



DOI 10.22363/2313-2310-2019-27-3-173-183
УДК 628.194

Научная статья

Объединенная судовая система приготовления и кондиционирования питьевой воды

Д.С. Мизгирев, Е.А. Черепкова, А.С. Слюсарев, Н.С. Отделкин

Волжский государственный университет водного транспорта
Российская Федерация, 603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Аннотация. В статье рассмотрены способы сохранения качества питьевой воды при длительном хранении в закрытых судовых емкостях. Проанализированы методы очистки воды применительно к судовым условиям, которые позволили выбрать наиболее перспективные и безопасные. Дана классификация активированных окислительных технологий. Предложена функциональная схема объединенной судовой системы приготовления и кондиционирования питьевой воды.

Ключевые слова: консервация, кондиционирование, озонирование, УФ-излучение, кавитация, активированные окислительные технологии

Введение

Вода – важный элемент окружающей среды, который оказывает существенное влияние на деятельность и здоровье человека. Нашу планету можно назвать гидропланетой, так как вода на 3/4 покрывает поверхность земного шара. Но, к сожалению, в природе не существует химически чистой воды, потому что она всегда содержит определенное количество растворенных газов, минералов и различные механические примеси.

В связи с этим для использования воды в качестве технической, мытьевой и питьевой ее необходимо подвергнуть определенной обработке в зависимости от назначения.

К источникам водоснабжения следует отнести поверхностные, подземные и атмосферные воды. Для судов же источником являются поверхностные береговые гидранты и суда-водолеи.

В любом случае на судне готовая к потреблению вода хранится в специальных цистернах запаса. Известно, что со временем качество воды при хранении постепенно ухудшается, и в конце концов она становится непригодной к употреблению.



Поэтому необходимо воду при хранении обязательно обеззараживать, либо консервировать, или кондиционировать [1–3].

1. Способы обработки воды при длительном хранении в цистернах запаса

Сохранить воду питьевого качества в цистерне запаса возможно тремя способами.

1. Самый простой способ (на первый взгляд) – *свести к минимуму время хранения воды в закрытых цистернах* (не более суток). Это достигается дезинфекцией воды собственной (судовой) установкой производительностью, близкой к объему потребления с учетом пиковых расходов. Но такая установка требует постоянного обслуживания, что технически и экономически невыгодно. Тем более надо постоянно пополнять цистерну свежей порцией воды.

2. *Консервация* – действия, направленные на долгосрочное сохранение объектов (например, воды). Наибольшее распространение из химических методов консервирования воды получило использование ионов серебра. Научно установлено, что при хранении воды в емкостях из серебра качество воды может сохраняться до 6 месяцев. Однако данный реагент дорогой и дефицитный. В практике рекомендуется применение серебра для консервации небольших объемов воды.

Другим химическим методом является применение ионов меди. В настоящее время широкое применение в водоподготовке получила комбинация хлорирования с введением серебра и меди. Такой процесс позволяет уменьшить вводимые в воду концентрации реагентов, но при этом надо учесть и присущие хлору недостатки.

Все перечисленные методы применимы только для малых объемов, поэтому для судов они нецелесообразны.

3. *Кондиционирование* – обработка объекта (например, воды) с целью привести его в соответствии определенным требованиям. Для этого необходимо применять специальные установки и аппараты, обеспечивающие полное восстановление свойств объекта (например, питьевых свойств воды).

Учитывая сказанное, кондиционированная обработка воды, хранящейся длительное время в судовых цистернах, наиболее приемлемая для морских судов и судов смешанного (река – море) плавания.

2. Технологические процессы кондиционирования воды

Кондиционирование воды на судах заключается в улучшении органолептических показателей качества воды (запаха, привкуса, цветности, мутности) и микробиологических показателей (колифаги, общие колиформные бактерии, термотелерантные колиформные бактерии, патогенные микроорганизмы).

В судовых условиях ограниченного объема помещений и неизбежной качки судна реализовать полностью береговые технологии не представляется возможным. Поэтому на судах, как правило, используются скорые фильтры и по возможности безреагентные методы обеззараживания (ультрафио-

летовое излучение (УФИ), озонирование, ионизирующее излучение, ультразвуковые колебания). В последнее время получили признание в водоподготовке кавитация и химический реагент – пергидроль.

