



ЭКОЛОГИЯ

УРБАНИЗИРОВАННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ

№ 4, 2010



СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Экологические проблемы урбанизированных территорий	<i>В. И. Теличенко, М. Ю. Слесарев.</i> Проблемы и перспективы экологической стандартизации и сертификации по экологическим требованиям в рамках технического регулирования в строительстве	7
	<i>Б. И. Кочуров, И. В. Ивашкина.</i> Культурный городской ландшафт: геоэкологические и эстетические аспекты изучения и формирования	15
	<i>А. В. Нехорошева, Ф. Г. Унгер, В. П. Нехорошев.</i> Качество дорожного покрытия как эколого-экономическая проблема города	24
Раздел 2. Урбанизация и социум	<i>А. В. Корсаков, В. П. Михалев, Л. И. Пугач.</i> Комплексная эколого-эпидемиологическая оценка изменений состава среды и здоровья детского населения методами корреляционного и факторного дисперсионного анализа	31
	<i>И. И. Богданов, А. Т. Сагаева.</i> Видеосреда крупного города как экологический фактор (на примере г. Омска)	38
Раздел 3. Экология жилой среды	<i>В. Ф. Новицкий, Е. А. Бомбело.</i> Экологические аспекты безопасности жилых зданий	43
	<i>Э. М. Эльдаров, З. В. Атаев.</i> Экологические проблемы возможных аварийных прорывов на аксайском противопаводковом водохранилище (Республика Дагестан)	48
Раздел 4. Экологическая безопасность	<i>С. И. Махова.</i> Сравнительный анализ техногенного подтопления территорий	51
	<i>В. В. Денисов, Л. Н. Фесенко, А. В. Денисова, С. А. Москаленко, Н. В. Ляшенко, Б. А. Нагнибеда, М. А. Стрежкова, Н. Н. Паненко.</i> Региональная электростанция и система питьевого водоснабжения: союз ради процесса	57
	<i>Б. Н. Фрог, С. Н. Шашков, Д. Б. Фрог.</i> Обеспечение нормирования организованного сброса сточных вод Усть-Илимского ЛПК в реку Ангара	63
	<i>Д. И. Башмаков, Н. Т. ИONOва, А. С. Лукаткин.</i> Устойчивость некоторых рудеральных растений г. Первомайска Нижегородской области к тяжелым металлам	71
	<i>И. В. Ивашкина.</i> Экологическое информационное обеспечение градостроительного проектирования города	76
Раздел 5. Градостроительное регулирование	<i>В. Н. Ильин, И. В. Никонорова, А. В. Мулендеева, С. В. Ефимова.</i> Принципы формирования экологического каркаса высокоурбанизированной территории (на примере Чувашской Республики)	82
	<i>Л. А. Гречушкина-Сухорукова.</i> Газонные покрытия футбольных полей стадионов Ставропольского края	88
	<i>Н. В. Хильченко, Г. И. Мальцев, В. Ф. Гопко.</i> Оценка предотвращения эколого-экономического ущерба от уменьшения загрязнения окружающей среды на предприятиях Уральской горно-металлургической компании	94
Раздел 6. Экологические риски и экономические ущербы	<i>И. М. Данилин, М. А. Ташлыков, С. С. Иванов.</i> Мониторинг нарушенных земель населенных пунктов с использованием данных аэрофотосъемки и ГИС	100
	<i>Е. В. Щербина, А. С. Маршалкович.</i> Организация непрерывного экологического образования в системе двухуровневого обучения студентов при подготовке бакалавров по профилю «Городское строительство и хозяйство» направления «Строительство»	106
Раздел 7. Экологический мониторинг и нормирование	<i>Круглый стол «Экологические аспекты производства, потребления и утилизации продукции из древесины и бумаги: глобальные тренды и ситуация в России»</i>	112
	<i>Конгресс «Строительная наука, техника и технологии: перспективы и пути развития». Секция «Актуальные градостроительные и экологические задачи современного мегаполиса»</i>	113

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ И СИСТЕМА ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ: СОЮЗ РАДИ ПРОЦЕССА

