5. Биологические обрастания в системе питьевого и технического водоснабжения и методы борьбы с ними. М. : Наука, 1969. 110 с.
6. Россолимо Л. А. Проблема антропогенного эвтрофирования озер и пути ее решения // Известия АН СССР. Серия географическая. 1971. № 1. С. 35–45.

УДК 636.087.8

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ В УСТАНОВКЕ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ РЫБ

Е. Д. Хецуриани[1, 2], С. А. Щукин[1], Р. В. Исраилов[1], Т. Е. Хецуриани[1], В. Э. Завалюев[3], Е. А. Шкуракова[4]

[1]Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова (г. Новочеркасск, Россия)
[2]Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Россия)
[3] Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации (г. Новочеркасск, Россия)
[4]Донской государственный аграрный университет (п. Персиановский, Ростовская область, Россия)

В данной статье рассмотрены современные методы установок обеззараживания воды из объектов водоснабжения. Дано краткое описание технологии и сущность процесса в результате воздействия описанных методов. Также, рассмотрены основные преимущества и недостатки каждого метода, в частности, и по отношению к другим. Приведены наиболее известные производители установок для обеззараживания воды и технологические параметры для каждого из методов. Кратко изложен материал с краткими выводами.

***Ключевые слова**: установка замкнутого водоснабжения, технология, дезинфекция, ультрафиолетовое обеззараживание, озонирование, водоснабжение, замкнутое водоснабжение, хлорирование, загрязнение источника водоснабжения, проектирование.*

This article deals with modern methods of water disinfection installations of close water supply. A brief description of the technology and the essence of the process as a result of the impact of the described methods. Also considered the main advantages and disadvantages of each method in particular and in relation to the other. Are the most well-known manufacturers of installations for the decontamination of water and process parameters for each of the methods. It summarizes the presentation of the material with a brief conclusion.

***Keywords**: recirculating system, technology, disinfection, disinfection of ultrasound, ozonation, water, confined water, chlorination, contamination of source of water supply, design.*

Технология замкнутого водоснабжения, для разведения различных гидробионтов появилась в международной практике в начале предыдущего века и активно претерпевала усовершенствования. За прошедшее время установка достигла ряда преимуществ в сравнении с другими способами разведения и популяризации рыб. На темп развития установки замкнутого

водоснабжения (УЗВ), повлияло развитие ее отдельных компонентов, что существенно улучшило систему и уменьшило ее габаритные размеры [1]. На протяжении эволюционного пути УЗВ, ряд сооружений в технологии менялся на более рентабельные или актуальные, согласно исследованиям, составляющие. Одним из звеньев УЗВ является дезинфекция. Методы обеззараживания воды за всю историю очистки как сточной, так и природной воды значительно продвинулись в своем развитии и качестве, но при этом разнообразие методов осталось незначительным. Что касается самой УЗВ, то все из доступных методов дезинфекции применимы к ней и могут применяться при правильном обосновании или ограниченных условиях эксплуатации.

Основными методами обеззараживания, использующимися в технологии замкнутого водоснабжения, являются [2, 3]: ультрафиолетовое облучение, озонирование, хлорирование.

Каждый из предложенных методов может в различных условиях, если не конкурировать между собой на равных, то иметь актуальность в применении и использовании в системе. Далее приведены характеристики, достоинства и недостатки каждой из приведенных технологий.

Первым из представленных методов дезинфекции для рассмотрения взята технология ультразвукового обеззараживания (УЗО). Данный метод в современности является несамостоятельным и может применяться только в комбинировании с другими технологиями дезинфекции. Подобное ограничение, по большей мере, приходится скорее на недостаточность исследований в сфере УЗО, чем на низкие показатели опытных установок. Обеззараживающий эффект метода обеспечивается распространением ультразвука в воде. Это приводит к высокой плотности потока энергии, которая вызывает в воде явление кавитации, за счет чего происходит деструкция находящихся в водной среде загрязнений. Необходимый рабочий диапазон частот находится в пределах от 18000 до 50000 Гц. при плотности потока энергии от 1,5 до 2 Вт на 1 см^3 объема. Примером уже используемой установки и доступной на российском рынке является комбинированная установка «Лазурь-М» компании «Сварог». Как самостоятельную установку, в недавнем времени, разработала компания «Атлант». Модель «Молот» имеет хорошие перспективы в области УЗО, и является уникальным инновационным оборудованием, не имеющее аналогов в России и в мире.

К главным преимуществам УЗО можно отнести простоту эксплуатации, отсутствие побочных загрязнений в воде, экологическую безопасность, безопасность эксплуатации установок.

К недостаткам, главным образом, относятся малая эффективность и текущая рентабельность самого метода. Также, несмотря на широкий ценовой диапазон, отношение цена/качество значительно уступает перед другими используемыми технологиями.

Следующей технологией, применяемой при обеззараживании воды, является хлорирование. Данный метод дезинфекции для УЗВ наиболее неблагоприятен, но весьма эффективен [3, 4]. Выбор хлора для дезинфекции в замкнутой системе водоснабжения недопустим, при отсутствии обоснованной и правильно спроектированной технологии. Главным условием выбора является отсутствие возможности использовать другие технологии. Сам по себе, хлор является сильным окислителем и имеет пролонгированное действие. Попадание такого элемента в бассейны УЗВ может пагубно сказаться на обитающих в них гидробионтах, поэтому после основного процесса окисления необходимо нейтрализовать остаточный активный хлор реагентом, таким как сульфит или тиосульфат натрия. Также, недостаточно очищенная от органических загрязнений вода на предшествующих стадиях и подвергшаяся хлорированию, будет представлять не меньшую угрозу за счет образования побочных канцерогенных загрязнений. На сегодняшний день, использование хлора в установках замкнутого водоснабжения встречается все реже. Это связано, в первую очередь, со сложностью эксплуатации и опасностью по отношению к гидробионтам.

