

вживления в тело человека для стимулирования его сердечной деятельности. Практически все цветные металлы (алюминий, медь, никель, свинец, цинк, кадмий, магний, натрий, калий, другие редкие металлы и сплавы), ежегодное производство которых составляет около 30 млн тонн, или получают, или очищаются электрохимическим путем. К этой же технологии можно отнести получение фольги и порошков цветных металлов.

Электрические явления играют большую роль в функционировании живых организмов: они отвечают за генерацию и распространение нервных импульсов, возникновение трансмембранных потенциалов и т. д. Различные электрохимические методы применяются для изучения биологических систем и их компонентов. Представляет интерес и изучение действия света на электрохимические процессы. Так, предметом фотоэлектрохимических исследований являются генерация электрической энергии и инициация химических реакций под действием света, что весьма существенно для повышения эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую. Здесь обычно используются полупроводниковые электроды из диоксида титана,

сульфида кадмия, арсенида галлия и кремния. Еще одно интересное явление – электрохемилюминесценция, т.е. генерация света в электрохимической ячейке. Оно наблюдается, когда на электродах образуются высокоэнергетические продукты. Часто процесс проводят в циклическом режиме, чтобы получить как окисленную, так и восстановленную формы данного соединения. Взаимодействие их между собой приводит к образованию возбужденных молекул, которые переходят в основное состояние с испусканием света [2].

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий – Москва: Химия, 1964. – 574 с.
2. Киреев, В.А. Краткий курс физической химии / В.А. Киреев – Москва: Химия, 1978. – 620 с.
3. Левчук, Н.В. Модифицирование портландцементных систем коллоидальным гидроксидом алюминия: диссертация кандидата технических наук: 05.23.05 / Н.В. Левчук – Брест, 2006. – 103 с.

Материал поступил в редакцию 20.04.2016

LEVCHUK N.V., NOVOSELTSEVA A.G. The use of electrochemical processes for hydraulic concrete and analysis of their quality

The article describes the electrochemical processes used in various industries, in particular the methods of use of electrolysis processes in the study of the properties of building materials.

УДК 628.544

Яловая Н.П., Корнейчик А.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОТОЧНОГО ТИПА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА Г. БРЕСТА

Введение. Дождевые воды ливневой канализации формируются атмосферными осадками, водой от мойки территории, притоком грунтовых вод. Многообразие сточных вод, режимов поступления и других факторов приводит к сложному и переменному их составу.

Дождевые, талые и поливочные воды, стекающие с застроенных территорий, до недавнего времени считались не представляющими серьезной опасности для водных объектов. Отведение их представлялось необходимым лишь по соображениям благоустройства территории. Однако дождевые и талые воды, отводимые с застроенных территорий, значительно загрязнены и не могут сбрасываться в водные объекты без определенных ограничений. Во многих случаях ливневые сточные воды являются одним из основных источников загрязнения водоемов. Поэтому организованный отвод с последующим обезвреживанием дождевых и талых вод в настоящее время является не только инженерной, но и санитарной необходимостью. Увеличение площадей урбанизированных территорий приводит к возрастанию объема ливневого стока, что, в свою очередь, приводит к нарастанию загрязнения и негативного эффекта на окружающую среду.

Атмосферные осадки, извлекая содержащиеся в атмосфере примеси, способствуют очищению атмосферы и служат тем самым одним из источников загрязнения поверхностного стока многими неорганическими загрязнителями, доля поступления которых с этим источником может составлять 15–60 % от их суммарного количества в поверхностном стоке. Однако основное количество загрязняющих веществ поступает в атмосферные осадки при их стекании с поверхности городской территории. Загрязняющие вещества смываются в ливневые сточные воды с поверхности дорог и крыш и являются продуктами коррозии кровельных материалов, выхлопов автомобилей с различными типами двигателей, результатом нерационального использования бытовых химикатов, пестицидов, удобрений и т. п., а также элементами песчано-солевой смеси, используемой в зимний период для предотвращения оледенения дорог. Характерными загрязняющими веществами в составе поверхностного стока являются взвешенные и растворимые органические и неорганические вещества, такие как нефтепродукты, азот аммонийный, фосфаты, железо общее,

синтетические поверхностно-активные вещества, тяжелые металлы (цинк, свинец, медь, кадмий, хром, никель).

