



УДК 629.5.06: 628.16

Мизгирёв Дмитрий Сергеевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Волжский государственный университет водного транспорта

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Гурьянов Николай Михайлович, начальник отдела информационно-технической поддержки

Волжский государственный университет водного транспорта

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СУДОВЫХ СИСТЕМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Аннотация. Рассматриваются основные типы систем питьевой воды, применяемые в настоящее время на судах внутреннего и смешанного плавания. Особое внимание уделено станциям приготовления питьевой воды с прямым озонированием, деструкцией остаточного озона, применением УФЛ и возможностью кондиционирования питьевой воды (ПВ), которые существенно отличаются по технологическому процессу от большинства применяемых станций и обеспечивают гарантированное высококачественное обеззараживание питьевой воды.

Ключевые слова: система питьевой воды, приготовление питьевой воды, обеззараживание, водоснабжение судов, станции приготовления питьевой воды.

В настоящее время на судах применяются системы питьевой воды (СПВ) трех основных типов:

I тип: без обработки ПВ (без станций приготовления питьевой воды (СППВ));

II тип: с элементами обеззараживания и кондиционирования ПВ;

III тип: с полной очисткой и обеззараживанием ПВ (с СППВ).

Первый тип СПВ применяется на сравнительно малых судах, техническом и вспомогательном флоте, где существует возможность частого пополнения запасов ПВ. Такая СПВ предельно проста и технически надежна. Однако снижающееся качество ПВ при хранении ограничивает автономность плавания плавсредств, создает предпосылки для нарушения санитарно-гигиенического и эпидемиологического режимов и гарантированно их срывает в случае бункеровки некачественной водой.

Части обозначенных недостатков лишены СПВ второго типа. Использование элементов обеззараживания и кондиционирования ПВ повышает санитарную надежность и безопасность. В зависимости от активного воздействия различают несколько основных разновидностей СПВ второго типа.

К ним относят СПВ с хлорированием. В сложных условиях обеззараживания воды на судне надежность обеззараживающего эффекта может быть достигнута только использованием заведомо повышенных доз хлора – гиперхлорирования. В этом случае необходимо удалить из обеззараженной ПВ его избыток. Для этого применяют химические (гипосульфитом натрия) или сорбционные (активированным углем) методы дехлорирования.

Для судов выпускались хлораторные установки ОВХ-1 и хлоратор ХЛ-4 использующие раствор хлорной извести с фильтрами-дехлораторами ДХЛ-1, ДХЛ-2, ДХЛ-3. К недостаткам СПВ с хлорированием ПВ можно отнести отсутствие автоматизации и контроля фактической дозы активного хлора в обработанной воде, малый ресурс фильтра-дехлоратора, необходимость в реагентах и сменных загрузках [1].

Также ко второму типу СПВ относятся станции, использующие лампы УФ-излучения (УФЛ). Такого рода СПВ отличаются эффективностью, простотой и надежностью, обладают удовлетворительными массогабаритными показателями и энергопотреблением, автоматизированы. На судах распространены как устаревшие бактерицидные установки «ОВ-П» с лампами БУВ-60П, «У» с излучателями HNS60 [1], так и современные «УОВ-М», «УДВ», «Кристалл-М» с ртутными и амальгамными лампами «SIEMENS», «VIPA» (Германия) [2 - 4].

К недостаткам этих СПВ относят необходимость в многоступенчатой фильтрации и дезодорации, износ ламп и пусковой аппаратуры при частых включениях и выключениях, что вызывает необходимость в сменных элементах.

Третьи СПВ второго типа используют ионизацию [5].

На судах применяют ионизаторы серебра, производящие активные растворы путем анодного растворения металла. Используются приборы «ЛК», «ИЭМ», «ИМТ», «Viosera» напорного типа, «IS» накопительного. Фильтры-электролизеры десеребрения воды ФЭМ-1, ФЭМ-3, ФЭМ-6 основаны на сорбции серебра гидроокисью алюминия, полученной путем анодного растворения алюминиевого электрода. [6].

Системы отличаются надежностью, достаточной автоматизацией, малыми массогабаритными показателями и энергопотреблением. Недостатками таких СПВ является отсутствие текущего контроля фактической дозы серебра в обработанной воде, ограниченный ресурс фильтра десеребрения, необходимость в дорогостоящих расходных электродах.

