

11. Нагиев, Т.М. Взаимодействие синхронных реакций в химии и биологии. – Б.: ЭЛМ, 2001. – 403с.
12. Коагулянты. Новые технологии и оборудование в водоподготовке и водоотведении. – Сб. Вып. 1 – М.: ВИМИ, 2000. – 56 с.
13. Бабенков, Е.Д. Очистка воды коагулянтами. – М.: Наука, 1977. – С. 54–55.
14. Круглов, А.И. Перспективные методы очистки природных и сточных вод смешанными коагулянтами / А.И. Круглов, С.В. Гетманцев, А.В. Сычев // Водоснабжение и санитарная техника, 2006. – № 8. – С. 33–38.

Материал поступил в редакцию 23.02.12

**ZHITENEV B.N., ANDREYUK S.V. Pilot studies of removal of organic impurity of natural waters a koagulirovaniye and catalytic oxidation with a view of technical water supply**

In article experimental researches about removal of organic impurity of river waters by coagulation and catalytic oxidation are shown.

УДК: 628.316

**Волкова Г.А., Сторожук Н.Ю.**

## МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

**Введение.** За последние 50-60 лет в технически развитых странах получила большое развитие новая отрасль химии – производство синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ).

Широкое применение СПАВ обусловило появление в сточных водах нового вида загрязнений. Специфические свойства СПАВ вызывают серьезные затруднения при очистке сточных вод химическими и биохимическими методами, следствием чего является увеличение загрязнения воды поверхностных и подземных источников.

Такое положение определило интенсивное развитие серьезных научных исследований по изучению специфических особенностей этого вида загрязнения и изысканию путей его предотвращения.

Значительную часть антропогенной нагрузки, приходящейся на поверхностные водные объекты, составляют сточные воды, содержащие синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), которые входят в состав всех хозяйственно-бытовых и большинства промышленных сточных вод.

Устойчивость СПАВ к биохимическому окислению является причиной накопления их в водных объектах, особенно в донных отложениях, что, в свою очередь, приводит к снижению самоочищающей способности природных вод и создаёт опасность вторичного загрязнения водоёмов и водотоков.

Именно по этой причине СПАВ входят в группу наиболее распространённых в поверхностных водах загрязняющих веществ и проблемы, связанные с охраной от них водных объектов, приобрели за последнее время особую остроту и актуальность.

В связи с несовершенством методов очистки от СПАВ сточных вод сосредоточенных выпусков и невозможности очистки от них рассредоточенного стока, возникает необходимость в разработке технологий защиты водных объектов от загрязнения указанными веществами.

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) представляют собой обширную группу соединений, различных по своей структуре, относящихся к разным классам. Эти вещества способны адсорбироваться на поверхности раздела фаз и понижать вследствие этого поверхностную энергию (поверхностное натяжение). В зависимости от свойств, проявляемых СПАВ при растворении в воде, их делят на анионоактивные вещества (активной частью является анион), катионоактивные (активной частью является катион), амфолитные и неионогенные, которые совсем не ионизируются [4].

Основным источником СПАВ являются моющие средства (детергенты) – вещества, усиливающие моющее действие воды. Первыми детергентами были мыла, полученные из встречающихся в природе веществ. Но сейчас под детергентами обычно понимают

синтетические вещества, по мощному действию сходные с мылом.

В поверхностных водах СПАВ находятся в растворенном и сорбированном состоянии, а также в поверхностной пленке воды водного объекта.

В слабозагрязнённых поверхностных водах концентрация СПАВ колеблется обычно в пределах тысячных и сотых долей миллиграмма в 1 дм<sup>3</sup>. В зонах загрязнения водных объектов концентрация повышается до десятых долей миллиграмма, вблизи источников загрязнения может достигать нескольких миллиграммов в 1 дм<sup>3</sup>.

Попадая в водоёмы и водотоки, СПАВ оказывают значительное влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно. Отрицательным, с гигиенической точки зрения, свойством СПАВ является их высокая пенообразующая способность. Хотя СПАВ не являются высокотоксичными веществами, имеются сведения о косвенном их воздействии на гидробионтов. При концентрациях 5-15 мг/дм<sup>3</sup> рыбы теряют слизистый покров, при более высоких концентрациях может наблюдаться кровотечение жабр.