Многообразие факторов, влияющих на содержание загрязняющих веществ в поверхностном стоке, их непосредственные количественные соотношения на каждом водосборе усложняют установление химического состава этой категории сточных вод и разработку мероприятий по их обезвреживанию. По данным зарубежных исследований, накопление загрязнений на поверхности дорог в среднем для городов составляет 395 кг на 1 км дороги, причём в промышленных районах, накопление вдвое превышает средний показатель для города [1].

Выбор оптимального метода очистки поверхностного стока. С учетом сложности процесса формирования поверхностного стока и большого числа факторов, оказывающих влияние на его состав, выбор оптимального метода очистки должен предусматривать решение ряда вопросов:

- 1) возможность достижения требуемого уровня очистки данным методом и эффективности метода для достижения заданного уровня очистки;
- 2) стоимость данного метода и стоимость эксплуатации и технического обслуживания требуемых сооружений;
- 3) особенности водосборной территории;
- 4) учет имеющихся ограничений (наличие свободных территорий, доступность для служб технического обслуживания и т.п.);
- 5) социальные вопросы (эстетика, безопасность);
- 6) возможности смягчить другие последствия урбанизации, случайные воздействия на окружающую среду и текущее состояние створа и водосбора.

Поэтому при проектировании мероприятий по управлению поверхностным стоком в городе Бресте необходимо учитывать особенности города. Система ливневой канализации г. Бреста имеет 26 выпусков, большинство из которых сбрасывают сток непосредственно в р. Мухавец (лишь небольшой процент поверхностного стока подвергается очистке). В водах р. Мухавец наблюдается постоянное загрязнение нефтепродуктами [2]. Кроме того, в зимний период серьезную проблему представляют хлориды и взвешенные вещества за

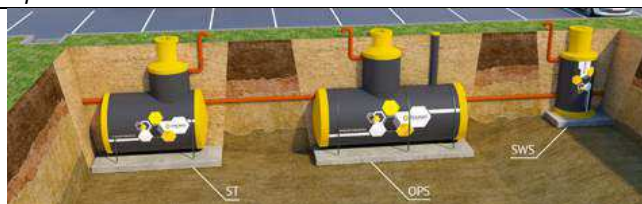
счет применения противоголедных смесей. В центральной части города целесообразно применять методы очистки поверхностного стока, совместимые с существующей системой ливневой канализации, т.к. такое решение наиболее экономически выгодно.

Разновидности локальных очистных сооружений проточного типа. Для очистки поверхностного стока в месте сброса существует широкий спектр устройств проточного типа, которые по принципу своей работы могут быть отнесены к устройствам контроля поверхностного стока в месте сброса. Установки представляют собой подземную емкость, работают по проточной схеме как элемент самотечной дренажной ливневой канализации, не имеют аккумулирующего резервуара. В состав основного оборудования входят следующие элементы: блок объемного отстаивания ST (иногда с блоком тонкого отстаивания) и блок коалесцентной очистки от нефтепродуктов OPS (маслобензоотделитель), обычно расположенные в одном корпусе. Часто подобные установки содержат дополнительно блок тонкой фильтрации SF. Наполнителем блока тонкой фильтрации могут служить хемосорбенты различных типов (активный уголь, цеолиты, торф). Хемосорбенты способны значительно снижать концентрацию ионов тяжелых металлов в обрабатываемом стоке. Опытным путем доказано, что волокнистые сорбенты имеют ряд преимуществ – большую удельную площадь, а значит, и большую скорость сорбции, имеют больший срок эксплуатации, отличаются хорошей способностью к регенерации без применения особых технологических условий. Сорбционный блок работает за счет движения воды путем ее просачивания через пористый сорбционный элемент за счет разницы уровней. Также устройства проточного типа дополнительно могут комплектоваться ультрафиолетовым обеззараживателем UDA, распределительным колодцем RW, водомерным колодцем WMS, техническим колодцем TV.

В качестве примера очистных сооружений проточного типа могут применяться сооружения белорусского производства. Эти сооружения могут быть изготовлены из железобетона, пластика, стеклопластика, полиэтилена, полипропилена. Самыми долговечными являются сооружения из железобетона, однако они являются самыми дорогими.

