

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Степан Эпоян¹, Юрий Штонда,² Алексей Зубко², Сергей Шаляпин,
Татьяна Шаляпина, Ирина Штонда³.

¹Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
Украина, 61002, г. Харьков, ул. Сумская, 40

vkg.knuca@ukr.net

²ООО «ЭКВИК»

Украина, 61070, г. Харьков, ул. Сокольники, 3

shtonda-yurij@yandex.ua

zubko@ekvik.com

³ООО «Харьковская электротехническая компания»,

Украина, 61072, г. Харьков, пр. Ленина, 60

vodogray@helco.com.ua

shtonda@i.ua

Аннотация. Приведены результаты исследований по очистке сточных вод промышленных предприятий от поверхностно-активных веществ.

Ключевые слова: канализационные очистные сооружения, сточная вода, аэрация, активированный уголь, синтетические поверхностно-активные вещества.

ВВЕДЕНИЕ

Охрана окружающей среды представляет собой весьма многогранную проблему, решением которой занимаются, в частности, инженерно-технические работники всех специальностей. Это связано с хозяйственной деятельностью в населенных пунктах и на промышленных предприятиях, которые являются источником загрязнения воздушной и водной среды.

Повышение эффективности охраны окружающей среды, связано, прежде всего, с широким внедрением энергосберегающих малоотходных и безотходных технологических процессов. Постоянно разрабатывались и разрабатываются новые способы и технологии очистки сточных вод [1, 3, 7, 10, 14, 23].

Содержащиеся в сточных водах различных производств токсичные компоненты даже при наличии достаточной очистки могут загрязнять природные водоемы вследствие нарушения технологических режимов обработки сточных вод, залповых сбросов и других, часто непредсказуемых, факторов [19, 26].

Повышение эффективности работы канализационных очистных сооружений в современных условиях чрезвычайно важно как в Украине, так и во всем мире. Поступление неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в природные водоемы представляет опасность для окружающей среды.

Повсеместное применение в качестве моющих средств синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) привело к интенсивному загрязнению поверхностных водоемов трудно разлагаемыми токсичными соединениями, которые оказывают отрицательное действие на населяющие водоемы флору и фауну.

Накапливаясь в водоемах синтетические поверхностно-активные вещества, ухудшают органолептические показатели воды, а также препятствуют процессам самоочищения водоемов.

Синтетические поверхностно - активные вещества встречаются в сточных водах практически всех промышленных предприятий. Они широко применяются в качестве моющих средств, эмульгаторов, стабилизаторов эмульсий и суспензий и т.п. Очистные сооружения большинства промышленных предприятий не имеют специального оборудования, необходимого для извлечения синтетических поверхностно-активных веществ. В результате чего синтетические поверхностно-активные вещества, либо сбрасывают в канализацию, затрудняя работу коммунальных очистных сооружений, либо - в поверхностные водоемы, вызывая гибель флоры и фауны. Сверхнормативные сбросы синтетических поверхностно-активных веществ, приводят к наложению штрафных санкций на предприятия, которые нарушают требования охраны окружающей среды.

Специфические свойства синтетических поверхностно-активных веществ, вызывают большие затруднения при очистке сточных вод биохимическим путём. Синтетические поверхностно-активные вещества, попадая на очистные сооружения, оказывают тормозящее влияние на процессы очистки. Эффект осаждения сточных вод, загрязненных синтетическими поверхностно-активными веществами, уменьшается на 7-10%, наблюдается нарушение работы биофильтров при концентрации синтетических поверхностно - активных веществ, свыше 15 мг/л, а содержание синтетических поверхностно-активных веществ более 5-10 мг/л оказывается токсичным для активного ила аэротенков. При сбраживании осадков, содержащих синтетические поверхностно-активные вещества, в метантенках, уменьшается выход метана, что объясняется понижением степени распада органических веществ. Даже, наличие, в воде небольших концентраций синтетических поверхностно - активных веществ, (0,8 – 2 мг/дм³) вызывает обильное пенообразование, нарушает кислородный обмен в водоемах, тормозит

процессы фотосинтеза, сокращает кормовую базу рыб и других обитателей водоёмов. Способность синтетических поверхностно-активных веществ, накапливаться в организме приводит к снижению иммунитета, вызывает аллергии и болезни внутренних органов человека.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Синтетические поверхностно-активные вещества, (детергенты) содержат 15-30% поверхностно-активных веществ, большое количество полифосфатов, отбеливающих и пахучих веществ.

Детергенты, попадая со сточными водами в водоемы, вызывают вспенивание, ухудшают органолептические свойства воды, нарушают процессы обмена кислорода, токсически действуют на фауну.

Очистка сточных вод, загрязненных синтетическими поверхностно-активными веществами, может производиться физико-химическими и биохимическими методами.

Одним из эффективных методов, является коагуляция с применением в качестве коагулянта солей цинка. При использовании обычных коагулянтов содержание поверхностно-активных веществ уменьшается только на 20-30%.

Применение физико-химических методов является целесообразным, прежде всего при предварительной очистке сточных вод отдельных предприятий, когда концентрация синтетических поверхностно-активных веществ, в сточных водах значительна (сточные воды текстильных фабрик, фабрик переработки шерсти, заводов синтетического каучука).

Очистка сточных вод, содержащих синтетические поверхностно-активные вещества, в небольших количествах, производится методами биохимического разложения. В связи с этим расширяется производство синтетических поверхностно-активных веществ, легко поддающихся биохимическому окислению, например, эфиров, сахарозы, алкилбензолсульфонатов, сульфированных жирных кислот и др.

При биологической очистке сточных вод, загрязненных синтетическими поверхностно-активными веществами, определяющим условием является их способность к биохимическому распаду. Учитывается также влияние высокой поверхностной активности синтетических поверхностно-активных веществ, на процесс растворения кислорода, так как недостаточная обеспеченность процесса кислородом негативно сказывается на развитии активного ила даже при поступлении на биологическую очистку в аэротенках только «биологически мягких» синтетических поверхностно-активных веществ.

В настоящее время для очистки сточных вод от синтетических поверхностно-активных веществ, применяются следующие методы:

- очистка на активированных углях (адсорбция),
- очистка при помощи ионообменных смол и полимерных адсорбентов,

- очистка сточных вод коагуляцией,
- очистка сточных вод флотацией (пенообразованием),
- электрохимическая очистка,
- биохимическая очистка,
- окисление.

Каждый из этих методов обеспечивает приемлемый уровень очистки сточных вод, и может применяться как отдельно, так и в сочетании с другими методами. Выбор технологии очистки осуществляется исходя из конкретных условий эксплуатации и особенностей работы очистного оборудования. Главными критериями, обеспечивающими выбор того или иного метода очистки, являются достаточная эффективность очистки воды, низкая себестоимость эксплуатации очистного оборудования, его простота и надёжность в работе.

Адсорбционные методы [1, 2, 4, 5, 7, 8, 17, 23] чаще применяются на стадиях доочистки и являются наиболее эффективными при использовании материалов с высокой адсорбционной активностью. Адсорбция является достаточно простым технологическим процессом, в отличие от химических и биологических методов, может быть реализована при высоких скоростях потока очищаемых сред.

Для адсорбции синтетических поверхностно-активных веществ, и их производных также, используют искусственные и естественные пористые материалы: кремнезем, апатиты, цеолиты, глины, алюмосиликаты. Наиболее часто применяют адсорбенты на основе углерода. Это активированные угли (АУ) из различных видов сырья (лигнин, древесина, скорлупа орехов, ископаемые угли), углеродные гидроцеллюлозные волокна, полученные из нефтяного пека, нанотрубки. Их получают методами физической или химической активации. В последние годы расширение сырьевой базы АУ происходит за счет утилизации промышленных, бытовых и других отходов, т.е. за счет использования не природного, а технического сырья, и изготовление на его основе новых видов адсорбционных материалов.

Активированные угли обладают высокой адсорбционной способностью по отношению к органическим соединениям с низким молекулярным весом, в частности, по отношению к фосфору [11, 12, 15, 16].

Использование метода адсорбции для этих целей является достаточно эффективным и целесообразным. Но при всей его перспективности использования, реализация его в промышленном масштабе ограничена и зачастую оказывается экономически затратной из-за его относительно высокой стоимости, которая определяется, в первую очередь, затратами на регенерацию сорбентов. К тому же надо учитывать необходимость пополнения потерь угля от обжига и стирания в каждом цикле регенерации.

В связи с этим актуальным становится поиск более эффективной и экологически безопасной технологии, которая бы позволила увеличить ресурс работы адсорбционного фильтра без термообработки и дополнительных экономических затрат. Существенные перспективы для реализации такого задания открываются

в случае активизации в слое активного угля микробных процессов.

Применение метода флотации для очистки сточных вод от синтетических поверхностно-активных веществ, эффективно применяется для предварительной локальной очистки сточных вод кожевенных заводов. Метод флотации обеспечивает значительное снижение содержания в них механических примесей, сульфидов, хрома, синтетических поверхностно-активных веществ, жиров и органических веществ.

Продолжительность пребывания сточной воды во флотаторе 1 – 1,5 ч. Расход воздуха при диспергировании его в сточной воде с помощью фильтров 10-12 м³/(м²·ч), при напорной флотации 2-3% расхода перекачиваемой воды. При двухступенчатой флотации сточная вода на I ступени подкислялась серной кислотой до pH=4,5÷5, на II ступени подщелачивалась известью до pH=8,5÷9,5. При одноступенчатой флотации применялись сернокислородное железо – 1 г/л и известь – 0,8 г/л [23 - 25].

В результате предварительной локальной очистки концентрация сульфидов в общих сточных водах кожевенных заводов снизилась до 15-20 мг/л.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной работы была разработка технических решений по усовершенствованию работы канализационных сооружений для повышения эффективности очистки промышленных сточных вод от синтетических поверхностно-активных веществ.

Для очистки сточных вод от синтетических поверхностно-активных веществ, наиболее соответствует технология, основанная на последовательном применении флотационной очистки, фотохимического окисления и доочистки воды на активированных углях. Данная технология была применена для очистки сточных вод прачечного комбината Приднепровской железной дороги.

В частности, только один прачечный комбинат Приднепровской железной дороги до недавнего времени ежегодно, сбрасывал в городскую канализацию более 0,25 тонн синтетических поверхностно-активных веществ, что влекло наложение на него штрафных санкций более 1 млн. гривен в год.

Сточные воды от стиральных машин, после каждой операции: стирки, первичного полоскания, вторичного полоскания, отжима, отводятся из машин в виде залповых сбросов. При этом после каждой операции сточные воды имеют разную степень загрязнённости, в том числе и по синтетически поверхностно-активным веществам (наибольшая концентрация синтетических поверхностно-активных веществ в сточной воде наблюдается после стирки, и уменьшается с каждым полосканием). В связи с этим, перед подачей сточных вод на локальные очистные сооружения, необходимо осуществлять усреднение сточных вод по расходу и концентрации. Усреднённые показатели сточных вод прачечных комбинатов железной дороги приведены в таблице 1.

Согласно требованиям Запорожского городского водоканала, содержание синтетических поверхностно-активных веществ, сбрасываемых в городскую канализацию сточной воде, не должно превышать 0,7 мг/дм³. Как видно из таблицы 1, сточная вода прачечного комбината не соответствует данным техническим требованиям. Концентрация загрязнений синтетических поверхностно - активных веществ, в сточной воде превышает нормативные показатели в 13,8 раз.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Для удаления из сточных вод, прачечной железнодорожного депо «Запорожье – 1» Приднепровской железной дороги, синтетических поверхностно-активных веществ до требований Запорожского городского водоканала, разработана технологическая схема и изготовлена установка очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ [18, 20, 21]. Установка ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ состоит из двухступенчатого флотатора, реактора для фотохимического окисления синтетических поверхностно-активных веществ, безнапорного фильтра с загрузкой активированным углём, а также вспомогательного ёмкостного и насосного оборудования. Основные технические параметры, станции очистки сточных вод от синтетических поверхностно-активных веществ ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ, приведены в таблице 2.

Таблица 1. Усреднённые показатели сточных вод прачечных комбинатов железной дороги
Table 1. Averages laundry wastewater washhouse plants railway

№	Показатель	Значение
1	Взвешенные вещества, мг/дм ³	≤ 81
2	ХПК, мг/дм ³	≤ 125,0
3	СПАВ, мг/дм ³	≤ 9,67
4	Фосфаты, мг/дм ³	≤ 9,0
5	Водородный показатель pH	6,5 – 7,9
6	Хлориды, мг/дм ³	107,0
7	Сульфаты, мг/дм ³	192,0

Таблица 2. Технические параметры установки «ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ»
Table 2. Technical parameters of the device «ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ»

№	Параметры	Значение
1	Производительность, м ³ /сут	150
2	Коэффициент неравномерности поступления сточных вод, %	15
3	Мощность, кВт не более	7
4	Расход коагулянта, г/м ³	200 – 350
5	Расход флокулянта, г/м ³	1,5
6	Электропитание	380/220 В, 50 Гц

На первой ступени очистка сточных вод осуществляется методом безнапорной флотации с применением процессов коагуляции и флокуляции. Применение коагулянтов и флокулянтов основано на ослаблении этими реагентами гидрофильных особенностей поверхности взвешенных частиц, что обеспечивает эффективное прилипание взвешенных частиц к воздушным пузырькам и облегчает их удаление из воды в процессе флотации. При выборе необходимых реагентов был сделан упор на те, которые изготавливаются в Украине и обеспечивают наиболее эффективную очистку сточных вод. Так, после проведения анализа и пробного тестирования были подобраны коагулянт Pro-Aqua -18 (ITS WATER AC-140) и флокулянт EXTRAFLOCK № 195, которые выпускаются ОАО «Пологовский химический завод «Коагулянт» (Запорожская область). Основные характеристики коагулянта Pro-Aqua -18 (ITS WATER AC-140) приведены в таблице 3, а основные характеристики флокулянта EXTRAFLOCK № 195 приведены в таблице 4.

Флотатор, в котором производится первичная очистка сточных вод, выполнен из двух последовательно соединённых флотационных камер. В первую флотационную камеру (барботажная камера) из приёмника-усреднителя при помощи насоса подаются неочищенные сточные воды. В эту же камеру, при помощи дозирующих насосов подаются водные растворы коагулянта и флокулянта [9, 13, 17, 22]. Процесс флотации осуществляется при помощи воздуха, подаваемого из компрессора. Образовываемая в процессе флотации пена, в которой содержится основное количество синтетических поверхностно - активных веществ и взвешенных частиц, удаляется с поверхности зеркала воды гидравлическим методом (направленными струями очищенной воды) в пеноотводящий лоток и далее, через специальные трубопроводы, отводится в отстойник

Таблица 3. Технические характеристики коагулянта Pro-Aqua - 18
Table 3. Specifications coagulant Pro-Aqua - 18

№	Параметр	Значение
1	Состав	Al ₂ O ₃
2	Концентрация, %	17
3	Плотность, г/см ³	1,37
4	Водородный показатель pH	≤ 2

Таблица 4. Технические характеристики флокулянта EXTRAFLOCK № 195
Table 4. Specifications flocculant EXTRAFLOCK № 195

№	Параметр	Значение
1	Основа	Полиакриламид
2	Вид	Порошкообразный
3	Растворимость	Водорастворимый

Вторая камера флотации предназначена для более глубокой очистки сточных вод. Основным её назначением является увеличение времени контакта сточных вод с воздухом и добавленными в воду реагентами. Применение двухступенчатой флотационной очистки позволяет существенно сократить количество используемого коагулянта и обеспечить более глубокую очистку сточных вод.

После флотации, осветленная сточная вода поступает в фотохимический реактор (УФР), где производится фотохимическое окисление синтетических поверхностно-активных веществ, которые остались в осветленной сточной воде. В результате фотохимического окисления часть анионных и неионогенных синтетических поверхностно-активных веществ подвергается деструкции с образованием нерастворимого осадка, который удаляется в безнапорном фильтре с загрузкой из активированного угля. Очищенная вода поступает в накопитель (резервуар очищенной сточной воды), откуда сбрасывается в городскую канализацию или может направляться на повторное использование для технологических нужд. Образующийся в процессе работы установки осадок, по мере его накопления, удаляется из отстойника и вывозится на полигон твёрдых бытовых отходов. Промывка фильтра осуществляется из резервуара очищенной сточной воды при помощи центробежного насоса. Основные показатели очищенных сточных вод, от прачечного комбината Приднепровской железной дороги после очистки их на установке ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ, приведены в таблице 5.

Эффективность очистки сточных вод от прачечного комбината Приднепровской железной дороги на установке ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ, приведена в таблице 6. Эффективность очистки сточных вод от синтетических поверхностно-активных веществ без применения реагентов всего лишь на 10% превышает ПДК, что показывает правильность выбора технологического решения.

Опыт промышленной эксплуатации разработанной установки ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ показал правильность выбора основных технологических решений, которые обеспечивают высокую степень очистки сточных вод прачечного комбината от синтетических поверхностно-активных веществ (более 94%), при минимальных эксплуатационных расходах. Установка может эксплуатироваться в автоматическом режиме без постоянного обслуживания [6].

Таким образом, применение установки ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ, для очистки содержащих синтетические поверхностно-активные вещества сточных вод, позволяет уменьшить содержание в очищенной сточной воде взвешенных частиц – в 13,5 раз, ХПК – в 6,4 раза, СПАВ – в 17,6 раз. При этом, наблюдается некоторое увеличение содержания в очищенной сточной воде сульфатов и хлоридов, что не сказывается на качестве очищенных сточных вод, и соответствует требованиям ПДК на сброс в городскую канализацию.

Таблица 5. Основные показатели очищенных сточных вод после очистки их на установке «ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ»

Table 5. The main indicators of sewage after purification of the device «ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ»

№	Показатель	Сточные воды прачечного комбината		Технические требования к сбрасываемым в городскую канализацию сточным водам (ПДК), мг/л
		без применения коагулянтов и флокулянтов	с использованием коагулянтов и флокулянтов	
1	Взвешенные вещества, мг/дм ³	60,4	6,0	162,0
2	ХПК, мг/дм ³	28,5	19,5	360,0
3	СПАВ, мг/дм ³	0,77	0,55	0,7
4	Фосфаты, мг/дм ³	≤ 0,05	≤ 0,05	9,0
5	Водородный показатель рН	7,47	7,35	6,5 – 9,0
6	Хлориды, мг/л	107,8	136,1	≤ 350
7	Сульфаты, мг/л	154,0	180,0	≤ 400

Таблица 6. Эффективность очистки сточных вод от СПАВ на установке «ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ»
 Table 6. The efficiency wastewater treatment synthetic surface-active substance of the device «ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ»

№	Показатель	Эффективность очистки сточных вод прачечного комбината, %	
		без применения коагулянтов и флокулянтов	с использованием коагулянтов и флокулянтов
1	Взвешенные вещества, мг/дм ³	8,5	92,6
2	ХПК, мг/дм ³	77,2	84,4
3	СПАВ, мг/дм ³	92,0	94,3

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате проведенных исследований в производственных условиях по очистке сточных вод промышленных предприятий от поверхностно-активных веществ можно сделать следующие выводы:

1. Учитывая особенности эксплуатации систем и сооружений водоотведения, разработанные технологические схемы позволяют повысить эффективность работы механической и биологической очистки сточных вод от содержащихся в них синтетических поверхностно - активных веществ.

2. Использование на локальных очистных сооружениях промышленных предприятий установок ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ, позволяет очистить сточные воды от содержащихся в них синтетических поверхностно - активных веществ и также обеспечивает их рациональную эксплуатацию и экологическую надежность.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеева Е., 2007. Физико-химическая очистка сточных вод. – М.: Ассоциация строительных вузов. – 248.
- Биосорбция в процессах очистки природных и сточных вод / Н. Клименко, Н. Антонюк, Л.Невинная [и др.], 2000 // Химия и технология воды. – Т. 22, №1. – 37-55.
- Борисов Б., Кравцова Г., 2010. Вугільно-гранодіоритні фільтри в одноступеневих технологіях водоочищення. // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення, VI міжнародна науково-практична конференція, м. Алушта 06-10 вересня 2010 р, Збірник наукових статей. Харків: «Райдер». - Т. 1. - 245 – 247.
- Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки: Навчальний посібник / [О. Василенко, С. Епоян, Г. Смірнова та ін.], 2012. – Київ-Харків: КНУБА, ХНУБА, ТО Ексклюзив. – 540.
- Воронов Ю., 2009. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциация строительных вузов. – . 760.
- Зубко А., Штонда Ю., Шаляпин С., Штонда И., Шаляпина Т., 2015. Очистка сточных вод прачечного комбината от поверхностно-активных веществ. // Виробничо – практичний журнал «Водопостачання та водовідведення». – Київ. - №2/15. – 21-25.
- Исаева Л., Тамаркина Ю., Грибанова А., Шендрик Т., 2012. Адсорбция из водных растворов фенола и его производных углеродными адсорбентами. // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення, VIII міжнародна науково-практична конференція, м. Алушта 10-14 вересня 2012 р, Збірник наукових статей. Харків: «Райдер». - Т. 1. – 270 – 275.
- Канализация населенных мест и промышленных предприятий / [Н. Лихачев, И. Ларин, С. Хаскин и др.], 1981; под общ. ред. В. Самохина. – [2-е изд. перераб. и доп.]. – М.: Стройиздат. –639. – (Справочник проектировщика).
- Кичигин В., 1994. Аэрация загрязненной воды коагуляцией: [учебное пособие] / В.И. Кичигин. – М.: АСВ. – 100.
- Кравченко О., Кравченко О., Скупченко В., Глоба Л., 2005. Основні проблеми очищення стічних вод в сучасних умовах // Екологія, технологія, економіка, водопостачання, каналізація (ЕТЕВК-2005): міжнар. конгр., 24-27 травня 2005 р.: зб. доп. – Ялта. - 354-359.
- Кузнецов П., Кузнецова Л., Кутихина Е., 2008. Влияние декатионирования бурого угля Канско-Ачинского бассейна на физико-химические свойства получаемых сорбентов // Химия твердого топлива. – №3 – 30-37.
- Кульский Л., Накорчевская В., 1983. Химия воды: Физико-химические процессы обработки природных и сточных вод– К.: Вища шк. Головное издво. – 240.
- Мацнев А., 1976. Очистка сточных вод флотацией. – К.: Будівельник. –132.
- Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов / [Э. Разумовский, Г. Медриш, В. Казарян], 1986. Изд. 2-е перераб. И доп. – М.: Стройиздат. – 176.

15. Передерий М., Носкова Ю., 2008. Получение углеродных сорбентов из некоторых видов биомассы // Химия твердого топлива. – №4. – 30-36.
16. Смолин С., Забнева О., Швиденко О., 2009. Очистка сточных вод от ароматических соединений // Екологія, технологія, економіка, водопостачання, каналізація (ЕТЕВК-2009): міжнар. конгр., 01-05 июня 2009 р.: зб. доп. – Ялта. – 249-251.
17. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: підручник / [А. Запольський, Н. Мішкова-Кліменко, І. Астрелін та ін.], 2000. – К.: Лібра. – 552.
18. Штонда Ю., Шаляпин С., Штонда И., Шаляпина Т., 2013. Обеззараживание сточных вод на локальных очистных сооружениях. // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення, IX міжнародна науково-практична конференція, м. Алушта 09-13 вересня 2013 р, Збірник наукових статей. Харків: «Райдер». – Т. 1. – 282 – 287.
19. Штонда Ю., Зубко А., 2010. Интенсификация очистки сточных вод на малогабаритных очистных сооружениях Крыма. // ВСТ. Водоснабжение и Санитарная Техника – Москва – Houstechnik. – № 9.- 8 – 12.
20. Эпоян С., Штонда И., Штонда Ю., Шаляпин С., Шаляпина Т., Зубко А., 2013. Обеззараживание сточных вод на локальных очистных сооружениях при использовании ультрафиолетового излучения. // Motrol. Commission of motorization and energttics in agriculture. – Volume 15 №6. – Lublin - Rzeszow. – 85-92.
21. Эпоян С., Штонда И. Шаляпин С., Шаляпина Т., Зубко О., Штонда Ю., 2015. Ультрафіолетові установки для знезараження стічних вод та шляхи їх вдосконалення // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. - Вип. 1(79). - 237 – 241.
22. Эпоян С., 1997. Оценка прочности хлопьев, образующихся при флокуляционном перемешивании / Водоснабжение и санитарная техника. - №4. – 24.
23. Яковлев С., Воронов Ю., 2004. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. – М.: АСВ. – 704.
24. Яковлев С., Карелин Я., Ласков Ю., Воронов Ю., 1985. Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие.– 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат. – 335.
25. Яковлев С., Карелин Я., Ласков Ю., Воронов Ю., 1990. Водоотводящие системы промышленных предприятий: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат. – 511.
26. .Stepan Epojan, Irina Shtonda, Yuriy Shtonda, Aleksey Zubko, Yuriy Zvyagintsev., 2011. Solar energy usage for the improvement of the treatment efficiency and operation stability at small-scale wastewater treatment plants. // Motrol. Motorization and power industry in agriculture. – Volume 13C. – Simferopol-Lublin. – 91-96.

SEWAGE TREATMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES FROM SYNTHETIC SURFACE-ACTIVE SUBSTANCE

Summary. The results of research on sewage treatment of industrial enterprises from surface-active substance

Key words: sewage treatment plants, waste water, aeration, activated carbon, synthetic surface-active substance