

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ

*Пирогов Е.Н., Давлетьяров Ш.А.*

Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

Озон широко применяется в различных отраслях промышленности, в медицине, сельском хозяйстве, при разработке экологически чистых технологий и при решении проблемы защиты от вредных выбросов в атмосферу и окружающую среду. Это определяется особым местом, которое занимает озон среди традиционно применяемых окислителей, благодаря высокой реакционной способности и быстрому разложению. По своей реакционной способности озон значительно превосходит другие широко применяемые в промышленности окислители. Озон быстрее вступает в реакции и окисляет при нормальном давлении и температуре, что существенно упрощает технологические и практические ограничения на процессы и производства при его применении. При его использовании не остается побочных продуктов, которые загрязняли бы окисляемое вещество.

Озоновые технологии находят эффективное применение во многих областях сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. Перспективной представляется возможность использования озонирования в двух направлениях, как стимулирующей жизнедеятельность организмов, так и подавляющей ее. Озон обладает бактерицидными, вирулицидными, фунгицидными и спороцидными свойствами в зависимости от концентрации и экспозиции. Высокая химическая активность озона обусловлена его окислительными свойствами. Озон взаимодействует с мембранной структурой клеток бактерий, грибов, структурной единицей вирусов, что приводит к нарушению ее барьерной функции и их гибели.

Таким образом, можно сделать заключение, что озонные технологии являются перспективным направлением в развитии современной науки и дают ощутимый экономический эффект при применении в народном хозяйстве.

Особенное положение занимают озono-сорбционные технологии в области очистки воды и водоподготовки как базовой технологии при производстве продуктов питания. Качество применяемой воды непосредственно связано как с качеством выпускаемой продукции, так и эксплуатационными показателями технологического оборудования. Качество воды, используемой на предприятии, определяется источником водоснабжения и составом водоочистного оборудования, установленного на нем. Это оборудование, если оно имеется, типовое и не учитывает особенности качества воды источника водоснабжения. Этот факт, а также удаленность потребителя воды от станции водоподготовки и,

соответственно, наличие протяженной распределительной системы приводит к тому, что используемая в технологическом процессе вода не отвечает требованиям данной технологии, а то и требованиям СанПиН.

В настоящее время в ряде регионов страны состояние питьевого водоснабжения может оказывать неблагоприятное влияние на состояние здоровья населения. Основными причинами неудовлетворительного водоснабжения являются отсутствие зон санитарной охраны источников водоснабжения, дефицит мощностей сооружений водоочистки и обеззараживания воды, неудовлетворительное состояние распределительных сетей и отдаленность очистных сооружений от потребителей.

Обеспечение населения питьевой водой соответствующего качества лежит в плоскости реализации национальных проектов и является важной социально-экономической задачей. Особенно актуальным представляется снабжение качественной водой социально значимых объектов, к которым относятся детские сады, школы, больницы, дома отдыха, а также небольшие населенные пункты и производственные объекты. Характерным для таких объектов является необходимость установки устройств локальной водоочистки производительностью 1 - 20 м<sup>3</sup>/час.

В качестве варианта решения указанной технической проблемы предлагается путь создания и внедрения на предприятиях отрасли локальных установок очистки воды, использующих универсальную и простую технологию. Такой технологией является озono-сорбционная очистка. Локальная водоподготовка и доочистка основана на том, что атомарный кислород уничтожает бактерии, споры, вирусы, разрушает растворенные в воде органические вещества. Озонирование вод в сочетании с фильтрацией позволяет осуществить окисление и удаление из воды сложных органно-минеральных комплексов, металлов (Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> и др.). При озонировании минеральный состав, щелочность, активная кислотность воды остаются без изменений. Избыток озона в отличие от хлора не денатурирует воду. Озонирование обогащает воду кислородом, придавая ей вкус родниковой. Это позволяет использовать озон не только для обеззараживания, но и для дезодорации питьевой воды, удаления токсических органических веществ. Все эти процессы взаимосвязаны и протекают одновременно, что в определённой степени характеризует многообразие и неспецифичность действия озона.

Среди процессов улучшения качества питьевой воды наиболее значимым с точки зрения профилактики эпидемических заболеваний является обеззараживание. Высокий вирулицидный эффект озона

отмечается при реальных для практики водоснабжения концентрациях 0,5—0,8 мг/л и экспозиции 12 мин.

