

УДК 351.778.34

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

ПОМОГАЙБО Дарья Александровна
студент

ЗАХАРОВА Елена Анатольевна
кандидат биологических наук, доцент кафедры техносферной безопасности
Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева

МУРКО Елена Викторовна
кандидат технических наук, доцент
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
г. Москва, Россия

В статье проведен анализ современных технологий обработки и очистки водных ресурсов, оценка их эффективности и применимости в условиях чрезвычайных ситуаций. Необходимость поиска эффективных решений для аварийного водоснабжения, особенно в районах с устаревшей инфраструктурой, в условиях ЧС требует дополнительного изучения, поскольку стандартные системы водоочистки могут оказаться непригодными из-за отсутствия энергоснабжения, повреждения инфраструктуры или высокой степени загрязнения источников. Современные разработки, такие как мобильные очистные установки, мембранные технологии, сорбционные методы и обеззараживание ультрафиолетом, открывают новые возможности для обеспечения населения водой в кризисных ситуациях.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, водоснабжение, очистка водных ресурсов, население, загрязнение.

В условиях ЧС обеспечение населения питьевой водой является ключевым элементом санитарной безопасности и одним из важнейших направлений защиты здоровья населения. Особое значение в этом контексте приобретают гигиенические требования к качеству воды, поскольку при разрушении инфраструктуры, загрязнении источников возрастает риск вспышек острых кишечных инфекций, вирусных гепатитов и других заболеваний, передающихся через воду. Даже кратковременное потребление некачественной воды может привести к массовым отравлениям и эпидемиям, особенно в условиях ограниченного доступа к медицинской помощи.

Аварии на объектах водоснабжения, загрязнение природных источников, перебои в доставке воды и другие последствия ЧС требуют быстрого реагирования и применения специализированных решений. В подобных обстоятельствах используются различные варианты водоочистки – от стационарных станций до мобильных комплексов и индивидуальных фильтрующих средств, способ-

ных функционировать в полевых условиях и при ограниченных ресурсах.

Технологии очистки воды, применяемые при ЧС, заметно отличаются от стандартных городских систем. Прежде всего, они должны быть мобильными, энергонезависимыми или малозависимыми от внешних источников, простыми в эксплуатации и быстро адаптируемыми под качество доступной воды. Особое внимание уделяется решениям, не требующим большого количества реагентов, а также способным работать при минимальных ресурсах – как водных, так и энергетических [2; 3].

Эффективная система водоочистки должна обеспечивать несколько этапов: удаление механических примесей, удаление токсичных веществ и биологическую безопасность воды. Для этого применяются различные методы: механическая фильтрация, коагуляция, сорбция на активированном угле, ионный обмен, мембранные технологии, включая обратный осмос, а также обеззараживание – с использованием ультрафиолета, озона, хлора или современных электрофизи-

ческих способов. Особенно востребованы компактные, быстроразворачиваемые установки, рассчитанные как на индивидуальное использование, так и на обеспечение небольших населенных пунктов. Это могут быть рюкзачные фильтры, устройства с солнечным питанием, передвижные комплексы в контейнерном исполнении или модульные станции, оснащенные собственным источником энергии. Также находят применение инновационные решения, например, фильтры на основе наноматериалов,

каталитических мембран, графена и природных сорбентов [1; 4; 5].

В рамках реализации мероприятий по обеспечению санитарно-гигиенической безопасности при ЧС эффективно использовать как мобильные, так и стационарные установки очистки воды, а также население может применять индивидуальные системы очистки питьевой воды. Сравнительная характеристика стационарных и мобильных установок водоочистки представлена в таблице 1.

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДООЧИСТНЫХ УСТАНОВОК

Установка	Тип воздействия	Энергоне-зависи-мость	Защита от вирусов и бактерий	Произво-дитель-ность	Уровень применения
АКВАФОР J.SHMIDT 500	сорбционно-механическая	частично	да	низкая	индивидуальное
МИВ Crystal	механическая + УФ	да	да	средняя	групповое
ТУФ-200	механическая сорбционная	да	да	средняя	групповое/военное
МАФС-3	комплексная	нет	да	высокая	стационарное/мобильное
ПОУ-4	опреснение, сорбционная	нет	да	высокая	прибрежные
Походный фильтр	механическая сорбционная стерилизация	да	да	низкая	индивидуальное/экстренное
Эжекторная система	аэрационная механическая	да	нет	средняя	групповое/полевое
Электро-коагуляция	электрохимическая коагуляция	нет	частично	высокая	стационарное

Для обоснованного выбора технологии очистки воды в условиях чрезвычайных ситуаций важна не только оценка ее технических характеристик, но и экономическая эффективность. Расчет экономической эффективности проводился на основе показа-

теля себестоимости одного литра очищенной воды, которая определялась исходя из начальной цены установки, совокупных расходов на замену расходных элементов и объема очищенной воды за срок службы (таблица 2).

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСТАНОВОК ВОДООЧИСТКИ,
РЕКОМЕНДУЕМЫХ К ПРИМЕНЕНИЮ В УСЛОВИЯХ ЧС**

Установка	Стоимость (руб.)	Ресурс (л)	Стоимость 1 л очищенной воды (руб.)	Потребность в обслуживании
АКВАФОР J.SHMIDT 500	10 000	500	20,0	высокая (замена модуля каждые 2-3 дня)
МИВ Crystal	60 000	5 000	12,0	средняя (замена фильтра 1 раз в мес.)
МАФС-3	300 000	50 000	6,0	требует специалистов
Походный фильтр	12 000	800	15,0	низкая
Эжекторная установка	25 000	10 000	2,5	минимальная
Электрокоагуляционная	150 000	20 000	7,5	высокая, + электро-энергия

Создание резерва мобильных очистных средств должно опираться на целостный подход. Он включает диверсификацию оборудования по производительности и назначению, охватывающую индивидуальные, групповые и стационарные установки. Необходимо предусмотреть надежные условия хранения, наличие инструкций по сборке и эксплуатации, а также сопроводительной документации. Особое внимание следует уделить подготовке персонала через тренировки в рамках системы гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, а также просвещению населения о возможностях самообслуживания и использовании фильтрационного оборудования. Организация эффективной логистики предполагает четкое определение точек хранения оборудования, отработку маршрутов доставки и выработку согласованного механизма взаимодействия между муниципальными службами.

Чтобы обеспечить максимальную эффективность, все типы установок должны использоваться в строгом соответствии с их назначением и условиями эксплуатации. Походные

фильтры должны выдаваться населению при первых признаках загрязнения питьевой воды или при отключении водоснабжения - особенно в отдаленных населенных пунктах. Эжекторные установки рекомендуется развертывать у открытых водоемов с естественным уклоном, где требуется оперативное снабжение водой полевых лагерей, эвакуационных пунктов или мобильных санитарных объектов. Стационарные установки, такие как электрокоагуляционные системы, следует использовать в местах сосредоточения населения - при школах, больницах, пунктах временного размещения.

Таким образом, включение в резервный фонд мобильных и стационарных систем очистки воды позволяет создать многоуровневую, гибкую и адаптивную модель реагирования на ЧС. Сочетание современных установок, проверенных на практике, с инновационными решениями обеспечивает всестороннее покрытие рисков, и может быть рекомендовано к внедрению в рамках муниципальных и региональных программ ГО и ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Захарова Е.А.* Модернизация системы очистки сточных вод нефтеперерабатывающих производств / Е.А. Захарова, Р.М. Саласар // Наука. Технология. Производство – 2019: Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию Республики Башкортостан, Салават, 15-19 апреля 2019 г. – Салават: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2019. – С. 337-338.

2. Захарова Е.А. Оценка влияния гидроразрыва пласта на состояние окружающей среды // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2020: Материалы Международной научно-методической конференции, ПОСВЯЩЕННАЯ 75-летию ПОБЕДЫ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ, Салават, 20-24 апреля 2020 г. – Салават: УГНТУ, 2020. – С. 201-203.
3. Мурко Е.В. Водные ресурсы в условиях глобальных вызовов // Общество. – 2024. – № 3-2(34). – С. 81-86.
4. Portola V.A. Open Pits Automobile Transport Impact on the Environment and Labor Safety / V.A. Portola, A. Bobrovnikova, E. Murko // Proceedings of the 9th China-Russia Symposium «Coal in the 21st Century: Mining, Intelligent Equipment and Environment Protection», Qingdao, 18-21 октября 2018 г. Atlantis Press: Atlantis Press, 2018. P. 345-347. – DOI 10.2991/coal-18.2018.63.
5. The Rectifying Contact of Hydrated Different Size YSZ Nanoparticles for Advanced Electronics / A.S. Doroshkevich, A.S. Zakharova, B.L. Oksengendler [et al.] // Nanomaterials. 2022. Vol. 12, No. 24. P. 4493. – DOI 10.3390/nano12244493.

RESEARCH OF WATER RESOURCES PURIFICATION TECHNOLOGIES IN EMERGENCY SITUATIONS

POMOGAYBO Darya Alexandrovna
Student

ZAKHAROVA Elena Anatolyevna

Candidate of Sciences in Biology, Associate Professor of the Department of Technosphere Safety
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

MURKO Elena Viktorovna

Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor
Financial University under the Government of the Russian Federation
Moscow, Russia

The article analyzes modern technologies for the treatment and purification of water resources, assessing their effectiveness and applicability in emergency situations. The need to find effective solutions for emergency water supply, especially in areas with outdated infrastructure, in emergency situations requires additional study, since standard water treatment systems may be unsuitable due to lack of energy supply, damage to infrastructure, or a high degree of contamination of sources. Modern developments, such as mobile wastewater treatment plants, membrane technologies, sorption methods and ultraviolet disinfection, open up new opportunities to provide the population with water in crisis situations.

Keywords: emergency situation, water supply, purification of water resources, population, pollution.
