



УДК 628.161

Мизгирев Дмитрий Сергеевич, доцент, д.т.н., профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта
Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СУДОВЫХ СТАНЦИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОГО СОСТАВА ИСХОДНОЙ ВОДЫ

Аннотация. Данная статья посвящена актуальной проблеме совершенствования судовых систем приготовления и кондиционирования питьевой воды для речных судов, флота морского и смешанного (река-море) плавания. Рассмотрены проблемы проектирования и эксплуатации указанного оборудования в условиях переменного состава исходной воды, предложены направления его совершенствования

Ключевые слова: приготовление питьевой воды, кондиционирование питьевой воды, судовые станции приготовления питьевой воды, совершенствование судовых станций приготовления питьевой воды

По данным Организации Объединенных наций, проблема обеспечения водоснабжения и водопользования крайне актуальна на всем земном шаре. Проблема вызвана не только количественным истощением водных ресурсов, но и резким снижением их качества, вызванного загрязнением и нерациональным использованием воды

Вплоть до 70-х годов XX в. для целей питьевого и технического водоснабжения на речном флоте и судах смешанного (река-море) плавания использовалась неочищенная заборная пресная вода. Однако интенсивное развитие промышленности, сельского хозяйства и судоходства привели к интенсивному загрязнению гидросферы. Некоторые водоемы уже полностью деградировали как источники водоснабжения и водопользования. Наиболее загрязненными являются и главные речные магистрали Волга, Дон, Кубань, Иртыш, Амур.

В настоящее время обеспечение судов питьевой водой (ПВ) осуществляется тремя основными способами:

- прием воды через береговые гидранты из сети централизованных хозяйственно-питьевых водопроводов портов;
- получение с судов-водолеев;
- приготовление из заборной воды поверхностных источников на судовых станциях приготовления ПВ (СППВ).

Независимо от источника поступления воды ее качество должно отвечать требованиям СанПин 2.1.4.1074-01 [1].

Распространенные на судах СППВ рассчитаны на очистку воды от загрязнителей, в основном, природного происхождения. Ставшие уже традиционными схемы «фильтрация + озонирование» не могут обеспечить удаление потенциально опасных вредных химических соединений и, напротив, в ряде случаев способствуют увеличению концентрации некоторых из них. Побочные продукты окисления (формальдегиды,

броматы, фенолы и др.) оказывают выраженное токсическое и канцерогенное воздействия на организм человека.

Таким образом, необходимо точно установить и поддерживать строго определенную дозу озона, а также по возможности снижать ее путем использования современных активированных окислительных технологий (АОТ's).

Следует отметить, что на санитарную надежность СППВ влияют как качество исходной (заборной) воды, так и техническое состояние оборудования.

Качество речной воды довольно сильно отличается для разных бассейнов и имеет колебания как по длине водоема, так и по сезонам года. СанПиН 2.5.2-703-98 разрешает забор воды на обработку в СППВ производить исключительно на «условно чистых» плесах - специальных участках водного пути с регламентированными показателями по химическому и микробиологическому составу [2]. Однако на практике суда часто забирают воду в произвольных местах по ходу движения, где ее качество может быть еще ниже.

Таким образом, здесь возможно три пути решения проблемы:

- решать задачу охраны водного бассейна государственном масштабе, что высокзатратно в плане времени и материальных средств;
- контроль места и состава забираемой воды также потребует дополнительного судового оборудования, приведет к усложнению системы Роспотребнадзора РФ и ужесточению судового документооборота;
- обеспечить достаточную санитарную надежность СППВ при переменном составе обрабатываемой воды.

Последний путь видится более эффективным и перспективным, однако требует существенной реконструкция существующих судовых систем водоснабжения.

Для его реализации целесообразно применение в СППВ следующих технологических приемов и способов обработки:

1. Дополнение существующих систем лампами УФ-излучения. Способ основан на фотохимическим бактерицидном эффекте энергии света с длиной волны 237 нм. Действие обеззараживающего облучения происходит почти мгновенно, однако способ требует тщательной предварительной очистки воды от цветности и коллоидных взвешенных веществ, а также относительно энергоемок [3]. Несмотря на отмеченные недостатки, этот способ напрямую рекомендован Роспотребнадзором РФ, как наиболее простой, дешевый и эффективный для судовых условий.