Главными факторами понижения их концентрации являются процессы биохимического окисления, сорбция взвешенными веществами и донными отложениями. Степень биохимического окисления СПАВ зависит от их химического строения и условий окружающей среды.

По биохимической устойчивости, определяемой структурой молекул, СПАВ делят на *мягкие, промежуточные и жесткие* с константами скорости биохимического окисления, соответственно не менее 0,3 сутки<sup>-1</sup>; 0,3-0,05 сутки<sup>-1</sup>; менее 0,05 сутки<sup>-1</sup>. При понижении температуры скорость окисления СПАВ уменьшается и при 0-5°С протекает весьма медленно. Наиболее благоприятные для процесса самоочищения от СПАВ нейтральная или слабощелочная среды (рН 7-9).

С повышением содержания взвешенных веществ и значительным контактом водной массы с донными отложениями скорость снижения концентрации СПАВ в воде обычно повышается за счет сорбции и соосаждения. При значительном накоплении СПАВ в донных отложениях в аэробных условиях происходит окисление микрофлорой донного ила. В случае анаэробных условий СПАВ могут накапливаться в донных отложениях и становиться источником вторичного загрязнения водоема [17].

Максимальные количества кислорода (БПК), потребляемые 1 мг/дм<sup>3</sup> различных СПАВ колеблется от 0 до 1,6 мг/дм<sup>3</sup>. При биохимическом окислении СПАВ, образуются различные промежуточные продукты распада: спирты, альдегиды, органические кислоты и др. В результате распада СПАВ, содержащих бензольное кольцо, образуются фенолы.

**Волкова Г.А.**

**Сторожук Наталья Юрьевна**, магистр кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

В настоящее время существуют следующие методы очистки сточных вод, содержащих в своем составе СПАВ:

#### 1 Очистка воды адсорбцией на углеях

Адсорбенты, применяемые для очистки воды, должны удовлетворять ряду требований: иметь большую сорбционную емкость; обладать высокой механической прочностью; легко регенерироваться; иметь низкую стоимость. Большая поверхность адсорбции свойственна веществам и материалам, обладающим сильно развитой пористой структурой или находящимся в тонкодисперсном состоянии.

В процессе очистки сточных вод от СПАВ могут применяться следующие адсорбенты: активированные угли, ионообменные смолы, неорганические осадки, различные сорта ископаемых углей, полимерные сорбенты [6].

Активированные угли давно известны как эффективные сорбенты органических веществ из водных растворов. Адсорбенты имеют переходные, макро- и микropоры. Макropоры имеют средний радиус более 10-7 мм и удельную поверхность 0,5-2,0 м<sup>2</sup>/г и не играют заметной роли в сорбционной емкости, являясь транспортными каналами, по которым адсорбируемые молекулы проникают вглубь частиц адсорбента. Переходные поры имеют эффективные радиусы в интервале от (1,5-1,6) · 10<sup>-9</sup> до 10-7 мм и удельную поверхность 20-100 м<sup>2</sup>/г и в них адсорбируются вещества с крупными молекулами. Средние радиусы микropор менее (1,5-1,6) · 10<sup>-9</sup> м и удельная поверхность 200-850 м<sup>2</sup>/г.

В установках очистки сточных вод адсорбцией на активированном угле применяется гранулированный уголь. Известны попытки заменить его порошкообразным, так как последний в 3-4 раза дешевле гранулированного. Кроме того, у порошкообразного активированного угля более быстрая кинетика адсорбции вследствие сокращения пути внутренней диффузии молекул органических веществ и увеличения внешней поверхности. Однако потери порошкообразного угля при регенерации составляет 15%, что в 3 раза выше, чем гранулированного. Стоимость регенерации порошкообразного угля примерно в 2 раза больше, чем гранулированного. Помимо этого возникает много технологических затруднений при работе с порошкообразным углем, и в настоящее время предпочтительнее применять гранулированные активированные угли.

