УДК 628.316

С.Г. Белов, к.т.н., доцент,
Г.О. Наумчик, ассистент,
БрГТУ, г. Брест, Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОЗОНА ВМЕСТО ГИПОХЛОРИТА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПРИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ

В настоящее время для обеззараживания питьевой воды из подземных водозаборов в основном используются электрохимические гипохлоритные установки. Данные установки вырабатывают раствор гипохлорита натрия в концентрации 6…12 г/л по «активному» хлору, который дозируется в питьевую воду. Поставщики данных установок утверждают, что для обеззараживания 1 м^3 воды необходимо соблюдать дозу гипохлорита 1 мг/л по «активному» хлору. Однако в процессе обеззараживания гипохлоритом окислителем является не «активный» хлор, а «активный» кислород, выделяющийся по реакции:

$$NaClO \rightarrow NaCl + O^{\bullet}$$

Соотношение массы «активного» хлора и образующегося по реакции атомарного кислорода в гипохлорите составляет 35,5:16 или 2,22:1. Из этого следует, что при сравнении окислительного действия гипохлорита с другими окислителями (например, с озоном) надо учитывать именно количество образующегося атомарного кислорода. Обычно на водозаборах для целей обеззараживания устанавливают электролизеры с производительностью, обеспечивающей дозу гипохлорита по «активному» хлору 2 мг/л, что соответствует дозе по «активному» кислороду 0,9 мг/л.

При этом следует отметить, что при обеззараживании гипохлоритом не происходит уничтожения некоторых видов бактерий и простейших микроорганизмов и многих видов вирусов. К примеру, на курортах Турции недавно был зафиксирован случай вспышки заболевания, вызванного вирусом Капсаки. Этот вирус распространялся и передавался исключительно через воду бассейнов, которая обеззараживалась с помощью гипохлорита. Многие вирусы даже при остаточной концентрации активного хлора 1,5 мг/л остаются живыми [1]. Также происходит постепенная адаптация даже чувствительных к действию гипохлорита бактерий и простейших микроорганизмов, по-

этому периодически приходится производить шоковое хлорирование высокими дозами реагента [2].

Перспективным реагентом для обеззараживания воды является озон. Электроокислительный потенциал озона намного выше, чем у гипохлорита. Озон уничтожает все виды микробов, простейших микроорганизмов, а также вирусы. Кроме того, озон дезодорирует обрабатываемую воду и снижает её цветность [3].

В связи с тем, что озон обладает высокой реакционной способностью, его обычно применяемые дозы для обеззараживания ниже, чем «активного» хлора [4]. Это объясняется тем, что во многих реакциях, особенно при контакте с живыми организмами, все 3 атома кислорода молекулы озона вступают в реакцию окисления. С учетом вышесказанного, для обеспечения процесса обеззараживания на водозаборе производительностью 1000 $м^3$/ч необходима электролизная гипохлоритная установка, имеющая производительность 2000 г/ч по «активному» хлору, либо озонаторная установка с производительностью 1000 г/ч. Выполним приблизительное технико-экономическое сравнение электролизно-гипохлоритного и озоно-окислительного метода обеззараживания.

Электролизная установка ЭКГ-2000 «Сиваш» состоит из 2-х электролизеров. Каждый электролизёр имеет энергопотребление – 5,5 кВт/ч и требует расхода соли – 5 кг/ч (по паспортным данным [5]). Таким образом, электролизная установка ЭКГ-2000 потребляет 11 кВт/ч электроэнергии и 10 кг/ч соли. Кроме того, для работы электролизера необходимо использовать умягченную воду. Водоумягчительная установка также потребляет некоторое количество соли для регенерации ионообменной смолы, и некоторое количество электроэнергии для размешивания перекачки регенерационных растворов.

