



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



**Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»**



**Кафедра водоснабжения, водоотведения и
теплоснабжения**

**МИНИСТЕРСТВО ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение Брестское областное управление Министерства по
чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь**

**Брестский городской отдел по чрезвычайным ситуациям
Группа организации функционирования государственной системы преду-
преждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны**



Проблемы очистки производственных сточных вод промышленных предприятий и пути их решения

**СБОРНИК СТАТЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
5-6 февраля 2009 года**

Брест 2009

Рецензенты: Вавринюк В.А., зам. директора государственного предприятия «Брестводоканал».

Волчек А.А., доктор географических наук, профессор, декан факультета водоснабжения и гидромелиорации Брестского государственного технического университета.

Сборник представляет доклады и статьи участников международной научно-технической конференции, отражающие как проблемы очистки производственных сточных вод промышленных предприятий, так и пути их решения.

Редакционная коллегия:

Ковальчук В.Н., зам. председателя Брестского горисполкома, председатель комиссии по чрезвычайным ситуациям при Брестском горисполкоме;
Житенёв Б.Н., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ВВиТ БрГТУ;
Гуринович А.Д., д.т.н., проф. БНТУ;
Лапицкий С.В., зам. нач. городского отдела по чрезвычайным ситуациям, секретарь комиссии по чрезвычайным ситуациям при Брестском горисполкоме;
Урецкий Е.А., доцент БрГТУ;
Мартынов О.М., ст. инспектор Брестского городского отдела по чрезвычайным ситуациям;
Строкач Т.В., начальник редакционно-издательского отдела;
Янчилин П.Ф., ассистент кафедры ВВиТ.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сложная экологическая обстановка в г. Бресте во многом обусловлена тем, что здесь сосредоточено большое количество разнопрофильных промышленных предприятий, сбрасывающих в городскую канализацию плохо очищенные сточные воды. Особую опасность представляют сточные воды предприятий приборо- и машиностроения. Именно эти предприятия, имеющие мощные гальванические производства, являются источниками загрязнения окружающей среды различными лимитированными ингредиентами и в частности исключительно токсичными соединениями тяжелых металлов (ТМ).

В 2008 г. назначенной Брестским горисполкомом комиссией были проведены выборочные обследования предприятий приборо- и машиностроения, транспортных предприятий, предприятий лёгкой и пищевой промышленности. Участие в этой комиссии приняли и представители БрГТУ Урецкий Е.А. и Дмухайло Е.И. Обследования показали, что практически на всех этих предприятиях локальные очистные сооружения не достаточно эффективны, а на отдельных, они вообще отсутствуют.

Неудовлетворительная работа локальных очистных сооружений в г. Бресте приводит к разрушению канализационных сетей и создаёт постоянную угрозу работе общегородских очистных сооружений. При этом обезвреживание отдельных ингредиентов, в частности (ТМ) на общегородских сооружениях невозможно. Проходя транзитом через эти сооружения, они могут попадать в р. Западный Буг – источник хозяйственно-питьевого водоснабжения республики Польша.

Накопившиеся за десятилетия, отравленные ТМ и другими токсичными загрязнениями огромные объемы осадка, являющегося ценным органическим удобрением, по указанной причине невозможно использовать в сельском хозяйстве.

Цель конференции – оказание помощи водоохранным службам промышленных предприятий в повышении эффективности очистки сточных вод на локальных очистных сооружениях с помощью современных высокоэффективных ресурсосберегающих технологий.

Для участия в конференции приглашены представители областных и городских властей, органы государственного и ведомственного надзора, учёные кафедры водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения БрГТУ, отечественные, а также известные на мировом рынке водоохранных технологий зарубежные транснациональные корпорации и фирмы.

Поделаясь опытом многолетней успешной эксплуатации локальных очистных сооружений и специалисты водоохранных служб предприятий. С интересом будут заслушаны и мнения других специалистов по поводу причин, сдерживающих внедрение водоохранных комплексов.

Уважаемые участники конференции, разрешите приветствовать Вас от имени ректората Брестского государственного технического университета и пожелать Вам продуктивной работы.

Проректор по научной работе БрГТУ
Рубанов В.С.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ОБЛАСТИ*Т.А. Ялковская**Брестский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды.
г. Брест, Беларусь*

Источником питьевого водоснабжения области являются подземные воды, которые добываются посредством артезианских скважин. Насчитывается их более 4 тыс.

Около 3% территории нашей области занято водой: реками и мелиоративными каналами (4,4 тыс.), озерами (169), водохранилищами (51) и прудами (330). Они принадлежат водосборам Черного и Балтийского морей. Главными реками являются: Припять, Щара, Западный Буг. Общая длина рек составляет 16,4 тыс. км. Озера, как правило, небольшие. Около 90% из них имеют площадь 0,1 км².

Интенсификация сельского хозяйства и промышленности привела к широкому воздействию на природные ресурсы, в том числе и водные. Это обусловило создание в разное время большого количества регулирующих прудов и водохранилищ различного целевого назначения. Наиболее крупными водоемами являются озера и водохранилища: Белое, Черное, Селец, Споровское в Березовском, Выгонощанское в Ивацевичском, Гать в Барановичском, Локтыши в Ганцевичском районах и др.

Реки Припять и Западный Буг являются трансграничными. Западный Буг, вытекающий из Украины, служит государственной границей Беларуси и Польши. Истоки Припяти и ее правобережных притоков находятся в пределах Украины, а затем Припять, пройдя в своем среднем течении территорию Беларуси (в том числе Брестскую область), опять возвращается на Украину. Щара берет начало в Барановичском районе является одним из основных притоков Немана, воды которого текут в Литву.

В связи с этим Беларусь активно участвует в международном сотрудничестве по совместному использованию и охране трансграничных водных объектов.

В области имеется два водораздельных соединительных канала: Днепр-Бугский и Огинский. Первый построен в 1775-1848 г.г. и соединяет Пину с Мухавцем. Для питания канала были построены водопитательные системы Белозерская и Ореховская. Так появился Днепровско-Бугский водный путь.

Огинский канал - часть бывшего Днепровско-Неманского пути, соединяет через Щару и Ясельду бассейны рек Немана и Припяти. Таким образом, имеется возможность использования рек для международного речного судоходства.

Водные ресурсы используются на: хозяйственно-питьевое водоснабжение, производственные и сельскохозяйственные нужды, рекреацию, судоходство, рыбо-прудовое хозяйство, орошение.

Из природных водных объектов в 2007 году было отобрано 269,0 млн. м³, в том числе из поверхностных водных объектов (реки, озера, водохранилища) - 115,0 млн. м³, из подземных источников - 154,1 млн. м³. Всеми отраслями хозяйства использовано 231,0 млн. м³: на хозяйственно-питьевые цели - 78,0 млн. м³, производственные - 28,0 млн. м³, сельхозводоснабжение - 19,0 млн. м³, орошение - 3,0 млн. м³, рыбо-прудовое хозяйство - 103,0 млн. м³.

На сегодняшний день более серьезной проблемой, чем нехватка воды, становится их качественное состояние.

Одним из основных источников загрязнения поверхностных водных объектов являются сточные воды. В 2007 году в водоприемники сброшено 157,0 млн. м³, из них недостаточно-очищенных - 1,50 млн. м³, нормативно-чистых - 73,50 млн. м³, нормативно-очищенных - 82,0 млн. м³. Основные объемы сточных вод образуются в сфере жилищно-коммунального хозяйства, меньше в промышленности и в сельском хозяйстве. Одним из основных видов загрязнений, формирующихся в речном водосборе, является загрязнение биогенными элементами (азотом и фосфором).

Кроме того, влияние на процессы очистки сточных вод на общегородских очи-

стных сооружениях оказывают и гальванические производства, сточные воды после которых поступают на общегородские очистные сооружения. Около 15 предприятий Министерства промышленности имеют гальванические производства. Предприятия расположены в 6 городах области: Брест, Барановичи, Кобрин, Пинск, Лунинец, Пружаны.

Из 15 локальных очистных сооружений гальванического производства практически все требуют модернизации и реконструкции.

Это очистные сооружения Пинского ГП "Кузлитмаш", Кобринского инструментального завода "СИТОМО", Брестского машиностроительного завода и Барановичского ПО "Белорусторгмаш" и др.

Приборы контроля и средства автоматики отсутствуют на всех предприятиях. Оснащенность сооружений контрольно-измерительной аппаратурой низка.

Стоит также проблема очистки сточных вод ливневой канализации.

По результатам проведенной инвентаризации в области насчитывается 161 выпуск в природные водные объекты поверхностного стока с городских территорий и территорий других водопользователей: промышленных предприятий, автозаправочных станций и т.п. Из них на балансе предприятий жилищно-коммунальной службы находится 126 выпуска (78,26% от общего количества). На 22 выпусках имеются очистные сооружения (13,7%), 9 из них находится на балансе предприятий ЖКХ, 13 – на балансе предприятий и организаций.

