

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ ОКИСЛИТЕЛЯМИ: К ВОПРОСУ АДЕКВАТНОСТИ ВЫБОРА

А. В. МОКИЕНКО, *д-р мед. наук*, **Н. Ф. ПЕТРЕНКО**, *д-р биол. наук*,
А. И. ГОЖЕНКО, *д-р мед. наук*

*Государственное предприятие Украинский НИИ медицины транспорта
Министерства здравоохранения Украины
ул. Канатная, 92, г. Одесса, Украина, 65039
e-mail: gigenakurort@gmail.com*

Анализ ситуации с качеством питьевой воды свидетельствует о реальной угрозе ее биологической контаминации для здоровья на индивидуальном и популяционном уровнях.

Сравнительный анализ биоцидного действия сильных окислителей (хлора, диоксида хлора, озона) при обеззараживании воды показывает, что озон - самый мощный биоцид. Для диоксида хлора, в отличие от свободного остаточного хлора, характерно увеличение эффективности при возрастании рН воды в диапазоне, при котором обычно применяется дезинфекция. Хлорамины - более слабые биоциды, чем гипохлорит - ион, и являются наименее эффективной формой свободного остаточного хлора. Следует отметить, что количественное ранжирование биоцидных действий невозможно из-за существенных различий и микроорганизмов, и экспериментальных условий их изучения. В связи с этим лабораторные исследования не всегда корректно применять непосредственно к использованию дезинфектантов в природных условиях.

При оценке сравнительной эффективности альтернативных средств обеззараживания воды анализируются два критерия оценки — "биоцидная эффективность" и "стабильность". Биоцидная эффективность касается эффективности дезинфицирующих средств по отношению к вирусам и бактериям в диапазоне рН 6 - 9. Стабильность отражает способность вступать в реакции с веществами/соединениями и является мерой постоянства в рассмотренной системе. Ранжирование для биоцидной эффективности (от лучшего к худшему): озон > диоксид хлора > свободный хлор > хлорамины. Ранжирование для стабильности (от лучшего к худшему): хлорамины > диоксид хлора > свободный хлор > озон.

Таким образом, принципиальное преимущество (по сравнению с озоном и хлором) диоксида хлора, как средства обеззараживания воды, состоит в оптимальном соотношении биоцидной эффективности, стабильности и последействия как основополагающих критериев оценки химических дезинфектантов.

Проведенный анализ сравнительного действия сильных окислителей (хлора, диоксида хлора, озона) позволил гигиенически обосновать применение диоксида хлора в дозах 0,5-1,0 мг/дм³ на различных этапах

технологической схемы подготовки питьевой и технологической воды, дезинфекции водоочистного оборудования.

На основе проведенных интегральных эколого-гигиенических исследований и полученных результатов обосновано следующее: диоксид хлора обеспечивает эпидемическую безопасность питьевой воды, в том числе вследствие высокой вирулицидной, бактерицидной и микоцидной эффективности, и является токсикологически безвредным как в контексте влияния на организм лабораторных животных, так и по отношению к гидробионтам при сбросе обеззараженных сточных вод.

В результате исследования и внедрения последовательного комбинированного действия диоксида и хлора для обеззараживания питьевой воды установлено следующее.

- Преокисление речной воды диоксидом хлора, коагуляция, фильтрование, постобеззараживание хлором – наиболее оптимальная схема для подготовки воды из поверхностных источников, загрязненных сточными водами, с высоким содержанием органических веществ.
- Применение диоксида хлора на стадии преокисления позволяет обеспечить микробиологическое качество питьевой воды, в т.ч. по вирусологическим показателям; содействует эффективному удалению органических соединений из воды на стадиях коагуляции и фильтрования, не приводит к превышению в питьевой воде ПДК тригалометанов, токсичности и мутагенной активности.
- Финальное хлорирование воды (хлором или гипохлоритом натрия) после стадии преокисления диоксидом хлора приводит к окислению хлоритов до диоксида хлора, что повышает эффективность обеззараживания, обеспечивает удаление хлоритов и бактериостатический эффект (продолжительное действие) в водораспределительных сетях.

Исследования эффективности растворов диоксида хлора при обеззараживании вторично-очищенных сточных вод показали, что для достижения микробиологического качества сточной воды по индексу лактозо-позитивных кишечных палочек (ЛКП) ≤ 1000 КОЕ/л достаточные дозы диоксида хлора не превышают 2 мг/дм^3 .

Нами обосновано применение твердых (таблетированных, порошковых) препаратов диоксида хлора для обеззараживания вторично-очищенных сточных вод локальных систем водоотведения, в том числе на объектах транспорта.

Определение доз диоксида хлора, необходимых для обеззараживания сточной воды, проводится экспериментальным путем: устанавливается диоксидхлорпоглощаемость, которая определяется аналогично хлорпоглощаемости, как зависимость остаточной концентрации диоксида хлора от введенной дозы этого окислителя за 30 мин. контакта.

В зависимости от уровней бактериальной контаминации, концентрации органических (ХПК, БПК₅), взвешенных веществ, дозы диоксида хлора составляют $1,0 - 5,0 \text{ мг/л}$.

Установлено, что дозы диоксида хлора до 2 мг/л при экспозиции 1-2 часа являются достаточными для обеспечения норматива сброса сточных вод в природные водоемы по индексу ЛКП ≤ 1000 КОЕ/л, при этом достигается $99,92 \pm 0,05$ % инактивация по ЛКП и $99,98 \pm 0,01$ % – по энтерококкам, если эти показатели в исходной воде имели значение: индекс ЛКП ($10^4 - 10^8$) $\pm 10^3$ КОЕ/л, индекс энтерококков ($10^3 - 10^6$) $\pm 10^2$ КОЕ/л.

Преимущество твердых (таблетированных, порошковых) препаратов диоксида хлора состоит в том, что они стабильны (постоянное содержание диоксида хлора в единице массы) с продолжительным сроком хранения, выпускаются в удобной форме.

Для обеззараживания сточных вод готовят водные рабочие растворы диоксида хлора из твердых препаратов при перемешивании 5-10 мин. с концентрацией 1 г/дм³. При необходимости проверяют концентрацию методом йодометрического титрования, которая приведена в инструкции по применению препарата.

Рассчитанный объем рабочего раствора диоксида хлора добавляют к резервуарам с очищенной сточной водой (если есть перемешивание, к резервуарам со сточной водой можно добавлять рассчитанную массу твердого препарата), экспозиция дезинфекции составляет 1-2 часа; можно дозировать рабочие растворы диоксида хлора в проточную сточную воду (в трубу) при наличии дозирующих установок с последующим отстаиванием.

Следует отметить, что при отстаивании обеззараженной сточной воды (8 - 24 часа.) концентрация хлоритов уменьшается, а микробиологическое качество улучшается.

В заключении следует отметить совершенно очевидную истину: повышение качества очистки питьевых и сточных вод напрямую связано с инвестициями в водопроводно-канализационное хозяйство. Подтверждением важности этого является мнение Джерарда Шварца, президента Ассоциации гражданских инженеров США, высказанное им в 2004 году: “Инвестиции со стороны федерации крайне необходимы, если учесть, что отсутствие достаточных по объему инвестиций на нужды инфраструктуры водоснабжения в течение ближайших 20 лет поставит под угрозу здоровье населения, состояние окружающей среды и развитие экономики США”.