2. Предварительное и финишное озонирование в СППВ представляют собой эффективный способ обработки воды. Озон (O_3) является реагентом поливалентного действия [4, 5]. Как дезинфектант он действует быстрее хлора в 15...20 раз. Он проявляет свое действие одновременно в органолептическом, бактериологическом, химическом отношениях. Дозирование этого реагента не требует высокой точности, период его существования ограничен - непрореагировавший окислитель распадается с образованием чистого кислорода. Несомненным достоинством является возможность получения озона из кислорода атмосферного воздуха. Однако способ имеет и существенные недостатки: судовые озонаторные агрегаты имеют сравнительно низкую надежность и требуют значительных затрат на обслуживание.

3. Один из современных способов обеззараживания воды – обработка пергидролем. Пергидроль представляет собой (30...40)% водный раствор пероксида водорода (H_2O_2). Основой механизма обеззараживания является образование супероксидных и гидроксильных радикалов [6]. Как и озон, этот реагент не образует побочные продукты, также не требует точной дозировки, т.к. разлагается на воду и кислород. Кроме того, пергидроль сравнительно дешев и не дефицитен. Таким образом, применение его для получения ПВ является весьма перспективным, упрощает конструкцию СППВ, повышает техническую и санитарную надежность.

4. Кавитация также является современным и перспективным физико-механическим способом обработки воды. Под кавитацией понимают явление разрыва

капельной жидкости под действием растягивающих напряжений, обусловленных изменением характеристик полей скоростей и давлений, возникающих при разрежении в рассматриваемой точке жидкости [7]. Благодаря этому активно разрушаются органические соединения, коллоиды, клеточные мембраны микроорганизмов и даже уничтожаются вирусы [4]. По механизму генерации кавитации устройства для ее получения делят на акустические и гидродинамические. Первый способ на судах ограничен сложностью и высокой стоимостью оборудования, предпочтительны гидродинамические аппараты, использующие энергию струи жидкости, например кавитаторы с тороидальной камерой и эжекторы-кавитаторы [8].

5. Рациональное использование АОТ's. Наиболее эффективно жидкофазное окисление при использовании комбинированного воздействия экологически безопасных окислителей — пергидроля, озона, УФ-излучения [4, 9]. Для целей водоочистки питьевого водоснабжения целесообразны сочетания процессов «H₂O₂-УФ»; «O₃-УФ»; «H₂O₂-O₃»; «H₂O₂-O₃-УФ». Здесь гидроксильные радикалы ОН разлагают почти всю органику до полной минерализации, а неорганика окисляется до высших форм окислов и впоследствии удаляется постфильтрацией. Качество обработки здесь гарантируется синергетическим эффектом. Фактор усиления достигает порядка 10³ для микроорганизмов и 10² для органических соединений.

Для судовых СППВ целесообразна реализация технологии «H₂O₂-O₃-кавитация-УФ». Объясняется это следующими причинами:

- озонирование и УФ-излучение уже применяются в судовых СППВ, кавитационные явления часто наблюдаются в струйных насосах – эжекторах. Таким образом, применение обозначенных средств обеззараживания не вызовет проблем при создании новых и модернизации существующих СППВ;

- сравнительно дешевые и доступные расходные материалы;

- удовлетворительные стоимость, массогабаритные показатели и энергопотребление ламп УФ-излучения приведут повышению санитарной надежности;

- снижение доз озона до (2...2,5) раз предотвратит передозировку дезинфектанта и резко уменьшит содержание побочных продуктов озонлиза в очищенной воде.

Также здесь целесообразно применение окислительно-сорбционного метода АОТ's с применением активированных углей [10]. Одновременное использование активного окислителя и сорбента приводит каталитическому окислению загрязнений и сорбции продуктов распада.

На основании изложенного разработана функциональная схема перспективной судовой СППВ, представленная на рис. 1.