К преимуществам метода, главным образом, относится высокая обеззараживающая способность и доступность технологии.

Что касается недостатков, то их намного больше и главными из них для УЗВ является пост-действие и образование побочных канцерогенных загрязнений в виде хлорорганики. Экономически хлорирование при небольшой производительности будет более затратным за счет сложной эксплуатации, дороговизной вспомогательных реагентов и дополнительными работами по обслуживанию. В случаях использования газообразного хлора данный метод становится еще и очень опасным и требует строгих мер безопасности при эксплуатации.

Более популярным методом по отношению к УЗО и хлорированию в установках замкнутого водоснабжения является озонирование. Впервые, озонирование воды было использовано в начале двадцатого века во Франции, а спустя несколько лет и в России. Озонирование на протяжении многих лет имело огромный успех в водоподготовке, и сегодня не уступает в своих обеззараживающих свойствах на фоне современных технологий. Главным преимуществом метода является абсолютное дезинфицирующее воздействие на все известные микроорганизмы, вирусы, бактерии и т. д., а также, в результате озонирования воды улучшаются органолептические показатели воды. Сущностью процесса является окисление минеральных и органических соединений и изменение их свойств, что приводит к стерилизации органических загрязнений и разрушению, и выведению в осадок минеральных [2]. Для производства и подачи озона в воду, разработаны специальные озонаторные установки такими фирмами, как «Тризон», «Spark Systems», «Ecozon», «Vaneco» и многими другими компаниями. Для обеззараживания воды в УЗВ доза озона, как правило, применяется в пре-

делах от 0,5 до 5 мг/дм^3, а время реакции озоно-воздушной смеси с водой для эффективного окисления примесей колеблется от 1 до 15 минут. Относительно хлора, при озонировании наблюдается уменьшение времени окисления загрязнений в 10–30 раз при меньшей дозе. Одним из опасных недостатков озонирования, является образование в воде формальдегида и озонидов. Для предотвращения их попадания в бассейн, а также для удаления остаточного озона из воды, после основного процесса предусматривается сорбционный фильтр.

К преимуществам технологии озонирования в первую очередь относится абсолютное дезинфицирующее свойство, экологичность, относительно низкие эксплуатационные затраты.

К недостаткам можно отнести высокую коррозионно-активную способность, капитальные затраты при строительстве, ограничения по остаточному озону в воде и воздухе, из-за чего требуются дополнительные меры безопасности и эксплуатации.

Последним методом обеззараживания воды в УЗВ является ультрафиолетовое обеззараживание (УФО). На сегодняшний день, это лидер, крепко закрепившийся на рынке по отношению цена/качество. УФО в установке замкнутого водоснабжения появилось к концу двадцатого века, и обрело огромный спрос [5]. Сущность метода обеззараживания ультрафиолетовым облучением основано на необратимых повреждениях молекул ДНК и РНК микроорганизмов, находящихся в воде. Кроме того, воздействие УФ излучения вызывает деструкцию мембран и клеточных стенок микроорганизмов. В результате этих факторов происходит гибель микроорганизмов, находящихся в воде. Для обеззараживания воды в УЗВ используется биологически активная область спектра УФ-излучения, с длиной волны от 205 до 315 нм, называемая бактерицидным излучением. Максимальный эффект обеззараживания приходится на диапазон от 250–270 нм. В России производством установок УФО занимаются такие фирмы, как: НПО «ЛИТ», НВР, АО «Сварог». Из зарубежных производителей наиболее известные в России Wedeco AG, Германия; Trojan Technologies, США.

УФО, по отношению к другим методам, имеет множество преимуществ. Изначально, УФ установки имеют низкие капитальные и эксплуатационные расходы. Полная автоматизация процесса и экологичность процесса делают УФО наиболее безопасным и простым методом дезинфекции. Обслуживание такой системы сводится к минимуму, что также повышает экономическую целесообразность данного метода. Еще одним преимуществом является неизменность состава воды после УФО [5].

Из недостатков, в первую очередь, можно отметить отсутствие пролонгированного действия, что в некоторых случаях необходимо, и низкий коэффициент полезности, в случае, если концентрация взвешенных ве-

ществ в обеззараживаемой воде превышает 5 мг/дм^3. В ряде случаев УФО требует комбинирования с другими методами.

Подводя итог, можно отметить, что в установках замкнутого водоснабжения возможно применение любого из представленных методов дезинфекции. По отношению к друг другу они имеют как преимущества, так и недостатки, делая выбор технологии обеззараживания наиболее многообразным. Но, пожалуй, главным условием выбора метода дезинфекции в УЗВ являются технико-экономические и технологические показатели при проектировании всего комплекса в целом.

Список литературы

1. Проскуренко И. В. Замкнутые рыбоводные установки. М. : Изд-во ВНИРО, 2003. 152 с.

2. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. Копенгаген : Еврофиш, 2010. 70 с.

3. Преображенский А. Б. Обеззараживание воды УФ-облучением // Аква-терм. 2002. № 5. С. 20–22.

4. Системы очистки воды Kaufmann. URL: http://www.kaufmanntec.ru/images/prezent/Ribovodstvo.pdf

5. Обеззараживание воды УФ-облучением. URL: http://www.infopool.ru/obrabotka-vodi/obezzarazhivanie-vodi-uf-oblucheniem.html