Наибольшую автономность судну и безопасность экипажу и пассажирам обеспечивают СПВ с СППВ. На флоте они эксплуатируются с 70-х гг. XX в. Встречаются системы как отечественной, так и зарубежной разработки, отличающиеся технологической схемой, методом обеззараживания и производительностью. Данные системы классифицируют как по возможности кондиционирования ПВ в СПВ, так и по методу обработки ПВ. В зависимости от способа обеззараживания ПВ на флоте встречаются три основных типа СППВ [7]:

- безреагентные (с дезинфекцией электролизом и УФ-излучением);
- реагентные (с бактерицидным хлорированием или йодированием);
- озонаторные (с обработкой высокоактивным окислителем – озоном).

Рассмотрим более подробно 3-ий тип СППВ.

Наиболее распространенными СППВ Российского производства являются «Озон-0,1Т», «Озон-0,1УТ», «Озон-0,5 В, УТ», «Озон-4» разработки ГЦКБ МРФ с непосредственным озонированием.

Преимуществом подобных систем является возможность приготовления ПВ из забортной, обработки бункеруемой с берега или судов-водолев, а также кондиционирование запаса ПВ в течение рейса.

Из недостатков выделяют низкую надежность озонаторных агрегатов вследствие частого пробоя диэлектриков при поступлении влажного атмосферного воздуха или заброса воды при остановке станции. Кроме того, протекание реакций окисления происходит непосредственно в накопительном танке ПВ. Это приводит к подаче ПВ с высокой концентрацией озона потребителям, что потенциально опасно для здоровья членов экипажа и пассажиров, вызывает интенсивное коррозионное разрушение элементов СПВ.

Активной модернизацией таких СППВ занимались ГЦКБ МРФ, ЦКБ «Волгобалтсудопроект», значителен вклад ФГБОУ ВО «ВГУВТ» (бывш. ГИИВТа). Под руководством д.т.н., проф. Этина В.Л. созданы станции «Озон-2П/0,75» и «Озон-6» (рис. 1).

СППВ отличаются косвенным методом обработки (обеззараживанием основного объема ПВ предварительно сильно озонированной водой), автоматической промывкой

фильтра. Надежность озонатора повышена использованием сжатого воздуха из судовой системы, применено невозвратное устройство, предотвращающее заброс воды в озонирующие элементы (ОЭ). Благодаря наличию в составе СППВ дополнительных реакционных объемов (контактной колонны), а также отводу и повторному использованию непрореагировавшего озона в реакционной емкости повышается эффективность очистки воды [5]. Однако использование накопительной цистерны ПВ в качестве основного места обеззараживания вновь приводит к высокой концентрации активного окислителя в обработанной ПВ.

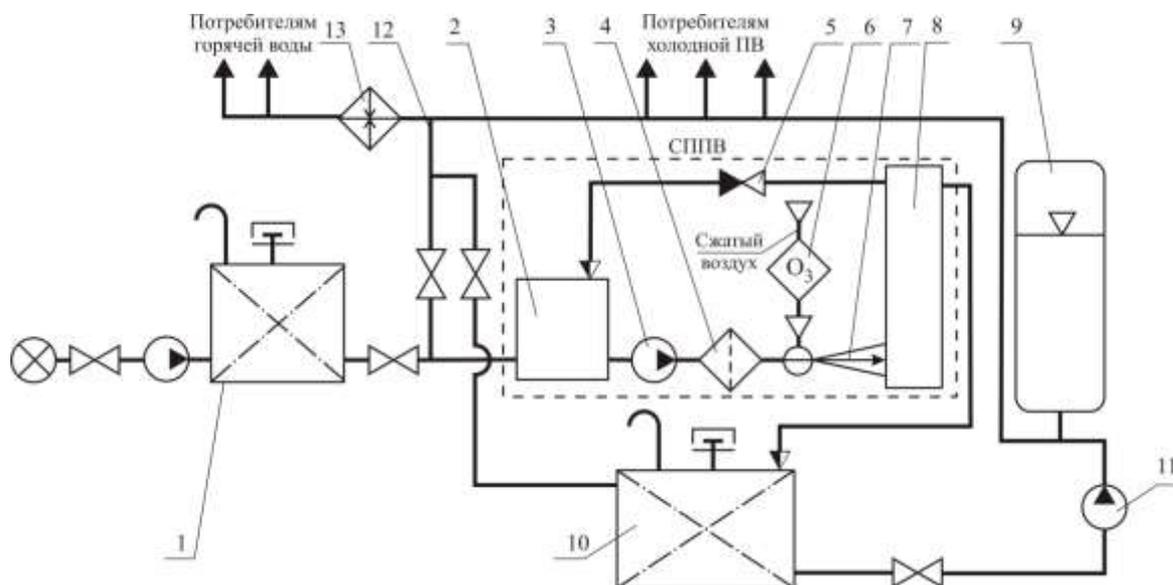


Рисунок 1 - Принципиальная схема СПВ с СППВ типа «Озон-2П/0,75» с косвенным озонированием и возможностью кондиционирования ПВ