В. В. Денисов, *д.т.н., Заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор Новочеркасского филиала Академии связи МО РФ, mayastrezhkova@mail.ru,*
Л. Н. Фесенко, *д.т.н., профессор, зав. кафедрой Южно-российского государственного технического университета (ЮРГТУ), г. Новочеркасск, mayastrezhkova@mail.ru,*
А. В. Денисова, *студентка Новочеркасской государственной мелиоративной академии (НГМА), mayastrezhkova@mail.ru,*
С. А. Москаленко, *к.э.н., доцент НГМА, Stanislav-moskalenko@yandex.ru,*
Н. В. Ляшенко, *к.т.н., доцент ЮРГТУ, mayastrezhkova@mail.ru,*
Б. А. Нагнибеда, *к.т.н., доцент ЮРГТУ, mayastrezhkova@mail.ru,*
М. А. Стрежкова, *к.э.н., доцент НГМА, mayastrezhkova@mail.ru,*
Н. Н. Паненко, *аспирант НГМА, panya-86@mail.ru*

Предлагается производить гипохлорит натрия (ГХН) в рамках диверсификации на предприятии теплоэнергетики. Наименьшие затраты (чем на жидкий хлор) на получение ГХН ожидаются на АЭС или угольной ТЭС, что объясняется относительно низкой стоимостью электроэнергии и возможностью использования внутренних резервов. Рекомендуемая технология предусматривает получение на первой стадии 0,8–1,0 %-ного ГХН с последующим концентрированием до 12,5–15 % методом выпаривания или вымораживания. Предусматривается использование конденсата водяных паров и образующегося отхода — водорода (в качестве источника тепловой энергии, например для упаривания раствора).

Production of sodium hypochlorite is proposed as part of diversification procedures implemented at thermal engineering enterprises. At nuclear power plants and coal heating power plants, the cost of production of sodium hypochlorite is expected to be smaller than that of liquid chlorine due to the relatively low cost of electric power and the use of in-house resources. The recommended technology consists in generation of the first stage of 0,8–1,0 %-sodium hypochlorite and its further concentration to 12,5 %–15 % through evaporation or freezing. Steam condensate and hydrogen as its waste product (a source of thermal power designated for evaporation of the solution) are to be applied.

Ключевые слова: гипохлорит натрия, электролизная установка, питьевое водоснабжение, диверсификация, электростанция.

Key words: sodium hypochlorite, electrolysis unit, potable water supply, diversification, electric power plant.

В последние годы наметилась тенденция отказа от традиционного хлорирования при подготовке питьевой воды в пользу гипохлорита натрия (ГХН). Он успешно применяется как на крупных системах водоснабжения городов, так и на объектах с малой производительностью [1–4]. При этом может использоваться привозной концентрированный (160–190 г/л) раствор ГХН или низкоконцентрированный (≤ 1 %), вырабатываемый на месте потребления. Относительно того, что це-

лесообразнее в аспекте широкомасштабного внедрения, единого мнения нет.

В целом, как отмечается в ряде работ [3, 5], применение ГХН значительно безопаснее, чем хлора: если газообразный хлор относится ко 2 классу опасности, то промышленный (концентрированный) ГХН имеет 3 класс, а низкоконцентрированный — 4 [6]. Объекты, использующие высококонцентрированный ГХН и находящиеся в городской черте либо в непосредственной близости от селитебных зон,

не создают угрозу безопасности соседних районов, так как аварийные ситуации на этих объектах носят локальный характер и не выходят за пределы производственного помещения.

В это же время использование относительно высококонцентрированных водных растворов ГХН в практике водоподготовки и водоотведения характеризуется рядом недостатков [2–6]:

- они агрессивны (хранение в емкостях из титана или спецполимера);
- вызывают ожоги кожи и поражение глаз (вплоть до слепоты);
- при контакте с горючими материалами (опилками, ветошью и др.) могут способствовать их возгоранию;
- при введении в воду с высоким содержанием кальция и магния возможно образование нерастворимых отложений;
- при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ кристаллизуется, поэтому перед употреблением требуется их разогрев и перемешивание;
- высокое значение рН (до 12), что способствует соединению кальция с растворенным CO_2 , приводящему к образованию карбоната кальция. Это разрушительно воздействует на обвязку, арматуру и расходомеры;
- газовыделение при их разложении: при комнатной температуре образование кислорода составляет 1 % в сутки, что может при скоплении его привести к взрыву;
- возможны аварии из-за случайных или ошибочных соединений с соляной кислотой (рН-корректором), в результате чего выделяется газообразный хлор.