Современные озонаторные установки, производительностью по озону – 1 кг/ч имеют энергопотребление 5…25 кВт/ч при работе на осушенном воздухе или кислороде [6]. Таким образом, при обеззараживании методом озонирования по сравнению с электролизным гипохлоритным методом может экономиться до 6 кВт/ч электроэнергии и 10 кг/ч соли.

Поскольку стоимость электроэнергии для предприятий составляет 0,25 руб за 1 кВт, а стоимость 1-го килограмма соли — 0,4 руб., то в течение часа обеззараживания питьевой воды, на водозаборе, производительностью 1000 $м^3$/ч экономия денежных средств составляет 5,5 руб. Это без учета затрат на доставку соли к электролизной установке.

В процессе эксплуатации происходит пассивация электродов у элек-

тролизеров гипохлоритных установок. В связи с этим при эксплуатации гипохлоритных установок необходимо производить периодическую чистку электродов от пассивирующей пленки, что усложняет эксплуатацию. Следует отметить, что в состав электродов входят элементы платиновой группы, поэтому они очень дорогие (стоимость электродов составляет почти половину стоимости всей установки). При этом электроды имеют ограниченный срок службы, который в несколько раз меньше, чем срок службы остальных элементов гипохлоритной установки. Также для эксплуатации гипохлоритных электролизных установок необходима организация солевого хозяйства (смесители, баки, дозаторы, насосы, обслуживающий персонал).

Современная озонаторная установка обладает высокой степенью автономности и поэтому не требует постоянного облуживания со стороны работников водозабора. Также для эксплуатации озонаторной установки не требуется организации реагентного хозяйства, поскольку сырьем для производства озона служит атмосферный воздух. Введение озона в обрабатываемую воду как правило производится с помощью эжектора. Возможная схема введения озона для целей обеззараживания на водозаборе показана на рисунке 1.

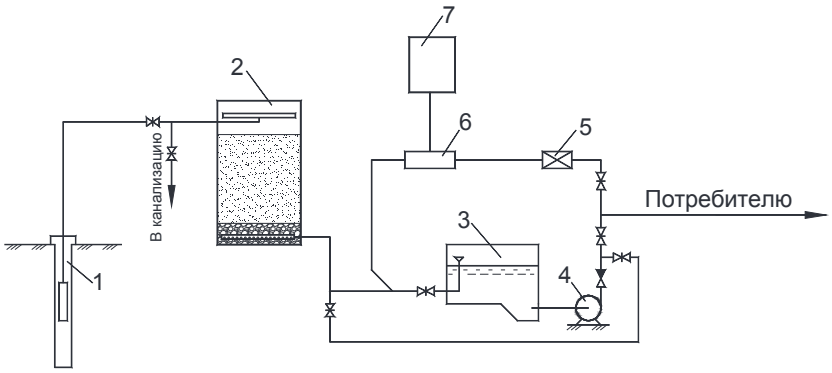

Рисунок 1. Технологическая схема введения озона на водозаборе:
1 – скважина; 2 – скорый безнапорный фильтр; 3 – РЧВ;
4 — насос 2-го подъема; 5 – регулятор давления;
6 – диспергатор; 7 – озонатор

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.

2. Кедров, В.С. Водоснабжение и водоотведение / В.С. Кедров, Ю.В. Кедров, В.А. Чухин. – М: Стройиздат, 2002. – 184 с.

3. Бараке, К. Технические записки по проблемам воды: Пер. с англ.: в 2 т. / К. Бараке, Ж. Бебен, Ж. Бернар и др.; Под ред. Т.А. Карюхинрой, И.Н. Чурбановой – Т. 2. – М. : Стройиздат, 1983. – 609 с.

4. Калицун, В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков, П.В. Сафонов. – М: Стройиздат, 1980. – 359с.

5. Производственно-коммерческое общество с ограниченной ответственностью Интехмонтаж [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://intechmontaj.by/?page_id=91/. – Дата доступа: 14.10.2018.

6. Инновационные озоновые технологии Экозон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ecozon.pro/. – Дата доступа: 14.10.2018.