Современные системы и схемы канализации в городах предусматривают совместную очистку коммунальных и производственных сточных вод на единых очистных сооружениях. Хотя мощности очистных выше фактического объема очищаемых сточных вод, качество очистки не всегда достигает нужного эффекта. Это связано с тем, что иногда на очистные сооружения поступают сточные воды с высоким содержанием загрязняющих веществ или сооружения требуют модернизации.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», утвержденным Постановлением Верховного Совета Республики Беларусь 26 ноября 1992 года, Положением о Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды и Положением о Брестском областном комитете природных ресурсов и охраны окружающей среды, утвержденным решением областного исполнительного комитета от 27 октября 1996 года № 733 к компетенции областного комитета относятся: контроль за деятельностью ведомств, предприятий, учреждений и организаций в области охраны окружающей среды и комплексное управление природоохранной деятельностью на территории области.

В области насчитывается более 550 очистных сооружений для очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод. Суммарная производительность очистных сооружений, эксплуатируемых в области, - 622,5 тыс.куб. м/сутки. Из них имеющих выпуска в поверхностные водные объекты - 471,8 тыс.куб. м/сутки.

Из общего количества очистных сооружений 241 суммарной мощностью 92,6 тыс.м³ в сутки находится в сельской местности.

Мощность локальных очистных сооружений в 2007 г. составляла 17,85 млн.м³/год, что на 3,68 млн. м³/год больше, чем в 2003 году. На локальных очистных сооружениях очищено 4,05 млн. м³/год сточных вод.

В области имеется 16 молокоперерабатывающих предприятий. Общий объем сточных вод по данным статистического отчета 2-ОС (вода) составляет 2,777 млн. м³/год или 7,6 тыс. м³/сутки. Из них 2,634 млн. м³/год или 7,2 тыс. м³/сутки сбрасываются в сети коммунальной канализации, что составляет 94,8% от общего объема сброса. Предварительно очищаются перед сбросом в сети коммунальной канализации лишь сточные воды ОАО «Пружанский молочный комбинат».

Сбросы сточных вод предприятий с повышенным содержанием загрязняющих веществ негативно сказываются на работе общегородских очистных сооружений. Для каждого молочного предприятия установлены разные предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ, особенно по таким показателям, как БПК₅,

взвешенные вещества, хлориды, фосфаты. Это зависит от технических возможностей городских очистных сооружений, качества воды водоприемника, состава городского стока. ПДК органических веществ колеблется от 400,0 мг/л до 930,0 мг/л, взвешенных веществ от 320,0 мг/л до 900,0 мг/л, хлоридов – от 300,0 мг/л до 500,0 мг/л.

Большие проблемы с очисткой сточных вод стоят на ОАО «Березовский сыродельный комбинат». С августа 2005 года сточные воды СО АО «Ляховичский молочный завод» сбрасываются в накопители, которые переоборудованы из 6 карт полей фильтрации городских очистных сооружений КУМ ПП ЖХХ «Ляховичское ЖХХ».

Случаи сброса сточных вод в сети канализации с повышенным содержанием загрязняющих веществ зафиксированы на ОАО «Ивановский молочный завод», ОАО «Пружанский молочный комбинат», ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Березовский молочный комбинат», ОАО «Барановичский молочный комбинат» и его Ганцевичском участке.

Напорный коллектор Столинского филиала ОАО «Пинский молочный комбинат» находится в неудовлетворительном техническом состоянии. Имеют место случаи нарушения его целостности и разлив сточных вод на прилегающую территорию. В текущем году предусматривается строительство нового напорного коллектора. На эти цели из фонда охраны природы выделяется 42,927 млн. рублей.

Собственные очистные сооружения имеются на ОАО «Лунинецкий молочный завод», которые представлены сооружениями полной биологической очистки в естественных условиях. Биологическая очистка осуществляется на картах полей фильтрации, которые эксплуатируются в режиме накопления. Мощность сооружений 1014 м³/сутки. Поступает на очистку более 350,0 м³/сутки сточных вод. Технология эксплуатации сооружений не соблюдается. Так, по данным лабораторных исследований, выполненных лабораторией Пинской горрайинспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды от 03.05.2006 г., на карты поступали сточные воды с содержанием органических веществ по БПК₅ – 1015,0 мг/л.

Вместе с тем по СНиПу 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» для обеспечения нормальной работы сооружений концентрация органических веществ не должна превышать 500,0 мг/л. Увеличение концентрации азота аммонийного с 13,0 мг/л в поступающем стоке, до 35,0 мг/л в картах свидетельствует о вторичном загрязнении сточных вод.

СООА «Беловежские сыры» для локальной очистки используются старые карты полей фильтрации, которые использовались для очистки сточных вод города Высокое.

Вторичным продуктом переработки молока является сыворотка, поступление которой в сети канализации негативно сказывается на работе общегородских сооружений. Переработка сыворотки из 16 предприятий налажена на 6 предприятиях области. Использование сыворотки по ОАО «Березовский сыродельный комбинат» за 2005 год составило 56% от общего объема образующейся на предприятии сыворотки. Из сыворотки вырабатываются такие ценные продукты, как концентрат сухого белка, сухая сыворотка, коктейли. В технологической схеме по сыворотке установлены коммерческие приборы учета. На ОАО «Барановичский молочный комбинат» за истекший период 2006 года 92,7% сыворотки, образующейся в процессе производства, подвергается вторичной переработке. Используется на производство белакта и напитков, сыворотка концентрированная и сыворотка сгущенная. На ОАО «Юбринский маслодельно-сыродельный завод» используется до 56,4% сыворотки, из которой производится сухая молочная сыворотка, молочный сахар-сырец, сгущенная соляная сыворотка, которая используется на производство гранулированных комбикормов, напитков. На ОАО «Пинский молочный комбинат» используется до 14%, на ОАО «Савушкин продукт» - до 4%.

На большинстве молокоперерабатывающих предприятий не использованная в переработку сыворотка сплавается скоту СПК сырьевой зоны. Только на Ляховичском молочном заводе практически вся сыворотка, полученная от производства казеина, сбрасывается в канализацию.

Таким образом, результаты проведенных проверок свидетельствуют о том, что природоохранное законодательство на предприятиях молочной промышленности области ненадлежаще исполняется по следующим причинам:

- низкий уровень развития технологии по переработке сыворотки;
- отсутствие эффективных систем улавливания пыли при осуществлении производственных процессов;
- недостаточное внимание вопросам экологии со стороны большинства руководителей предприятий.

Можно, однако, сказать, что процесс загрязнения водных объектов замедлился. Вода в реках и озерах стала несколько чище.

Что же делается для рационального использования вод?

Юридической основой управления использованием и охраной вод являются законы Республики Беларусь: Закон об охране окружающей среды, Водный кодекс, Закон о питьевом водоснабжении, Правила охраны поверхностных вод, Закон о налоге за пользование природными ресурсами. Основу управления водными ресурсами составляют разрешения на специальное водопользование. Они регламентируют объемы забора свежей воды и сброса сточных вод, а также концентрацию загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых водопользователями в природные водные объекты.

За превышение установленных лимитов забора и сброса, а также допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах ставки экологического налога увеличиваются в 10 раз, за забор сверх лимита – в 15 раз, за сброс сточных вод сверх лимита предусмотрено и применение повышенных ставок за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ. Вместе с тем, стимулируется использование более современных технологических решений, позволяющих более экономно использовать воду.

Средства, поступившие в государственный бюджет в виде экологического налога и штрафов за нарушение водного законодательства, поступают в целевой бюджетный фонд охраны природы и расходуются на реализацию природоохранных мероприятий и проектов.

УДК 624.543

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДООХРАННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА БРЕСТА

О.М. Мартынов

Группа организации и функционирования государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны Брестского городского комитета по ЧС, г. Брест, Беларусь

Локальные очистные сооружения входят в единую систему инженерных сооружений, обеспечивающих прием и удаление сточных вод с территории населенных мест и промышленных предприятий города Бреста. Аварийная ситуация с прекращением работы, одной только главной канализационной станции влечет за собой немедленное прекращение обеспечения потребителя водой отдельного района города, а в случае затяжного ремонта КНС требует введение элементов плана гражданской обороны по организации мероприятий по доставке воды потребителям автомобильным транспортом и решения задач по санитарно-гигиеническим мероприятиям, что представляет определенные сложности.

Сброс плохо очищенных промышленных сточных вод в общегородскую канализацию негативно влияет на состояние бетонных и металлических коллекторов, технологическое оборудование КНС и Брестских городских очистных сооружений. Агрессивные сточные воды локальных очистных сооружений способствуют корро-

зийным процессам, протекающим на поверхности материалов. Они отрицательно влияют на биологическую очистку Брестских городских сооружений, способствуют накоплению различных токсичных веществ в осадке. В настоящее время на городских очистных сооружениях скопилось более 300 000 м³ осадка. Использование его в качестве ценного органического удобрения в сельском хозяйстве крайне затруднено из-за отравления тяжёлыми металлами.