В работе [7] проведено сравнение ряда эксплуатационных параметров газообразного хлора и гипохлорита натрия. Указы-

вается, например, что затраты крупных предприятий ГХН в 3–4 раза выше, чем на хлор; если срок службы оборудования на хлоре более 15 лет, то в случае ГХН этот показатель оценивается, например, для резервуара от 5 лет до 10 лет.

В таблице приведены затраты на внедрение хлора и ГХН в технологию обеззараживания воды применительно к среднему российскому городу.

По-видимому, указанные расчеты, результаты которых не в пользу ГХН, выполнены применительно к проекту строительства в городе предприятия для выпуска относительно концентрированного гипохлорита натрия (12,5–15 %).

Тем не менее, исходя из анализа всех факторов, влияющих на эксплуатацию объектов водоснабжения, где используется ГХН, Мосводоканалом был сделан выбор в пользу концентрированного гипохлорита. В ноябре 2009 г. на Западной станции водоподготовки московского водопровода пущены в эксплуатацию две технологические линии по обеззараживанию воды гипохлоритом натрия (общая производительность 1500 тыс. $\text{м}^3/\text{сут.}$ воды). Как следствие, для нужд города освобождены земли прилегающих к станции территорий общей площадью 15,6 га (благодаря ликвидации склада жидкого хлора). Сообщается также, что в ближайшее время на территории Люберецких очистных сооружений начнет работать завод по производству ГХН, который будет поставлять реагент на столичные станции водоподготовки [8]. Распоряжением Правительства Москвы от 01.06.2005 г. № 948-ПР завершение перевода московских водопроводных станций на гипохлорит натрия намечено на 2012 г. [3].

Ранее, в 2003 г., на Главной водопроводной станции С.-Петербурга был осуществлен переход на привозной высококонцентрированный ГХН, а в 2004 г. на Волковской водопроводной станции [2]. В результате город стал первым в мире мегаполисом, который полностью отказался от использования жидкого хлора для обеззараживания воды [4].

Следует отметить, что на Северной и Южной водопроводных станциях С.-Петербурга, где используются иностранные установки фирмы «Newtec», применяют соль высшего сорта ОАО «Илецксоль». Она содержит очень мало ионов кальция

Таблица
Затраты на внедрение хлора
и гипохлорита натрия (тыс. руб.) [7]

Статья расходов	По ГХН	По хлору	Разница
Проект	740	240	500
Оборудование и монтаж	30000	1560	28440
Транспорт (год)	65	20	45
Стоимость реагента (год)	4000	1500	2500
АГСС (спасатели) (год)	—	480	—480
Система оповещения (по системе ГО и ЧС)	—	около 3000	—3000
Итого	34805	6800	28005

и магния (солей жесткости): массовая доля кальция, например, не более 0,35 %, или 1,75 ммоль/л [4]. В случае применения соли худшего качества обязательна периодическая промывка катодов по мере их застарения, для этого используется 5 %-ная соляная кислота.

Многие из проблем, возникающих при применении высококонцентрированного ГХН, снимаются при использовании технологии и оборудования для получения электролизом низкоконцентрированного (6–8 г/л) раствора гипохлорита натрия на месте его использования.

Низкоконцентрированный раствор ГХН (марки Э) является более чистым и малотоксичным продуктом, оказывает умеренно раздражающее действие на кожные покровы и слизистые оболочки, не горюч, не взрывоопасен, не относится к веществам остронаправленного действия [5]. Это позволяет сократить земельные площади, которые обычно отчуждаются для организации санитарно-защитной зоны хлораторной, использующей газообразный хлор [6, 9, 10].