При разработке способов очистки воды с помощью активированных углей следует учитывать, что эти адсорбенты целесообразно применять на стадиях доочистки вод, содержащих небольшие концентрации СПАВ (не более 100-200 мг/дм<sup>3</sup>).

#### 2 Очистка воды с помощью ионообменных смол и полимерных адсорбентов

Крупные органические ионы, как правило, поглощаются ионитом с высокой степенью избирательности. Сорбция ионитами протекает более эффективно из разбавленных растворов с содержанием СПАВ менее 100 мг/дм<sup>3</sup>. Анионоактивные СПАВ сорбируются среднеосновными и сильноосновными ионитами, причем для регенерации ионитов рекомендуется использовать водно-органические растворы солей. Внедрение технологических схем очистки сточных вод с помощью динамического ионного обмена сдерживает тем, что необходима установка большого числа ионитовых фильтров со сравнительно коротким рабочим циклом, после чего необходима их регенерация, связанная с большими затратами энергии и средств на переработку продуктов регенерации (элюатов). Учитывая также высокую стоимость ионитов и их дефицитность, очистка воды от СПАВ методом ионного обмена может рекомендоваться лишь в тех случаях, когда к воде предъявляются повышенные требования в части отсутствия СПАВ [8, 6].

#### 3 Очистка сточных вод коагуляцией

В основном рассматривается эффективность таких коагулянтов, как сернокислый алюминий, сернокислое железо.

Удаление СПАВ в малых концентрациях требует значительных затрат. Так, при содержании анионных СПАВ 1-20 мг/дм<sup>3</sup> для достижения эффекта очистки 98,3% вводится коагулянт в концентрации 30-1000 мг/дм<sup>3</sup>, добавлением каустической соды значение pH подерживается в пределах 5-10, после чего подмешивается сульфат натрия 200-5000 мг/дм<sup>3</sup> и после коагуляции 1-50 мг/дм<sup>3</sup> полиэлектро-

лита. Путем пенной сепарации происходило разделение фаз, и перешедшие в пену СПАВ выводятся из системы [5].

#### 4 Очистка воды пенообразованием

Наибольшее распространение для извлечения ПАВ получили приемы, использующие их высокую пенообразующую способность. Присутствие в водных растворах самых разнообразных поверхностно-активных веществ, т. е. веществ, способных понижать поверхностное натяжение, при встряхивании или при пропуске пузырьков газа (воздуха) приводит к образованию пены. Независимо от способа диспергирования газа (воздуха), механизм создания пены заключается в образовании сначала эмульсии «газ-жидкость», затем пузырьки газа, покрываясь жидкостными двусторонними пленками и поднимаясь на поверхность жидкости, образуют ячеистую связанную структуру – каркас. При подъеме на поверхность пузырьков газа (воздуха) происходит отделение непрочно связанной с ними жидкости, и первоначальная эмульсия «газ-жидкость» переходит в пену. Устойчивость пены зависит от степени снижения поверхностного натяжения и от прочности адсорбционного слоя поверхностно-активных веществ [4].

Большое влияние на степень извлечения СПАВ оказывает их концентрация в сточных водах. Пенное концентрирование СПАВ эффективно и уместно лишь при извлечении малых количеств СПАВ в результате резкого увеличения объема пенного продукта с ростом концентрации вещества.

Эффективность очистки сточных вод от СПАВ пенообразованием зависит от ряда факторов: pH среды, размера пузырьков барботируемого газа, высоты слоя раствора, температуры, наличия других ионов в растворе. Поэтому в каждом случае проводится подбор оптимальных условий проведения процесса флотации.

В случае очистки сточных вод с целью удаления СПАВ основное внимание должно уделяться их фракционированию с пеной. Учитывая разнообразие загрязнений сточных вод, присутствие не только взвешенных, но и растворенных веществ, а также возможные изменения значений pH среды и температуры, большое внимание должно уделяться созданию оптимальных условий процесса. Известно, что пенообразующая способность СПАВ зависит от их молекулярного веса, химического строения, концентрации, температуры, реакции среды. В сточных водах, помимо других пенообразователей, как, например, белковых веществ, могут присутствовать вещества, которые способны адсорбироваться и тем самым заменять в пленке СПАВ, способствуя разрушению пены. К таким веществам могут быть отнесены сложные эфиры (масла), спирты, органические кислоты. Поэтому при фракционировании СПАВ в пену необходимо серьезное внимание уделять предварительной обработке сточных вод.

