

Гипохлорит натрия для питьевого водоснабжения на селе: проект для региональной электростанции

А.В. Денисова, К.К. Популиди, И.А. Денисова, Т.В. Дикова

Южно-Российский государственный политехнический университет

(Новочеркасский политехнический институт) имени М.И. Платова

Аннотация: Производство гипохлорита натрия в качестве дезинфицирующего вещества для очистки воды, целесообразным будет развернуть на базе теплоэлектростанции или атомной электростанции. Электростанция-производитель ГХН может получать прибыль от его реализации. Предлагаемая схема будет способствовать оперативному и экономичному переводу сельского водоснабжения на экологически и более безопасную технологию водоподготовки.

Ключевые слова: гипохлорит натрия, водоснабжение, обеззараживание, дезинфектант, концентрация, экология.

Курс на устойчивое развитие страны невозможно реализовать без стабильного снабжения сельского населения качественной питьевой водой при приемлемом уровне экологической безопасности соответствующих систем водоснабжения.

Водоснабжение на селе развивается путем создания групповых систем относительно большой производительности (предназначены для обслуживания группы населенных мест, с сооружениями для очистки и обеззараживания воды (как аналоги очистных сооружений водопровода городов)) и локальных систем малой производительности (для обслуживания отдельных населенных пунктов, фермерских хозяйств, животноводческих комплексов и т.п.)

Масштабы потенциального применения локальных систем водоснабжения в нашей стране очень велики: десятки, если не сотни тысяч объектов. Сформулированы и специальные требования к соответствующим установкам для очистки и обеззараживания воды [1,2]:

- простота конструкции, позволяющая применить методы серийного изготовления установок на специализированных предприятиях с последующим монтажом на месте из готовых блоков в короткие сроки;

- легкость эксплуатации, обеспечивающая возможность обслуживания установки минимальным количеством персонала, а также реализацию автоматического режима управления;

- надежность и безопасность для обслуживающего персонала, обеспечиваемые, в частности, использованием минимального ассортимента опасных реагентов и дезинфектантов, доступных по цене и качеству, а также возможностью оперативного переключения на резервный источник электропитания;

- технология водоочистки, реагенты и эксплуатационные параметры не должны заключать в себе потенциал возникновения чрезвычайной ситуации с серьезными последствиями в случаях обесточивания установки, выхода из строя автоматики, отдельных узлов, вплоть до ее разрушения.

Указанные требования, справедливые для любых установок водоочистки, использующих различные реагенты и дезинфектанты, приобретают особую значимость для сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения многих регионов России и, в частности, Ростовской области [3].

Большого внимания, учитывая специфику села, заслуживает и проблема выбора оптимального (по соотношению «цена-качество») дезинфектанта. Учеными и специалистами сформулирован ряд требований к нему: малая токсичность, хорошая растворимость в воде, высокая бактерицидная активность в небольших концентрациях (или дозах), быстрота действия и его широкий спектр, *обеспечение* бактерицидного последействия, экологичность при изготовлении и применении, стабильность при хранении, удобство и безопасность транспортирования, а также, что немаловажно,

приемлемая цена. Очевидно, что полностью удовлетворить указанным требованиям не сможет ни один из применяемых ныне бактерицидов. По соотношению критериев «стоимость – качество воды – простота и безопасность обслуживания» им в наибольшей степени соответствуют: из химических – электролитический (~ 0,7%) гипохлорит натрия (ГХН), из физических – УФ-лучи. Не случайно, и те и другие нашли широкое применение в практике водоснабжения и водоотведения городов, успешно вытесняя сжиженный хлор.

Гипохлорит натрия представляет собой белое кристаллическое вещество; 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]. Из указанных кристаллогидратов наиболее устойчивым является пентагидрат $\text{NaClO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: за сорок суток хранения он теряет 30 % активного хлора. ГХН очень хорошо растворим в воде (г/100 г воды): 26 (-10°C); 29,5 (0°C); 38 (10°C); 53,4 (20°C); 82 (25°C); 100 (30°C) [4].