Анализ информационного обеспечения по данному вопросу, выборочная проверка технического состояния локальных очистных сооружений предприятий показала, что работа локальных очистных сооружений (Вагонное депо Брест, Локомотивное депо Брест, ОАО РУП «Завод Цветотрон», «Брестский мясокомбинат», ИП «Инко-Фуд», ООО «Санта-Бремор» «Белоруснефть» РДУП СП и др.) не эффективна. Локальные очистные сооружения промстоков на ОАО «Брестмаш» находятся в нерабочем состоянии, а на ОАО «Савушкин продукт» вообще отсутствуют.

По результатам проверки локальных очистных сооружений промышленных предприятий были сделаны следующие **ВЫВОДЫ**:

1. На подавляющем большинстве предприятий города современные и эффективные очистные сооружения отсутствуют, а на отдельных их вообще нет.

2. Мероприятия, заложенные нормативами, по снижению сброса токсичных соединений в промканализацию основными производствами промпредприятий выполняются плохо, хотя для резкого снижения потребления «свежей» воды на технологические нужды и сброса токсичных соединений в городскую канализацию необходимо элементарное наведение порядка в основном производстве.

3. Руководители предприятий города не оказывают должного внимания эксплуатации локальных очистных сооружений.

Многие руководители предприятий считают, что выгоднее заплатить повышенный тариф за превышение ПДК загрязняющих веществ на выпусках в городскую канализацию, чем решать проблему повышении эффективности работы своих очистных сооружений, которая требует больших затрат.

4. Анализы сточных вод, проводимые лабораториями контролирующих организаций, не всегда отражают реальную картину. По-видимому ответственные за очистку стоков службы предприятий научились вводить в заблуждение проверяющих. Зная, или предполагая об отборе проб контролирующими организациями, они временно прекращают или ограничивают сброс промышленных сточных вод, используют многократное разбавление промышленных стоков технической водой, на время проверки подают стоки в имеющиеся на предприятиях резервные ёмкости, перебрасывают стоки из хозфекальной канализации в ливневую и т.д.

При этом залповые сбросы отработанных технологических растворов и осадка в городской коллектор осуществляют по ночам, когда снижен контроль проверяющих организаций. Подобные действия предприятий особенно опасны для городских очистных сооружений, т.к. практически отсутствует разбавление промышленных сточных вод бытовыми.

5. На подавляющем большинстве предприятий извлечённый из стоков осадок отсутствует, а имеющегося в наличии на порядок меньше установленного нормами. Это свидетельствует о том, что токсичный осадок из-за плохой работы локальных очистных сооружений вообще не образуется, либо сбрасывается в городскую канализацию или вывозится в места, не согласованные с СЭС.

6. Руководители предприятий выражают крайнюю озабоченность тем, что величины установленных временных ПДК ряда загрязняющих веществ в производственных сточных водах промышленных предприятий на выпусках в городскую хозяйственную канализацию слишком жесткие. Некоторые из них на порядок жестче, чем для питьевой воды.

Так, в приложении №2 к решению Брестского городского исполнительного комитета от 09.08.07 года №1316 по данному вопросу величины временно допустимых концентраций (машиностроительная промышленность, легкая промышлен-

ность и т.д.) составляют: по цинку - 0,3 мг/дм³, по меди - 0,1 мг/дм³, по хromу общему - 0,1 мг/дм³.

Аналогичные показатели ПДК для питьевой воды, согласно СанПин 10-124-4 РБ 99, составляют: по цинку - 5 мг/дм³, по меди - 1 мг/дм³, по хromу общему - 0,05 мг/дм³.

Руководители предприятий правы. Требования, предъявляемые к качеству очищенных промышленных сточных вод не должны превышать требований к питьевой воде, т.к. даже при полном водообороте промстоков сброс соответствующей требованиям СанПина питьевой воды в канализацию неотвратимо приведет к максимальному пятикратному тарифу за превышение ПДК по многим показателям тяжелых металлов, соледержащих и т.д.

Установленные для г. Бреста ПДК совершенно не стимулируют руководителей к повышению эффективности локальных очистных сооружений.

По-видимому, при разработке ПДК ООО «Технологическое проектирование и цифровые технологии» допущены погрешности.

В настоящее время разработан план мероприятий по реконструкции очистных сооружений канализации города Бреста.

Утвержденный Председателем Брестского областного исполнительного комитета К.А. Сумаром и Министром природных ресурсов охраны окружающей среды РБ А.И. Хоружиком общий объем финансовых затрат к 2013 году из планируемых источников финансирования составит более 60 млрд. рублей.

Вместе с тем подлежащие реконструкции городские очистные сооружения без принятия кардинальных мер по реальному повышению эффективности эксплуатации локальных очистных сооружений предприятий города, начнут выходить из строя гораздо раньше нормативных сроков службы. Это связано с повышенной биохимической коррозией технологического оборудования, трубопроводов и строительных конструкций, вызванной недостаточно очищенными промышленными сточными водами и сбросом в городскую сеть канализации агрессивного токсичного осадка, содержащего тяжелые металлы.

В настоящее время по данным бухгалтерского учета износ насосного оборудования КНС составляет – 35%. Что касается 434,5 км канализационных сетей (в том числе главных коллекторов 75,8 км), а также 128,24 км уличных канализационных сетей и 280,5 км внутриквартальной и внутридомовой сети, то их износ составляет 64%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Учитывая реальное положение дел в области технического состояния, слабую эффективность работы локальных очистных сооружений промпредприятий, для предотвращения возникновения аварийных ситуаций и обеспечения экологической безопасности города НЕОБХОДИМО:

1. Совместно с Брестской горрайинспекцией природных ресурсов и охраны окружающей среды рассмотреть вопрос о целесообразности определения территории под строительство площадки для утилизации извлеченного из промстоков токсичного осадка, запрещенного к сбросу в хозяйственно-бытовую канализационную сеть.

2. Для стимулирования руководителей предприятий вкладывать финансовые средства в реконструкцию и строительство локальных очистных сооружений, рассмотреть вопрос о повторной экспертизе разработанных ООО «Технологическое проектирование и цифровые технологии» временных ПДК загрязняющих веществ в производственных сточных водах на выпусках в городскую канализацию. Участие в проведении экспертизы должны принять не только специалисты и учёные, но и представители общественных экологических организаций и промышленных предприятий.

3. Руководителям промпредприятий рассмотреть вопрос о целесообразности заключения договоров со специализированными организациями на предмет углубленного обследования стокообразующих производств с целью получения квалифицированного заключения на предмет способов и методики приведения ПДК содержания взвешенных веществ в соответствии с установленными нормами. На базе полученных квалифицированных технических заключений рассмотреть вопрос о це-

лесообразности заключения договоров на производство ПСД и установки современных инженерных сооружений по очистке промстоков и доведения ПДК взвешенных веществ до разрешенных норм перед сбором в общегородскую канализацию.

4. Руководителям промпредприятий, совместно со специалистами ГИК, «Брестводоканал», БРГТУ рассмотреть вопрос об экономической и экологической целесообразности применения в системе канализации сточных вод современных химических средств с целью защитных действий против сероводорода, химического удаления запахов (вони) из стоков, предупреждения и исключения проблем, вызванных гниением стоков в канализационных системах, защиты от биохимической коррозии, действующей разрушающе на основные материалы инженерных сооружений канализации: бетон, металлические элементы, механизмы, подвижные и контрольно-управляющие устройства.

Как известно, 70% капитальных вложений и не менее 50% затрат на эксплуатацию приходится на канализационные сети.

УДК.628.356

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИБОРО- И МАШИНОСТРОЕНИЯ

Е.А. Урецкий

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Известно, что в Беларуси очень высока концентрация предприятий приборо- и машиностроения. В технологических процессах предприятий этого профиля используется значительное количество металлов, солей, кислот и щелочей, органических веществ и других материалов. Именно эти предприятия являлись и по настоящее время являются основными загрязнителями окружающей среды тяжёлыми металлами (ТМ). Даже в условиях малых доз радиации, а они имеют место практически на всей территории РБ, онкогенное воздействие химических веществ, в том числе ТМ, увеличивается в 25 - 250 раз (данные Н. Номура, Япония).

Решение проблемы очистки стоков от тяжёлых металлов и утилизации промышленных отходов является не только мировой проблемой, но и острой для Еврорегиона «Западный Буг».