#### 5 Применение электрохимических методов для очистки сточных вод

Как показывает практика применения электрохимических методов, они обладают существенными преимуществами перед традиционными методами обработки воды. И в первую очередь они дают возможность в большинстве случаев отказаться от применения реагентов, реагентного хозяйства, что наряду со снижением стоимости электроэнергии, позволяет прогнозировать на ближайшее время еще более широкое их распространение [9, 10].

Электрокоагуляционная очистка проводится при различных значениях pH среды. Например, очистку сточных вод от алкилсульфонатов осуществляют при pH = 11-11,5. В этом случае в качестве щелочного реагента используется оксид кальция. При использовании анода из алюминия, а катодов из меди при плотности тока до 3 А/дм<sup>2</sup> за 20-30 мин содержание алкилсульфонатов снижается с 3600 до 42,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Небольшие концентрации ПАВ (около 100 мг/дм<sup>3</sup>) удаляют электрокоагуляцией без добавления нейтрализующих агентов.

#### 6 Физические методы

К ним относятся электрогидравлический, ультразвуковой, электростатический, радиационный и магнитный методы, причем два последних имеют хорошую перспективу внедрения для повышения эффективности ранее рассмотренных методов очистки от СПАВ. Радиационная очистка воды – самый быстрый метод, скорость кото-

рого зависит от количества энергии излучения, подаваемой в единицу времени. Этот метод не требует введения в воду новых химических реагентов и протекает в одну стадию. Под действием радиации в сточной воде происходит окисление, полимеризация, коагуляция и разложение загрязняющих веществ

Для удаления 90-95% СПАВ при начальной концентрации 200 г/м<sup>3</sup> необходима доза облучения 60 Со 106 Рад. При наличии в воде кислорода процесс ускоряется. Сильное влияние на радиационное разрушение СПАВ оказывает рН воды. Присутствие неорганических и органических примесей не влияет на радиационное разложение СПАВ [2, 11].

Магнитная обработка также относится к тем методам, которые позволяют интенсифицировать процесс очистки воды без добавления специальных реагентов, в свою очередь загрязняющих окружающую среду и препятствующих применению замкнутого водооборота. Установлено, что при воздействии на воду магнитного поля улучшается флотация взвешенных веществ, ускоряются их осаждение и агрегация, изменяется структура образующегося осадка. Преимуществом метода электромагнитной обработки заключаются в невысокой стоимости оборудования и малых эксплуатационных расходах. В частности, расходы на электроэнергию составляют 0,05-0,2 кВт на 1 м<sup>3</sup> воды.

#### 7 Биохимический метод

Удаление СПАВ и процессе биохимической очистки сточных вод, как и любых органических соединений, происходит преимущественно за счет биохимического распада этих веществ. Несомненно, часть вещества сорбируется активным илом и выводится из сооружения при сбросе избыточного активного ила и выносимыми с очищенной жидкостью взвешенными веществами. В присутствии СПАВ наблюдается образование пены в аэротенках и на выпуске в водоем очищенных сточных вод. [1, 4].

При поступлении сточных вод, загрязненных СПАВ, в аэротенки или на биофильтры в первый момент наблюдается интенсивная адсорбция этих веществ. Количество СПАВ, адсорбированное 1 г сухого вещества активного ила, зависит от химического строения СПАВ и способности их к метаболизму. При недостаточном биохимическом распаде СПАВ наблюдается накопление их в активном иле, что приводит к постепенной деградации ила. Определение размера накопления СПАВ в иле вызывает затруднения не только из-за несовершенства методов аналитического анализа, но и из-за интенсивного пенообразования, которое резко изменяет распределение СПАВ между твердой, и жидкой фазами иловой смеси в аэротенках.