Проанализируем эффективность выше рассмотренных методов очистки воды в табличной форме (см. таблицу), воспользовавшись рядом литературных источников [2–21].

Эффективность уровня водоподготовки определяется по степени влияния каждого из методов очистки на показатели, представленные в таблице (5 баллов – наилучший). Итоговые значения баллов дают представление о действительном уровне эффективности того или иного метода очистки.

Анализ существующих методов показывает, что наиболее перспективными и безопасными с одновременным повышением механической и санитарной надежности для установок на судах являются обработка УФИ, кавитация, обработка пергидролем, озонирование, фильтрация (или сорбция), а их комбинированное использование (в определенной последовательности) обеспечивает возникновение активированных окислительных технологий (АОТ's) [1–21].

Таблица

Сравнительная эффективность методов очистки воды

Методы очистки воды	Бактерии	Вирусы	Микробные токсины	Фенолы	Хлорорганические вещества	Простые органические вещества	Ионы тяжелых металлов	Избыток минеральных солей	Безопасность метода	Сумма баллов
Хлорирование	5	5	3	3	2	3	2	2	1	26
Бромирование	5	5	3	2	2	2	2	2	1	24
Озонирование	5	5	3	4	4	4	2	2	5	34
Фильтрация и сорбция	3	3	2	4	4	3	3	2	5	30
Обработка УФИ	5	5	3	3	2	2	2	2	5	29
Коагулирование, флокулирование, фильтрация	3	2	3	3	3	3	4	2	2	25
Обработка перманганатом калия	3	2	3	2	2	3	2	2	3	22
Обработка пергидролем	5	5	3	4	3	4	2	3	2	31
Обработка ионами тяжелых металлов	2	2	2	2	2	2	5	5	3	25
Обработка высоковольтным зарядом	3	2	2	2	2	2	2	5	3	23
Электрический разряд малой мощности	3	2	2	3	2	1	1	3	3	20
Обработка переменным электрическим током	5	5	4	3	3	2	2	2	2	28
Обработка ультразвуком	4	4	3	3	2	2	2	2	5	27
Микрофильтрация	3	2	2	2	2	2	2	2	4	21
Иодирование	5	5	3	3	2	2	2	2	1	25
Ультрафильтрация	5	4	2	2	2	2	2	2	4	25
Кавитация	5	4	4	4	3	4	3	3	5	35

Comparative efficiency of methods of water purification

Methods of water treatment	Bacteria	Viruses	Microbic toxins	Phenols	Chlorinated organic compounds	Simple organic substances	Heavy metal ions	Excess of minerals	Method safety	Total
Chlorination	5	5	3	3	2	3	2	2	1	26
Bromination	5	5	3	2	2	2	2	2	1	24
Ozonation	5	5	3	4	4	4	2	2	5	34
Filtration and sorption	3	3	2	4	4	3	3	2	5	30
UV treatment	5	5	3	3	2	2	2	2	5	29
Coagulation, flocculation, filtration	3	2	3	3	3	3	4	2	2	25
Treatment with potassiumpermanganate	3	2	3	2	2	3	2	2	3	22
Perhydrol treatment	5	5	3	4	3	4	2	3	2	31
Treatment with heavy metal ions	2	2	2	2	2	2	5	5	3	25
Processing with high voltage	3	2	2	2	2	2	2	5	3	23
Electric discharge of low power	3	2	2	3	2	1	1	3	3	20
Processing with alternative current	5	5	4	3	3	2	2	2	2	28
Sonication	4	4	3	3	2	2	2	2	5	27
Microfiltration	3	2	2	2	2	2	2	2	4	21
Iodination	5	5	3	3	2	2	2	2	1	25
Ultrafiltration	5	4	2	2	2	2	2	2	4	25
Cavitation	5	4	4	4	3	4	3	3	5	35

3. Активированные окислительные технологии в процессах очистки воды

На данный момент АОТ's разделяют на виды, представленные на рис. 1 [22; 23].

Относительное количество каждого из окислителей зависит от многих факторов, в частности, от интенсивности и спектра ультрафиолетового излучения, концентрации загрязнений и др.

