удаление природных и антропогенных запахов воды);
- глубокое извлечение водорастворимых соединений по физико-химическим показателям качества воды (цветности, окисляемости и др.);
- временный (при ЧС на водоемисточнике) или постоянный барьер в отношении широкого спектра токсикантов, нефтепродуктов, полиароматиков, фенолов, СПАВ и др.;
- снижение количества галогенорганических соединений в питьевой воде, образующихся при хлорировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов М.М. Пути усовершенствования технологий очистки природных поверхностных вод реагентными и сорбционными методами // НИИ ВОДГЕО, Москва.
2. Скрыбин А.Ю., Поповьян Г.В., Тронь И.А. Фосфор как лимитирующий фактор «цветения» донской воды // Технологии очистки воды: «Техновод-2017»: материалы X-юбилейной Межд. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 5-6 октября 2017 г. / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т. (НПИ) имени М.И. Платова – Новочеркасск: Лик, 2017. С. 140–144.
3. Фесенко Л.Н., Бессарабов С.Ю., Щукин С.А., Игнатенко С.И. Экспериментальные исследования дезодорации донской воды углеванием с применением активных антрацитов донбасского угольного бассейна //

Технологии очистки воды: «Техновод-2017»: материалы X-юбилейной Межд. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 5-6 октября 2017 г. / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т. (НПИ) имени М.И. Платова – Новочеркасск: Лик, 2017. С. 54–61.

4. Скрябин А.Ю., Поповьян Г.В., Тронь И.А. Микроводоросли как фактор, влияющий на органолептические свойства реки Дон // Водоснабжение и санитарная техника, 2015, № 8.
5. Домнин К.В., Архипова Е.Е., Алешко Д.С., Дунаевская Е.В., Кузьминова Ю.А., Герасимов М.М., Смирнов А.Д., Давлятерова Р.А. Обеспечение населения качественной питьевой водой в условиях чрезвычайной ситуации // Водоснабжения и санитарная техника, 2007, № 6, ч. 2.
6. Перемыкина Л.А., Смирнов А.Д., Герасимов М.М., Давлятёрова Р.А., Смагин В.А. Современные технологии водоподготовки в г. Челябинске // Водоснабжение и санитарная техника, 2012, № 8.
7. Смирнов А.Д., Миркис В.И., Кантор Л.И. Углевание воды при экстраординарных загрязнениях водоисточника р. Уфы // Водоснабжение и санитарная техника, 2001, № 5 (Ч. 2). С. 21–22.
8. Эстеркин Р.И. Свойства и характеристики угольной пыли. Промышленные котельные установки // <http://toplivopodacha.ru/industrial-boilers.html>