Количество удаляемых в процессе очистки СПАВ в первую очередь зависит от их способности к биохимическому распаду, обуславливаемой составом и химическим строением СПАВ. Данные по снижению БПК<sub>5</sub> и взвешенных веществ показывают, что присутствие в сточных водах «биологически жестких» веществ в концентрации порядка 15 мг/дм<sup>3</sup> и выше ухудшает качество очистки, интенсивное же пенообразование начинает развиваться с повышением концентрации более 10 мг/дм<sup>3</sup>. При этих концентрациях отмечается начало деградации активного ила, которое выражается в измельчении форм микроорганизмов, а при содержании СПАВ в количестве 20 мг/дм<sup>3</sup> наблюдается подавление их жизнедеятельности и даже отмирание (преимущественно коловраток, *Qregisilaia*, свободно плавающих инфузорий).

Снижение эффективности удаления СПАВ на биофильтрах по сравнению с эффективностью удаления СПАВ в аэротенках отмечается многими исследователями. Вероятно, это связано с различной степенью обеспеченности сооружений воздухом, а в случае поступления «биологически жестких» СПАВ или при их высоких концентрациях – с выносом из аэротенков части этих веществ в виде пены.

Несмотря на большую сорбционную способность биологической пленки, влияние процессов сорбции на удаление СПАВ в целом при биохимической очистке сточных вод незначительно. Удельный вес процессов сорбции в удалении СПАВ из сточных вод повышается с ухудшением биохимического распада СПАВ.

Аналогично анионным СПАВ, отрицательное влияние на процессы биохимической очистки сточных вод оказывают неионогенные СПАВ, но, как правило, оно проявляется при более высоких концентрациях. «Биологически мягкие» неионогенные СПАВ вызывают

незначительное повышение БПК очищенных сточных вод только при увеличении исходного их содержания в сточных водах выше 50 мг/дм<sup>3</sup>. Присутствие в сточной жидкости неионогенных СПАВ, относящихся по степени биохимического окисления к «промежуточной» группе, вызывает пенообразование в аэротенках и некоторое ухудшение показателей очистки, в частности по БПК при повышении концентрации более 20 мг/дм<sup>3</sup>. Для «биологически жестких» неионогенных СПАВ ухудшение показателей очистки сточных вод, интенсивное пенообразование отмечается при повышении их концентрации в сточных водах до 10 мг/дм<sup>3</sup>. При этом удаление их из жидкости не превышает 40%.

Разная степень влияния анионных и неионогенных СПАВ на биохимические процессы очистки сточных вод связана с особенностями их строения и особенно способностью молекул того или иного СПАВ к адсорбции и к биохимическому распаду. Сорбируясь на взвешенных веществах, а также на микроорганизмах активного ила, СПАВ ограничивают возможность ферментного гидролиза, являющегося первой ступенью процесса изъятия органических загрязнений из сточных вод.

При определении предельно допустимых концентраций СПАВ в сточных водах, поступающих на сооружения биохимической очистки, следует учитывать нормы предельно допустимого их содержания в воде водоемов. Исходя из норм на водоемы санитарно-бытового назначения, требования по удалению анионных СПАВ на 80% при исходном их содержании в городских сточных водах порядка 20 мг/дм<sup>3</sup>, потребуют разбавления очищенных сточных вод водой водоемов примерно в восемь раз, т.е. близкого к требованию по разбавлению сточных вод, исходя из показателя БПК. Предполагаемый норматив для неионогенных СПАВ порядка 0,05 мг/дм<sup>3</sup> из-за их высокой пенообразующей способности потребует введения многоступенчатой очистки и с учетом технико-экономических факторов почти невыполним.

#### 8 Окисление СПАВ озоном

Озон является аллотропической модификацией кислорода (О<sub>3</sub>), он обладает характерным «грозовым» запахом и в переводе с греческого означает «пахучий». Озон производится из кислорода находящегося в воздухе непосредственно перед подачей в очищаемую воду [7, 12].