1 – танк запаса забортной воды; 2 – емкость реакционная; 3 - насос; 4 – фильтр; 5 – устройство невозвратное; 6 – озонатор; 7 – эжектор; 8 – колонна контактная; 9 – гидрофор; 10 – накопительный танк ПВ; 11 – санитарный насос; 12 – трубопровод циркуляции; 13 – водоподогреватель.

Зарубежные производители эксплуатируемых в России озонаторных СППВ на судах германской и чешской постройки «Von-Ozone» и «MULTIZONE» (Германия) используют двухступенчатый ввод озона — до и после фильтрации воды. «Bran+Luebbe» (Германия) — коагуляцию, двухступенчатый ввод озона и косвенное обеззараживание (рис. 2) [8]. Такие судовые СПВ выполнены как без возможности кондиционирования ПВ, так и с ее рециркуляцией.

Данные СППВ отличаются сложностью конструкции, значительными габаритами, трудоемкостью и высокой стоимостью обслуживания и ремонта из-за применения дефицитных комплектующих (металлизированных диэлектриков ОЭ, проволочных конструкций). Контактные шлейфы изготовлены из труб сравнительно малого сечения, склонны к коррозии и засорению, а использование косвенного обеззараживания сохраняет перечисленные выше недостатки.

Многочисленные исследования, проведенные Государственным санитарно-эпидемиологическим надзором, Роспотребнадзором РФ и специалистами ФГБОУ ВО «ВГУВТ» показали, что большинство применяемых СППВ не обеспечивают необходимого качества ПВ и санитарной надежности систем. Для их повышения Роспотребнадзором РФ рекомендовано дополнение эксплуатируемых СППВ лампами УФЛ [9 - 12].

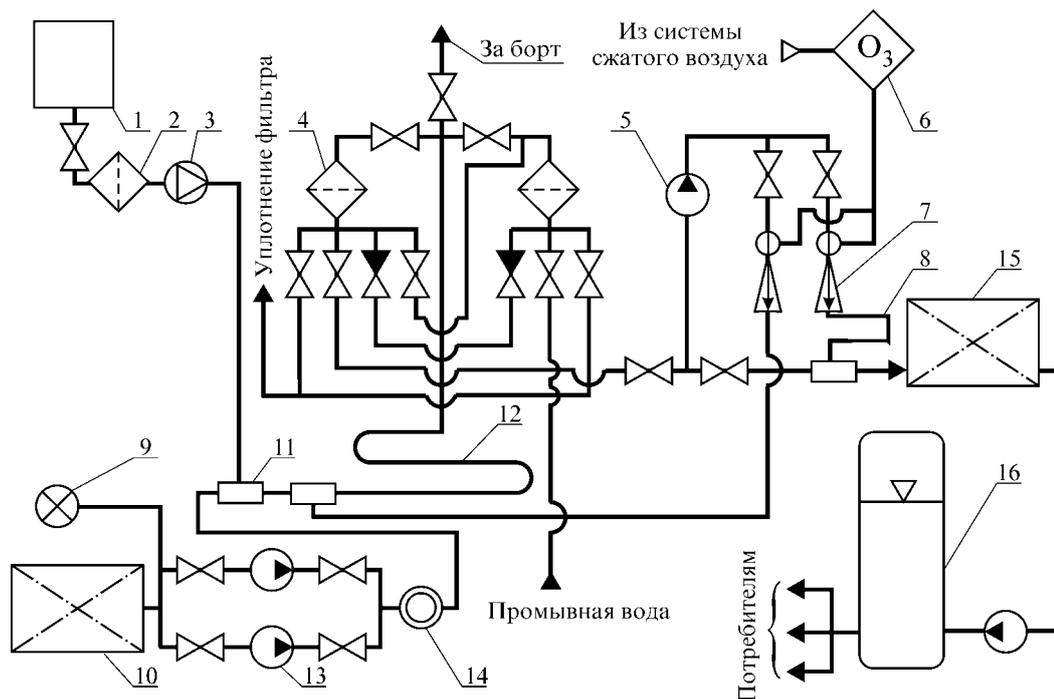


Рисунок 2 - СПВ с СППВ фирмы «Vran+Luebbe» с косвенным озонированием и отсутствием кондиционирования ПВ

1 – емкость коагулянта; 2 – фильтр сетчатый; 3 – насос-дозатор; 4 – фильтр песчаный; 5 – насос повышения давления; 6 – озонатор; 7 – эжектор; 8 – контактный шлейф № 2; 9 – кингстон заборной воды; 10 – танк исходной воды; 11 – смеситель реагента с водой; 12 – контактный шлейф № 1; 13 – насос заборной воды; 14 – расходомер; 15 – танк запаса ПВ; 16 – гидрофор.

Такие СППВ были созданы под руководством д.т.н., проф. ФГБОУ ВО «ВГУВТ» Курникова А.С. и выпускаются совместно с ООО «КОПРОТОН» под маркой «СППВ-В». Они существенно отличаются по технологическому процессу - реализуют предварительное непосредственное озонирование, фильтрацию и УФ-излучение (рис. 3) [13]. Особенности конструктивных решений позволили значительно уменьшить массогабаритные показатели и энергопотребление, повысить надежность, автоматизировать рабочий процесс. Наличие в составе станции контактного фильтра и деструктора непрореагировавшего озона позволяет применять высокую дозу дезинфектанта для гарантированного обеззараживания ПВ без опасности попадания окислителя в СПВ и к потребителям, исключить его токсическое действие на экипаж и пассажиров. Использование УФЛ не только обеспечивает высококачественное финишное обеззараживание, но и разложение остаточного растворенного озона. Это понижает коррозионную активность воды и износ СПВ в целом.

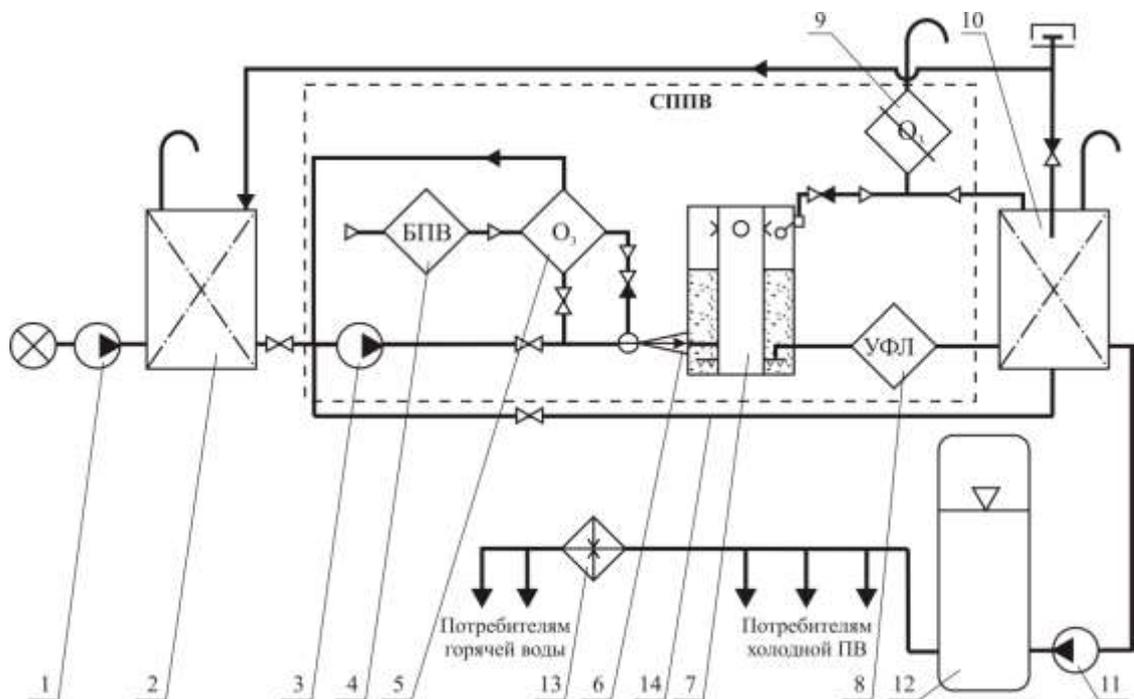


Рисунок 3 - СПВ с СППВ марки «СППВ-5В» с прямым озонированием, деструкцией остаточного озона и возможностью кондиционирования ПВ

1 – насос забортовой воды; 2 - танк запаса забортовой воды; 3 - насос; 4 – блок подготовки воздуха (БПВ); 5 – озонатор; 6 - эжектор; 7– фильтр контактный; 8 – УФЛ; 9 – деструктор озона; 10 – накопительный танк ПВ; 11 - санитарный насос; 12 – гидрофор; 13 – водоподогреватель; 14 – трубопровод циркуляции.

Сложность конструкции, применение антикоррозионных материалов (нержавеющих сталей и озоностойких пластмасс) влекут за собой высокую стоимость СППВ. Минимальные зазоры в ОЭ повышают трудоемкость технического обслуживания и ремонтов, расходные материалы - стеклянные диэлектрики склонны к выщелачиванию.

Рассмотренные в статье технологические и конструктивные недостатки существующих СПВ явились поводом для поиска новых подходов к комплексному решению проблемы приготовления ПВ для судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Современные судовые СПВ требуют дальнейшего совершенствования и модернизации как отдельных узлов, так и СППВ в целом.

Список литературы:

1. Тихомиров Г.И. Технология обработки воды на морских судах: Курс лекций: Учеб. пособие для курсантов и студентов морских специальностей. – Владивосток.: Мор. гос. ун-т, 2013. – 159 с.
2. Установки обеззараживания воды. Каталог оборудования НПО «ЭНТ». – С.Петербург, НПО «ЭНТ», 2019. – 142 с.; ил.
3. Оборудование. УФ-системы обеззараживания воды. Каталог оборудования НПО «ЛИТ». – М.: НПО «ЛИТ», 2020. – 18 с.; ил.
4. Обеззараживание питьевой воды. Каталог оборудования НПО «Кристалл». – М.: НПО «Кристалл», 2020. – 18 с.; ил.
5. Водоснабжение судов внутреннего и смешанного плавания: Учеб. пособие / В.Л. Этин, А.С. Курников, В.Н. Старостин. - Горький: ГИИВТ, 1985. – 62 с.
6. Rami Pedahzur, Ovadia Lev, Badri Fattal and Hillel I. Shuval The interaction of silver ions and hydrogen peroxide in the inactivation of E. coli: a preliminary evaluation of a new long

acting residual drinking water disinfectant // Water Science and Technology. – Vol. 31. – № 5–6, 1995. – pp. 123–129.

7. Чиняев И.А. Судовые системы: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:Транспорт, 1984. – 216 с.

8. Курников А.С., Мизгирев Д.С., Михеева Т.А. Научное обоснование технических решений создания и совершенствования природоохранного оборудования для водного транспорта и предприятий речного флота: монография / А.С. Курников, Д.С. Мизгирев, Т.А. Михеева - Н.Новгород: изд-во ФБОУ ВПО ВГАВТ, 2017. – 436 с.; ил.

9. Курников А.С., Пятунин С.П. Испытания и наладка станций ППВ типа «Озон» на действующем флоте в навигацию 1979 г.// Проблемы речного транспорта. Тез. докл. Материалы XXII НТК проф.-преп. состава. – Горький: ГИИВТ, 1980. – С. 123-124.

10. Этин В.Л., Баранов А.Л. Причины неудовлетворительной работы станций «Озон»/Речной транспорт, 1980. – № 2. – С. 29.

11. Васькин С.В. Проектирование судовых систем приготовления питьевой воды с управляемым технологическим процессом: Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Н.Новгород, 2000. – 22 с.

12. Материалы совещания «Анализ санитарно-эпидемиологической ситуации на флоте судовладельцев Нижегородской области за навигацию 2018 г. и подготовка к навигации 2019 г.» в Управлении Роспотребнадзора РФ по Нижегородской области. 15.02.2019 г.

13. Станция приготовления питьевой воды «СППВ-5В». Техническое описание и инструкция по эксплуатации ОУ.5–ТО. - Н.Новгород: ВГАВТ, 2005 – 24 с.

MODERN TECHNICAL SOLUTIONS FOR SHIP'S DRINKING WATER SYSTEMS

Dmitriy. S. Mizgirev, Nikolay M. Guryanov

The main types of drinking water systems currently used on inland and mixed navigation vessels are considered. Special attention is paid to drinking water preparation stations with direct ozonation, destruction of residual ozone, the use of UVL and the possibility of drinking water (DW) conditioning, which differ significantly in the technological process from most of the stations used and provide guaranteed high-quality disinfection of drinking water.

Keywords: autonomy drinking water system, drinking water preparation, disinfection, ship water supply, drinking water preparation stations.