Нашим Университетом в содружестве специалистов других предприятий разработан ряд установок очистки воды на основе озон-сорбционной технологии. Установки имеют следующую комплектацию:

- генератор озона (озонатор);
- блок управления;
- насосная станция;
- деструктор озона;
- клапан с электроприводом;
- КФА (контактно-фильтровальный аппарат со встроенным фильтром из кварцевого песка и активированного угля);
- эжекторы;
- комплект датчиков;
- фильтр от механических примесей.

Предлагаемые установки в одной технологической стадии обеспечивают эффективную очистку от соединений железа в форме  $Fe^{2+}$  и марганца в форме  $Mn^{2+}$ . Одновременно происходит окисление сероводорода, органики и обеззараживание воды. Достигается улучшение вкусовых показателей воды за счет насыщения ее кислородом.

Основным преимуществом такого технического решения является безреагентность (не требуется использование реагентов в процессе работы, т.к. озон является наиболее сильным окислителем и генерируется из воздуха) и универсальность способа очистки.

Работа установки производится в автоматическом режиме. Регенерация встроенного фильтра, в зависимости от требований, может быть выполнена как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Управление работой установки (электромагнитного клапана, озонатора, насосной станции) обеспечивается автоматически по сигналу от блока датчиков уровня.

Продукты окисления задерживаются засыпкой активированного угля, размещенного в контактном резервуаре. Поскольку вода, попадающая на активированный уголь, содержит избыточное количество растворенного озона, активированный уголь в установке работает как катализатор, а не как адсорбент и не нуждается в замене (растворенные органические соединения быстро окисляются на поверхности активированного угля, а не накапливаются на ней).

По мере накопления осадка активированный уголь требует регенерации. Продолжительность процесса очистки устанавливается опытным путем и зависит от качества исходной воды.

Представленные установки имеют широкий диапазон применения как в качестве самостоятельного решения, так и в качестве предварительной стадии для получения воды с заведомо высокими показателями (умягчение, обессоливание и т.п.).

Разработаны две линии озонаторов:

- **универсальные озонаторы**, эффективно работающие как на осушенном, так и на неосушенном воздухе. Озонаторы этой серии при работе на неосушенном воздухе имеют уникальные характеристики, позволяющие достигать очень высоких (до  $15 \text{ г/м}^3$  для неосушенного воздуха) концентраций озона при низких энергозатратах, обеспечивая при этом многолетний ресурс работы. Это качество существенно при использовании данных озонаторов и в схемах с осушенным воздухом, так как при выходе из строя системы осушки, озонаторы сохраняют работоспособность установок очистки, лишь снижая выработку озона в 1,5– 2 раза.

Применение данных озонаторов резко увеличивает надежность озонаторных установок и делает применение озono-сорбционной технологии в сфере систем водоочистки производительностью до  $100 - 200 \text{ м}^3/\text{час}$  актуальной и эффективной.

Производительность озонаторов этой линии - до  $200 \text{ г/час}$  на неосушенном воздухе.

- **кислородные озонаторы** со встроенным концентратором кислорода достигают высоких концентраций озона (до  $120 \text{ г/м}^3$ ) при низких энергозатратах системы (озонатор + концентратор кислорода). Оптимальный подход к системе (озонатор + концентратор кислорода) позволяет реализовывать в системах водоочистки режимы энергосбережения и значительно расширить область применения озono-сорбционных технологий.

Производительность озонаторов этой линии - до  $2500 \text{ г/час}$  и может быть увеличена в соответствии с задачами.

На базе разработанных и описанных выше генераторов озона производятся установки очистки воды:

- артезианских скважин;
- открытых водоемов;
- центрального водопровода;
- оборотной воды плавательных бассейнов;
- прудов, аквариумов для выращивания и передержки рыбы;
- производственных сточных вод.

Варианты исполнения установок озono-сорбционной очистки воды производительностью  $2 \text{ м}^3/\text{час}$  и  $15 \text{ м}^3/\text{час}$  представлены соответственно на рис. 1 и рис. 2.



Рис.1. Установка озono-сорбционной очистки воды производительностью 2 м<sup>3</sup>/час



Рис.2. Установка озono-сорбционной очистки воды производительностью 15 м<sup>3</sup>/час