Озон является наиболее сильным из известных природных окислителей, экологически чистым и универсальным методом обработки воды. Имеет высокую растворимость и активно вступает в реакцию с органическими и неорганическими веществами, и при этом экологически совершенно безвреден потому, что его время жизни в воде не превышает нескольких минут и, выполнив свои полезные функции, он превращается обратно в кислород, из которого был образован. Это уникальное качество озона и является причиной того, что его используют как окислитель в подавляющем большинстве систем очистки воды во многих странах мира.

Технология озонирования, основанная на деструктивных процессах, позволяет проводить очистку производственных сточных вод от биологически трудноокисляемых органических соединений и токсичных примесей, таких как: нефтепродукты (ароматические, непредельные и терпеновые углеводороды), фенол, бензапирен, цианиды, пестициды, стирол, ацетофенон, бактерии, вирусы, цисты, сине-зелёные водоросли и т.д. При контакте с озоном они претерпевают полную деструкцию. Озон требует малого времени контакта, улучшает органолептические свойства обработанной воды [3].

Озонирование является одним из перспективных методов очистки сточных вод от СПАВ. В результате его использования образуются продукты, которые не являются токсичными и не воздействуют отрицательно на естественные био- и гидрохимические процессы в открытых водоемах, куда их сбрасывают. Считается целесообразным использовать озонирование для удаления низких концентраций ПАВ (4,5 мг/дм<sup>3</sup>), хотя имеются предложения по использованию этого метода и в случае значительно более высоких концентраций (до 200 мг/дм<sup>3</sup>).

Для эффективного проведения озонирования необходимо подбирать определенные условия: рН среды, время контакта, концентрация окисляемых ПАВ. Так, при озонировании сточных вод с концентрацией СПАВ 26 мг/дм<sup>3</sup> в щелочной среде (рН = 9-10) полное

разложение достигалось уже в первые 3-5 мин, в слабокислой среде (рН = 5,0) скорость озонирования в 5-6 раз меньше. При концентрации СПАВ 14 мг/дм<sup>3</sup> полное разложение происходит за 1-3 мин при концентрации озона-воздушной смеси в сточных водах 9,5-15,0 мг/дм<sup>3</sup> и рН > 8,0.

В последнее время приобретает все большее значение использование редокс-систем, в которых озон сочетается с другими окислителями. Это позволяет не только повысить эффективность очистки сточных вод, но и снизить расход окисляющих агентов. Эффективность редокс-систем с озоном повышается за счет введения в раствор гетерогенных и гомогенных катализаторов и может быть связана с тем, что озон выступает как интенсивный источник радикалов, тогда как редокс-партнер участвует в реакциях продолжения цепи в радикально-цепном механизме окисления органических веществ [1, 2]. Перспективным является совместное применение метода деструкции синтетических поверхностно-активных веществ озоном и пероксидом водорода.

**Заключение.** На основании анализа основных методов деструкции СПАВ, используемых в настоящее время можно сделать вывод, что наиболее перспективным методом удаления СПАВ является озонирование. В процессе озонирования происходит одновременное окисление примесей, обесцвечивание, дезодорация, обезвреживание сточной воды и насыщение ее кислородом. Озонирование позволяет разрушать загрязнения, которые не удаляются обычными методами.

Сочетание озонирования с другими методами деструкции СПАВ, например с обработкой пероксидом водорода, делает озонирование одним из наиболее перспективных методов не только в экологическом, но и в гигиеническом и экономическом аспектах.