Пентагидрат ГХН получают упариванием водного раствора до концентрации 50 %, суспензию фильтруют, фильтрат охлаждают до $10\text{--}15^\circ\text{C}$ и отделяют выпавшие кристаллы на центрифуге. Проведение процесса отгонки воды под вакуумом снижает температуру до 60°C . Промышленность выпускает щелочные водные растворы ГХН, при этом наиболее распространенный способ их получения – хлорирование (газообразным хлором) водного раствора каустической (NaOH) или кальцинированной соды (Na_2CO_3) при температуре не выше 35°C . Электролизом раствора поваренной соли в безмембранном электролизере можно получать низкоконцентрированный (0,5–0,8%) ГХН.

Растворы ГХН обладают большей устойчивостью к разложению: согласно [4] раствор с содержанием 250 г/л гипохлорита теряет половину

активного хлора за 5 месяцев, 100 г/л – за 7 месяцев, 50 г/л – за 2 года, а 25 г/л – за 5–6 лет. При этом добавки щелочи NaOH замедляют распад; наиболее устойчив раствор с $\text{pH} > 11$.

Будучи сильным окислителем, ГХН в зарубежной практике широко используется в природоохранных целях, так как он переводит опасные вещества (например, CN^- , NO_2^-) в менее опасные или даже нейтральные. Известно, что уже к концу XX века объем годового производства ГХН в Японии, например, составлял 400 тыс.т (в расчете на 80%-ный раствор).

В практике водоснабжения для обеззараживания питьевой воды используются как относительно концентрированные растворы ГХН, так и низкоконтрированные. В России разрешен в этих целях гипохлорит натрия марки А (ГОСТ 11086-76). Технический ГХН, выпускаемый, например, Волгоградским химическим заводом, в 1 л содержит 14% или около 160 г активного хлора [5]. Технический ГХН не классифицирован как токсичный продукт, не горюч и не взрывоопасен, а использующие его станции водоподготовки не относятся к категории опасных производственных объектов [6,7].

Считается, что широкое использование данного окислителя-дезинфектанта целесообразно в том случае, если продолжительность его хранения не превышает 7 суток. Это связано с относительно большой скоростью разложения растворов NaClO , возрастающей с повышением концентрации гипохлорит-иона ClO^- и температуры раствора. По этим причинам в целях относительно долгого хранения авторы [8] рекомендуют понижать концентрацию технического ГХН до 10%, при которой он характеризуется наименьшей скоростью разложения на протяжении 30 дней. Отмечено также, что относительно низкие концентрации ГХН и химическая нестойкость продукта делают экономически обоснованным их применение на расстояниях до ~ 200 км от предприятия-производителя [9].

Исходя из анализа всех факторов (положительных и отрицательных), влияющих на эксплуатацию объектов водоснабжения, где используется гипохлорит натрия, Мосводоканалом был сделан выбор в пользу концентрированного ГХН с завершением перевода систем обеззараживания воды с жидкого хлора на ГХН в конце 2012 г. [10]. Намеченное мероприятие было реализовано в 2013г. Согласно принятой технологической схеме, водный раствор технического ГХН (~ 190 г/л) поступает на станцию водоподготовки в автоцистернах вместимостью 20 м³. Далее реагент перекачивается в приемные емкости объемом 25 м³, откуда подается в резервуары-хранилища объемом 90 м³. В процессе перекачки раствор ГХН разбавляется до рабочей концентрации 100 г/л по активному хлору. С целью уменьшения скорости разложения реагент хранится в помещении при температуре воздуха 10÷15 °С. При этом указывается, что в случае аварийной ситуации, вызванной разгерметизацией емкости наибольшего объема, радиус опасной зоны составляет 50 м и ограничивается площадкой предприятия (в случае использования сжиженного хлора этот радиус составляет 1 км).

Часть проблем эксплуатационного и экологического характера (газообразование при разложении, использование ртутных электродов), возникающих при получении и использовании концентрированного раствора ГХН, может быть устранена при использовании технологии и оборудования для получения низкоконтрированного (6–8 г/л) раствора ГХН с последующим применением на месте. Его получают электролизом слабоконцентрированных (~ 3%) растворов поваренной соли, а также морской воды или природных минерализованных хлоридных вод. Данный метод обеззараживания является наиболее безопасным, так как электролитический ГХН по степени воздействия на организм человека относится к 4 классу опасности (хлор – ко 2, концентрированный ГХН к 3

классу), поэтому при его получении не требуется сложной индивидуальной защиты обслуживающего персонала [9]. Кроме того, применение электролитического ГХН позволят резко сократить земельные площади, отчуждаемые для организации санитарно-защитной зоны (что необходимо при использовании сжиженного хлора).

Стоимость получения раствора электролитического ГХН складывается в основном из затрат на поваренную соль и электроэнергию соответственно: 4–5 кг и 4–5 кВт·ч/ кг на 1 кг активного хлора).

Степень разложения низкоконцентрированного раствора значительно меньше, чем технического, и составляет 0,1% в месяц, что практически решает проблемы, обусловленные газообразованием. В то же время опасность представляет водород, который образуется при электролизе – 27 кг на 1 т ГХН. Обычно водород после многократного разбавления воздухом отводится вентилятором в атмосферу.

Поваренная соль должна содержать как можно меньше примесей кальция и магния (во избежание отложения солей на электродах). То же самое относится к воде, используемой для растворения соли. Эту проблему устраняют на иностранных установках путем ионообменного умягчения, что, естественно заметно, удорожает процесс. Отечественные установки, разработанные в ООО НПП «ЭКОФЕС» (г.Новочеркасск), эффективно работают на соли относительно низкого качества и внедрены на многих объектах Ростовской области и за ее пределами. Одна из крупнейших установок (1 т ГХН/сут) работает на Центральных очистных сооружениях водопровода г. Ростова-на-Дону, а на Александровских – заканчивается сооружение еще более мощной электролизной станции (7 т/сут) [14,15].

Объекты водоснабжения, использующие ГХН низкой концентрации и находящиеся даже в непосредственной близости от селитебных зон, не создают серьезной угрозы безопасности соседним районам, так как

аварийные ситуации на этих объектах носят локальный характер и не выходят за пределы производственного помещения. Тем самым возможно существенное сокращение площади СЗЗ, устраиваемой вокруг соответствующего объекта – потребителя ГХН, что позволит последнему остаться на территории селитебной зоны.

В последние годы появились предложения – по использованию ГХН – технологии для подготовки питьевой воды и на селе. Аргументами в пользу таких предложений являются: 1) относительно небольшое (в отличие от городов) количество гипохлорита, требующееся для гарантированного обеззараживания воды, особенно если он поставляется в твердом виде ($\text{NaClO}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$) (табл. 1 и 2);

2) устойчивость воды, обработанной ГХН, к повторному бактериальному загрязнению (бактериального последствия лишены озон и УФ-лучи).

Таблица №1

Ежегодная потребность в ГХН сельских поселений с различным числом жителей (из расчёта $0,3 \text{ м}^3/\text{сут}$ на 1 человека; доза ГХН – $4 \text{ г}/\text{м}^3$)

Население, человек	Количество ГХН* (в пересчёте на 100 %), кг		Объем (количество) ГХН в месяц		
	в год	в месяц	электролити- ческий ГХН (0,7 %), м^3	10%-ный раствор, м^3	$\text{NaClO}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, кг кристаллогидрат
20000	481,8	40,2	5,7	0,4	88,7
5000	240,9	20,1	2,9	0,2	44,4
1000	120,5	10,1	1,5	0,1	22,2
250	48,2	4,0	0,6	0,1	8,9
50	24,1	2,0	0,3	0,02	4,5

*) с учётом возможных 10%-ных потерь

Таблица №2

Потребность в ГХН животноводческого комплекса (из расчета 100 л/сут
на 1 животное; доза ГХН для обеззараживания воды – 2 г/м³)