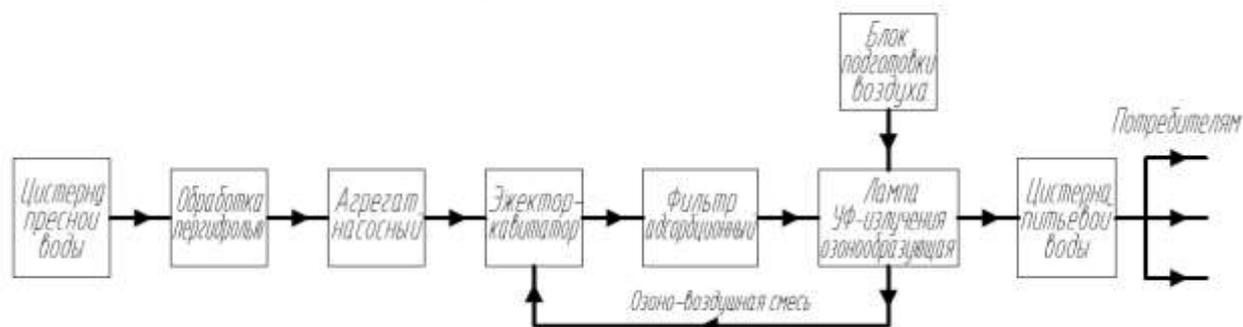


Рис. 1. Функциональная схема перспективной судовой СППВ

Предлагаемая СППВ может быть как вновь спроектированной, так и быть модернизированной из существующей. Она позволит обеспечить качественное приготовление и кондиционирование ПВ с использованием следующих процессов:

- отстаивания,
- реагентного обеззараживания,
- кавитационной обработки,
- озонирования,

- фильтрации,
- обеззараживания УФ-излучением.

Синергетический эффект, возникающий при одновременном применении нескольких активных воздействий и окислителей позволит для получения требуемого эффекта очистки снижать интенсивность каждого из отдельных воздействий. Применительно к СППВ снижается необходимая доза озона, интенсивность УФ-излучения и открывается возможность отказаться от генератора озона в пользу озонобразующих ламп УФ-излучения. Это позволит значительно снизить массогабаритные показатели и энергопотребление СППВ.

Список литературы:

1. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения: СанПин 2.1.4.1074-01. - М.: Минздрав России, 2001. – 112 с.
2. Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.5.2-703-98. – М.: Минздрав России, 1998. – 144 с.
3. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования. – Киев: Наукова Думка, 1980. – 560 с
4. Биркгоф Б., Сарантонелло Э. Струи, следы и каверны. / Б. Биркгоф, Э. Сарантонелло; пер. с англ. В.П. Вахомчик, М.М. Литвинов. - М.: МИР, 1964. – 468 с.: ил.
5. Барац В.А., Николаев М.В., Эльпинер Л.И. Водоснабжение судов речного флота. – М.: Транспорт, 1974. – 144 с.
6. Антонова А.М. Атомные электростанции: учебное пособие / А.М. Антонова, А.В. Воробьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 306 с.
7. Рождественский В.В. Кавитация / В.В. Рождественский. – Л.: Судостроение, 1977. – 248 с.: ил.
8. Исаков А.Я. Кавитация в перемешивающих устройствах: монография / А.Я. Исаков, А.А. Исаков – Петропавловск-Камчатский: Камчат ГТУ, 2006. – 206 с.
9. Гусев В.Ю., Клоповский К.С., Лопаев Д.В. Физико-технические принципы экспресс-водоподготовки с использованием источников озона и ультрафиолета. //Вода: Экология и технология. Тез. докл. Второй Международный конгресс. – М.: «СИБИКО Интернэшнл», 1996. – С. 187.
10. Сотниченко С.А., Бравый Б.Г., Янгуразова Л.Р. Синергизм при совместном воздействии УФ-излучения и озонирования в процессах очистки питьевой воды//Вода: Экология и технология. Тез. докл. Второй Международный конгресс. – М.: «СИБИКО Интернэшнл», 1996. – С. 261-262.

DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF SHIP STATIONS FOR DRINKING WATER PREPARATION IN CONDITIONS OF VARIABLE COMPOSITION OF SOURCE WATER

Dmitry S. Mizgirev

This article is devoted to the actual problem of improving ship systems for preparing and conditioning drinking water for river vessels, sea and mixed (river-sea) navigation. Problems of design and operation of the specified equipment in conditions of variable composition of source water are considered, directions of its improvement are suggested.

Keywords: drinking water preparation, drinking water conditioning, ship stations for drinking water preparation, improvement of ship stations for drinking water preparation