Экономически применение озона и пероксида водорода оправдано еще и тем, что после озонирования сточных вод необходимо применение более низких доз коагулянтов, повышается скорость и глубина очистки, разрушаются токсические вещества, деструкция которых не достигается другими методами.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скурлатов, Ю.И. Введение в экологическую химию / Ю.И. Скурлатов, Г.Г. Дука, А. Мизити – М.: Высшая школа, 1994. – 400 с.
2. Сычев, А.Я. Каталитические реакции и охрана окружающей среды / А.Я. Сычев, С.О. Травин, Г.Г. Дука, Ю.И. Скурлатов – Кишинев, 1983. – 271 с.
3. Мунтер, Райн. Очистка промышленных стоков / Райн Мунтер // Использование и менеджмент водных ресурсов. Программа Балтийского университета – Уппсальский университет, 2003. – С. 219–236.
4. Лукиных, Н.А. Очистка сточных вод, содержащих синтетические поверхностно-активные вещества / Н.А. Лукиных. – М.: Стройиздат, 1972. – 98 с.
5. Жуков, А.И. Методы очистки производственных сточных вод / А.И. Жуков, К.Л. Монгайт, И.Л. Родзиллер. – М.: Стройиздат, 1977. – 204 с.
6. Яковлев, С.В. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев – М.: Стройиздат, 1986. – 336 с.
7. Разумовский, С.Д. Озон и его реакции с органическими соединениями / С.Д. Разумовский, Г.Е. Заиков. – М.: Наука, 1974. – 172 с.
8. Кирсанов, А.Г. Охрана окружающей среды на предприятиях бытового обслуживания: Справочное пособие / А.Г. Кирсанов, Н.И. Миташева – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 240 с.
9. Петряев, Е.Н. Новые методы очистки сточных вод / Е.Н. Петряев, В.И. Власов, А.А. Сосновская // Обзор. Информ. – Мн.: Белорус. НИИТИ, 1985.
10. Кульский, Л.А. Очистка воды электрокоагуляцией / Л.А. Кульский, П.П. Строкач, В.А. Слипченко. – Киев: Будівельник, 1978. – 112 с.
11. Воловник, Г.И. Учебное пособие, ч. 2 / Г.И. Воловник, Л.Д. Терехов – Хабаровск, 1998. – 116 с.
12. Демидюк, В.И. Разложение озона на твердых поверхностях / В.И. Демидюк, С.Н. Ткаченко, Г.В. Егорова, М.П. Полкович, В.В. Лунин // Третий международный конгресс "Вода: экология и технология". Тезисы докладов. – Москва, 1998. – С. 649–650.

Материал поступил в редакцию 20.03.12

#### VOLKOVA G.A., STOROZHUK N.Yu. Methods of the sewage treatment, containing synthetic surface-active substances

The problem of pollution of water sources is considered by synthetic surface-active substances. The review of methods of sewage treatment containing synthetic surface-active substances is carried out.

УДК 628.544

**Волчек А.А., Бульская И.В.**

### ЛИВНЕВЫЙ СТОК КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

**Введение.** Одной из важнейших причин современных экологических проблем является всевозрастающее загрязнение природной среды. Под загрязнением природной среды следует понимать изменение свойств среды (химических, механических, физических, биологических и связанных с ними информационных), происходящие в результате естественных или искусственных процессов и приводящие к ухудшению функций среды по отношению к любому биологическому или технологическому объекту.

Особое значение имеет загрязнение поверхностных вод. Под загрязнением понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоемах в связи со сбрасыванием веществ, которые делают воду данных водоемов опасной для использования, наносят ущерб экосистеме водоема, народному хозяйству, здоровью и безопасности населения. Источниками загрязнения признаются объекты, с которых осуществляется сброс или иное поступление в водные объекты вредных веществ, ухудшающих качество поверхностных вод, ограничивающих их использование, а также негативно влияющих на состояние дна и береговых водных объектов [1]. Загрязнения поступают в поверхностные водные объ-

екты со сточными водами, как из сосредоточенных контролируемых сбросов, так и из диффузных источников, в том числе талых и ливневых вод, отводимых с застроенных территорий [2]. Поступление в водоемы сточных вод приводит к негативным последствиям, и даже незначительное воздействие обуславливает заметные экологические изменения. Сброс промышленных и бытовых сточных вод в водоемы строго регламентируется. Большое число исследований сконцентрировано на изучении состава бытовых и промышленных сточных вод, исследованию же ливневых сточных вод с городских, сельских и промышленных территорий уделяется мало внимания. Дождевые, талые и поливомоечные 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 последую-

*Бульская Инна Валерьевна, ассистент кафедры химии Беларуси Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина. Беларусь, БрГУ им. А.С. Пушкина, 224016, г. Брест, бульвар Космонавтов, 21.*

*Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология*