

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СУДОВЫХ СИСТЕМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Д.С. Мизгирев

*Волжский государственный университет водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4376-7159>

Н.М. Гурьянов

*Волжский государственный университет водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8910-2158>

Аннотация. В статье проведен обзор и анализ всех основных типов систем питьевой воды, применяемых в настоящее время на судах внутреннего и смешанного плавания: без обработки питьевой воды; с элементами обеззараживания и кондиционирования питьевой воды; с полной очисткой и обеззараживанием питьевой воды. Подробно рассмотрены принципы работы всех типов и конструкций систем питьевой воды, отмечены все преимущества и недостатки указанных систем. Особое внимание уделено станциям приготовления питьевой воды с использованием ламп ультрафиолетового излучения, которые существенно отличаются по технологическому процессу от большинства применяемых станций и обеспечивают гарантированное высококачественное обеззараживание питьевой воды, что позволяет выбрать наиболее перспективный тип станции и наметить план дальнейших работ по созданию новых и совершенствованию существующих станций.

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

Введение

Приготовление питьевой воды (ПВ) из забортной непосредственно на судне с помощью станций приготовления питьевой воды (СППВ) является наиболее распространенным способом. Однако качество воды в большинстве судоходных водоемов настолько низкое, что для получения ПВ приходится улучшать все ее показатели – органолептические, химические и бактериологические в соответствии с требованиями ГОСТ 29183-91 «Вода для хозяйственно-питьевого обеспечения судов. Требования к качеству». Для получения ПВ из забортной необходим ряд мер по ее обработке, очистке и обеззараживанию. Судовая система питьевой воды (СПВ) представляет собой целый комплекс различного оборудования. В целях осуществления полноценного и безопасного водоснабжения на судах внутреннего и смешанного плавания применяются автономные СППВ, в основе которых используются процессы улучшения показателей качества ПВ – фильтрация, хлорирование или озонирование, обладающие рядом недостатков. Чтобы устранить эти недостатки, были разработаны станции приготовления питьевой воды, которые позволяют при обработке воды применять совместное использование УФ-излучения и озона, что в свою очередь, приводит к снижению дозы дезинфектанта в несколько раз.

Основные типы систем питьевой воды, применяемые на судах

ПВ на судах поступает к потребителям в камбузы, заготовочные, буфеты, бары, рестораны, столовые, посудомоечные, умывальники санузлов и кают, кипяильники, души, бани и медицинские учреждения. Необходимое количество ПВ, по которому рассчитывается емкость танков ПВ и параметры СППВ, определяется минимальной нормой водопотребления одним человеком (членом экипажа, пассажиром) в сутки, приведенной в табл. 1 [1].

Следует отметить, что отраслевая документация регламентируют только наличие и особенности размещения отдельных элементов СПВ, но не определяет состав СППВ, технологии приготовления и кондиционирования ПВ (данное оборудование подлежит техническому наблюдению) [1, 2].

Таблица 1

**Минимальные нормы водопотребления на судах внутреннего
и смешанного (река-море) плавания**

Тип судна	Группа судна, норма водопотребления, дм ³ /чел/сут		
	I	II	III
Водоизмещающие суда			

– для экипажа	75	40	15
– для пассажиров	70	35	10
Суда с динамическим принципом поддержания и скоростные водоизмещающие суда			
– для экипажа	-	30	7
– для пассажиров	-	3	3

Варианты СПВ судна изображены на рис. 1.

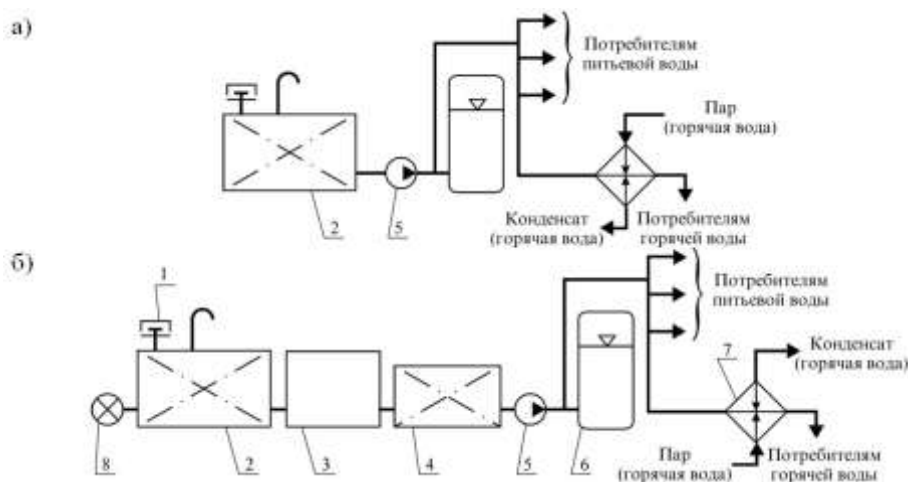


Рис. 1. Принципиальные схемы СПВ речного судна: а) СПВ без СППВ; б) СПВ с элементами обеззараживания и кондиционирования ПВ или СППВ; 1 – приемный патрубков; 2 – танк запаса воды; 3 – элементы обеззараживания и кондиционирования ПВ или СППВ; 4 – танк запаса ПВ; 5 – насос; 6 – гидрофор; 7 – теплообменник; 8 – кингстон заборной воды.