По нашему мнению, сооружения из стеклопластика являются оптимальным соотношением стоимости и качества. Стеклопластик – это одна из разновидностей композиционных материалов, состоящая из стеклянного наполнителя и синтетического полимерного связующего. Наполнителем служат в основном стеклянные волокна в виде нитей, жгутов (ровингов), стеклотканей, стекломатов, рубленых волокон; связующим – полиэфирные смолы, фенолоформальдегидные, эпоксидные, кремнийорганические смолы, полиимиды, алифатические полиамиды, поликарбонаты и др. Материалы нового поколения, такие как композиционные, дают возможность инженерам и архитекторам получить практически любые физические свойства конечного продукта. Основные достоинства стеклопластика: долговечность – результаты отечественных исследований и испытаний показывают, что конструкции из стеклопластика по сроку службы во много раз превосходят аналогичные конструкции из дерева, ПВХ и металлов; надежность – изделия из стеклопластика безотказно служат в течение 50 лет и более без затрат на эксплуатацию (стеклопластик по прочности близок к металлам, устойчив к воздействиям атмосферы и агрессивных сред); безопасность – стеклопластик огнестоек, температура возгорания 500-700 °С, не выделяет диоксинов, практически не деформируется под влиянием высоких и низких температур, хороший диэлектрик.

Выбор принципиальной схемы ливневой канализации. Существует несколько принципиальных схем ливневой канализации (рисунки 1–5). Помимо этого могут использоваться другие схемы, например при большой производительности компоненты устанавливаются параллельно.



1 этап – сбор взвеси и песка в пескоотделителе ST; 2 этап – отделение масел и нефтепродуктов в маслобензоотделителе OPS

Рисунок 1 – Схема двухэтапной очистки сточных вод

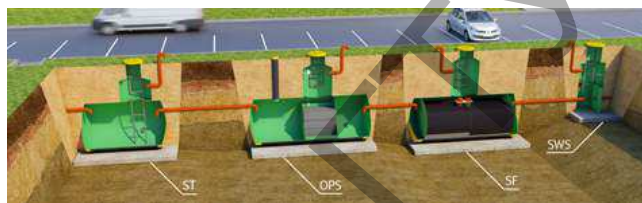


Рисунок 2 – Схема очистки сточных вод с добавлением сорбционного блока SF для очистки от взвешенных веществ и нефтепродуктов (максимальное загрязнение нефтепродуктами на входе до 4000 мг/л, загрязнение нефтепродуктами на выходе достигает до 5 мг/л)

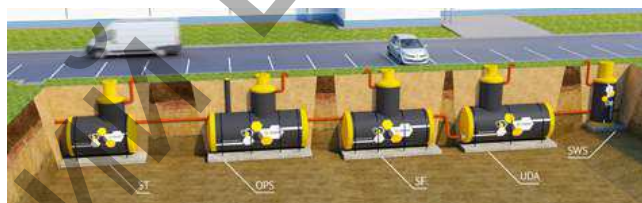


Рисунок 3 – Схема очистки сточных вод с ультрафиолетовым обеззараживателем UDA

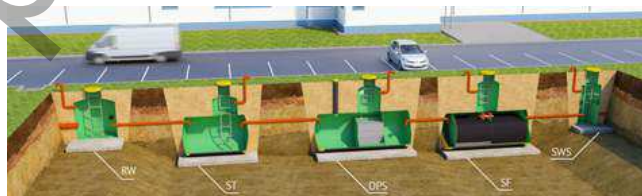


Рисунок 4 – Схема очистки сточных вод с распределительным колодцем RW

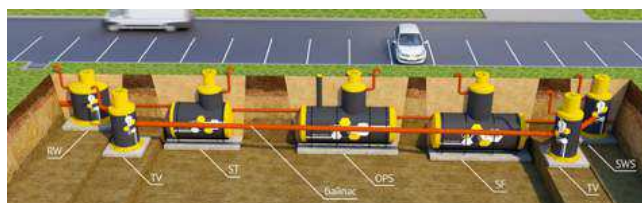


Рисунок 5 – Схема очистки сточных вод с техническими колодцами TV

Одной из главных проблем г. Бреста является загрязнение поверхностного стока нефтепродуктами. Вышеописанный комплекс сооружений позволит успешно очистить от нефтепродуктов поверхностный сток. Принцип работы такого комплекса заключается в установке коалесцентных модулей очистки от нефтепродуктов OPS. Коалесцентные модули изготавливаются из прочного поливинилхлорида без дополнительных пластификаторов. Этот материал стоек к большинству растворимых веществ, встречающихся в дождевых водах, гниению, воздействию бактерий и других микроорганизмов (рис. 6).

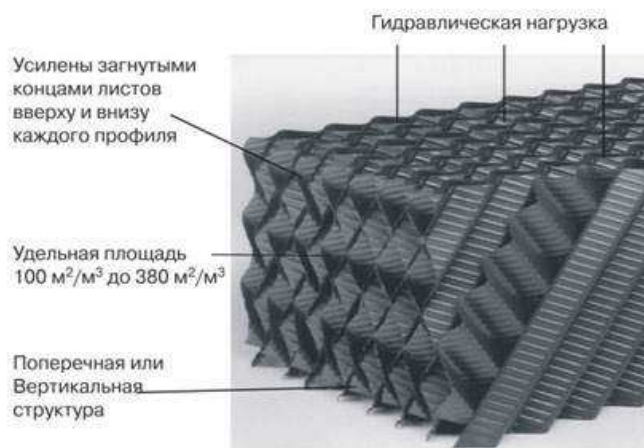


Рисунок 6 – Коалесцентный модуль

Коалесцентные модули устанавливаются в маслобензоотделителях. Благодаря своей конструкции модули способствуют укрупнению частиц масла и ускоряют их всплытие. Масло образует единый слой на поверхности воды в емкости. Широкий ассортимент коалесцентных модулей обеспечивает получение площадей поверхностью 90–380 м²/м³.

Рекомендации по разработке эффективных мероприятий по водоотведению и очистке поверхностного стока г. Бреста. С учетом особенностей территории города Бреста целесообразным представляется применение комплекса методов управления и очистки ливневого стока.

1. Необходимо применение методов контроля образования поверхностного стока. Ряд методов такого типа имеет очень простую конструкцию и универсальный характер. Например, фильтрационные (или буферные) полосы – засаженные травой или другой растительностью области, удерживающие поверхностный сток. Инфильтрационные траншеи представляют собой неглубокие каналы, заполненные гравием, через них поверхностный сток в месте своего формирования инфильтрируется в почву и грунтовые воды. Однако инфильтрационные траншеи рассчитаны на поглощение небольшого объема стока, поэтому обычно используются в комплексе с другими методами. Также возможно применять специальные проницаемые покрытия для тротуаров и стоянок автотранспорта, они представляют собой широкий спектр материалов, позволяющих атмосферной влаге проходить сквозь них и естественным путем впитываться в почву. Такими покрытиями могут быть пористый, проницаемый для воды асфальт, бетон, разнообразные крупноблочные покрытия, а также ячеистые покрытия, позволяющие травянистым растениям произрастать между ячейками, и усиленные газонные покрытия, достаточно прочные, чтобы использоваться, например, для покрытия стоянок автотранспорта или тротуаров в пределах жилых территорий. Покрытия такого типа не могут быть использованы в местах, характеризующихся образованием большого количества взвесей, так как поры таких покрытий могут забиваться.

2. Одним из методов по радикальному снижению требуемой мощности очистных сооружений ливневой канализации является строительство снегосплавных пунктов для приема и растапливания тепло хозяйственно-бытовых стоков (или другого теплоносителя) в холодное время года наиболее загрязненной части снега и последующего отвода в хозяйственно-бытовую канализацию. Это позволит, практически без увеличения нагрузки на коллекторы и очистные сооружения хозяйственно-бытовой канализации, снизить мощность очистных сооружений ливневой канализации до величины, соответствующей режиму дождевого стока. Кроме того, существенно снижается загрязненность талого стока, решается задача сохранения пропускной способности улиц города в зимнее время года для автотранспорта, уменьшается загрязнение атмосферы и снега, сокращается количество применяемых антигололедных средств, поступающих в талый сток. На

данный момент снеготопильная станция на территории Республики Беларусь эксплуатируется только в г. Минске.

3. На высоко урбанизированных территориях неиспользуемое пространство крыш зданий составляет порядка 50 %. Это послужило толчком к разработке технологии «зеленых крыш», успешно применяемой как средство контроля поверхностного стока в месте образования во многих странах Европы и в США. По данным исследований, уменьшение объема образуемого стока составляет от 43 до 78 %. Однако уменьшение объема поверхностного стока не является единственным преимуществом данной технологии. Озеленение плоских крыш зданий приводит к снижению экономических затрат на отопление или охлаждение помещений, такие крыши могут служить местом обитания для ряда видов насекомых, пауков, птиц, а также могут использоваться как дополнительные рекреационные зоны (при соблюдении мер безопасности). В связи с тем, что озеленение крыш требует точных инженерных расчетов допустимой нагрузки, в практике принято два типа технологических решений – экстенсивное и интенсивное озеленение. При экстенсивном озеленении только часть поверхности крыши занимается под посадку растений, применяются конструкции с тонким слоем почвы (менее 15 см), при интенсивном – практически вся свободная поверхность занимается насаждениями. Выбор растений для «зеленых крыш» также не может быть случайным. На практике применяют в основном растения, характерные для открытых пространств с довольно жесткими климатическими условиями (дюны, каменистые районы и горы), т.к. условия крыш, особенно высотных зданий, существенно отличаются от наземных. «Зеленые крыши» не единственный возможный способ использования растений для контроля поверхностного городского стока. Например, установлено, что городские деревья перехватывают значительное количество атмосферных осадков, и перехват городских деревьев приблизительно в два раза превосходит таковой для деревьев лесного массива. Широко известен факт, что городские газоны задерживают значительное количество пылевых частиц и улучшают экологию города.

4. Необходимо организовать технологию повторного использования поверхностного городского стока. При таком подходе поверхностный сток с урбанизированной территории следует рассматривать как ресурс, а не как один из отходов. Практически без предварительной очистки он может быть использован для пополнения запасов подземных вод, непитьевого применения населением (например, полива садов, газонов и огородов, мойки машин, смыва туалетов) и в промышленных целях (в охлаждающем оборудовании, для мойки, для генерации электроэнергии).

5. Необходимо использовать очистные установки проточного типа, т.к. они хорошо совместимы с традиционными системами дренажной ливневой канализации и не требуют полной замены дренажной сети. Тип установки должен определяться для каждого выпуска с учетом количества стока, поступающего в данный коллектор, степени хозяйственного освоения водосборной территории и загрязненности стока.

6. В проблемных районах необходимо обустроить по возможности аккумулирующие емкости (естественно, чтобы они органично вписывались в существующую застройку) в которых установить погружные насосы.

Аккумулирующие емкости применяют для сбора непредвиденных объемов воды во избежание избыточного затопления территории и выравнивания подачи сточных вод на очистные сооружения. Как правило, накопление поверхностных сточных вод в аккумулирующей емкости происходит в течение суток. За это время ливневые стоки частично отстаиваются от загрязнений, а после снижения интенсивности ливней или после полного их прекращения, объем задержанной воды постепенно удаляется самотеком или при помощи погружного насоса (удаление может осуществляться по существующим трубопроводам, без прокладки новых сетей). Таким образом, аккумулирующая ливневая емкость позволяет существенно снизить вероятность подтопления.

Заключение. На основании изложенного можно сделать следующее заключение, что при освоении под застройку новых районов следует учитывать необходимость удаления и очистку поверхностного

стока еще на стадии проектирования. В таком случае в городской ландшафт могут быть органично вписаны крупногабаритные локальные очистные сооружения проточного типа.

Использование всех вышеперечисленных методов управления и очистки ливневого стока в комплексе позволит в значительной мере снизить объём поверхностного стока и решить проблему подтопления городских территорий.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волчек, А.А. Ливневый сток как источник загрязнения поверхностных вод / А.А. Волчек, И.В. Бульская // Вестник БрГТУ. – 2012. – № 2(74): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, геоэкология. – С. 41–43.
2. Борсук, И.П. Исследование процесса удаления нефтесодержащих загрязнений / Н.П. Яловая, И.П. Борсук // Вестник БрГТУ. – 2011. – № 2(68): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, геоэкология. – С. 81–86.

Материал поступил в редакцию 05.01.2016

YALOVAYA N.P., KORNEICHUK A.N. The use of local treatment facilities flow type for treatment of surface runoff of the city of Brest

During the development of under construction new urban development's should consider the need for removal and cleaning of surface runoff at the design stage. The use of the above article, methods of control and clean storm water in combination will allow to reduce substantially the volume of surface runoff and solve the problem of flooding of urban areas.

УДК 628.162

Романовский В.И., Жилинский В.В., Бессонова Ю.Н.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОРРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ К ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМ РАСТВОРАМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Введение. Дезинфекция водозаборных сооружений и сооружений водоснабжения представляет собой комплекс мероприятий, направленных на уничтожение возбудителей инфекционных заболеваний.

На сегодняшний день во всем мире в системах водоподготовки наибольшее распространение нашли хлорсодержащие вещества: скиженый хлор, диоксид хлора, гипохлорит натрия или кальция, хлорная известь и другие, под действием которых микроорганизмы и вирусы, находящиеся в воде, погибают в результате окисления веществ, входящих в состав протоплазмы клеток. Однако использование хлорсодержащих дезинфицирующих растворов сопряжено с рядом недостатков, таких как долгое время обработки (до 24 часов и выше), недостаточная эффективность, необходимость утилизации отработанных растворов, высокий износ металлических частей (трубы, запорная арматура) вследствие использования высоких концентраций активного хлора, которые на практике зачастую превышают рекомендуемые в десятки раз. С целью устранения перечисленных недостатков предлагается использовать озон [1] для дезинфекции внутренней поверхности водозаборных сооружений и сооружений водоснабжения. Озон является наиболее сильным окислителем и дезинфицирующим средством, применяемым при подготовке питьевой воды [2]. Присутствие озона интенсивно повышает окисление загрязняющих органических веществ. Озон улучшает также процессы коагулирования коллоидных веществ в воде и улучшает ее органолептические показатели (цвет, запах, вкус). Механизм обеззараживания озоном основан на его способности инактивировать энзимы (сложные органические вещества белковой природы), содержащиеся в животных и растительных организмах. Патогенные микроорганизмы уничтожаются озоном в 15–20 раз, а спорные формы бактерий – в 300–600 раз быстрее, чем хлором [3]. Время полураспада озона составляет менее 20 минут.

При разработке технологии использования озона для дезинфекции водопроводных сетей и сооружений следует провести сравнительный анализ коррозионной устойчивости углеродистых сталей к хлорсодержащим дезинфицирующим растворам и растворам озона в воде, исследовать растворимость озона в воде по высоте столба жидкости, провести исследования по эффективности дезинфекции исследуемых растворов в сравнимых условиях, а также провести технико-экономическое обоснование использования разрабатываемой технологии.

Цель представленной работы – сравнительный анализ коррозионной устойчивости углеродистых сталей к хлорсодержащим дезинфицирующим растворам и к насыщенному раствору озона в воде.

Методы и приборы. Коррозионные исследования проводили с помощью метода контактных токов (метод Ромельфельда). При определении коррозионной активности дезинфицирующих растворов электрохимическим методом снимали потенциостатические поляризационные кривые для сталей с помощью потенциостата марки ПИ-50-1.1 и программатора ПР-8. Исследуемые концентрации хлорсодержащих дезинфицирующих растворов: 50, 100 и 150 мг/л активного хлора. Для генерации озона использовался экспериментальный каскадный турбоозонатор белорусского производства фирмы ООО «Ровалант-СпецСервис» [4, 5]. Параметры работы генератора озона: концентрация озона в газовой смеси на выходе составляет 2,7 г/м³, расход газовой смеси на выходе – 13,2 л/мин. Для коррозионных испытаний использовались пластинки из углеродистых сталей марок сталь 20 и Ст3, зарубежные аналоги St20 и St37-3 соответственно. Данные виды сталей используются для изготовления трубопроводов, фильтров скважин, иногда для изготовления обсадных труб.

Коррозионный потенциал стали в исследованной воде устанавливался в течение 5 суток для хлорированной воды и в течение 1 часа для озонированной воды. Все потенциалы измерялись относительно насыщенного хлор-серебряного электрода сравнения и пересчитывались в шкалу стандартного водородного потенциала. Температура коррозионных испытаний составляла 25 °С.

Согласно методу контактных токов установившийся коррозионный потенциал системы сталь – раствор определяет ток коррозии на катодной поляризационной кривой стали в исследуемом растворе (рис. 1–3), исходя из того, что установившийся за время коррозии потенциал системы характеризует только коррозионный ток восстановления окислителя (активного хлора или озона).

Из рисунков 1 и 2, а следует, что в растворах активного хлора наблюдается катодный контроль процесса растворения сталей марок сталь 20 и Ст3. При увеличении концентрации активного хлора со 100 до 150 мг/л для всех исследуемых хлорирующих агентов наблюдается изменение кинетики коррозионного процесса с диффузионной на электрохимическую. Это в первую очередь связано с увеличением концентрации окислителей в растворе.

Жилинский В.В., к.х.н., доцент, кафедра химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники Беларусь, 220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а.

Бессонова Ю.Н., начальник службы по нормированию и энергосбережению ГП «Минрайтеплосеть». Беларусь, 223034, Минский район, г. Заславль, ул. Советская, 134.