Численность голов	Количество ГХН* (в пересчёте на 100 %), кг		Объем (количество) ГХН в месяц		
	в год	в месяц	электролити- ческий ГХН (0,7 %), м ³	10%-ный раствор, м ³	кристаллогидрат NaClO·5H ₂ O, кг
100000	8030	669,2	95,6	6,7	303,1
20000	1606	133,8	19,1	1,3	66,2
5000	401,5	33,5	4,8	0,33	16,6
1000	80,3	6,7	0,96	0,07	3,3
250	20,1	1,67	0,24	0,017	0,84
50	4,02	0,33	0,048	0,003	0,17

*) с учётом возможных 10 %-ных потерь

Однако, на пути крупномасштабного внедрения ГХН в практику водоснабжения сельских населенных пунктов и животноводческих комплексов, имеется существенная преграда в виде относительной сложности технологии и высокой стоимости получения ГХН низкой концентрации. Его производство, как правило, включает: 1) солевое хозяйство (склад поваренной соли, растворный бак, ёмкости с рассолом (~ 30% NaCl) и рабочим солевым раствором 3% NaCl); 2) узел предварительной водоподготовки (обычно ионообменная установка); 3) электролизные модули с блоками электропитания и АСУ ТП; 4) узел кислотной промывки электродов для освобождения от отложений; 5) резервуары для готового раствора и хранения его резервного запаса; 6) вытяжную вентиляцию (для разбавления воздухом выделяющегося при электролизе взрывоопасного

водорода, а также газов из накопителей растворов ГХН).

Строительство таких по сути заводов требует относительно крупных инвестиций, поэтому для сельских поселений обзавестись собственным производством становится непосильной задачей. Добавим к этому постоянно повышающиеся тарифы на электроэнергию, цены на сырье и материалы, которые составляют основную долю эксплуатационных затрат на себестоимость основной продукции.

По нашему мнению, нецелесообразно создавать на селе множество мелких производств ГХН с неизбежными для них проблемами поиска дешёвого сырья и материалов, обеспечения квалифицированным персоналом, потребностей в электроэнергии, выполнения требований экологической безопасности и т.п. Можно пойти по пути, который в свое время быстро и надолго обеспечил сжиженному хлору гегемонию среди окислителей-дезинфектантов: на химических заводах производился хлор, который доставлялся в специализированные хранилища (терминалы) с последующим распределением дезинфектанта среди потребителей того или иного региона.

Что касается гипохлорита натрия, его крупномасштабное производство также несложно наладить в любом регионе на существующем химическом или специально построенном для этого предприятии. При этом есть смысл выпускать ГХН как в виде низкоконтрированного раствора (для ближних потребителей), так и виде кристаллогидрата или концентрированного раствора (для отдаленных потребителей) с доведением до рабочей концентрации на месте потребления. Очевидно, чем выше содержание ГХН в растворе или кристаллогидрате, тем ниже транспортные расходы в расчете на единицу массы активного хлора.

С целью улучшения экономических показателей производства ГХН ряд авторов предлагает развернуть его на базе теплоэлектростанции или АЭС [11]. Аргументами в пользу этого предложения являются: 1) наличие

дешёвой и доступной («ночной») электроэнергии, воды, пара (что снижает эксплуатационную компоненту себестоимости продукта на 15-20%; 2) возможность использования производимого продукта на самой станции, например для профилактики развития синезелёных водорослей в системе охлаждения; 3) отход электролиза – водород – также может быть использован как дополнительный энергоноситель; 4) электростанция-производитель ГХН может получать прибыль от его реализации. Отметим, что наиболее дешёвая энергия генерируется на гидроэлектростанциях (ГЭС). В Ростовской области – это Цимлянская ГЭС[16].