В настоящее время на судах применяются СПВ трех основных типов [3]:

- без обработки ПВ (без СППВ);
- с элементами обеззараживания и кондиционирования ПВ;
- 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.

СПВ с хлорированием ПВ представлена на рис. 2 [4].

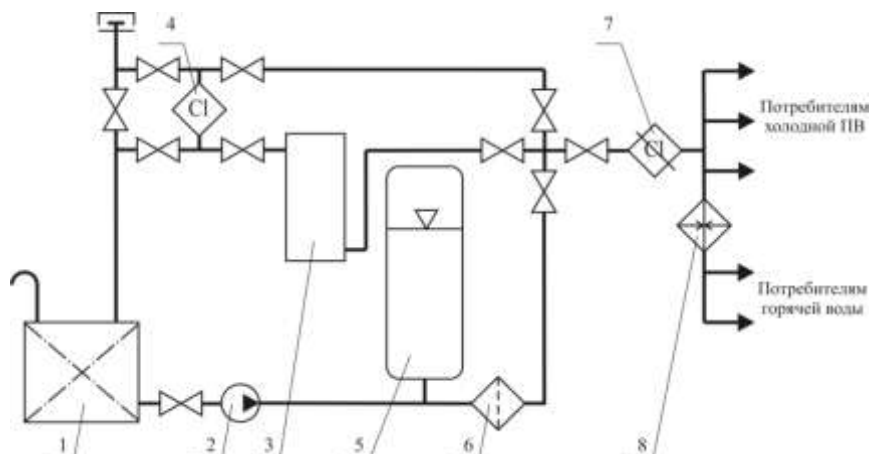


Рис. 2. Принципиальная схема СПВ с хлорированием ПВ
 1 – танк запаса ПВ; 2 – насос; 3 – контактная емкость; 4 – хлоратор;
 5 – гидрофор; 6 – взвесеулавливающий фильтр; 7 – дехлоратор; 8 – водоподогреватель.

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. Это оборудование просто по конструкции, надежно в эксплуатации, имеет удовлетворительные массогабаритные показатели.

Кроме того, 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 грузках [5].

Также ко второму типу СПВ относятся станции, использующие лампы УФ-излучения (УФЛ) (рис. 3) [4].

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, «U» с излучателями HNS60 [5], так и современные «УОВ-М», «УДВ», «Кристалл-М» с ртутными и амальгамными лампами «SIEMENS», «VIPA» (Германия) [6–8].

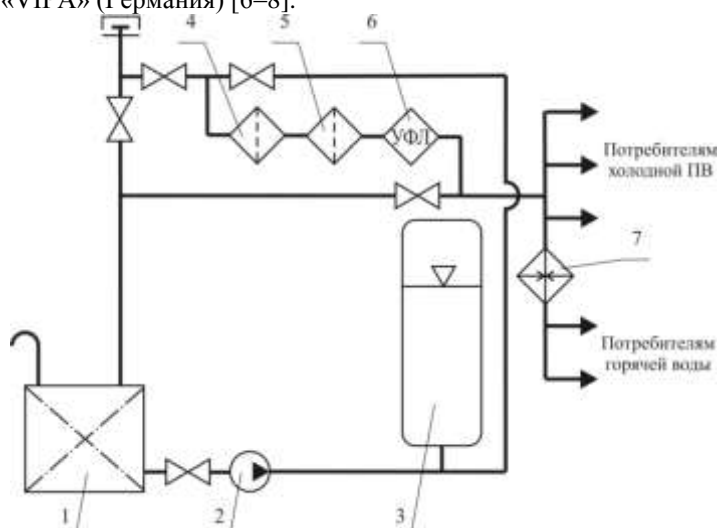


Рис. 3. Принципиальная схема СПВ с обработкой ПВ УФ-излучением
 1 – танк запаса воды; 2 – насос; 3 – гидрофор; 4 – взвесеулавливающий фильтр;
 5 – фильтр-дезодоратор; 6 – УФЛ; 7 – водоподогреватель.

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 (рис. 4) [4].