Как известно, экологически опасному производственному циклу нанесения защитных покрытий и печатных плат присущи:

- широкая номенклатура потребляемых химических материалов и цветных металлов;
- расточительное отношение к использованию цветных металлов (коэффициент использования – 30 - 80%), кислот и щелочей (5 - 20%), энергоносителей (70 - 80%);
- образование большого количество жидких концентрированных отходов ($0,2 - 2,0 \text{ м}^3/\text{м}^2$ покрытий);
- нерациональное водопотребление ($0,1 - 4 \text{ м}^3/\text{м}^2$ покрытий);
- высокая токсичность и агрессивность используемых технологических растворов и электролитов, определяющая проведение работ по защите работающего персонала и оборудования;
- наличие в сточных водах ионов тяжелых металлов, токсичность которых при совместном присутствии до настоящего времени не изучена;
- образование большого количества твердых отходов (гальваношламов) в процессе эксплуатации технологических ванн и очистки сточных вод, утилизация которых до настоящего времени в значительной степени не решена.

Таким образом, отходы производств защитных покрытий (гальванические и окрасочные производства), а также печатных плат наносят экологический ущерб с долговременными последствиями, а также экономический ущерб, поскольку они являются ценным химическим сырьём.

В условиях затянувшейся конверсии, нарушения сложившихся производственных связей пока имеет место значительная недогрузка гальванических цехов Республики Беларусь, что в некоторой степени положительно сказывается на окружающей среде.

Однако такое положение временное. На предприятиях идёт интенсивная работа по организации выпуска товаров народного потребления. Данная организационно-техническая работа приведёт к тому, что в ближайшие годы производства защитных покрытий (ПЗП) будут задействованы на полную мощность. По экспертным оценкам, начиная 2004 г., за каждые последующие 10 лет объём нанесения гальванопокрытий будет возрастать в 1,5-2 раза. Такая тенденция соответствует положению в странах СНГ в целом, поскольку альтернативной замены гальванических покрытий по широкому спектру их свойств и экономике производства нет.

Необходимо совершенствования технологии производства, дефицит водных ресурсов, повышение требований к степени очистки сточных вод поставили предприятия перед необходимостью решения задач по созданию оборотных циклов водоснабжения, регенерации ценных компонентов, прекращения отрицательного воздействия на окружающую среду.

В настоящее время предлагаемые на рынках Беларуси, СНГ и за рубежом технологии обработки стоков такого типа исключительно энергозатратны, материалоёмки, а самое главное, недостаточно эффективны.

В течение нескольких десятилетий мною разрабатывалась и совершенствовалась рациональная технология обработки стоков гальванического производства (РТ)

Под моим руководством она была реализована на десятках приборо- и машиностроительных предприятий оборонного комплекса СНГ и за рубежом (Ленинградский «Кировский завод», Московский авиационный завод, Астраханский машиностроительный завод, Ленинградский завод «Волна», Брестский электромеханический завод и др.)

Рациональная Технология предусматривает:

1. Совершенствование основного производства в направлении многократного уменьшения потребления свежей воды на технологические нужды, значительного уменьшения объёмов химикатов в сточных водах, подлежащих обезвреживанию.

2. Внедрение эффективного технического решения по нейтрализации сточных вод от тяжелых металлов и утилизации осадка.

В основу разработок положены 15 изобретений. С помощью этих изобретений и многочисленных "ноу-хау" возможно снижение потребления свежей воды на технологические нужды не менее чем в два раза, а выноса токсичных соединений – в 5-6 раз.

Совершенствование стокообразующих производств по разработанной методике в последующем уменьшает стоимость водоохраных сооружений любого типа и их металло- и энергоёмкость не менее чем в два раза. Важно отметить, что все эти решения практически не требуют затрат и легко реализуются силами самих предприятий.

Обработанные технологические растворы используются вместо покупных реагентов в процессах обезвреживания сточных вод. При этом потребность очистных сооружений в ряде покупных реагентов уменьшается в 4 и более раз, а в отдельных вообще отпадает.

Разработанная рациональная технология (РТ) обработки стоков гальванического и покрасочного производств, производства печатных плат может быть реализована как самостоятельно, так и в рамках традиционной схемы очистки. В последнем случае РТ позволяет без дополнительного оборудования и производственных площадей принять и "полутно" обработать труднообезвреживаемые промышленные сточные воды гальванических производств, а также и производств печатных плат, содержащие комплексные соединения тяжелых металлов (аммиакаты, тарtrato и пр.), фториды, СПАВ, остатки фоторезисторов, краски и пр. При этом вы-

свободается от 15 до 75% ранее смонтированного оборудования. Многократно уменьшается энергоёмкость, а пропускная способность оставшегося оборудования увеличивается в несколько раз при одновременном повышении эффективности очистных сооружений в целом.

РТ в течение нескольких десятилетий прошла успешную апробацию на многих предприятиях СНГ. Она выгодно отличается от традиционной реагентной технологии и технологий, связанных с химическим и электрохимическим получением железа (II и III), таких как электрокоагуляция, электроионная сепарация, электрохимическое растворение стружки, гальванокоагуляция, «Элион» и др. Известно, что внедрение водосберегающих технологий в основном производстве неизбежно приводит к повышению концентрации пассиваторов (хром шестивалентный, фосфаты, нитраты и т.п.) в последней ванне каскадной промывки. Концентрация их в этой ванне достигает 1000 мг/л и более. Такие концентрации пассиваторов делают абсолютно неприемлемым использование электрохимических способов очистки стоков от тяжелых металлов. Для указанных технологий неизбежно усреднение либо разбавление стоков, что приводит к значительному удорожанию водоочистного комплекса. Кроме того, использование железа (II) в качестве восстановителя, а железа (II и III) коагулянта неизбежно приводит к многократному перерасходу щелочного реагента для осаждения введённого в стоки железа и четырехкратному увеличению объема осадка. Расходы на утилизацию и вывоз осадка являются серьезной проблемой для предприятий.

Эффективность же рациональной технологии, наоборот, возрастает в условиях внедрения водосберегающих технологий.

Внедрение резко упрощит проблему возврата воды на повторное использование.

При внедрении РТ объем осадка по сравнению с традиционной реагентной схемой очистки от тяжелых металлов снизится не менее чем в 3 раза.

РТ предусматривает технологии утилизации осадка в производстве строительных материалов. Эти технологии согласованы Белорусским научно-исследовательским санитарно-гигиеническим институтом в 1988 г.

Для упрощения проблемы утилизации осадка в металлургической промышленности и производстве строительных материалов, для осаждения тяжелых металлов в виде гидроксидов вместо известкового раствора может быть использован раствор каустической соды. При этом потребность в каустической соде по сравнению с технологиями, использующими железо (II и III), а также ферри- и феррогидрозоль, уменьшится многократно.

Надежной очистке сточных вод и улучшению условий труда способствует полная автоматизация основных технических процессов. Все элементы систем автоматического регулирования (САР) стандартны с незначительными авторскими доработками. Усовершенствованные САР обладают расширенным диапазоном применения и успешно эксплуатируются при наличии «мешающего фона» (железо III и пр.).

В условиях сложного финансового положения предприятия внедрение рациональной технологии может оказаться единственным приемлемым выходом для снятия остроты экологической ситуации на предприятии, тем более, что реализация рациональной технологии посильна службе эксплуатации предприятия и мало затратна. Предлагаемые технологии могут применяться на предприятиях приборостроения, машиностроения, металлообработки при строительстве новых и реконструкции имеющихся систем водоснабжения и водоотведения производств защитных покрытий (гальванические, покрасочные, печатных плат и др.). Снижение потребления свежей воды на технологические нужды не менее чем в два раза, а выноса токсичных ингредиентов со сточными водами в 3-4 раза.

Совершенствование стокообразующих производств по разработанной методике в последующем уменьшает стоимость водоохраных сооружений любого типа и их металло- и энергоёмкость не менее чем в два раза. Высвобождается от 15 до 75% ранее смонтированного оборудования, а пропускная способность остав-

шегоса увеличивается в несколько раз. Все эти решения практически не требуют затрат и легко реализуются силами самих предприятий. РТ позволяет обезвреживать «попутно» в рамках традиционных реагентных технологий промывные стоки производств защитных покрытий и печатных плат, содержащие комплексные соединения тяжёлых металлов, фтор, свинец, ПАВы, и др.

Внедрение РТ позволяет многократно снизить метало- и энергоёмкость оборудования очистных сооружений при одновременном повышении пропускной способности и повышении эффективности очистки.

Использование отработанных растворов основного производства сокращает потребность очистных сооружений в покупных реагентах более чем в 4 раза, а от отдельных вообще отказаться.

При внедрении РТ объем осадка, даже по сравнению с традиционной реагентной схемой очистки от тяжелых металлов, снизится не менее чем в 3 раза.

РТ содержит технические решения по утилизации осадка, согласованные с контролирующими службами РБ [1,2].

В заключение хочу сказать, что в 2008 г. издательство Брестского государственного технического университета выпустило мою монографию «Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий».

Изложенные в монографии материалы показывают реальные пути создания малозатратных, малосточных, энерго- и ресурсосберегающих водных систем промышленных предприятий, а также повышения эффективности и надёжности их работы.

Отражённые в монографии инвестиционно привлекательные технические решения, использованные научно-производственным ОДО «САФАРИ», в количестве 14 проектов на русском и английском языках размещены в сети республиканского центра трансфера технологий при содействии Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, Национальной Академии наук Беларуси, Программы Развития ООН (ПРООН) и Организации Объединённых наций «UNIDO» [3].

Литература

1. МГПИ, БрГУ им. А.С. Пушкина. Отчёт о научно-исследовательской работе «Осадок-88» - Исследование осадка сточных вод от производства защитных покрытий с разработкой технологических регламентов и санитарно-химической паспортизации осадка и продукции, полученной с его использованием. Брест.1988 г. УДК 658. 567: 666.7.

№ госрегистрации 01.8.80 014999.

2. Заключение государственной санитарной службы Брестской области №1/764 от 04.08.84 г.

3. РУП «Брестский центр научно-технической информации и инноваций». Рецензия на монографию Урецкого Е.А. «Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий» №50 от 22.02.06. Брест. 2006.

УДК.628.356

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТОКООБРАЗУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В НАПРАВЛЕНИИ СОКРАЩЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ «СВЕЖЕЙ ВОДЫ» НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НУЖДЫ И ВЫНОСА ТОКСИЧНЫХ ХИМИКАТОВ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ю.И. Сахарук

Научно-производственное экологическое ОДО «САФАРИ», г. Брест, Беларусь

В сложных экономических условиях трудно изыскать средства, которые позволили бы в кратчайшие сроки построить эффективные очистные сооружения. Одна-

ко элементарное наведение порядка на стокообразующих производствах в направлении уменьшения водопотребления и выноса токсичных ингредиентов со стоками позволило бы во много раз уменьшить попадание тяжелых металлов в окружающую среду. Такие подходы при минимальных затратах эквивалентны строительству новых очистных сооружений. Убедительным тому доказательством служит опыт развитых стран.

Один рубль, вложенный в совершенствование основного стокообразующего производства, эквивалентен 10 рублям, вложенным в очистные сооружения.

Для создания рациональных систем промывки в первую очередь необходимо руководствоваться положениями нормативов. Именно эти положения в технологической части основного производства, как правило, не выполняются.

Технологи основного производства несоблюдение этих положений мотивируют ограниченными площадями, дополнительными затратами на создание оборотных циклов внутри линий.

По их мнению, реализация этих, на их взгляд, дорогостоящих технических решений на качество покрытий не влияет, а лишь создаёт проблемы, связанные с их эксплуатацией, и приводит только к повышению себестоимости выпускаемой продукции.

Более того, когда служба эксплуатации очистных сооружений ставит перед технологами гальванического производства вопрос о снижении расхода сточных вод и уменьшения выноса химикатов с ними, они заявляют, что все это приведет к ухудшению качества покрытия. Хотя именно несоблюдение нормативов гальваниками, о чем я скажу далее, приводит к браку при нанесении покрытий.

Такая сложившаяся практика экономии технологами основного производства «своих» нескольких квадратных метров площадей для установки дополнительных технологических ванн оборачивается строительством огромных общезаводских очистных сооружений. Ведь стоимость проектирования и внедрения очистных сооружений зависит от расхода сточных вод. Чем выше расход стоков, тем резче возрастает их стоимость.

Для минимизации затрат по очистке сточных вод необходимо:

- провести детальное обследования стокообразующих участков (наведение элементарного технологического порядка и совершенствование основного производства, при незначительных затратах, позволяют многократно снизить потребление воды на технологические нужды при одновременном повышении качества отмывочных операций, на порядок уменьшить вынос токсичных и вместе с тем дорогостоящих химикатов со сточными водами);

- изучить состав отработанных технологических растворов (ОТР) с целью использования их вместо или совместно с покупными реагентами для обезвреживания сточных вод (это позволит значительно снизить потребность в товарных реагентах и соответственно уменьшить вторичное загрязнение сточных вод указанными реагентами, снизится объем образующегося осадка).

Система промывки считается рациональной в том случае, если она обеспечивает достижение требуемого качества промывки с наименьшими капитальными и эксплуатационными затратами при безопасных условиях труда и без экологического ущерба окружающей среде.

Чем больше ванн (ступеней) промывки, тем меньше требуемый расход воды.

На большинстве предприятий действующие гальванические производства были запроектированы несколько десятилетий назад без учета современных требований к ресурсосбережению и экологичности. Несвершенство оборудования сдерживает применение рациональных, экономичных и эффективных схем водопользования. Экстенсивные системы отмывки деталей, при значительном расходе воды, не обеспечивают необходимого качества.

Организация технологических операций в части промывки деталей производится без учета водосберегающих мероприятий и технологических требований, изложенных в действующих нормативах.

В промывных ваннах нет распределительных устройств подачи воды (полупогружных перегородок или дырчатых донных коллекторов). Вода подается рядом с отводящим лотком и сразу отводится в него.

Часто имеют место случаи подвода свежей воды в ванны без разрыва струи, что может при падении давления в сети привести к попаданию токсичных стоков в систему водоснабжения, в том числе питьевого. Такие случаи уже имели место.

Ванны двухкаскадных противоточных промывок выполнены неверно. Отсутствуют перегородки или донные распределительные системы для подачи воды в первую и вторую ванну каскадов. Проточная промывка фактически не осуществляется, а детали промываются в загрязненной застойной зоне, что ведет к повышению процента брака. Более того, имеют место случаи подачи свежей воды в обе ванны каскадов.

Переливные кромки отводящих лотков гидравлически не выравнены. В результате обмена воды в ванне практически не происходит.

Часто отсутствуют ванны улавливания для операций промывки, требующих больших расходов промывной воды, что является нарушением нормативов, и приводит к значительному загрязнению промывных вод токсичными химикатами. Применение ванн улавливания позволит также существенно экономить химикаты, т.к. растворы из них можно использовать для корректировки рабочих ванн.

Не везде установлены каплеуловительные мостики из коррозионно стойкого материала. Там где есть - не все устроены правильно: не имеют уклона в сторону технологической ванны. Отсутствие каплеуловительных мостиков приводит к попаданию электролитов на пол, при отсутствии уклонов - значительно увеличивается загрязнение промывных вод компонентами электролитов. Соответственно происходит значительная потеря рабочих растворов электролитов.

После извлечения из технологических растворов подвесок с деталями не выдерживается требуемый интервал времени, необходимый для стекания электролита. Это приводит к большим потерям электролитов и значительному увеличению загрязнений промывных сточных вод.

Отсутствует учет и регулирование потребления воды по отдельным линиям и ваннам. Отсутствуют общие водомеры.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВАХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Оптимизация водопользования складывается из реализации двух основных требований:

- рационального водопользования;
- сокращения потерь электролитов от выноса с деталями в промывные ванны.

Выполнение этих требований в сочетании с мероприятиями по регенерации и утилизации отработанных технологических растворов является обязательным условием для решения водоохранной проблемы производств гальванических покрытий.

Остановлюсь на части мероприятий, применение которых может значительно снизить водоотведение и вынос химикатов с гальванических линий.

В зависимости от положения перегородки отвод воды производится со дна или с зеркала воды.

При погружном методе промывки резкое сокращение потребности в воде достигается применением многокаскадных ступенчатых промывок

Промывку деталей после рабочей ванны необходимо осуществлять сначала в ванне с непроточной водой (уловитель), а затем в ваннах с проточной водой.

На процессы погружной промывки оказывают влияние все факторы, ускоряющие диффузию: перемешивание, конструкция ванн, обеспечивающая проточный режим, температура, вибрация подвески, наличие застойных зон в деталях, введение веществ, облегчающих отмывку и др.

В качестве основного фактора интенсификации промывки обычно используется перемешивание. В ваннах, не имеющих в составе электролитов, ядовитых,

окисляющихся, или взаимодействующих с компонентами воздуха веществ, изменяют перемешивание сжатым воздухом.

В случае отсутствия перемешивания воды сжатым воздухом необходимо организовать покачивание подвесок в промывных ваннах.

Одним из факторов, обеспечивающих экономию свежей воды и качественную промывку, является способ подачи воды. Воду необходимо подавать в нижнюю часть ванн посредством распределительной системы с обязательным разрывом струи для визуального контроля расхода воды, а также для предотвращения засасывания воды из промывной ванны в трубопровод при падении давления. Вместо распределительных систем возможна установка полупогружной перегородки, обеспечивающей распределение воды по всему объему ванны. Отвод воды должен осуществляться через "карман" с водосливом. Это обеспечивает удаление флотированных загрязнений. В каскадных промывках необходима установка перегородок в обеих ступенях для обеспечения равномерного распределения воды по всему объему ванны.

Для обеспечения стабильных условий промывки деталей при экономичном расходе воды следует:

1. Организовать контроль и регулирование расхода воды на технологические нужды отдельно на производство гальванических покрытий, а также на отдельных технологических линиях.

2. Установить ограничители расхода воды, подаваемой на отдельные ванны. В их качестве можно использовать краны со снятыми ручками управления и т.п. На подводящем трубопроводе устанавливается два вентиля - регулировочный (со снятым маховиком) и запорный.

3. Обеспечить стабильность режима подачи воды путем установки вентиля, на каждой магистрали и на ответвлениях, питающих технологическую линию, и настраиваемых при наладке режима промывки. С целью обеспечения постоянного расхода воды необходимо предусмотреть установку регуляторов давления.

4. Для сокращения расхода воды на промывку деталей, при достижении необходимой степени отмывки необходимо:

Промывку деталей после обработки в основных технологических ваннах вначале проводить в ваннах-уловителях, а затем в ваннах с проточной водой каскадного типа. Расчеты показывают, что при одноступенчатой промывке расход воды на 1 м² поверхности деталей составляет 1000-2000 л, а при двухступенчатой - в пределах - 15-30 л, при трехступенчатой - 5-10 л. При таких расходах промывной воды ее легко обработать на очистных сооружениях, а их стоимость значительно уменьшится.

Установить во всех промывных ваннах полупогружные перегородки с целью распределения воды по всему объему ванны. Для закрепления перегородок использовать резиновые жгуты или навесные хомуты. Более дорогостоящей и трудоемкой является установка в промывных ваннах распределительных систем подачи воды.

Выровнять гидравлически имеющиеся переливные кромки водосборных лотков или установить новые при их отсутствии.

Во всех промывных ваннах предусмотреть подачу сжатого воздуха либо устройств покачивания (вибрации) подвесок.

СОКРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ОТ ВЫНОСА С ДЕТАЛЯМИ В ПРОМЫВНЫЕ ВАННЫ

Для уменьшения уноса раствора из рабочих технологических ванн необходимо выполнить следующие мероприятия:

1. При извлечении подвесок с деталями из ванн выдерживать их над ванной 10-15 сек. Вынутые детали следует встряхивать или обдуть.

2. При ручном обслуживании ванн установить над ними штангу, на которую вывешиваются извлекаемые из ванн подвески с деталями для стекания с них электролита.

3. Разрывы между технологическими и промывными ваннами должны закры-

ваться козырьками, которые должны иметь уклон в сторону технологической ванны. Разрывы между технологическими ваннами с одинаковыми растворами также должны закрываться козырьками для предотвращения попадания растворов на пол. Козырьки между одноступенчатыми промывными ваннами или двухступенчатыми прямоточными промывными ваннами должны иметь уклон в сторону более грязной ванны.

4. Запретить сливы не выработанных до конца технологических растворов в канализацию.

5. Раствор из ванн улавливания в канализацию не сливать, а использовать для корректировки рабочих ванн.

6. При необходимости слива раствора из ванны улавливания (невозможность использования для корректировки рабочей ванны) концентрация химикатов должна быть в ней не менее 40% от концентрации в рабочей ванне.

7. Составлять технологический процесс таким образом, чтобы свести к минимуму перенос деталей из ванны в ванну на большие расстояния. При переносе подвесок вручную над полом предусмотреть, чтобы проливы попадали в трапы канализации, подключенные к соответствующим системам, где возможно их обезвреживание.

ОТРАБОТАННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСТВОРЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Сопоставление составов ОТР и товарных реагентов, идущих на обработку сточных вод, показывает, что в обоих случаях используются одни и те же химикаты. Из анализа ОТР по технологическим свойствам очевидна возможность использования их совместно с товарными реагентами или вместо реагентов.

Так, например, кислые растворы, содержащие восстановители, используются как подкислители-восстановители в линии обработки хрома. В результате значительно снижается потребление товарного реагента. Решается также важная технологическая задача - окисление двухвалентного железа в процессе восстановления хрома(VI). Отпадает необходимость в защелачивании общего стока до $pH = 9,5$, обусловленная необходимостью осаждения гидроксида железа(II). И при этом исключается растворение гидроокиси хрома (III), вызванное высоким pH .

Однако кислые растворы также необходимо разделять на содержащие окислители и восстановители.

В результате использования щелочных ОТР многократно уменьшается расход щелочного реагента, объем осадка, общее солесодержание осветленного стока

ВЫВОД

Технические решения по совершенствованию стокообразующих производств в направлении многократной экономии воды, выноса химикатов и использования не утилизированных в основном производстве отработанных технологических растворов вместо покупных реагентов в 2005 году на русском и английском языках размещены в сети республиканского центра трансфера технологий при содействии Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, Национальной Академии наук Беларуси, Программы Развития ООН (ПРООН) и Организации Объединённых наций (UNIDO).

УДК 628. 316

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПОКРАСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

В.В. Мороз, Е.А. Урецкий, Б.Н. Житенев

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Предприятия машиностроения, как правило, помимо гальванических производств имеют и окрасочное производство. Крайне опасными загрязнителями сточ-

ных вод промышленных предприятий являются разнообразные органические вещества окрасочных производств. Эти вещества характеризуются сложным и переменным составом, высокой токсичностью, преимущественным содержанием растворенных, а не взвешенных веществ. Поэтому их выделение представляет задачу чрезвычайной сложности. Известные методы очистки такого вида сточных вод (ультрафильтрация, сжигание, ионный обмен и др.), связаны с очень большими энергетическими затратами, высокой стоимостью технологического оборудования, дефицитностью реагентов и потребностью значительных производственных площадей.

Помимо этого, на стадиях подготовки изделий под покраску (обезжиривание, фосфатирование, травление и т.п.) образуются сточные воды, загрязненные веществами минерального происхождения и соединениями тяжелых металлов (цинк, хром, титан и.п.).

Из-за отсутствия эффективных методов обезвреживания этого вида стоков проектный институт рекомендовал базовому предприятию (БЭМЗ) разбавление свежей водой загрязненного стока до допустимых норм. Подсчеты показали, что на разбавление потребовалось бы дополнительно более 10 млн. м³ воды в год. Осуществление этого решения повлекло бы за собой существенное расширение технического водопровода и отводящих трубопроводов хозяйственной канализации. Подобное «предложение» привело бы к ежегодным затратам не менее 2 млн. рублей (в масштабе цен 1985 г.).

Обследование систем водопотребления и водоотведения покрасочного производства, выявило **два основных источника** сброса сточных вод:

- линия подготовки поверхности перед покраской (где производится обезжиривание и фосфатирование поверхностей изделий перед покраской, и соответственно после каждой из операций производится отмывка);

- гидрофильтры покрасочных камер (они предназначены для предотвращения выброса токсичных веществ, содержащихся в воздухе проходящего через двойную завесу воды, где происходит освобождение его от лакокрасочных материалов и влаги. Очищенный воздух выводится в атмосферу.

Окраска изделий, связанная со сбросом сточных вод, в основном, осуществляется методом пневматического распыления, используя лишь от 45 до 75% краски. Причем при контакте краски с водой происходит частичное растворение химикатов, входящих в ее состав. В воде, сбрасываемой из гидрофильтров, могут содержаться различные химикаты, в т.ч. тяжелые металлы. Это так называемый мокрый способ очистки воздуха.

Загрязненная вода поступает в ванну, расположенную в нижней части гидрофильтра. После достижения в воде максимально допустимых концентраций загрязнителей она должна сливаться, донные отложения краски удаляться, а затем заливаться свежая вода. В случае нарушения сроков сменяемости воды в гидрофильтрах они прекращают выполнять свою функцию - предотвращение выброса крайне токсичных химикатов в атмосферу (ксилол, бензол, толуол и др.).

Зачастую обезвреживание промывных вод и отработанных технологических растворов (ОТР) не предусматривается. Стоки без очистки сбрасываются в городскую канализацию.

Степень очистки краскосодержащего стока определялась косвенным путем - методом окисления, в основном по химическому потреблению кислорода. (ХПК)

Нами разработана технология обезвреживания краскосодержащих сточных вод, достигаемая реализацией метода в рамках традиционных очистных сооружений стоков гальванического производства. Эта «попутная» технология позволяет использовать технологические свойства промывных хромсодержащих стоков и ОТР гальванического производства. При этом отпадает необходимость в дополнительных энерго - и материалоемких технологических линиях, требующих значительных производственных площадей для их размещения, приобретения новых дорогостоящих реагентов.

При этом снижение содержания органических веществ в 10÷15 раз, оценивавшееся по ХПК, позволяет считать глубину обработки достаточной для условий сброса стоков в хозяйственно-канализационную канализацию.

Положительный эффект реализованной технологии по очистке сточных вод, содержащих лакокрасочные загрязнения, достигнут тем, что эти сточные воды, обрабатываются совместно с хромосодержащими стоками. Такой подход позволил осуществить деструкцию части органических соединений бихроматами при низкой величине pH=2-3. Дальнейшая «продувка» смеси воздухом обеспечила окисление легкоокисляемых органических соединений кислородом воздуха, выделение пенного продукта с последующим использованием сорбционной способности оксигидратных коллекторов, образующихся в процессах нейтрализации всех видов стоков и осаждения в осветлителе.

Это решение реализуется следующим образом. Сточная жидкость, содержащая лакокрасочные загрязнения (I), подаётся в реактор обработки хромосодержащих стоков и перемешивается механической мешалкой совместно с хромосодержащими сточными водами (II). Поддержание pH=2-3 осуществляется кислыми обработанными технологическими растворами (ОТР) травления черных металлов, содержащими железо (II и III). При этом происходит деструкция органических загрязнений бихроматами. Затем обработанный сток направляется в емкость 2, где осуществляется продувка смеси сжатым воздухом (IV). При этом происходит окисление легкоокисляемых органических примесей и выделение из воды пенного продукта (V), удаляемого на обезвоживание. Далее обработанная смесь направляется на совместную нейтрализацию с другими видами сточных вод в реактор - нейтрализатор всех видов стоков 3. В этом реакторе с помощью нейтрализующих растворов (VI) поддерживается pH=8,0-8,5. При этом происходит сорбция органических загрязнений на образующемся оксигидратном коллекторе. Дальнейшее снижение концентрации лакокрасочных соединений происходит в осветлителе 4, за счёт эффекта соосаждения взвесей.

Техническое решение по «попутной» обработке краскосодержащих стоков, приведено на рис.1.

Характеристика обрабатываемого стока лакокрасочного производства приведена в таблице 1

Таблица 1

Характеристики обрабатываемого стока лакокрасочного производства

Показатели	Результат анализа
Температура, °С	16 - 22
Цвет	от жёлтого до светло-коричневого
Запах	специфичный
pH	6,30 - 8,45
Цветность, градус	380-2200
Прозрачность, см	3,5
Электропроводность	420 - 1440
ХПК, мг/л O ₂	250 - 2600
Фенол, мг/л	10,0 - 35,0
Ксилол, мг/л	25,0 - 40,0.
Формальдегид, мг/л	40,0 - 110,0
Ацетон, мг/л	20,0 - 45,0

После поэтапной обработки процесса была проведена серия сквозных опытов очистки краскосодержащего стока с полным анализом исходной и осветленной воды. Данные результатов опытов сведены в таблицу 2.

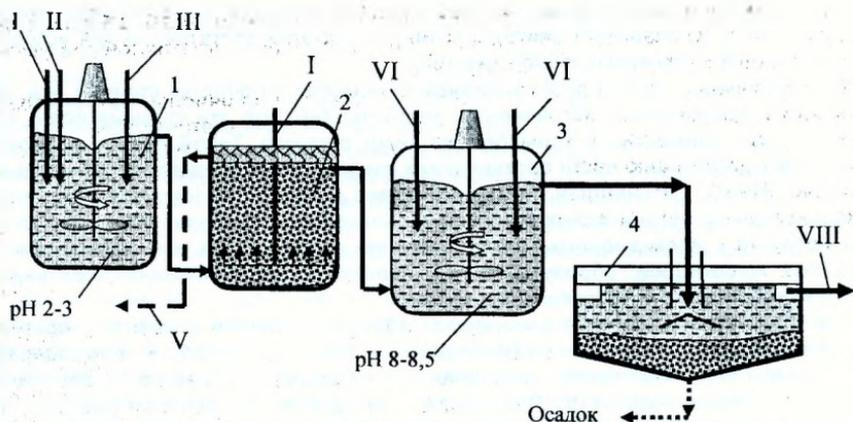


Рис.1. «Попутная» технология обработки краскосодержащих сточных вод

1 – реактор обработки хромсодержащих сточных вод; 2 – ёмкость для продувки сжатым воздухом; 3 – реактор-нейтрализатор всех видов сточных вод; 4 – осветлитель.
 I – стоки, содержащие лакокрасочные загрязнения; II – хрососодержащие сточные воды; III – ОТР, содержащие железо (II и III); IV – сжатый воздух; V – пенный продукт; VI – нейтрализующие растворы; VII - кислотно-щелочные сточные воды; VIII – осветлённые сточные воды

Таблица 2
 Результаты сквозного эксперимента «попутной» обработки сточных вод, содержащих лакокрасочных сточных

№№ п/п	Показатели	Результаты анализов				
		Исходный краскосодержащий сток/ Осветленный сток				
1	pH	6,85/8,5	7,1/11,8	7,9/9,4	7,6/8,8	7,6/8,4
2	ХПК, мг/л O ₂	1120/78,2	1510/75,5	330/16	1240/86,6	1010/70,7
3	Цветность, град	1362/56	1550/84	-/-	1100/7,5	950/4,5
4	Прозрачность, см	3,9/4,7	-/-	-/-	-/-	-/-
5	Электропроводность, см	600/900	900/1200	360/600	540/870	500/840
6	Ацетон, мг/л	18,0/1,3	45,0/3,0	8,0/отс	17,3/1,0	36,0/1,5
7	Ксилол, мг/л	21,5/отс	40,0/0,43	12-6/отс	15,0/-	20,0/-
8	Фенол, мг/л	10,0/3,1	35,0/8,3	0,5/отс	20,0/отс	15/отс
9	Формальдегид (качественный анализ)	+/-отс	+/-отс	+/-отс	-/-	-/-
10	Железо (общ), мг/л	-/0,045	+/0,002	-/02	-/0,2	-/0,015
11	Хром (общ), мг/л	-/0,15	~/0,13	-/-	-/0,1	-/отс
12	Медь, мг/л	~/0,5	-/отс	-/-	-/0,5	отс/0,3
13	Кадмий, мг/л	-/-	-/-	-/-	-/420	-/440
14	Жесткость, мг-экв/л	-/-	-/-	-/-	-/14	-/12

Внедрение «попутной» технологии обработки краскосодержащих сточных вод осуществлено на очистных сооружениях Брестского электромеханического завода на базе двух реакторов из числа высвобожденного оборудования после реконструкций технологических линий обработки стоков гальванического производства (см. рис. 2).

На рис.3 показано устройство для регулирования процесса обезвреживания хромсодержащих сточных вод (А.С. 956434). Это устройство позволяет заменить

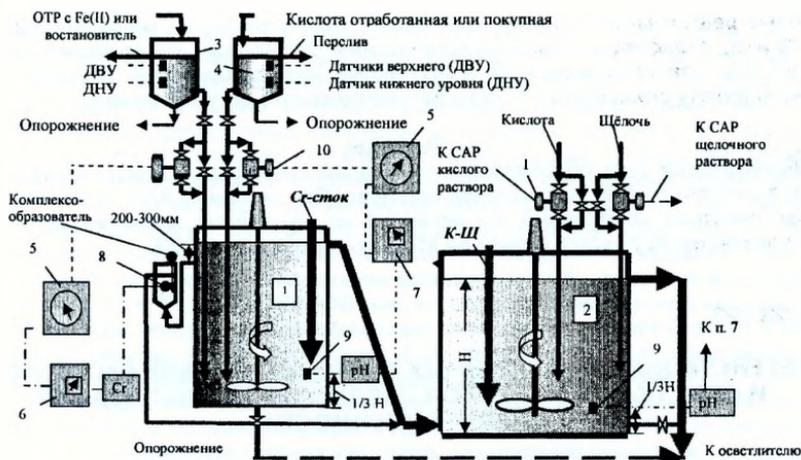


Рис.2. Технологическая линия обработки хромосодержащих и кислотно-щелочных стоков с элементами САР

1 - реактор хромстоков $V = 1 \text{ м}^3$; 2 - реактор нейтрализации всех видов сточных вод - 2 м^3 ; 3 - дозатор ОТР, содержащих железо (II) или резервный товарный восстановитель; 4 - дозатор кислых ОТР или резервный покупной; 5 - потенциометр КСП-Зп; 6 - вторичный прибор Сг-метра; 7 - вторичный прибор рН-метра П-205; 8 - первичный датчик хром-метра ЭЗ-01; 9 - первичный датчик рН-метра ДПГ-4м; 10 - мембранный исполнительный механизм с пневмозадвижкой

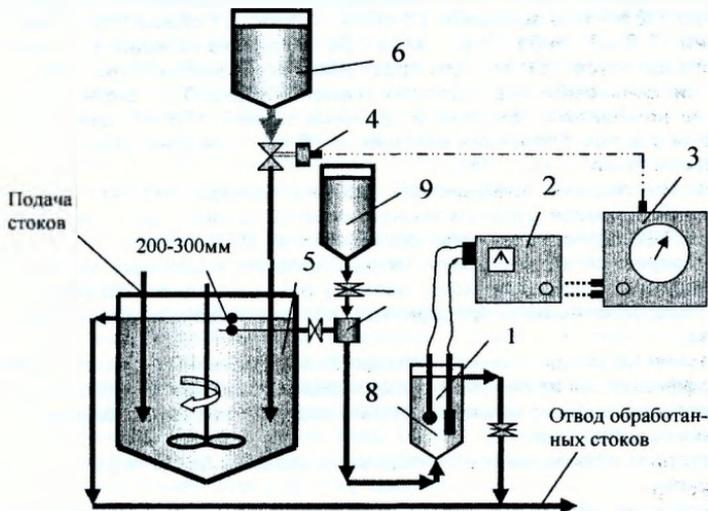


Рис.3. Устройство для регулирования процесса обезвреживания промышленных сточных вод (А.С. 956434)

1 - электронный чувствительный элемент (ЭЗ-01); 2 - преобразователь (П-205, П-215 и др.); 3 - потенциометр с изодромным ПИ-регулятором (КСП-Зп и др.); 4 - пневмозадвижка с мембранным исполнительным механизмом (МИМ); 5 - реактор; 6 - дозатор отработанного травильного раствора, содержащего восстановитель; 7 - смеситель; 8 - дополнительный реактор; 9 - дозатор комплексообразователя

покупные реагенты-восстановители (сульфит, бисульфит и т.п.), не содержащие железо (II и III), отработанными технологическими растворами, содержащими железо (II и III). Как известно, железо (II и III) создаёт «мешающий фон» и делает невозможным работу стандартных систем автоматического регулирования.