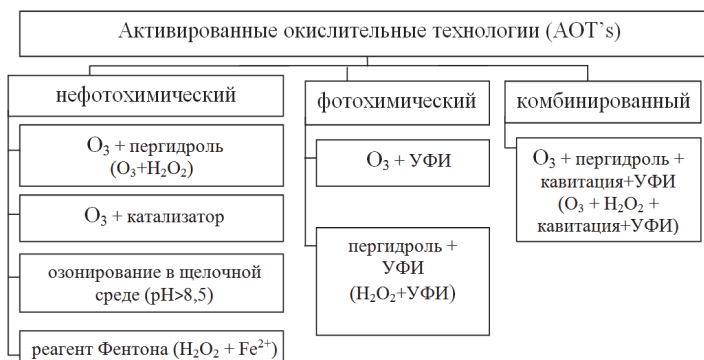


Рис. 1. Классификация активированных окислительных технологий (AOT's)

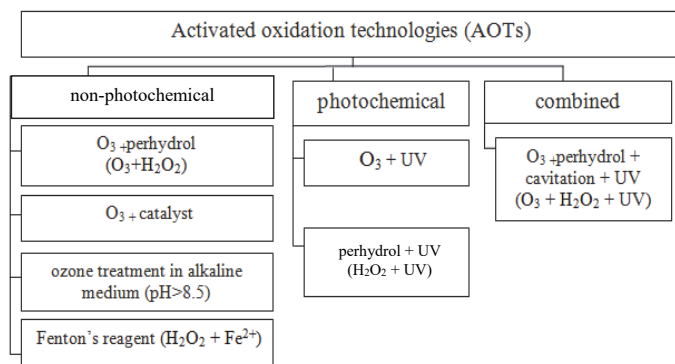


Figure 1. Classification of activated oxidation technologies (AOTs)

Гидроксильные радикалы OH^\cdot , полученные тем или иным способом, способны разложить любое органическое вещество до полной минерализации. В случае трудно окисляемых неорганических примесей окисление происходит до высших форм окислов, которые затем удаляются из воды пост-фильтрацией.

Фактор усиления (в ряде случаев) достигает величин порядка 10^2 для органических примесей и 10^3 для микроорганизмов. Исследования ученых свидетельствует о снижении эффективных концентраций применяемых дезинфектантов и экспозиционной дозы УФИ [21]. В источниках [14; 24; 25; 28] даны рекомендации по выбору различных комбинаций процессов. Так, при мутности воды более 4,6 мг/л и скорости потока воды более 1,5 м/с наиболее оптимально использование процессов $\text{H}_2\text{O}_2\text{--O}_3$, а при меньших значениях мутности и скорости потока воды — использование химических дезинфектантов и УФИ.

4. Функциональная схема объединенной судовой системы приготовления и кондиционирования питьевой воды

Приведенная выше информация позволила авторам разработать новую функциональную схему судовой системы, изображенную на рис. 2.

Части схемы сгруппированы в два отдельных и последовательно соединенных блока: предварительной (А) и основной (Б) очистки воды.

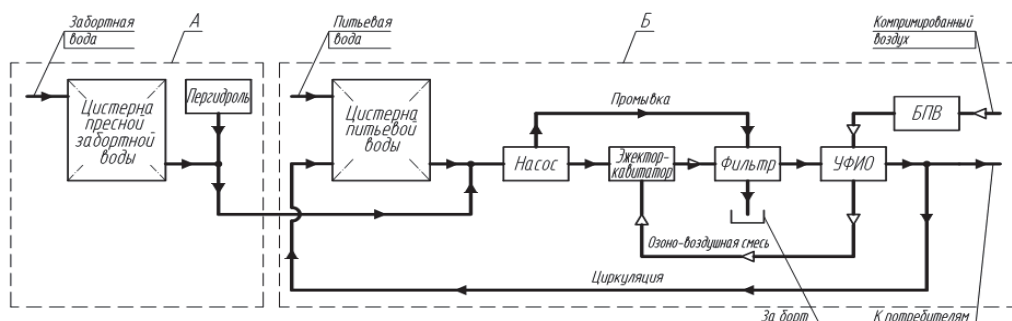


Рис. 2. Функциональная схема объединенной судовой системы приготовления и кондиционирования питьевой воды:

А – блок предварительной очистки воды; Б – блок основной очистки воды (блок кондиционирования);
УФИО – лампа УФ-излучения озонобразующая; БПВ – блок подготовки воздуха

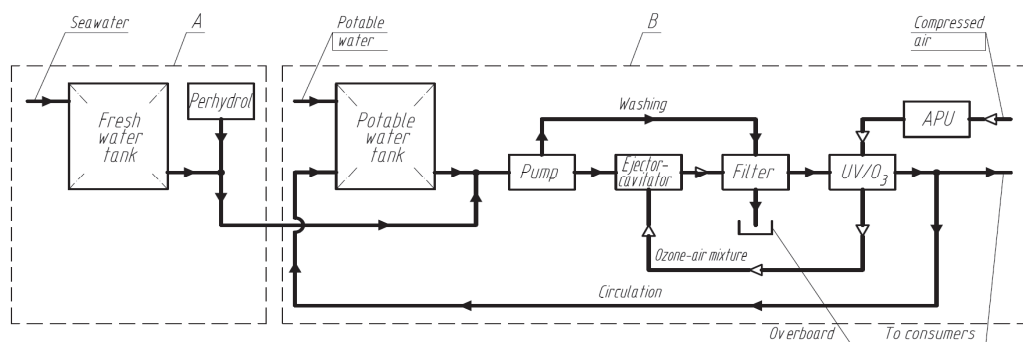


Figure 2. Functional scheme of the integrated ship system for preparation and conditioning of potable water:

A – pre-treatment unit; B – basic water treatment unit; UV/O₃ – UV lamp with ozone formation; APU – air preparation unit

А – блок предварительной очистки воды. Представляет собой цистерну запаса пресной забортной воды и узла обеззараживания пергидролем, который состоит из емкости для пергидроля и насоса-дозатора.

Данный блок используется только для судов смешанного (река – море) плавания при прохождении пресных водоемов, то есть когда судно находится в районах внутренних водных путей (ВВП).

Б – блок основной очистки воды (блок кондиционирования). Применяется как для морских, так и для судов смешанного (река – море) плавания при эксплуатации в морских районах для кондиционирования воды. Во время нахождения судна в районах ВВП используется в качестве основной очистки воды.

Блок состоит из цистерны питьевой воды, насоса, эжектора-кавитатора, в который поступает озono-воздушная смесь из УФИО, и фильтра с песчаной загрузкой. Финишная обработка воды осуществляется в лампе УФИО, воздух в которую подается из БПВ.

Система работает следующим образом.

1. При нахождении судна в районе ВВП (используются блоки А и Б).

Из цистерны блока А насосом блока Б вода подается в эжектор-кавитатор. При транзите из блока А в блок Б в воду подается пергидроль насосом-дозатором, в результате чего происходит первый этап обеззараживания воды. Второй этап обеззараживания осуществляется в эжекторе-кавитаторе за счет кавитации и озона, который поступает из лампы УФИО. Далее из эжектора-кавитатора вода очищается в фильтре и окончательно (третий этап) обеззараживается в лампе УФИО и только после этого подается потребителю.

Итак, в системе используются АОТ's, включающие обеззараживающие процессы пергидролем, озонированием, кавитацией и УФИ, что значительно увеличивает санитарную надежность очистки воды.

2. При нахождении судна в морских районах (используется блок Б).

Насосом вода из цистерны питьевой воды подается в эжектор-кавитатор, где происходит смешивание озона с водой и кавитация. После вода поступает в фильтр и лампу УФИО и далее потребителю. Здесь также используются АОТ's, но в сокращенном виде: озонирование, кавитация и УФИ. Во время незначительного потребления воды или его полного отсутствия вода начинает воз-

вращаться в цистерну через циркуляционный трубопровод, чем обеспечивается сохранение качества питьевой воды в цистерне.

В результате такой организации работы системы постоянно обеспечивается высокое качество питьевой воды.

Заключение

Предлагаемая объединенная судовая система позволяет всегда получать потребителям питьевую воду высокого качества независимо от места нахождения судна.

На все приведенные технологические решения авторы статьи имеют соответствующие патенты РФ: № 2162060, № 2162061, № 2591965, № 113266, № 150765, № 152746, № 166601.

Список литературы

- [1] Гигиена хозяйственно-питьевого водоснабжения морских судов. Методические указания 1975–1979 от 9 апреля 1979 г. М.: Изд-во Минздрава, 1979. 38 с.
- [2] Тихомиров Г.И. Технологии обработки воды на морских судах: курс лекций: учебное пособие для курсантов и студентов морских специальностей. Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2013. 159 с.
- [3] Воробьева Л.В. Гигиена, санология, экология: учебное пособие. СПб.: СпецЛит, 2011. 255 с.
- [4] Патент России № 2042637 от 21.06.1993. Устройство для обеззараживания воды ультрафиолетом и озоном / Медриш Г.Л., Семенова М.А., Корягин О.Г.; опубл. 27.08.1995.
- [5] Моисеев И.И. Окислительные методы в технологии очистки воды и воздуха // Изв. АН. Сер. Хим. 1995. № 3. С. 578–588.
- [6] Кульский Л.А., Гороновский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды: в 2 ч. Ч. 1 / отв. ред. А.Т. Пилипенко. К.: Наукова думка, 1980. 680 с.
- [7] Курников А.С., Васькин С.В. Автоматизация работы судовых станций приготовления питьевой воды // Судовые озонаторные станции и их автоматизация. Нижний Новгород, 2000. Вып. 294. С. 3–52.
- [8] Лунин В.В., Попович М.П., Ткаченко С.Н. Физическая химия озона. М.: Изд-во МГУ, 1998. 480 с.
- [9] Филиппов Ю.В., Вобликова В.А., Пантелеев В.И. Электросинтез озона. М.: Изд-во МГУ, 1987. 236 с.
- [10] Лампа УФ-обеззараживания / ООО «ТПО “Ариста”» – передовые технологии. URL: <http://donetsk.prom.ua/p305166-lampa-obezzarazhivaniya-s5q.html> (дата обращения: 04.09.2019).
- [11] Лампы УФ-излучения / Тертия. URL: <http://tertia.ru/spesiallampi.html> (дата обращения: 03.09.2019).
- [12] Весельницкий И.М., Рохлин Г.Н. Ртутные лампы высокого давления. М.: Энергия, 1971. 328 с.
- [13] Рождественский В.В. Кавитация. Л.: Судостроение, 1977. 248 с.
- [14] Биркгоф Б., Сарантонелло Э. Струи, следы и каверны / пер. с англ. В.П. Вахомчик, М.М. Литвинов. М.: Мир, 1964. 468 с.
- [15] Иванов А.Н. Гидродинамика развитых кавитационных течений. Л.: Судостроение, 1980. 238 с.

- [16] *Иванов Л.А.* О применении кавитаторов (обзорная статья) // Энергосбережение: энергосберегающие технологии для промышленных предприятий. Миасс, 2008. С. 28–38.
- [17] *Соколов Е.Я., Зингер И.М.* Струйные аппараты. 3-е изд., перераб. М.: Энергоатомиздат, 1989. 352 с.
- [18] *Пикаев А.К., Кабакчи С.А.* Реакционная способность первичных продуктов радиолиза. М.: Энергоиздат, 1982. 200 с.
- [19] *Черепкова Е.А., Курников А.С., Мизгирев Д.С.* Расчет гидродинамического кавитатора с тороидальной камерой смещения // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2015. № 4 (32). С. 60–65.
- [20] *Черепкова Е.А., Китатный Н.И.* Применение возобновляемых источников энергии в судостроении // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Нижний Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2018. Вып. 54. С. 55–62.
- [21] Фильтры для воды / Видеомикс. URL: http://voda.videomix.ru/show_mix/show.php?id=43958/sterilight_sp950-ho2 (дата обращения: 02.09.2019).
- [22] *Авчинников А.В., Рахманин Ю.А., Жук Е.Г.* Изучение совместного действия ультрафиолетового излучения и химических дезинфектантов при обеззараживании питьевой воды // Вода: экология и технология: тез. докл. Третьего Международного конгресса. М.: СИБИКО Интернэшнл, 1998. С.223.
- [23] *Мураков А.П., Гребенчиков Е.Н.* Очистка сильнозагрязненных сточных вод химических производств // Экология и промышленность России. М., 2000. С. 9–12.
- [24] *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. No. 6. Pp. 85–92.
- [25] *Гончарук В.В.* Фотокаталитическое деструктивное окисление органических соединений в водных средах // Химия в интересах устойчивого развития. 1997. № 5. С. 345–355.
- [26] *Dowideir P., Fang X.* The fate of peroxyl radicals in aqueous solution // Wat. Sci. Tech. 1997. Vol. 35. No. 4. Pp. 9–15.
- [27] *Munter R.* Advanced oxidation processes-current status and prospects // Proc. Estonia Acad. Sci. Chem. 2001. Pp. 59–80.
- [28] *Мизгирев Д.С., Курников А.С.* Проектирование метантенка как элемента судовой системы СКПО // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Нижний Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. Вып. 52. С. 107–120.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 20.09.2019

