

ТОРГОВЫЙ ДОМЪ
Н. В. ЛЕПЁШКИНА



ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД
ИМ. П. Л. ВОЙКОВА

ОАО «АУРАТ»



Склад готовой продукции



Контролеры производства
пикриновой кислоты



Склад кислот



Лаборатория по контролю
неорганических солей



Контроль производства
сернокислого алюминия

Водоснабжение Крыма: передовые технологии обеззараживания на базе местных ресурсов

В. В. ГУТЕНЁВ¹, В. В. ДЕНИСОВ², А. Ю. СКРЯБИН³, Л. Н. ФЕСЕНКО⁴

¹ Гутенёв Владимир Владимирович, профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ; советник генерального директора, Государственная корпорация «Ростехнология» 117606, Россия, Москва, проспект Вернадского, 84, тел.: (495) 436-05-00, e-mail: evsolga@yandex.ru

² Денисов Владимир Викторович, профессор, заведующий кафедрой «Экология, технологии электрохимических производств и ресурсосбережения», Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) имени М. И. Платова

346428, Россия, г. Новочеркасск Ростовской области, ул. Просвещения, 132, тел.: (8635) 25-53-35, e-mail: iad59@mail.ru

³ Скрябин Александр Юрьевич, кандидат технических наук, генеральный директор ОАО «ПО Водоканал г. Ростова-на-Дону» 344019, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 295, тел.: (8635) 83-14-08, e-mail: skryabin@rvdk.ru

⁴ Фесенко Лев Николаевич, доктор технических наук, профессор, кафедра «Водное хозяйство, инженерные сети, защита окружающей среды», Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) имени М. И. Платова 346428, Россия, г. Новочеркасск Ростовской области, ул. Просвещения, 132, тел.: (8635) 25-53-34, e-mail: 65613@mail.ru

Общемировой задачей является обеспечение населения доброкачественной водой, а также эффективная очистка промышленных и хозяйственно-бытовых стоков на фоне нарастающего дефицита доступных пресных вод. Эта проблема со всеми ее последствиями для здоровья людей и экономики также актуальна для многих субъектов Российской Федерации, в том числе и для нового – Республики Крым. Основные трудности с водоснабжением современного Крыма обусловлены дефицитом питьевой воды, низкой санитарной надежностью систем водоподготовки, отсутствием достаточного количества обеззараживающих установок в сельской местности, неудовлетворительным санитарно-техническим состоянием водопроводных сетей. Все это осложняет эпидемиологическую обстановку в курортных центрах полуострова, особенно в период массового наплыва отдыхающих.

Неудовлетворительное, даже критическое состояние инфраструктуры водоснабжения городов и поселений Крыма затрудняет предоставление надлежащих по качеству услуг водоснабжения (и водоотведения) населению. Рассмотрены варианты применения технологий водоподготовки с использованием гипохлорита натрия различной концентрации с учетом особенностей Южного и Степного Крыма. Наличие морской воды и источников соленых вод на равнинной части полуострова, возможность применения «сотовой» системы распределения дезинфектанта делают широкомасштабное внедрение указанной технологии экологически и экономически целесообразным.

Ключевые слова: морская вода, подземные соленые воды, водоснабжение, водоотведение, обеззараживание воды, гипохлорит натрия, электролиз.

При решении проблем водоснабжения и водоотведения Крыма с населением около 2,5 млн. человек следует учитывать, что большая его часть проживает в городах и поселках, расположенных в относительно узкой прибрежной полосе и связанных между собой железнодорожным, автомобильным и морским транспортом. Остальное население проживает на более значительной по площади равнинной территории полуострова.

Степной Крым всегда испытывал острый недостаток воды, что в первую очередь обусловлено небольшим количеством осадков и относительно высокими летними температурами. Вдоль степных низких берегов моря и залива Сиваш насчитывается свыше 30 соленых водоемов лиманного типа. На юге полуострова, от мыса Фиолент на западе до города Феодосия на востоке, протянулась цепочка гор. В целом они невысокие, имеют длину около 150 км и ширину 50 км.

Формирующиеся там реки вносят значительный вклад в водоснабжение прибрежных поселений. Гуще всего заселены Южный берег, предгорья и полоса Степного Крыма вдоль железной дороги Джанкой–Симферополь.

Основные трудности с водоснабжением современного Крыма обусловлены дефицитом питьевой воды, низкой санитарной надежностью систем водоподготовки, отсутствием достаточного количества обеззараживающих установок в сельской местности, неудовлетворительным санитарно-техническим состоянием водопроводных сетей [1]. Все это осложняет эпидемиологическую обстановку в курортных центрах полуострова, особенно в период массового наплыва отдыхающих. Неудовлетворительное, даже критическое состояние инфраструктуры водоснабжения городов и поселений Крыма затрудняет предоставление надлежащих по качеству услуг водоснабжения (и водоотведения) населению.

Согласно [1; 2], централизованное водоснабжение Крыма обеспечивается из 2100 подземных и 30 поверхностных источников. При этом основными источниками водоснабжения служат 12 водохранилищ, наполняемых из Северо-Крымского канала и за счет стока горных рек. Под контролем республиканской санитарно-эпидемиологической службы находятся 50 коммунальных, 79 ведомственных и 650 сельских водопроводов. Из них, согласно крымским источникам, санитарным требованиям не отвечают 46 (или 5,9%), а 38 сельских водопроводов – гигиеническим требованиям. Серьезную эпидемиологическую опасность представляет вторичное микробное загрязнение питьевой воды в разводящих сетях из-за ветхости и неудовлетворительного санитарно-технического состояния водопроводов.

Уникальность Крыма с его рекреационными ресурсами способна в перспективе превратить его в оздоровительно-лечебный центр мирового уровня. Для этого требуется особо бережный подход при любой крупномасштабной хозяйственной деятельности и принятие обоснованных с экологической и приемлемых с экономической точки зрения решений в области водоснабжения и водоотведения. При их разработке и реализации необходимо учитывать особенности Южного Крыма и Степного Крыма.

Водоснабжение в сельской местности развивается, как известно, в основном по двум направлениям:

создаются системы относительно большой производительности, предназначенные для обслуживания группы населенных мест, с соору-

жениями для очистки и обеззараживания воды (подобно очистным сооружениям водопровода городов);

устраиваются локальные системы малой производительности для отдельных населенных пунктов, фермерских хозяйств, животноводческих комплексов и т. п. В некоторых районах используются установки для опреснения засоленных подземных или морских вод, а где-то осуществляется подвоз питьевой воды.

Учитывая специфику села, особого внимания требует проблема выбора оптимального окислителя-дезинфектанта. Он должен удовлетворять следующим требованиям: малая токсичность, хорошая растворимость в воде, высокая бактерицидная активность в небольших концентрациях (или дозах), широкий спектр и быстрота действия, отсутствие отрицательного влияния на обрабатываемый объект, обеспечение бактерицидного последствия, экологичность при изготовлении и применении, стабильность при хранении, удобство и безопасность транспортирования, приемлемая цена. Полностью удовлетворить указанные требования не сможет ни один из применяемых ныне бактерицидов. В наибольшей степени по соотношению «цена/качество/простота и безопасность обслуживания» требованиям соответствуют: обеззараживание низкоконтентрированным (~ 0,7%) гипохлоритом натрия и ультрафиолетовое излучение [3]. Эти способы начали широко применяться в практике подготовки и очистки сточных вод в городах.

Гипохлорит натрия (ГХН) существует в виде кристаллогидратов: $\text{NaClO} \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaClO} \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{NaClO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чистый сухой NaClO содержит 95,2% активного хлора [4]. Наиболее устойчивым из указанных кристаллогидратов является пентагидрат натрия $\text{NaClO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, содержащий чуть более 41% активного хлора.

Тем не менее, обработка воды привозным жидким хлором остается пока самым распространенным способом обеззараживания воды в мире, поскольку хлор, в отличие от озона и ультрафиолета, является дезинфектантом пролонгированного действия. Его присутствие даже в долях грамма на кубометр воды снижает опасность ее повторного заражения при транспортировке потребителям по распределительным сетям.

В то же время известно, что жидкий хлор весьма токсичен (второй класс опасности). Так, в годы Первой мировой войны его использовали в качестве боевого отравляющего вещества. Применение жидкого хлора при подготовке воды требует неукоснительного соблюдения «Правил

по производству, транспортированию, хранению и потреблению хлора» (ПБ 09-594-03), в связи с чем затраты на обеспечение мер безопасности при его использовании многократно превышают затраты на само хлорирование. При этом необходимо напомнить, что за последние 30 лет вышеуказанные Правила четырежды корректировались в сторону ужесточения. Это понятно: террористические акты и техногенные катастрофы становятся, к сожалению, одной из главных проблем современного мира, а затраты на ликвидацию последствий возможных разрушений контейнеров и баллонов с жидким хлором (на некоторых очистных сооружениях хранится не один десяток тонн) вообще не предсказуемы.

В настоящее время в качестве альтернативы жидкому хлору выступает низкоконцентрированный (0,6–0,8%) раствор гипохлорита натрия, производимый практически в любом количестве на месте последующего потребления обычно путем электролиза водного раствора (~ 3%) поваренной соли. Подобно жидкому хлору гипохлорит натрия обладает пролонгированным бактерицидным действием, обеспечивает защиту практически от всех известных патогенных бактерий, вирусов, грибковых инфекций и простейших. Переход на использование низкоконцентрированного раствора гипохлорита натрия (малоопасное вещество, четвертый класс) позволяет ликвидировать высокотоксичное хлорное хозяйство, обеспечить экологическую и технологическую безопасность производства питьевой воды, исключить риски, связанные с производством, транспортированием, хранением и использованием жидкого хлора.

В России накоплен большой опыт применения гипохлорита натрия в процессах водоподготовки и очистки стоков, налажено производство установок различной производительности. Научно-производственное предприятие «ЭКОФЕС», объединив усилия новочеркасских и ростовских ученых и практиков, разработало технологии, по ряду показателей превосходящие зарубежные аналоги. В выпускаемых электролизных установках «Хлорэфс» электролиз осуществляется в проточном и циркуляционном режимах с получением раствора гипохлорита натрия с концентрацией по эквивалентному хлору 6,5–7,5 г/л. Обеспечение требуемой производительности по готовому продукту достигается количеством типовых модулей (электролизеров), работающих одновременно и независимо друг от друга. Производительность единичного модуля установки составляет от 0,5 до 1000 кг/сут эквивалентного хлора. В таблице приведены характеристики установок «Хлорэфс».

Для очистных сооружений Центрального водопровода г. Ростова-на-Дону в 2008 г. смонтирована электролизная станция производительностью 1000 кг/сут. В 2014 г. будет введена в эксплуатацию крупнейшая в Европе станция по производству гипохлорита натрия производительностью 7000 кг/сут на Александровских очистных сооружениях водопровода Ростовской области. Права на проведение работ ООО НПП «ЭКОФЕС» добились в конкурентной борьбе с такими известными фирмами, как *Wallace & Tiernan* (Англия), *Newtec* (Германия). Среди преимуществ – существенно (в 2 раза) меньшая стоимость, возможность использования соли любого качества,

Тип электролизера	Марка электролизера	Производительность по хлору, кг/сут		Объем очищаемой воды (в среднем), м³/сут	Число потребителей*, тыс. чел.	Примечание
		нормальная	максимальная			
Погружной периодического действия	УГ-0,5МК	0,75	1	150	0,75	–
	УГ-7	3	4,5	600	3	Ручное или автоматическое управление
Циркуляционный периодического действия	УГ-7М	10	12	2000	10	Ручное управление
Проточный	УГ-7МК	10	12	2000	10	АСУ ТП
	УГ-25	54	60	10800	54	
	УГ-25М	108	120	21600	108	
	УГ-25МК	250	330	50000	250	
	УГ-25МК	450	530	90000	450	
	УГ-25МК	1000	1250	200000	1000	

* Из расчета потребления 0,2 м³ воды на одного человека в сутки.

комплектация отечественным оборудованием. Достоинством установок «Хлорэфс» является их способность работать на морской воде и подземных рассолах. Все это позволило внедрить указанные установки на более чем 300 объектах, в том числе в курортных комплексах и санаториях, плавательных бассейнах, медицинских и других учреждениях.

Полуостров Крым, практически со всех сторон омываемый Черным морем, обеспечен основным сырьем для получения гипохлорита натрия – поваренной солью. Морская вода может использоваться в качестве рабочего раствора при электролитическом способе производства низкоконцентрированного раствора гипохлорита натрия. При необходимости повышения эффективности электролиза и соответственно увеличения концентрации раствора возможно добавление относительно небольшого количества поваренной соли (из расчета ~ 10 кг/м³ морской воды), тем более что в Крыму имеются предприятия по производству соли из морской воды.

Еще один фактор в пользу крупномасштабного внедрения технологии с использованием гипохлорита натрия в питьевом водоснабжении Крыма: если будет реализован крупный проект по опреснению морской воды, то для электролитического гипохлорита натрия сырьем могут служить образующиеся после выпарки рассолы.

Учитывая, что многие приморские города и поселки находятся недалеко друг от друга, целесообразно сооружать гипохлоритные установки в каждом из них. Доставка низкоконцентрированного гипохлорита натрия на расстояние 15–20 км вполне экономически приемлема [3]. Целесообразно оптимизировать расположение некоторого количества установок вдоль побережья с последующей периодической поставкой гипохлорита натрия потребителям, используя железнодорожный, автомобильный или морской транспорт. Тем самым создаются своеобразные «соты», в центре которых – установки по производству гипохлорита натрия. Эти «соты» частично перекрывают друг друга, в их пределах можно получить необходимое количество окислителя-дезинфектанта. Преимущества такой схемы очевидны: существенное упрощение установки (практически это приемный бак с дозатором); снижение эксплуатационных затрат (прежде всего на соль и электроэнергию); экологичность; возможность расположения установки непосредственно в населенном пункте, на территории санатория и т. д.

Рассчитаем, какое количество гипохлорита натрия (в пересчете на чистое вещество) потре-

буется для обеспечения систем водоснабжения и водоотведения. Для этого используем следующие данные: число проживающих в приморских городах и поселениях – 1,5 млн. чел.; норма потребления воды – 0,2 м³/(сут·чел.); общее количество гипохлорита натрия – 10 г/м³ воды (водоснабжение и канализация). Рабочим раствором для получения гипохлорита натрия служит морская вода. Согласно расчетам, ежедневное производство дезинфектанта должно составить около 4 тонн, необходимый для электролиза объем морской воды ~ 1000 м³. Затраты электроэнергии на производство указанного количества гипохлорита натрия – 18 тыс. кВт·ч/сут (4,5 кВт·ч/кг гипохлорита натрия).

В последние годы, по мере накопления положительного опыта использования гипохлорита натрия на ряде муниципальных систем водоснабжения (больших и малых по производительности), появились предложения по широкомасштабному внедрению этой технологии для подготовки питьевой воды на селе. Вескими аргументами в ее пользу являются: высокая устойчивость воды, содержащей гипохлорит натрия, к повторному бактериальному загрязнению (этого нет при обработке воды озоном и УФ-излучением); относительно небольшое количество гипохлорита натрия для гарантированного обеззараживания воды. Так, для поселения с числом жителей 1000 чел. ежегодная потребность в гипохлорите натрия составит 120–130 кг (в пересчете на чистое вещество), а для животноводческого комплекса – 400–420 кг (на 5 тысяч животных).

Однако существуют некоторые сложности для широкомасштабного внедрения низкоконцентрированного раствора гипохлорита натрия в практику водоснабжения сельских населенных пунктов. Его производство, как правило, включает: солевое хозяйство – склад поваренной соли, растворный бак, емкости с рассолом (~ 30-процентный раствор NaCl) и рабочим соевым раствором (3-процентный NaCl); узел водоподготовки; электролизные модули с блоками электропитания и автоматизированными системами управления технологическими процессами; узел промывки электродов; резервуары для готового раствора и его резервного запаса; вытяжную вентиляцию.

Очевидно, что для строительства таких предприятий потребуются достаточно крупные инвестиции, поэтому для многих сельских поселений весьма сложно обзавестись собственным производством. Добавим к этому постоянно повышающиеся тарифы на электроэнергию, цены

на сырье и материалы. Учитывая вышеизложенное, нецелесообразно создавать множество мелких предприятий по производству гипохлорита натрия (появление неизбежных проблем поиска дешевого сырья и материалов, их хранения, обеспечения квалифицированным персоналом, потребностей в электроэнергии, выполнения требований экологической безопасности и т. п.).

Можно пойти по иному пути: наладить выпуск требуемого для равнинного Крыма количества гипохлорита натрия на 2–3 предприятиях и доставлять его в специализированные хранилища (терминалы) с последующим распределением дезинфектанта среди потребителей по мере поступления заказа от них (такой путь в свое время обеспечил повсеместное распространение жидкого хлора). При этом можно производить электролитический гипохлорит натрия как в виде низкоконцентрированного раствора (для ближних потребителей), так и в виде кристаллогидрата или концентрированного раствора (для отдаленных потребителей), используя соответствующую технологию с последующим разбавлением до рабочей концентрации на месте потребления. Очевидно, чем выше содержание гипохлорита натрия в растворе или кристаллогидрате, тем ниже транспортные расходы в расчете на единицу массы активного хлора. Так, согласно расчетам, 5 кг $\text{NaClO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ достаточно для обеззараживания воды для поселения 300 чел. в течение недели при норме $0,2 \text{ м}^3/(\text{сут} \cdot \text{чел.})$.

С целью улучшения экономических показателей производства гипохлорита натрия некоторые авторы предлагают организовать его на базе теплоэлектростанции [5]. Аргументы в пользу этого предложения: наличие дешевой и доступной («ночной») электроэнергии, воды, пара; возможность использования производимого продукта на самой станции, например для профилактики развития сине-зеленых водорослей в

системе охлаждения; электростанция-производитель гипохлорита натрия может получать прибыль от его реализации.

Согласно расчетам, для обеспечения поселений Степного Крыма гипохлоритом натрия достаточно производить его ежедневно в количестве 4–5 тонн (в пересчете на активный хлор). В расчетах учтены потребности животноводческих комплексов, а также расходы на очистку сточных вод. Распределение гипохлорита натрия может осуществляться через сеть терминалов.

Для сельских потребителей дезинфектанта, централизованно производимого и доставляемого в готовом виде, существенно упрощается технология водоподготовки – отсутствует солевое хозяйство, электролизная станция, узел промывки электродов и системы принудительного удаления водорода (отхода процесса электролиза). Сама установка включает в себя лишь приемную емкость и емкость для хранения запаса гипохлорита натрия (на 15 суток). Дозирование необходимого количества дезинфектанта в воду может осуществляться полностью в автоматическом режиме (рис. 1).

При вводе в эксплуатацию большого количества малых водоочистных установок на селе возникает необходимость уделять особое внимание вопросам не только технологически эффективной, но и экономически оправданной их эксплуатации. Зарубежный и отечественный опыт указывает на целесообразность организации сервисного обслуживания многочисленных малых водоочистных установок, размещенных на относительно большой территории, специализированными централизованными службами. Такие сервисные центры удобно организовать при распределительных терминалах или в административных центрах сельских районов. В их состав могут входить: диспетчерская служба, ремонтный участок, технологические бригады и химико-аналитическая лаборатория (рис. 2).

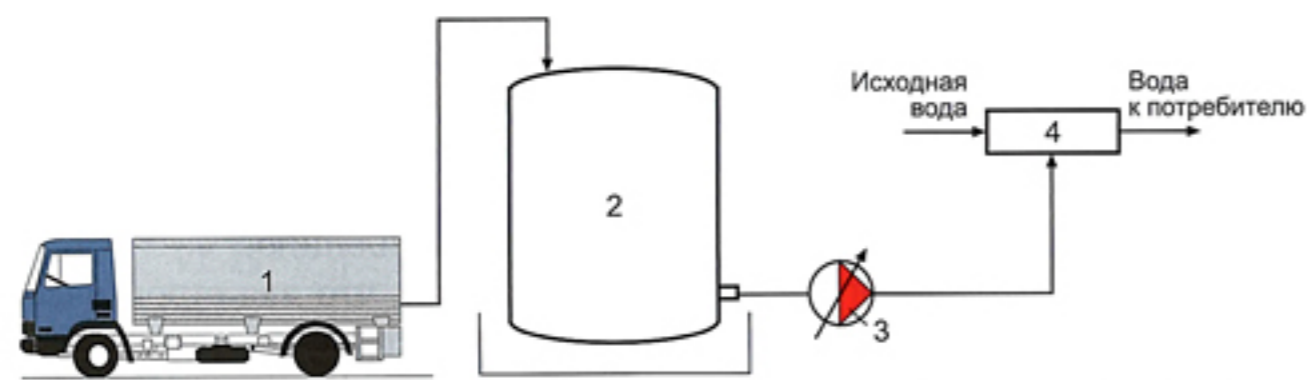


Рис. 1. Аппаратно-технологическая схема химико-биоцидной обработки воды привозным низкоконцентрированным раствором гипохлорита натрия 1 – автоцистерна с раствором гипохлорита натрия; 2 – приемно-рабочая емкость; 3 – дозирующее устройство; 4 – смеситель

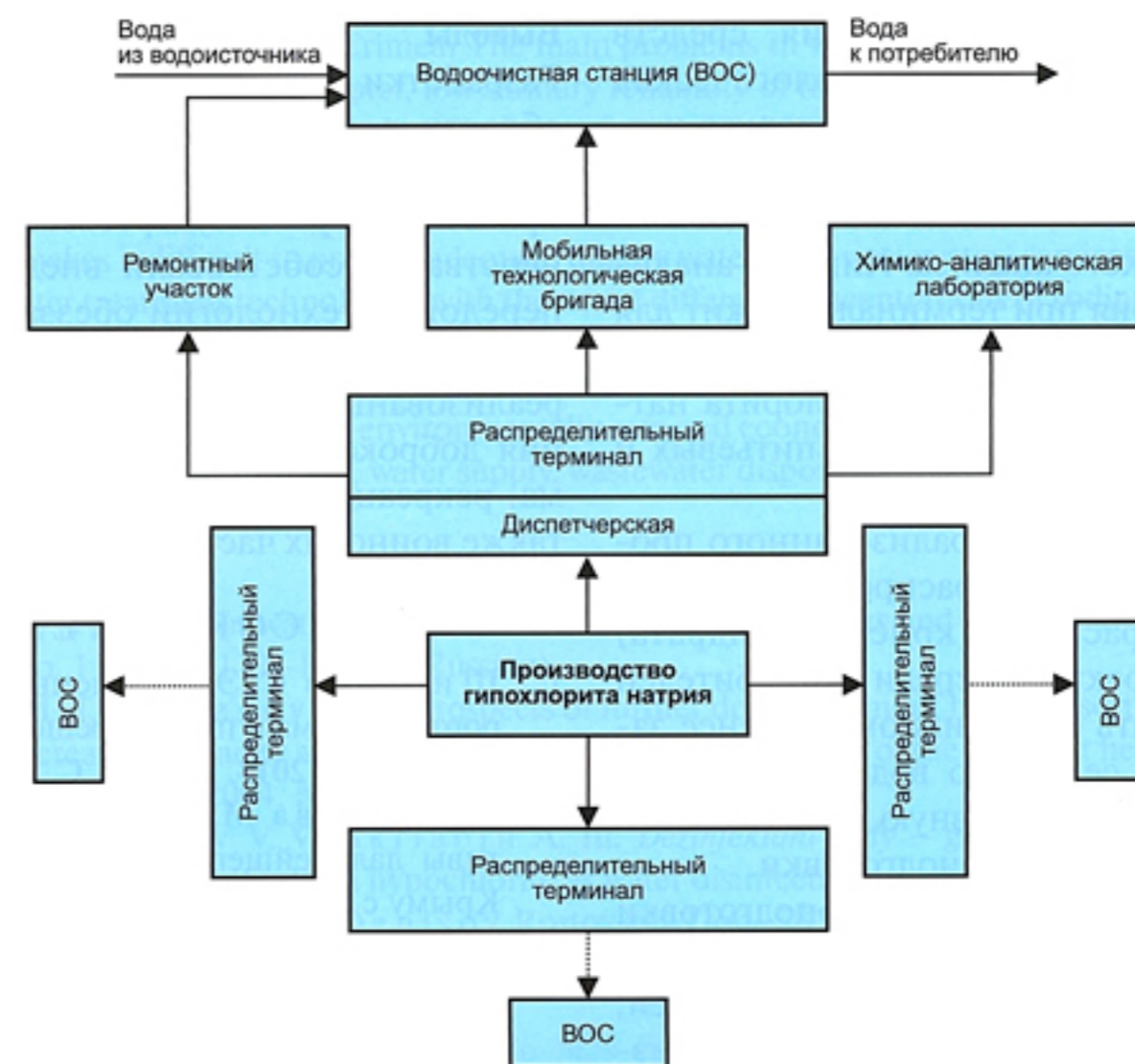


Рис. 2. Примерная технологическая схема обеспечения сельских поселений гипохлоритом натрия

Диспетчерская служба создается в целях оперативного мониторинга работы очистных сооружений водопровода и канализации, находящихся в зоне ответственности сервисного центра,

приема заказов и своевременного обеспечения заказчиков гипохлоритом натрия. Ремонтный участок предназначен для проведения на обслуживаемых объектах ремонта механического

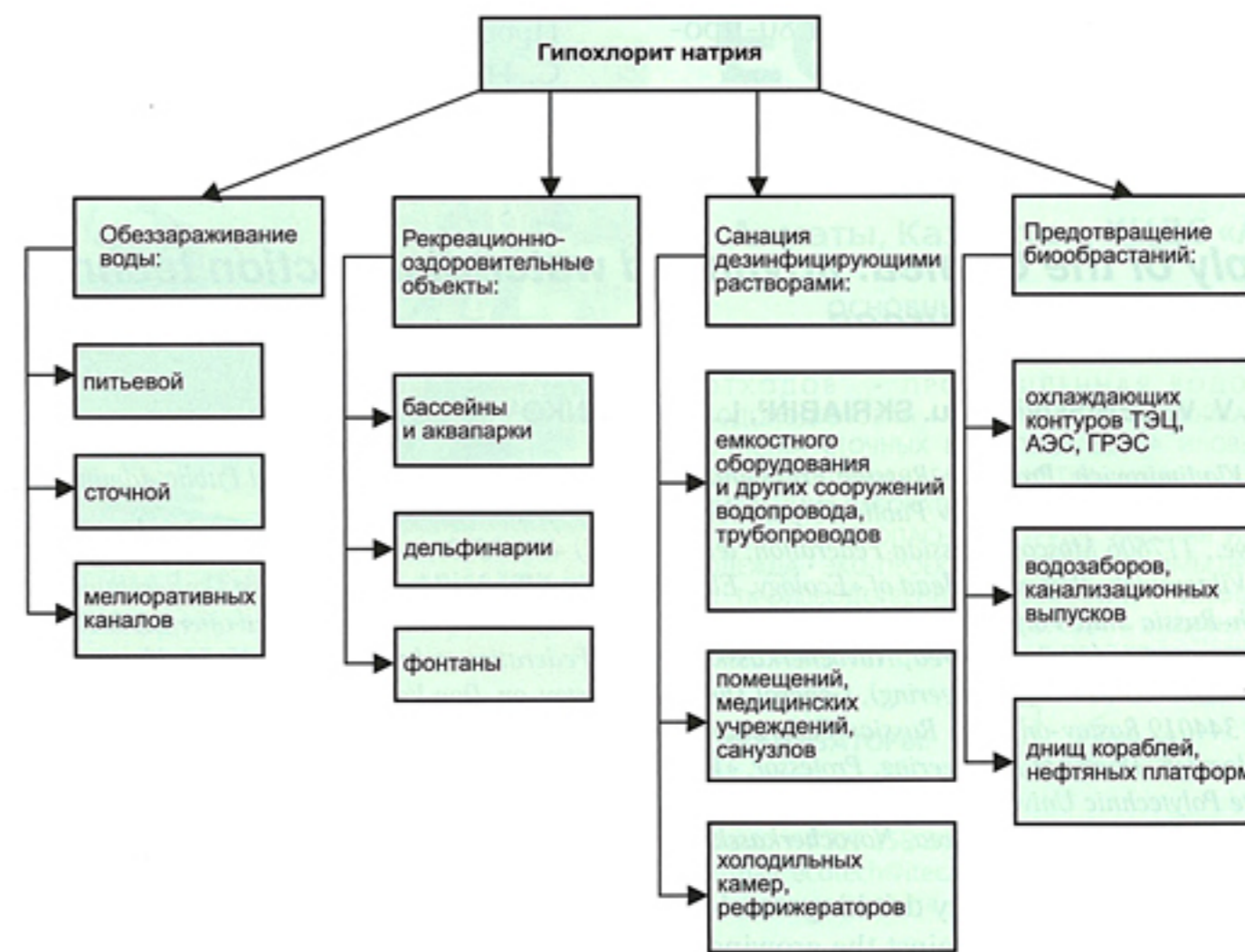


Рис. 3. Области применения гипохлорита натрия

и электротехнического оборудования, средств автоматики и т. д. Мобильно-технологическая бригада создается для доставки гипохлорита натрия, обслуживания на месте объектов водоснабжения и водоотведения, химико-аналитического и бактериологического анализа. Химико-аналитическая лаборатория при терминале служит для контроля качества отпускаемого заказчику раствора (или кристаллогидрата) гипохлорита натрия, а также комплексного анализа питьевых и сточных вод.

Предлагаемая схема централизованного производства и последующего распределения концентрированного раствора (кристаллогидрата) окислителя-дезинфектанта среди потребителей будет способствовать оперативному и менее затратному переводу сельского водоснабжения и водоотведения на перспективную, экологически безопасную технологию водоподготовки.

Следует отметить, что кроме водоподготовки гипохлорит натрия находит широкое применение и в других областях: для отбеливания тканей, бумаги, безусловной обработки шерстяных изделий при хлорировании и окислении органических соединений и т. д. (рис. 3). В зарубежной практике гипохлорит натрия, будучи сильным окислителем, широко используется в природоохранных целях, поскольку он переводит опасные вещества (например, CN^- , NO_2^- , H_2S) в менее опасные или даже нейтральные. Известно, что к концу XX века объем годового производства гипохлорита натрия, например в Японии, составлял 400 тыс. тонн (в пересчете на 80-процентный раствор).

Выводы

Разработки ученых и специалистов Ростовской области в сфере питьевого водоснабжения и водоотведения, эффективность реализованных при этом форм государственно-частного партнерства способствовали внедрению в регионе передовых технологий обеззараживания воды. С учетом местных особенностей они могут быть реализованы и при решении проблем обеспечения доброкачественной водой населения Крыма, рекреационно-оздоровительных объектов, а также воинских частей и подразделений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шибанов С. Э. Проблемы водоснабжения курортов Крыма и пути их решения // Вода: гигиена и экология. 2013. № 1 (1). С. 113–117.
2. Кровякова М. Т., Шибанов С. Э. Перспективы дальнейшего развития курортного дела в Крыму с учетом рекреационной емкости и санитарно-экологической оценки различных курортных зон // Вестник физиотерапии и курортологии. 2004. № 2. С. 102–103.
3. Фесенко Л. Н., Денисов В. В., Скрябин А. Ю. Дезинфектант воды – гипохлорит натрия: производство, применение, экономика и экология: Под ред. В. В. Денисова. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. 246 с.
4. Химическая энциклопедия: в 5 т. Т. 1. – М.: Советская энциклопедия, 1988. 632 с.
5. Денисова И. А., Гутенев В. В., Ляшенко Н. В. Получение гипохлорита натрия на электростанциях и его возможное применение // Проблемы региональной экологии. 2006. № 4. С. 44–49.

Water supply of the Crimea: advanced water disinfection technologies based on the local resources

V. V. GUTENEV¹, V. V. DENISOV², A. Iu. SKRIABIN³, L. N. FESENKO⁴

¹ Gutenev Vladimir Vladimirovich, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; Adviser Director General, «Rostechologia» Public Corporation
84 Vernadskogo ave., 117606 Moscow, Russian Federation, tel.: +7 (495) 436-05-00, e-mail: evsolga@yandex.ru

² Denisov Vladimir Viktorovich, Professor, Head of «Ecology, Electrochemical Production and Resource Conservation Technologies» Department, South-Russia State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute) named after M. I. Platov
132 Prosveshcheniia str., 346428 Rostov Area, Novocherkassk, Russian Federation, tel.: +7 (8635) 25-53-35, e-mail: iad59@mail.ru

³ Skriabin Aleksandr Iur'evich, PhD (Engineering), General Director, «Rostov-on-Don Vodokanal Production Association» OJSC
295 Gor'kogo str., 344019 Rostov-on-Don, Russian Federation, tel.: +7 (8635) 83-14-08, e-mail: skryabin@rvdk.ru

⁴ Fesenko Lev Nikolaevich, Doctor of Engineering, Professor, «Water Industry, Utilities, Environmental Protection» Department, South-Russia State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute) named after M. I. Platov
132 Prosveshcheniia str., 346428 Rostov Area, Novocherkassk, Russian Federation, tel.: +7 (8635) 25-53-34, e-mail: 65613@mail.ru

Supplying population with high quality drinking water and efficient industrial and domestic wastewater treatment have been global challenges aggravating against the growing scarcity of available fresh water. These problems together with the impact on the human health and economy have also been urgent for many territorial entities of the Russian Federa-