Гипохлорит натрия разлагается медленно благодаря низкой исходной концентрации. Относительно низкое значение pH такого раствора ГХН сводит проблему накипи (образование CaCO_3) до минимума [6], а в ряде случаев даже дает экономию затрат на реагенты для регулирования pH раствора.

В то же время следует отметить и ряд недостатков, присущих получению и применению ГХН низкой концентрации, в том числе и по технологии зарубежной системы OSEC [3]. Существенные затруднения возникают при обеспечении обязательного 15-суточного запаса реагента, что требует создания хранилищ большого объема.

Сдерживающим фактором является недостаточная производительность отечественных установок по получению низкоконцентрированного раствора ГХН для производственных мощностей станций водоподготовки, особенно крупных городов.

Большую опасность представляет водород, который выделяется при электролизе раствора поваренной соли: на 45 кг активного хлора образуется 1,3 кг H_2 или 29 кг на 1 т [6]. Водород должен быть удален для снятия угрозы взрыва. Это, есте-

ственно увеличивает затраты на процесс водоподготовки.

Для получения 1 кг эквивалентного (активного) хлора на установках OSEC необходимы 3,7 кг NaCl , 0,135 м³ воды (предварительно умягченной) и 5,5 кВт·ч электроэнергии; затраты в среднем оценивались (на 01.01.2006 г.) в 14,7 руб. (без НДС). В то же время на тот период закупочная цена 6,67 л технического ГХН (содержит 1 кг активного хлора), производимого на Волгоградском химическом заводе, составила 62,48 руб. (без НДС) или 9,37 руб./л [6]. По другим, более поздним данным [5, 11], сравнение экономических показателей применения для обеззараживания воды газообразного хлора, технического ГХН марки А и электролитического ГХН также выявило предпочтительность последнего.

Эксплуатация электролизных установок для получения низкоконцентрированного ГХН имеет свои особенности, знание и соблюдение которых в значительной степени определяют надежность работы и срок их службы.

В этом отношении одна из основных проблем надежности их работы связана с образованием отложений карбоната кальция на поверхности катодов электролизера. Как следствие, из-за нештатного режима электролиза происходят перегрев и коробление электродной системы, разрушение оксидно-рутениевого покрытия электродов. Толщина осадка на электроде непрерывно увеличивается, что приводит к снижению величины электрического тока и уменьшению концентрации активного хлора на выходе из электролизной ванны [12, 13].

Образование осадка CaCO_3 обусловлено наличием ионов кальция (Ca^{2+}) и гидрокарбоната в воде, которая используется для приготовления растворов NaCl , служащих электролитами. К тому же приводит и наличие свободной углекислоты CO_2 , находящейся в щелочном (по реакции) прикатодном пространстве. На образование катодных отложений оказывает влияние и химический состав растворов поваренной соли, которые в заметных количествах могут содержать Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} ; растворенные газы CO_2 , O_2 [14].

Качество самой поваренной соли также влияет на интенсивность карбонатных

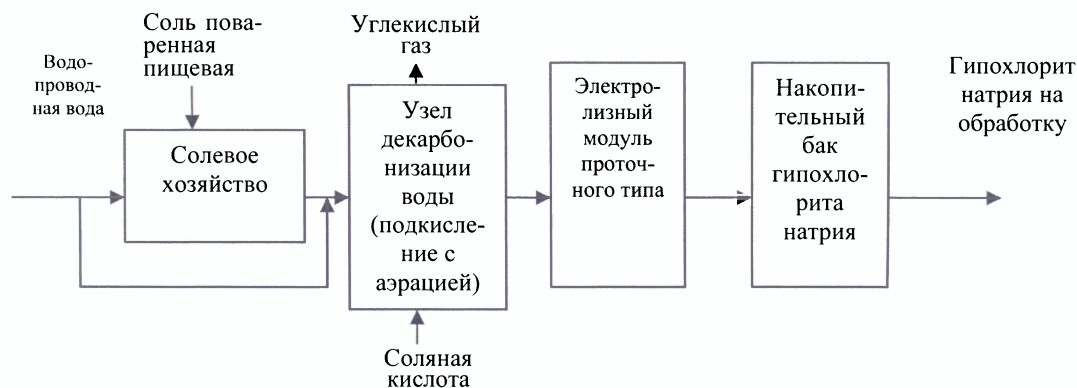


Рис. 1. Принципиальная схема получения электролитического ГХН на ЦВОС г. Ростов-на-Дону