Дата принятия к печати: 08.12.2019

Для цитирования:

Мизгирев Д.С., Черепкова Е.А., Слюсарев А.С., Отделкин Н.С. Объединенная судовая система приготовления и кондиционирования питьевой воды // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 173–183. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-173-183>

Сведения об авторах:

Мизгирев Дмитрий Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта. eLIBRARY SPIN-код: 4787-0332. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru

Черепкова Екатерина Алексеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9430-6024>, eLIBRARY SPIN-код: 8856-3693. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru, E-mail: echer-nn@mail.ru

Слюсарев Анатолий Сидорович – доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru

Отделкин Николай Станиславович – доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта. eLIBRARY SPIN-код: 5456-1055. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru, nik-otdelkin@vgavt-nn.ru

Research article

Integrated ship system for preparation and conditioning of drinking water

**Dmitry S. Mizgirev, Ekaterina A. Cherepkova,
Anatoly S. Slyusarev, Nikolai S. Otdelkin**

Volga State University of Water Transport
5 Nesterova St, Nizhny Novgorod, 603951, Russian Federation

Abstract. The article considers the ways of preserving the quality of drinking water during prolonged storage in closed ship containers. The analysis of water treatment methods in marine conditions allowed to select the most promising and safe methods. The classification of activated oxidation technologies is given in the paper. The functional scheme of integrated ship systems of preparation and conditioning of drinking water is presented.

Keywords: conservation, air-conditioning, ozonation, ultraviolet radiation, cavitation, activated oxidation technology

References

- [1] *The Hygiene of drinking water on ships. Guidelines 1975–1979 dated April 9, 1979.* Moscow, Publishing House of the Ministry of Health; 1979.
- [2] Tikhomirov GI. *Technology of water treatment on ships: a course of lectures: manual for students of marine specialties.* Vladivostok, Maritime State University Publ.; 2013.
- [3] Vorobyeva LV. *Hygiene, sanology, ecology: textbook.* Saint Petersburg, SpetsLit Publ.; 2011.
- [4] Medrish GL, Semenova MA, Koryagin OG. *Device for disinfection of water with ultraviolet light and ozone.* Patent of Russia No. 2042637 from 21.06.1993. Publ. 27.08.1995.
- [5] Moiseev II. Oxidative methods of water purification technology and air. *Izv. Ac. Sc. Chem.* 1995;(3):578–588.
- [6] Kulsky LA, Goronovsky IT, Koganovsky AM, Shevchenko MA. Directory on properties, methods of analysis and purification: in 2 parts. Part 1. Kiev, Naukova dumka Publ.; 1980.
- [7] Kurnikov AS, Vaskin SV. Automation of ship stations, preparation of drinking water. *Shipboard ozonation station and automation.* 2000;294:3–52.