Согласно расчетам, для обеспечения сельских районов Ростовской области гипохлоритом натрия, его достаточно производить ежегодно в количестве 1000- 1500т (в пересчете на активный хлор), для чего потребуется 4,5-6,5 млн кВт/ч электроэнергии. В расчетах учтены и потребности животноводческих комплексов. Распределение ГХН может осуществляться через сеть терминалов. При этом ГХН с завода доставляется на терминал в концентрированном виде, где (при необходимости) разбавляется до требуемой концентрации, обеспечивающей его наибольшую устойчивость, и далее отвозится автотранспортом потребителю в необходимом количестве. Согласно расчетам [12], перевозка 0,6–0,8%-ного раствора ГХН автоцистернами на расстояние 15–20 км экономически целесообразна. Для относительно крупных потребителей, располагающих надлежащим оборудованием и обученным персоналом, целесообразно поставлять концентрированный ГХН (в виде раствора или кристаллогидрата).

Для сельских потребителей дезинфектанта, централизованно производимого и доставляемого в готовом к употреблению виде, существенно упрощается технология водоподготовки, что обусловлено исключением солевого хозяйства, электролизной станции, узла кислотной

промывки электродов и системы принудительного удаления водорода. Сама установка включает в себя лишь приёмную ёмкость и ёмкость для хранения страхового (на 15 суток) запаса ГХН. Все это, естественно, резко снизит как капитальные затраты, так и эксплуатационные расходы. Дозирование необходимого количества дезинфектанта в воду может осуществляться полностью в автоматическом режиме (рис. 1).

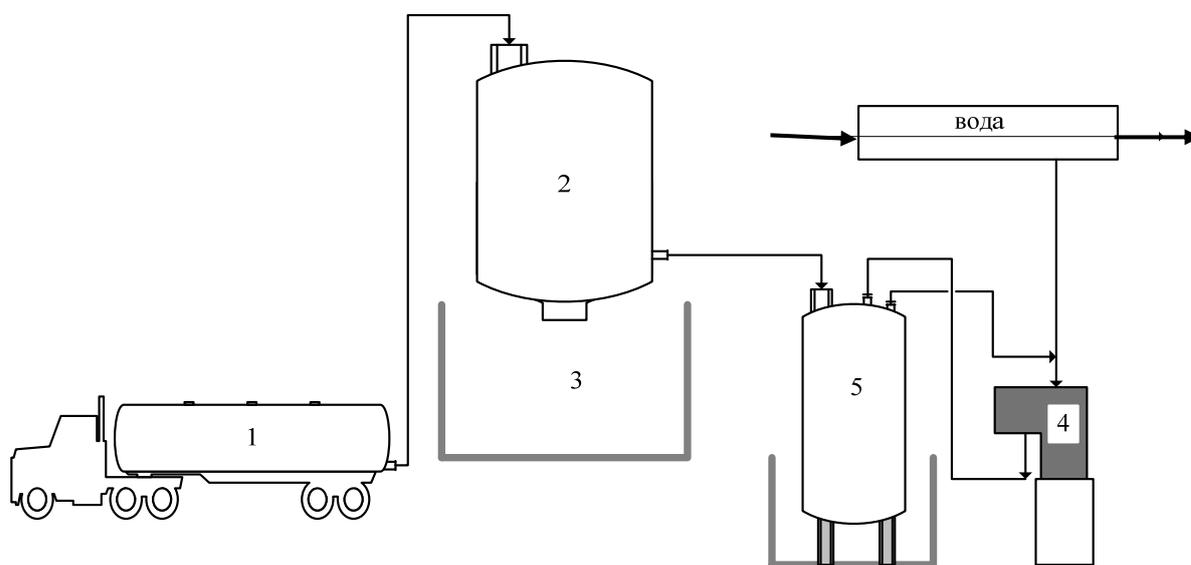


Рис. 1. - Аппаратно-технологическая схема химико-биоцидной обработки воды привозным низкоконцентрированным раствором ГХН:

1 – автоцистерна с раствором ГХН; 2 – приемная емкость; 3 – аварийная емкость; 4 – дозирующее устройство; 5 – рабочая емкость

При **введении** в эксплуатацию большого количества малых водоочистных установок на селе, исходя из возрастающих требований к качеству подаваемой питьевой воды и очищенным сточным водам, возникает необходимость уделять особое внимание вопросам не только технологически эффективной, но и экономически оправданной эксплуатации указанных установок. Очевидно, что система эксплуатации, при которой каждый

владелец должен своими силами обслуживать установку (пусть и простую), ремонтировать или заменять отдельные её узлы, далека от оптимальной. Поэтому вполне целесообразно осуществлять обслуживания многочисленных малых водоочистных установок, размещенных на относительно большой территории, специализированными централизованными службами [13]. Применительно, например, к Ростовской области такие службы (сервисные центры) целесообразно организовать, по нашему мнению, при распределительных терминалах или в административных центрах сельских районов. В их состав могут входить: диспетчерская служба, ремонтный участок, технологические бригады и (при необходимости) химико-аналитическая лаборатория.

В целях снижения затрат возможна организация межрайонного сервисного центра для обслуживания нескольких соседних районов области. Предлагаемая схема крупномасштабного производства и последующего распределения окислителя-дезинфектанта среди потребителей будет способствовать, по нашему мнению, оперативному и менее затратному переводу сельского водоснабжения на перспективную экологически и более безопасную технологию водоподготовки.

Литература

1. Перлина, А.М. Установки малой производительности для очистки и обеззараживания питьевых и сточных вод. - М.: Стройиздат, 1974. 154 с.
2. Кульский, Л.А. Основы химии и технологии воды. – Киев: Наукова думка, 1991. 586 с.
3. Айдаркина Е.Е. Анализ действующего экономического механизма стимулирования рационального водопользования Ростовской области// «Инженерный вестник Дона», 2014, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2220
4. Химическая энциклопедия: в 5 т. т. 1/ Редкол.: И.Л. Кнунянц (гл. ред.) и др. – М.: Сов. энциклопедия. 1988. – 623 с.
5. Григорьев, А.Б. Сравнительная оценка высоко - и низкокцентрированного гипохлорита натрия для дезинфекции питьевых вод // Водоснабжение и сан. техника, 2006, № 10. С. 42 – 46.
6. Кожевников, А.Б. Сравнительный анализ промышленных методов обеззараживания питьевой воды / А.Б. Кожевников, О.П. Петросян “ТЕХНОВОД-2008”: Материалы IV Междунар. научн. практ. конф., г. Калуга, 26 – 29 февр. 2008 г. Южн. – Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). Новочеркасск: “Оникс+”, 2008. С. 92 – 99.
7. Подковыров, В.П. Опыт МГП “Мосводоканал” по реконструкции объектов, использующих жидкий хлор // Водоснабжение и сан. техника, 2004, № 8. ч. 1. С. 27 – 29.
8. Поршневу, В.Н. Перевод московских станций водоподготовки на использование гипохлорита натрия // Водоснабжение и сан. техника, 2009, № 10. ч. 1. С. 24 – 30.
9. Методические рекомендации по расчету и проектированию



электролизных установок “Хлорэфс” для получения низкоконтрированного раствора гипохлорита натрия / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т; Новочеркасск: ЮРГТУ, 2009. 102 с.

10. Московский водопровод нашел замену хлору // Водоснабжение и сан. техника, 2009, № 12. С. 18.

11. Денисов, В.В. Региональная электростанция и система питьевого водоснабжения: союз ради прогресса. Экология урбаниз. территорий, 2010, №4. С. 57 – 63.

12. Денисова, И.А. Диверсификация предприятий водоснабжения: повышение экологической безопасности и экономической эффективности: монография / Новочеркасск: изд-во ЮРГТУ (НПИ), 2011. 119 с.

13. Гутенев В.В. Водоснабжение Крыма: передовые технологии обеззараживания на базе местных ресурсов// Водоснабжение и сантехника, 2014, №9. С.22-31.

14. Gutenyev, V.V. Package of measures on rationalization of water consumption in Russia //Geophysical Research Abstracts: Evropean Geophysical Socinty, XXV General Assambly Nice, France, 25-30 March 2001.-2001.-Vol.3, №2 . Eco-hydrology: Hydrology of wetlands.-P. 651. - ISSN 1029 -7006, 2001.

15. Gutenyev, V.V. Reduction of natural water and environment pollution in water treatment processes/ V.V. Denisov, V.V. Gutenyev, M.B. Khasanov, E.N. Gutenyeva// Geophysical Research Abstracts. Evropean Geophysical Socinty XXVI General Assambly, Nice, France, 25-30 March 2001, Vol.3, Hydrology and soil processes: Rhizosphere processes and ecohydrology in the unsaturated zone, P. 651.- ISSN 1029 -7006, 2001.

16. Манжина С.А. Экологические аспекты диверсификации тепловой энергетики с учетом экологических требований // Инженерный вестник Дона 2014, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2260

References

1. Perlina, A.M. Ustanovki maloj proizvoditel'nosti dlja ochistki i obezzarazhivaniya pit'evykh i stochnykh vod [Installation of low productivity for the cleaning and disinfection of drinking water and wastewater] - M.: Strojizdat, 1974. 154 p.
 2. Kul'skij, L.A. Osnovy himii i tehnologii vody. [Fundamentals of Chemistry and Technology of Water] – Kiev: Naukova dumka, 1991. 586 p.
 3. Ajdarkina E.E. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2220
 4. Himicheskaja jenciklopedija: v 5 t. t. 1 [Chemical Encyclopedia: 5 m. V. 1] Redkol.: I.L. Knunjanc (gl. red.) i dr. – M.: Sov. jenciklopedija. 1988. 623 p.
 5. Grigor'ev, A.B. Vodosnabzhenie i san. tehnika, 2006, № 10. pp. 42 – 46.
 6. Kozhevnikov, A.B. “TEHNOVOD-2008”: Materialy IV Mezhdunar. nauchn. prakt. konf., g. Kaluga, 26 – 29 fevr. 2008 g. / Juzhn. – Ros. gos. tehn. un-t (NPI). Novoчерkassk: “Oniks+”, 2008. pp. 92 – 99.
 7. Podkovyrov, V.P. Vodosnabzhenie i san. tehnika, 2004, № 8. ch. 1. pp. 27 – 29.
 8. Porshnev, V.N. Vodosnabzhenie i san. tehnika, 2009, № 10. ch. 1. pp. 24 – 30.
 9. Metodicheskie rekomendacii po raschetu i proektirovaniju jelektroliznykh ustanovok “Hlorjefs” dlja poluchenija nizkokoncentrirovannogo rastvora gipohlorita natrija [Guidelines for calculation and design of electrolysis plants "Hlorefs" for low-concentration solution of sodium hypochlorite] Juzh.-Ros. gos. tehn. un-t; Novoчерkassk: JuRGTU, 2009. 102 p.
 10. Vodosnabzhenie i san. tehnika, 2009, № 12. p. 18.
 11. Denisov, V.V. Jekologija urbaniz. territorij, 2010, №4. pp. 57 – 63.
-



12. Denisova, I.A. Diversifikacija predpriyatij vodosnabzhenija: povyshenie jekologicheskoy bezopasnosti i jekonomicheskoy jeffektivnosti: monografija [Diversification of water utilities: improving environmental safety and economic efficiency: a monograph] Novocherkassk: izd-vo JuRG TU (NPI), 2011. 119 p.
13. Gutenev V.V. Vodosnabzhenie i santehnika, 2014, №9. pp. 22-31.
14. Gutenyev, V.V. Package of measures on rationalization of water consumption in Russia //Geophysical Research Abstracts: Evropean Geophysical Socinty, XXV General Assambly Nice, France, 25-30 March 2001.-2001.-Vol.3, №2 . Ecohydrology: Hydrology of wetlands.-P. 651. - ISSN 1029 -7006, 2001.
15. Gutenyev, V.V. Reduction of natural water and environment pollution in water treatment processes/ V.V. Denisov, V.V. Gutenyev, M.B. Khasanov, E.N. Gutenyeva// Geophysical Research Abstracts. Evropean Geophysical Socinty XXVI General Assambly, Nice, France, 25-30 March 2001, Vol.3, Hydrology and soil processes: Rhizosphere processes and ecohydrology in the unsaturated zone, P. 651.- ISSN 1029 -7006, 2001.
16. Manzhina S.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2260