отложений, так как в ней могут содержаться значительные количества хлорида кальция. Так, растворение в воде до насыщения соли украинских месторождений (Артемсоль, 1 сорт, ГОСТ Р 51574—2000) обеспечивает приращение концентраций Ca^{2+} в размере 32—45 ммоль/дм³ [13]. Отмечается [15], что в соли могут присутствовать примеси хлоридов и сульфатов кальция и магния и некоторых других. По чистоте приемлема поваренная соль «Экстра», но она существенно дороже обычной.

В России и за рубежом используются электролизные установки, для которых вода предварительно очищается от катионов жесткости (Ca^{2+} и Mg^{2+}) при помощи ионообменных фильтров [12]. Так, например, компания «Wallace & Tiernan» оснащает свои электролизные установки типа OSEC Na-катионитовыми фильтрами [6]. Однако этот метод является технически сложным и требует больших затрат. По мнению [13], наиболее рациональным способом предотвращения катодных отложений будет предварительное (до электролиза) удаление бикарбонат-ионов HCO_3^- из воды, используемой для приготовления солевых растворов. Для декарбонизации воды разработчики установок «Экофес» (г. Новочеркасск) рекомендуют любой из двух способов: обработку воды известью или подкисление соляной кислотой с последующей аэрацией. Эксплуатация указанных установок на водных объектах Южного федерального округа выявила возможность продления срока службы электродных пластин до трех и более лет в случае предварительной декарбонизации воды. При этом сокращается потребность в кислотной очистке электродных пластин в среднем в 5 раз. В то же время,

очевидно, что использование дополнительных реагентов для декарбонизации воды и необходимость последующего удаления образующихся осадков способствуют удорожанию продукта электролиза — низкоконцентрированного ГХН.

На основании многолетних исследований и практики эксплуатации электролизных установок для получения ГХН низкой концентрации в Южно-Российском государственном техническом университете (г. Новочеркасск) разработаны различные технологические схемы, имеющие определенные области рационального применения. Выбор той или иной схемы определяется возможностью обеспечения надежной работы электролизера, исключая (снижая) образование катодных осадков.

На рис. 1 показана принципиальная схема процесса получения низкоконцентрированного ГХН, реализованная на Центральных водопроводных очистных сооружениях (ЦВОС) г. Ростов-на-Дону [13].

ЦВОС включают в себя: 1) солевое хозяйство (склад поваренной соли, растворный бак, емкость с рассолом, емкость с рабочим солевым раствором); 2) узел кислотной декарбонизации водопроводной воды, используемой для получения рассола и солевого раствора (декарбонизатор); 3) узел кислотной промывки электродной системы (склад концентрированной соляной кислоты, емкость для ее разбавления, насос, установка для нейтрализации остаточной кислоты перед отведением ее в канализацию); 4) электролизные модули (3 рабочих, 1 резервный) с блоками электропитания и АСУ ТП; 5) резервуары для хранения ~0,7 %-ного раствора с системой его дозирования; 6) вытяжная вентиляция (для разбавления выделяющегося в

процессе электролиза взрывоопасного водорода и удаления газов из накопителей растворов ГХН).

Солевое хозяйство предназначено для получения, хранения и дозирования насыщенного (27—30 %-ного) раствора соли с последующим приготовлением из него рабочего 3 %-ного раствора, который далее подвергают электролизу. С целью снижения скорости обрастания катодов принята следующая схема получения рабочего раствора: 1) приготовление насыщенного раствора NaCl с использованием водопроводной воды; 2) дозирование насыщенного солевого раствора в трубопровод с водопроводной водой для доведения концентрации соли до 3 %; 3) кислотная декарбонизация 3 %-ного раствора в декарбонизаторе.

Показатели работы указанной станции: расход соли — 4,5 кг на 1 кг активного (эквивалентного) хлора, электроэнергия — 4,5 кВт·ч/кг, кислоты ~0,32 кг/кг. Согласно [13], затраты на приобретение указанных материалов и энергию составляют всего лишь 13,9 руб./кг активного хлора, что объясняется низкой ценой на соль (1,2 руб./кг) и электроэнергию (1,43 руб./кВт·ч). Между тем, увеличение цены приобретения соли, например, в 2 раза повышает вышеприведенные расходы (при неизменности остальных статей расхода) до 19 руб./кг эквивалентного

хлора. Та же тенденция будет и в случае аналогичного повышения цены приобретения электроэнергии.

Таким образом, конкурентоспособность электролитически полученного низкоконцентрированного ГХН, а, следовательно, перспективы его широкомасштабного распространения (взамен привозного жидкого хлора) в основном определяются стоимостью поваренной соли, расходами на электроэнергию и подготовку воды для рабочего солевого раствора.

Вышеизложенное характеризует положительные и негативные стороны применения гипохлорита натрия как относительно высокой (12—15 %), так и низкой (0,6—0,8 %) концентрации.

Между тем крупномасштабное, приемлемое по времени внедрение гипохлорита натрия в практику водоснабжения и водоотведения Ростовской области тормозится из-за необходимости крупных инвестиций в строительство электролизных станций и высоких эксплуатационных затрат.

По-нашему мнению, указанная цель может быть достигнута, причем быстрее, со значительно меньшими экономическими затратами и с учетом экологических требований, при реализации следующей схемы (рис. 2).

1. В рамках субъекта РФ (в данном случае Ростовской области) создается предприятие по производству концентриро-

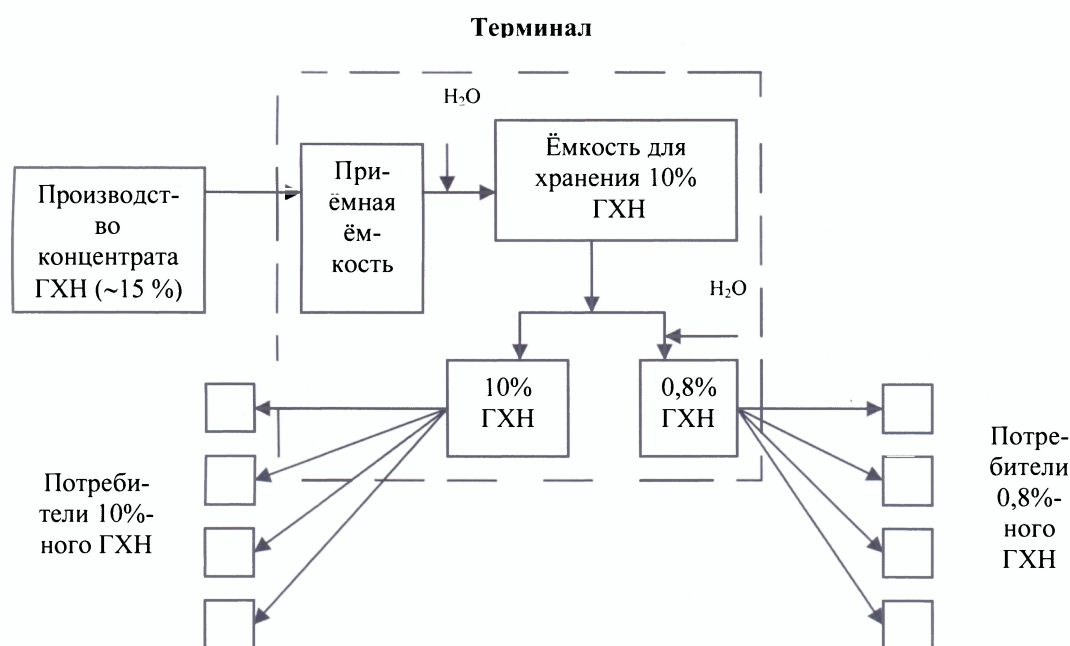


Рис. 2. Схема производства концентрированного раствора ГХН и его последующего распределения через сеть терминалов

ванного ($\geq 15\%$) раствора гипохлорита натрия и организуется сеть распределительных терминалов, через которые ГХН поставляется потребителям.