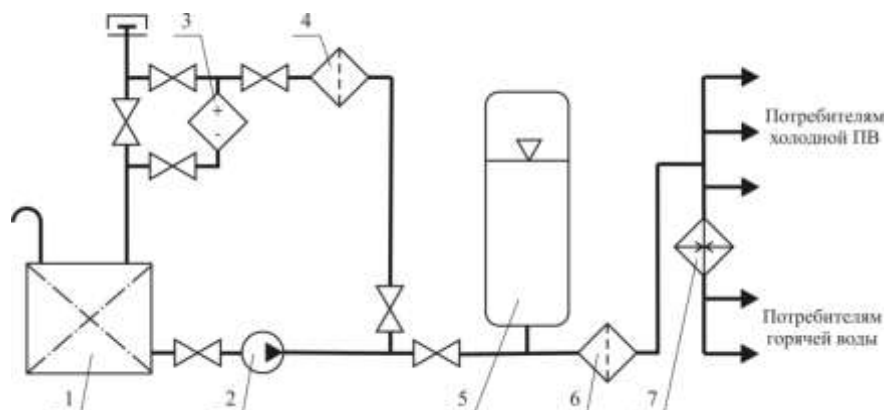


Рис. 4. Принципиальная схема СПВ с обработкой ПВ серебром
 1 – танк запаса воды; 2 – насос; 3 – ионизатор; 4 – взвесеулавливающий
 фильтр; 5 – гидрофор; 6 – фильтр десеребрения; 7 – водоподогреватель.

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. [5, 9].

Системы отличаются надежностью, достаточной автоматизацией, малыми массогабаритными показателями и энергопотреблением.

Недостатками таких СПВ являются: отсутствие текущего контроля фактической дозы серебра в обработанной воде, ограниченный ресурс фильтра десеребрения, необходимость в дорогостоящих расходных электродах [5].

Системы питьевой воды с полной очисткой и обеззараживанием ПВ (с СППВ)

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 [10]:

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

СППВ первого типа разработки ЦКБ «Волгобалтсудопроект» и фирмы «Obuda» (Венгрия) устанавливались на судах различных проектов: пассажирских (№ 305, № 26-37 до модернизации), сухогрузных (№ 21-88, № 507, № 576), буксирах-толкачах (№ 112, № 749, № 758). Все они отличаются отсутствием возможности кондиционирования ПВ.

Принципиальная схема СПВ т/х пр. № 507 и № 758 с безреагентной СППВ представлена на рис. 5 [11].

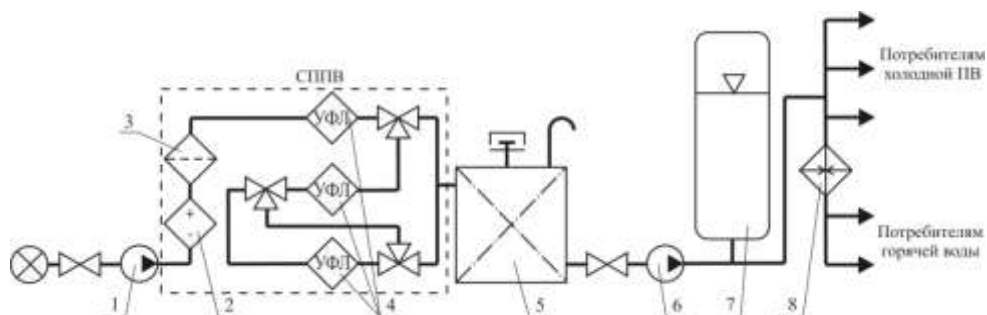


Рис. 5. Принципиальная схема СПВ с СППВ из забортной и отсутствием кондиционирования ПВ

- 1 – насос забортной воды; 2 – электролизер; 3 – песчаный фильтр;
4 – блок УФЛ; 5 – накопительный танк ПВ; 6 – санитарный насос;
7 – гидрофор; 8 – водоподогреватель.

Применение безреагентного обеззараживания придает системе и судну высокую автономность [11]. Однако электролиза, фильтрации и УФ-излучения недостаточно для обеспечения санитарной надежности. Трудоемко и длительно техническое обслуживание таких СППВ.

В настоящее время в связи с проблемой качества бункеруемой ПВ широко распространенные СПВ без кондиционирования приобретают все приведенные выше недостатки СПВ без СППВ.

Наиболее распространенным реагентом в СППВ второго типа является хлор. Такие СППВ разработки ЦТКБ, ГЦКБ МРФ и фирмы «VEB» (Германия) встречаются на пассажирских теплоходах проектов № 20, № 26-37, № 305, № 588, № 785.

Принципиальная схема СПВ с СППВ хлорированием жидким раствором гипохлорита натрия и отсутствием кондиционирования ПВ т/х пр. № 588 изображена на рис.6 [11].

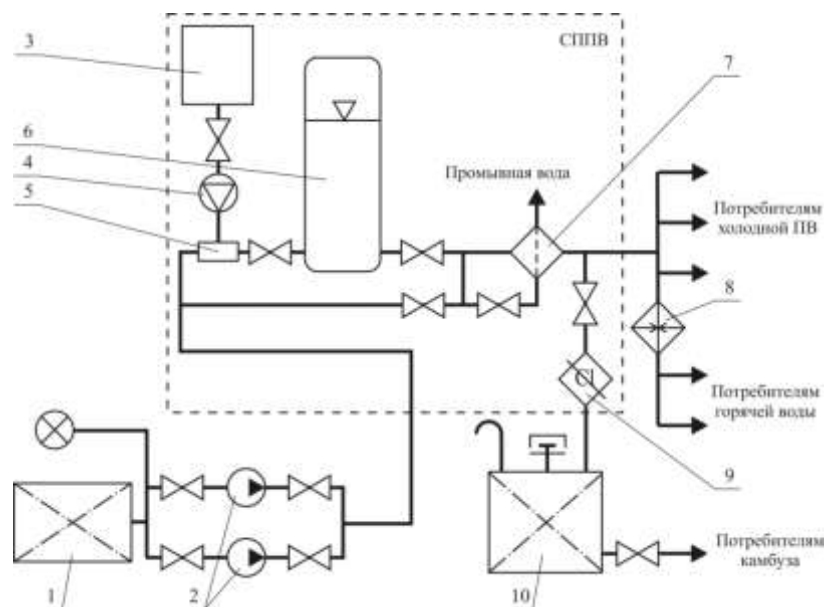


Рис. 6. Принципиальная схема СПВ с хлораторной СППВ из заборной, отсутствием кондиционирования ПВ и разделением потребителей
 1 – танк заборной воды; 2 – насосы заборной воды; 3 – емкость гипохлорита натрия; 4 – насос-дозатор; 5 – смеситель; 6 – гидрофор; 7 – песчаный фильтр; 8 – водоподогреватель; 9 – дехлоратор; 10 – танк запаса ПВ.

Несмотря на простоту, низкую стоимость и малую энергоемкость, эти СППВ не удовлетворяют по указанным выше недостаткам хлорирования и отсутствия кондиционирования ПВ. Разделение СПВ на дехлорированную ПВ для приготовления пищи и гиперхлорированную «условную» ПВ, поступающую к потребителям в санузлы и каюты, вызывает риск отравления людей активным хлором и его соединениями. Использование гидрофора и песчаного фильтра в качестве контактных емкостей приводит к их коррозии, вызывающей необходимость в частых обслуживаниях и ремонтах.

Принципиальная схема модернизированной СПВ т/х пр. № 305 с хлораторной СППВ и возможностью кондиционирования с помощью рециркуляции представлена на рис. 7 [11].

В данной СПВ роль контактной емкости выполняет танк запаса ПВ. Возможность кондиционирования позволяет значительно увеличить срок хранения ПВ, однако качество ее невысоко. Кроме того, отсутствие дехлоратора приводит к сохранению приведенных выше недостатков СПВ.

Судовые СППВ с использованием йодирования разрабатывались ЦТКБ МРФ. Такие станции серийно не производились вследствие недостатков метода указанных выше [11], [5].

Приказ № 145-пр. от 15.02.73 г. Минздрава и Минречфлота СССР предписывает внедрение на судах речного флота озонаторных СППВ.

В настоящее время данные системы применяются практически на всем оборудованном СППВ серийном и несерийном флоте и используют единую технологическую схему «фильтрация» + «озонирование».

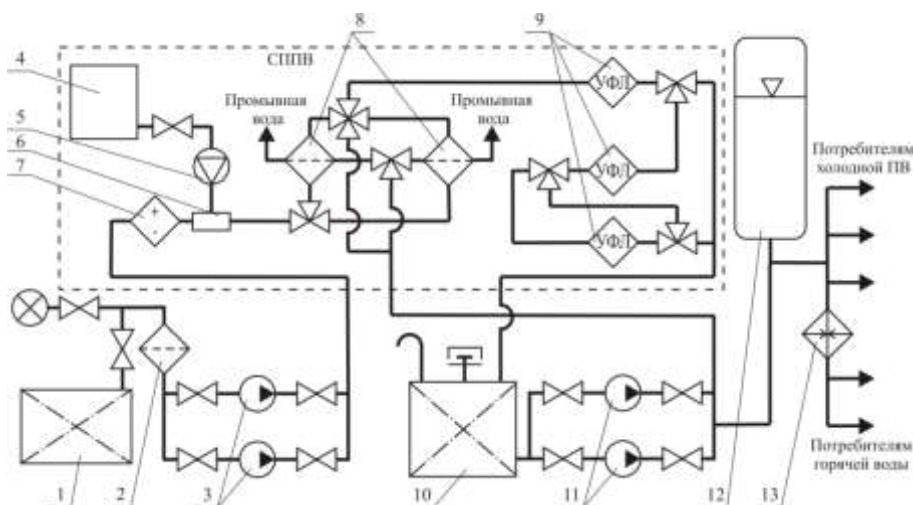


Рис. 7. Принципиальная схема СПВ с хлораторной СППВ из заборной и возможностью кондиционирования ПВ
 1 – танк заборной воды; 2 – фильтр сетчатый; 3 – насосы заборной воды;