- [8] Lunin VV, Popovich MP, Tkachenko SN. Physical chemistry of ozone. Moscow, MGU Publ.; 1998.
- [9] Filippov YV, Voblikova VA, Panteleev VI. Electrosynthesis of ozone. Moscow, MGU Publ.; 1987.
- [10] *Lamps of UV-disinfection*. Co. Ltd. “TPO ‘Arista’ ” – Advanced technology. Available from: <http://donetsk.prom.ua/p305166-lampa-obezzarazhivaniya-s5q.html> (accessed: 17.12.2016).
- [11] *The Lamp of UV radiation*. Tertius. Available from: <http://tertia.ru/spesiallampi.html> (accessed: 17.12.2016).
- [12] Veselinsky IM, Rokhlin GN. *High pressure mercury lamps*. Moscow, Energiya Publ.; 1971.
- [13] Rozhdestvensky VV. *Cavitation*. Leningrad, Sudostroenie Publ.; 1977.
- [14] Birkhoff B, Sarantonello E. *Jets, trails and caverns*. Moscow, Mir Publ.; 1964.
- [15] Ivanov AN. *Hydrodynamics of developed cavitation flows*. Leningrad, Sudostroenie Publ.; 1980.
- [16] Ivanov LA. On the application of cavitators (Review). *Energy saving: energy-saving technologies for industrial enterprises*. Miass; 2008. p. 28–38.
- [17] Sokolov EY, Singer IM. *Jet devices*. 3rd ed., revised. Moscow, Energoatomizdat Publ.; 1989.
- [18] Pikayev AK, Kabakchi SA. *The reactivity of primary products of radiolysis of water*. Moscow, Energoizdat Publ.; 1982.
- [19] Cherepkova EA, Kurnikov AS, Mizgirev DS. Calculation of hydrodynamic cavitator with toroidal mixing chamber. *Vestnik of State University of Sea and River Fleet named after Admiral S.O. Makarova*. 2015;4(32):p. 60–65.
- [20] Cherepkova EA, Kshtaltny NI. The use of renewable energy sources in shipbuilding. *Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport*. 2018;54:55–62.
- [21] *Filters for water*. Videomix. Available from: http://voda.videomix.ru/show_mix/show.php?id=43958/sterilight_sp950-ho2 (accessed: 12.16.2016).
- [22] Avchinnikov AV, Rahmanin YA, Zhuk EG. The study of the combined action of ultra-violet radiation and chemical disinfectants for disinfection of drinking water. *Water: Ecology and Technology. Proc. Rep. The Third International Congress*. Moscow, SIBICO International; 1998. p. 223.
- [23] Murakov AP, Grebenikov EN. Purification of highly contaminated waste waters of chemical production. *Ecology and Industry of Russia*. Moscow; 2000. p. 9–12.
- [24] Crasso D, Weber WJ, De Kam JA. Effects of preoxidation with ozone on water quality: a case study. *American Water Works Association Journal*. 1989;81(6):85–92.
- [25] Goncharuk VV. Photocatalytic destructive oxidation of organic compounds in aqueous media. *Chemistry for sustainable development*. 1997;(5):345–355.
- [26] Dowideir P, Fang X. The fate of peroxyl radicals in aqueous solution. *Wat. Sci. Tech.* 1997;35(4):9–15.
- [27] Munter R. Advanced oxidation processes-current status and prospects. *Proc. Estonia Acad. Sci. Chem.* 2001:59–80.
- [28] Mizgirev DS, Kournikov AS. Designing a digester as an element of the ship system SKPO. *Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport*. 2017;52:107–120.

Article history:

Received: 20.09.2019

Revised: 08.12.2019

For citation:

Mizgirev DS, Cherepkova EA, Slyusarev AS, Otdelkin NS. Integrated ship system for preparation and conditioning of drinking water. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2019;27(3):173–183. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-3-173-183>

Bio notes:

Dmitry S. Mizgirev – PhD, Professor, Department of Hoisting-and-Transport Machines and Machine Repair, Volga State University of Water Transport. eLIBRARY SPIN-code: 4787-0332. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru

Ekaterina A. Cherepkova – PhD, Associate Professor, Department of Hoisting-and-Transport Machines and Machine Repair, Volga State University of Water Transport. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9430-6024>, eLIBRARY SPIN-code: 8856-3693. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru, echer-nn@mail.ru

Anatoly S. Slyusarev – PhD, Professor, Department of Hoisting-and-Transport Machines and Machine Repair, Volga State University of Water Transport. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru

Nikolai S. Otdelkin – PhD, Professor Department of Hoisting-and-Transport Machines and Machine Repair, Volga State University of Water Transport. eLIBRARY SPIN-code: 5456-1055. E-mail: pmptmvgavt@yandex.ru, nik-otdelkin@vgavt-nn.ru