2. Продукт (концентрированный ГХН) доставляется на терминал, где перекачивается в приемные емкости. Далее раствор ГХН доводится до концентрации 10% (оптимальной для хранения [3]) и направляется в емкость-хранилище. Часть 10% -ного раствора ГХН через промежуточную емкость-дозатор отгружается отдаленным (или крупным) потребителям, часть разбавляется до концентрации $0,8\text{--}1,0\%$ ГХН. Последний предназначен относительно мелким потребителям (прежде всего сельским), расположенным от терминала на таком расстоянии, которое делает доставку дезинфектанта заказчику экономически оправданной.

Терминалы (а таковых в масштабах области может быть несколько) целесообразно размещать вблизи городов с учетом интересов сельских потребителей. Для бесперебойной доставки раствора ГХН клиентам при терминале целесообразно организовать диспетчерскую службу, аналитическую лабораторию (для контроля качества дезинфектанта) и парк спецавтотранспорта.

В качестве объектов, на базе которых может быть развернуто крупномасштабное производство концентрированного ГХН в интересах водоснабжения и водоотведения области, нами рассмотрены: 1) МУП водоснабжения крупного города; 2) самостоятельное предприятие, использующее традиционную технологию; 3) существующий завод химического профиля; 4) энер-

гогенерирующее предприятие (АЭС, угольная или газовая ТЭС).

Согласно расчетам, наименьшие затраты (чем на жидкий хлор) на получение ГХН ожидаются на АЭС или угольной ТЭС. Это объясняется относительно низкой стоимостью электроэнергии, а также возможностью использования внутренних резервов. Рекомендуемая технология предусматривает получение на первой стадии $0,8\text{--}1,0\%$ -ного ГХН с последующим концентрированием до $12,5\text{--}15\%$ методом выпаривания или вымораживания. Предусматривается использование конденсата водяных паров и образующегося отхода — водорода (в качестве источника тепловой энергии, например для упаривания раствора).

Привлечение электростанции к производству ГХН будет экономически целесообразным проектом и для нее: часть продукции может использоваться для собственных целей (обеззараживание оборотной воды и борьба с сорной растительностью), другая часть — в качестве товара, обладающего постоянным спросом.

Вышеизложенные соображения указывают на реальную возможность создания территориально-производственного комплекса (ТПК) посредством сочетания предприятий различного профиля в отдельной промышленной точке или в целом районе, способствующего достижению определенного экономического эффекта за счет целенаправленного подбора указанных предприятий в соответствии с природными и экономическими условиями района, с его транспортным и экономико-географическим положением и перспективами социально-экономического развития.

Библиографический список

1. Подковыров В. П. Опыт МГП «Мосводоканал» по реконструкции объектов, использующих жидкий хлор / В. П. Подковыров, Е. М. Привен // Водоснабжение и сантехника. — 2004. — № 8. — Ч. 1. — С. 27—29.
2. Кинебас А. К. Внедрение обеззараживания воды гипохлоритом натрия и ультрафиолетовым облучением в системах водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга / А. К. Кинебас // Водоснабжение и сантехника. — 2005. — № 12. — Ч. 1. — С. 33—36.
3. Поршнев В. Н. Перевод московских станций водоподготовки на использование гипохлорита натрия / В. Н. Поршнев, Е. М. Привен // Водоснабжение и сантехника. — 2009. — № 10. — Ч. 1. — С. 24—30.
4. Фесенко Л. Н. Опыт применения гипохлорита натрия при обеззараживании воды на очистных сооружениях Центрального водопровода г. Ростова-на-Дону / Л. Н. Фесенко, А. Ю. Скрыбин, С. И. Игнатенко // Водоснабжение и сантехника. — 2009. — № 9. — С. 46—51.
5. Головачев А. В. Применение гипохлорита натрия при обеззараживании воды / А. В. Головачев, Е. М. Абросимова // Водоснабжение и сантехника. — 2009. — № 4. — С. 8—12.
6. Григорьев А. Б. Сравнительная оценка высоко- и низкоконтрированного гипохлорита натрия для дезинфекции питьевых вод / А. Б. Григорьев, Р. Расс // Водоснабжение и сантехника. — 2006. — № 10. — С. 42—46.

7. Кожевников А. Б. Хлорирование и микробиологическая безопасность воды / А. Б. Кожевников, О. П. Петросян // Водоснабжение и сантехника. — 2008. — № 10. — Ч. 1. — С. 43—53.
8. Московский водопровод нашел замену хлору // Водоснабжение и сантехника. — 2009. — № 12. — С. 18.
9. Обеспечение эпидемиологической безопасности питьевой воды Санкт-Петербурга / А. Б. Жербун [и др.] // Водоснабжение и сантехника. — 2007. — № 7. — Ч. 2. — С. 9—13.
10. Реконструкция системы обеззараживания воды на станции Северного городского водопровода Уфы / В. С. Гордиенко [и др.] // Водоснабжение и сантехника. — 2008. — № 3. — Ч. 2. — С. 26—28.
11. Видер Б. Л. Электролизные установки НПК «Эколог»: результаты и перспективы / Б. Л. Видер, Г. Е. Иткин, М. В. Климов «Технологии очистки воды «Техновод-2008»»: Мат-лы IV междунар. НПК г. Калуга, 26—29 февр. 2008 / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). — Новочеркасск: «Оникс+», 2008. — С. 252—255.
12. Медриш Г. Л. Обеззараживание природных и сточных вод с использованием электролиза / Г. Л. Медриш, Д. Л. Басин, А. А. Тейшева. — М.: Стройиздат, 1982. — 80 с.
13. Кудрявцев С. В. Совершенствование технологических параметров установок получения электролитического гипохлорита натрия для обеззараживания воды: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. — Новочеркасск, 2009.
14. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды: в 2 ч. / Л. А. Кульский [и др.]; отв. ред. А. Т. Пилипенко. — Киев: Наук. думка, 1980. — 1206 с.
15. Поваренная соль и ее растворы: справочник / под ред. И. В. Остроухова, В. Г. Яроцкого. — Л.: Химия, 1970. — 130 с.

УДК 676.088.502.169

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМИРОВАНИЯ ОРГАНИЗОВАННОГО СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД УСТЬ-ИЛИМСКОГО ЛПК В РЕКУ АНГАРА

Б. Н. Фрог, *д.х.н., профессор,
зав. кафедрой МГСУ,
bs_frog@mail.ru,*

С. Н. Шашков, *к.т.н., доцент МГСУ,
bs_frog@mail.ru,*

Д. Б. Фрог,
*ОАО «МосводоканалНИИпроект»,
bs_frog@mail.ru*

В статье подведены первые результаты многолетних исследований (1995—2010 гг.), посвященных обоснованию принципа технологического нормирования сброса загрязняющих веществ в водные объекты на территории РФ.

The article represents initial results of a long-term (1995—2010) research dedicated to validation of the principle of technological rates setting applicable to the process of pollutants discharge into the water bodies of Russian Federation.

Ключевые слова: количественная и качественная характеристика стоков, условно-чистые сточные воды, загрязненные производственные сточные воды, повторное использование воды и тепла, эффективность обезвоживания, безопасность размещения осадков сточных вод.

Key words: qualitative and quantitative drain characteristics, conditionally clean waste water, contaminated industrial waste water, water and heat recycling, deliquification efficiency, safety of waste water residue allocation.

Решение проблемы обеспечения экологической безопасности сточных вод Усть-Илимского ЛПК является достаточно важной задачей. В настоящее время мощность филиала ОАО «Группа «Илим» в г. Усть-Илимске составляет 697,3 тыс. тонн товарной целлюлозы, в том числе 632,8 тыс.

тонн беленой и 64,5 тыс. тонн небеленой целлюлозы, производимой из древесных отходов производства. Помимо целлюлозы на предприятии производятся таловое масло и очищенный скипидар, а также производится сжигание коры, опилок, отходов производства ЛПК для производст-