4 – емкость гипохлорита натрия; 5 – насос-дозатор; 6 – смеситель;
 7 – электролизер; 8 – песчаные фильтры; 9 – блок УФЛ; 10 – танк запаса ПВ;
 11 – санитарные насосы; 12- гидрофор; 13 – водоподогреватель.

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 (рис. 8) [4].

Преимуществом подобных систем является возможность приготовления ПВ из заборной, обработки бункеруемой с берега или судов-водолаев, 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 [4]. 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. 9).

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 [4]. Однако использование накопительной цистерны ПВ в качестве основного места обеззараживания вновь приводит к высокой концентрации активного окислителя в обработанной ПВ.

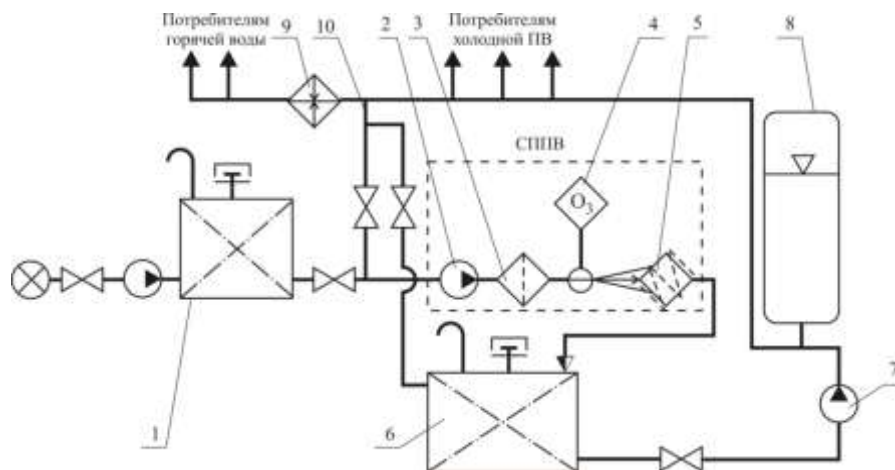


Рис. 8. Принципиальная схема СПВ с СППВ типа «Озон-0,5 УТ» с прямым озонированием и возможностью кондиционирования ПВ
 1 – танк запаса заборной воды; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – озонатор;
 5 – устройство обеззараживания; 6 – накопительный танк ПВ; 7 – санитарный насос; 8 – гидрофор; 9 – водоподогреватель; 10 – трубопровод циркуляции.

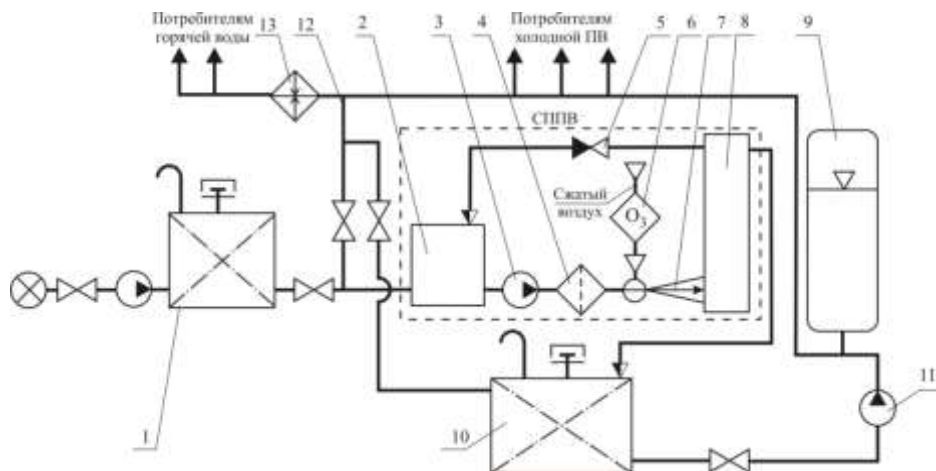


Рис. 9. Принципиальная схема СПВ с СППВ типа «Озон-2П/0,75» с косвенным озонированием и возможностью кондиционирования ПВ

- 1 – танк запаса заборной 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. 10) [12]. 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 [4].

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 [13–16].

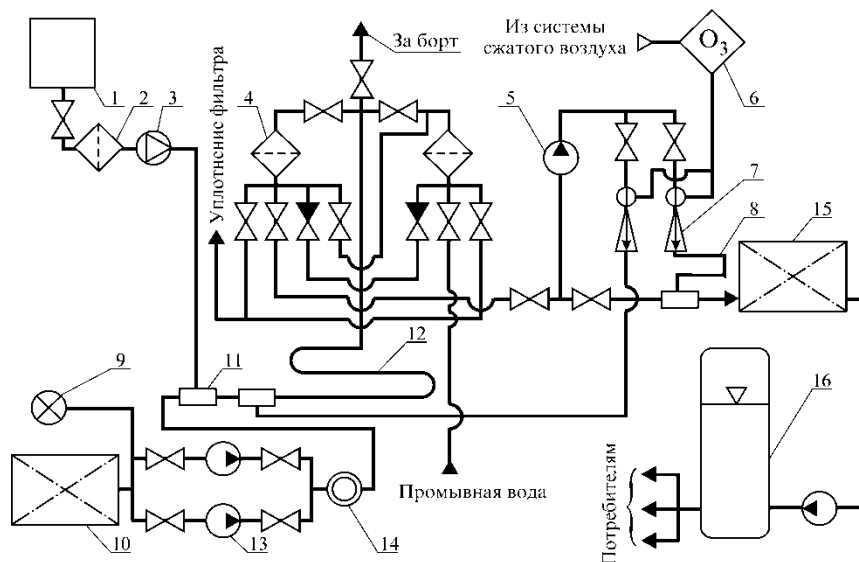


Рис. 10. СПВ с СППВ фирмы «Bran+Luebbe» с косвенным озонированием и отсутствием кондиционирования ПВ

- 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. 11) [17]. 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.

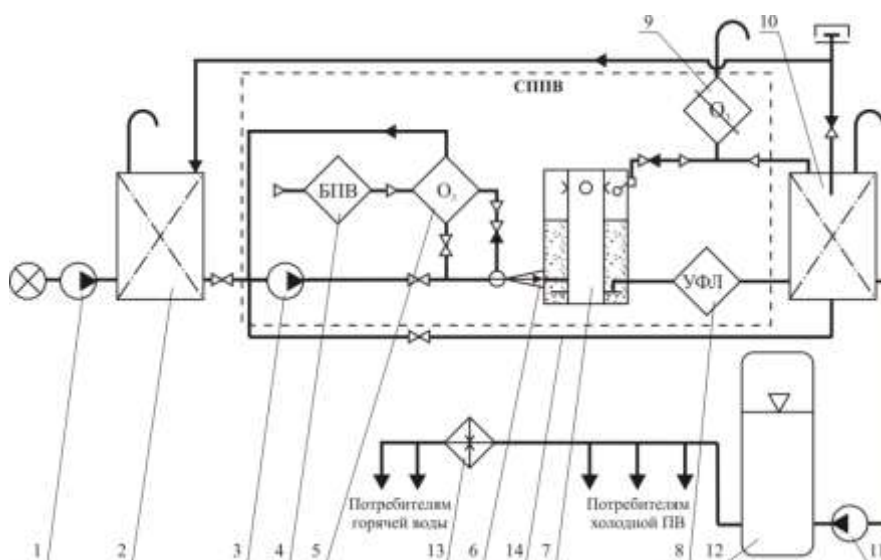


Рис. 11. СПВ с СППВ марки «СППВ-5В» с прямым озонированием, деструкцией остаточного озона и возможностью кондиционирования ПВ

- 1 – насос заборной воды; 2 – танк запаса заборной 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.

Заключение

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. Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.5.2-703-98. – М.: Минздрав России, 1998. – 144 с.
2. Российский Речной Регистр. Правила (в 6-х томах). – Т 4, Правила классификации и постройки судов (ПКПС). – М.: Российский Речной Регистр, 2019 – 1506 с.
3. Этин В.Л. Основы проектирования комплекса систем водоснабжения судов внутреннего и смешанного плавания: Автореф. дисс. докт. техн. наук. – Л, 1985. – 44 с.
4. Водоснабжение судов внутреннего и смешанного плавания: Учеб. пособие / В.Л. Этин, А.С. Курников, В.Н. Старостин. – Горький: ГИИВТ, 1985. – 62 с.
5. 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.
6. Установки обеззараживания воды. Каталог оборудования НПО «ЭНТ». – С.Петербург, НПО «ЭНТ», 2019. – 142 с.; ил.
7. Оборудование. УФ-системы обеззараживания воды. Каталог оборудования НПО «ЛИТ». – М., НПО «ЛИТ», 2020. – 18 с.; ил.
8. Обеззараживание питьевой воды. Каталог оборудования НПО «Кристалл». – М.: НПО «Кристалл», 2020. – 18 с.; ил.
9. 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.
10. Чиняев И.А. Судовые системы: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1984. – 216 с.
11. Барац В.А., Николаев М.В., Эльпинер Л.И. Водоснабжение судов речного флота. – М.: Транспорт, 1974. – 144 с.
12. 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.
13. 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.
14. Этин В.Л., Баранов А.Л. Причины неудовлетворительной работы станций «Озон»// Речной транспорт, 1980. – № 2. – С. 29.

15. Васькин С.В. Проектирование судовых систем приготовления питьевой воды с управляемым технологическим процессом: Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Н.Новгород, 2000. – 22 с.
16. 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.
17. Станция приготовления питьевой воды «СППВ-5В». Техническое описание и инструкция по эксплуатации ОУ.5–ГО. – Н.Новгород: ВГАВТ, 2005 – 24 с.
18. Курников А.С. Исследование и разработка методики проектирования судовых систем приготовления озона: автореф. дис... канд. техн. наук. / А.С. Курников – Л., 1985. – 22 с.
19. Мизгирев Д.С., Гурьянов Н.М. Анализ загрязнений вод из подземных и поверхностных источников, используемых в целях питьевого и технического водоснабжения / Д.С. Мизгирев, Н.М. Гурьянов. Труды международного научно-практического форума «Великие реки – 2018»: Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек – Труды конгресса. Выпуск 7: электрон. ресурс. – ISBN 978-5-901772-60-2 – Н. Новгород: ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2018. Св-во о рег-ции: Эл № ФС77-52022 от 29.11.2012 г. Режим доступа: <http://вф-река-море.рф> свободный – Загл. с экрана. – яз. рус., англ – 0,55 п.л.
20. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: 4-е изд. [Guidelines for drinking-water quality – 4-th ed.]. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2017 г. – 628 с.
21. Вода для хозяйственно-питьевого обеспечения судов. Требования к качеству: ГОСТ 29183-91. – Введ. 01.01.1993. – М.: ИПК изд-ва стандартов, 1999. – 6 с.
22. Singel P.C. Assessing ozonation research needs in water treatment// American Water Works Association Journal, 1990. – Vol.82. – N10. – pp. 78–88.
23. Crasso D., Weber W.J., De Kam J.A. Effects of preoxidation with ozone on water quality: a case study//American Water Works Association Journal, 1989. – Vol.81. – N6. – pp. 85–92.

ANALYSIS OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR SHIP POTABLE WATER SYSTEMS

Dmitriy. S. Mizgirev,

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Nikolay M. Guryanov,

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article provides an overview and analysis of all main types of potable water systems currently used on inland and mixed navigation vessels: without potable water treatment; with elements of potable water disinfection and conditioning; with complete purification and disinfection of potable water. The operation principles of potable water systems of all types and designs are considered in detail, all the advantages and disadvantages of these systems are noted. Special attention is paid to stations for preparing potable water by using UV lamps, which essentially differ in the technological process from most of the stations used, and provide guaranteed high-quality disinfection of potable water, which allows to choose the most promising station type and outline a plan for further work on creating new and improving existing stations.

Keywords: potable water system, potable water preparation, disinfection, ship water supply, stations of potable water preparation.

References:

1. Suda vnutrennego i smeshannogo (reka-more) plavaniya. Sanitarnye pravila i normy: SaNPIN 2.5.2-703-98. – М.: Minzdrav Rossii, 1998, 144p.
2. Rossiiskii Rechnoi Registr. Pravila (v 6 tomakh). T 4, Pravila klassifikatsii i postroiki sudov (PKPS). – М.: Rossiiskii Rechnoi Registr, 2019, 1506p.
3. Ehtin, V.L. Osnovy proektirovaniya kompleksa sistem vodosnabzheniya sudov vnutrennego i smeshannogo plavaniya: Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk. – L, 1985 44p.
4. Ehtin, V.L., A.S. Kurnikov, V.N. Starostin. Vodosnabzhenie sudov vnutrennego i smeshannogo plavaniya: Ucheb. posobie, Gor'kii: GIIVT, 1985. 62p.
5. Tikhomirov, G.I. Tekhnologiya obrabotki vody na morskikh sudakh: Kurs lektsii: Ucheb. posobie dlya kursantov i studentov morskikh spetsial'nostei. – Vladivostok.: Mor. gos. un-t, 2013. 159p.
6. Ustanovki obezzarazhivaniya vody. Katalog oborudovaniya NPO «EHNT». – S.Peterburg, NPO «EHNT», 2019. 142p.
7. Oborudovanie. UV-sistemy obezzarazhivaniya vody. Katalog oborudovaniya NPO «LIT». – М.: NPO «LIT», 2020. 18p.
8. Obezzarazhivanie pit'voi vody. Katalog oborudovaniya NPO «KristalL». – М.: NPO «KristalL», 2020. 18p.
9. 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. 31/ 5–6 (1995): 123–129. <https://doi.org/10.2166/wst.1995.0579>
10. Chinyayev, I.A. Sudovye sistemy: Ucheb. dlya vuzov. – 3-e izd., pererab. i dop. – М.:Transport, 1984. 216p.
11. Barats, V.A., Nikolaev M.V., Ehl'piner L.I. Vodosnabzhenie sudov rechnogo flota. – М.: Transport, 1974. 144p.
12. Kurnikov, A.S., Mizgirev D.S., Mikheeva T.A. Nauchnoe obosnovanie tekhnicheskikh reshenii sozdaniya i sovershenstvovaniya prirodookhrannogo oborudovaniya dlya vodnogo transporta i predpriyatii rechnogo flota: monografiya. N.Novgorod: izd-vo FBOU VPO VGAVT, 2017. 436p.

13. Kurnikov A.S., S.P. Pyatunin «Ispytaniya i naladka stantsii PPV tipa «OzoN» na deistvuyushchem flote v navigatsiyu 1979 g» (Testing and commissioning of drinking water preparation stations of the «Ozone» type in the current fleet during the navigation of 1979.) Problemy rechnogo transporta. Tez. dokl. Materialy XXII NTK prof.-prep. sostava. – Gor'kii: GIIVT, (1980): 123-124.
14. Ehtin V.L., A.L. Baranov «Prichiny neudovletvoritel'noi raboty stantsii «Ozon» (The reasons for the unsatisfactory operation of the stations «Ozon») *Rechnoi transport 2*, (1980): 29.
15. Vaskin S.V. Proektirovanie sudovykh sistem prigotovleniya pit'evoi vody s upravlyaemym tekhnologicheskim protsessom: Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. – N.Novgorod, 2000. 22 p.
16. Materialy soveshchaniya «Analiz sanitarno-ehpidemiologicheskoi situatsii na flote sudovladel'tsev Nizhegorodskoi oblasti za navigatsiyu 2018 g. i podgotovka k navigatsii 2019 g.» v Upravlenii Rospotrebnadzora RF po Nizhegorodskoi oblasti. 15 Dec. 2019.
17. Stantsiya prigotovleniya pitevoi vody «SPPV-5V». Tekhnicheskoe opisanie i instruksiya po ehkspluatatsii OU.5–TO. N.Novgorod: VGAVT, 2005 24p.
18. Kurnikov A.S. Issledovanie i razrabotka metodiki proektirovaniya sudovykh sistem prigotovleniya ozona: avtoref. dis... kand. tekhn. nauk. – L., 1985. 22p.
19. Mizgirev D.S., N.M. Guryanov. Analiz zagryaznenii vod iz podzemnykh i poverkhnostnykh istochnikov, ispolzuemykh v tselyakh pitevogo i tekhnicheskogo vodosnabzheniya. Trudy mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma «Velikie reki – 2018»: Problemy ispolzovaniya i innovatsionnogo razvitiya vnutrennikh vodnykh putei v basseinakh velikikh rek – Trudy kongressa. Vypusk 7 – N. Novgorod: FGBOU VO «VGUVT», 2018. < <http://www.вф-пека-море.рф/>> Web. 10 Apl. 2020.
20. Rukovodstvo po obespecheniyu kachestva pit'evoi vody: 4-e izd. [Guidelines for drinking-water quality – 4-th ed.]. Zheneva: Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya; 2017 628p.
21. Voda dlya khozyaistvenno-pit'evogo obespecheniya sudov. Trebovaniya k kachestvu: GOST 29183-91. – Vved. 01.01.1993. – M.: IPK izd va standartov, 1999 6p.
22. Singel P.C. «Assessing ozonation research needs in water treatment» American Water Works Association Journal 82.10 (1990) 78-88.
23. Crasso D., Weber W.J., De Kam J.A. «Effects of preoxidation with ozone on water quality: a case study» American Water Works Association Journal 81.6 (1989): 85-92.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Мизгирев Дмитрий Сергеевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: mizgirevds@yandex.ru

Гурьянов Николай Михайлович, начальник отдела информационно-технической поддержки, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: gurnikol@yandex.ru

Dmitriy S. Mizgirev, Doctor of Technical Sciences, associate Professor, Professor of the Department of Lifting and Transport Machines and Machine repair, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951.

Nikolay M. Guryanov, Head of Information and Technical support Department, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Статья поступила в редакцию 07.05.2020 г.