ВЫВОДЫ

Эксплуатация узла обезвреживания краскосодержащих стоков показала, что глубина очистки по ХПК повышается ощутимо. При исходном ХПК до 2500 мг/л на выходе очистных сооружений эта величина не превышает значения 10-12 мг/л, т.е. эффективность очистки стоков по ХПК составляет более 99%.

УДК 628.523

РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.Г. Белов

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Текстильная промышленность характеризуется высоким потреблением энергоресурсов, воды, химических материалов и является сильным источником загрязнения окружающей среды, в частности - водного бассейна. Укрупненные нормы водоотведения предприятий по производству тканей значительно превышают таковые во многих отраслях промышленности. К примеру, при производстве 1000 шт. кирпича образуется 1 м³ сточных вод, при изготовлении 1 м сборного железобетона - до 1,2 м³, при выплавке 1 т стали - 0,1 м³, 1 т стекла (стеклотара) - 1 м³, 1 т удобрений - 3,9 м³, хлеба - 3 м³, мяса - 24 м³, одного легкового автомобиля - 15,5 м³, одного автобуса - 80 м³. Для сравнения, при производстве 1 т готовой ткани образуется: льнокомбинаты бытовых тканей - 260-350 м³ сточных вод, хлопчатобумажные комбинаты бельевых и одежных тканей 270 м³, камвольно-суконные комбинаты с цехом крашения волокна - 478 м³, тонкосуконные фабрики с цехом крашения волокна - 545 м³ [1].

Стоки текстильных предприятий содержат широкий спектр трудноудаляемых загрязнений: примеси суровых тканей, остатки волокон, шлихтующие препараты, красители, ТВВ, щелочи, кислоты, синтетические ПАВ, тяжелые металлы, органические растворители, формальдегид и др. Удаление отдельных видов загрязнений требует индивидуального подхода, поэтому решение задачи эффективной очистки сточных вод текстильных предприятий должно включать следующие основные элементы:

- разделение специфичных и объединение однотипных потоков с целью максимально эффективной их очистки и рационального использования очищенной воды;
- обработка индивидуальных потоков сточных вод на локальных очистных сооружениях предприятия;
- повторное использование очищенных сточных вод в технологии отделочного производства;
- утилизация уловленных из сточных вод загрязняющих ингредиентов в качестве полезных продуктов на данном предприятии или вне его.

Особенно эффективно осуществление принципа регенерации технологических растворов с целью их многократного использования в производственном процессе.

Применение данного подхода предложено автором данной публикации для решения проблемы использования концентрированных щелочных растворов в отделочном производстве текстильной промышленности.

Щелочные растворы широко используются при производстве тканей из натуральных целлюлозных волокон и смешанных тканей. Такие технологические процессы, как щелочная отварка и мерсеризация являются основополагающими этапами технологии беления. Концентрация гидроксида натрия в технологических растворах варьирует от 20-30 г/л (процесс щелочной отварки на линиях типа ЛЖО), до 50-100 г/л (высокоскоростные непрерывные способы отварки тканей расправленным полотном), и достигает значений 150-250 г/л при проведении процесса мерсеризации хлопчатобумажной, хлопкополиэфирной или льнохлопковой ткани.

Текстильный комбинат средней мощности, обрабатывая 500 тыс. метров ткани в сутки с использованием метода непрерывного беления на линиях ЛЖО-2, только при проведении процесса отварки сбрасывает с промывными водами 624 кг гидроксида натрия. Этого количества щелочи достаточно, чтобы повысить водородный показатель (от $pH = 7$ до $pH = 10$) 156 тыс. m^3 воды, что совершенно недопустимо по экологическим соображениям. Щелочные стоки нейтрализуют обычно с помощью серной кислоты, которой требуется 1,25 тонны на 1 тонну сбрасываемого гидроксида натрия. Даже после нейтрализации данные стоки влияют на показатели воды рек и водоемов, в которые они попадают. Так, на нейтрализацию 624 кг гидроксида натрия в вышеприведенном примере необходимо 780 кг серной кислоты, а такое ее количество может увеличить содержание сульфатов до значения 500 мг/л и выше у 1560 m^3 воды. Исходя из концентрации гидроксида натрия в технологическом растворе, очевидно, что еще более остро проблема использования щелочи возникает при проведении процесса мерсеризации, поскольку потребление щелочи может составлять до 25% от массы ткани, что в процессе последующей промывки приводит к образованию большого объема разбавленных щелочных растворов, регенерация которых является серьезной проблемой. [2].

Процесс регенерации отработанных щелочных растворов практически не изменился за последние сто лет. Его осуществляют с помощью выпарных установок различной конструкции. Все усовершенствования сводятся к рационализации отмывки щелочи с ткани или к совершенствованию конструкции выпарных установок. Но выпаривание не решает проблему очистки щелочных растворов от загрязнений. А именно проблема очистки щелочи от загрязнений с целью многократного ее использования в настоящее время является определяющей в связи с ужесточением природоохранного законодательства. Предлагалось обрабатывать отработанные щелочные растворы известью, отстаивать их в течение длительного времени, но это по разным причинам не получило распространения в отделочном производстве.

В результате теоретических и экспериментальных исследований был сделан вывод эффективности применения электрохимических принципов для регенерации щелочных растворов.

В процессе экспериментальных исследований процесса электрохимического концентрирования был изготовлен ряд устройств, с помощью которых проверялась практическая значимость данного принципа регенерации щелочных растворов. Эффект концентрирования оценивался введением коэффициента концентрирования - отношением полученного концентрированного щелочного раствора к концентрации исходного. При плотности тока 1750 А/кв.м коэффициент концентрирования достигал значения 12-14, то есть имелась возможность сконцентрировать щелочной раствор более чем в 10 раз, однако при этом расход электроэнергии возрастал. При коэффициенте концентрирования 3-5 расход электроэнергии не превышал 7-8 кВт-ч/кг гидроксида натрия (в пересчете на 100%).

Полученные результаты показали, что способ электрохимической регенерации отработанной щелочи имеет большое практическое значение. Так, затраты электроэнергии на концентрирование 1 кг гидроксида натрия по цене сравнимы с выпарной установкой, но самое ценное, что данный способ позволяет очистить щелочной раствор от загрязнений.

На рис. 1 представлено изменение оптической плотности регенерированных растворов. Данный показатель характеризует степень очистки сконцентрированного раствора от загрязнений. Зависимость 1 была получена для раствора, который образовался после проведения совмещенного процесса мерсеризации и отварки ткани. Данный раствор был наиболее сильно загрязнен различными примесями суровой ткани и ТВВ, которые применяются при проведении данного процесса. Оптическая плотность данного исходного раствора составляла 1,2, а когда процесс регенерации переходил в установившийся режим, оптическая плотность регенерированного раствора снижалась почти до нуля. Аналогично протекала регенерация раствора, загрязненного красителем - зависимость 2.

Также важным эффектом процесса электрохимического концентрирования оказалось очищение щелочного раствора от карбоната натрия. Известно, что мерсеризация нормально происходит, если концентрация карбоната натрия не превышает в мерсеризационном растворе 8 процентов. Степень декарбонизации (определялась как отношение концентрации карбоната натрия в исходном растворе к концентрации в полученном) увеличивалась при увеличении плотности тока.

Дальнейшим шагом совершенствования технологии регенерации было создание устройства непрерывного принципа действия, которое можно включать в технологическую линию, поскольку на фабриках в основном используются схемы непрерывной отделки ткани. На рис. 2 показана схема совместного функционирования валковой мерсеризационной машины и установки ЭХК, которая позволит использовать тепловыделение установки для нагрева промывной воды. Все устройство имеет фильтр-прессную конструкцию, собирается из одинаковых элементов, имеет относительно небольшой размер при высокой производительности [3]. Подобные установки при необходимости можно изготовить в механическом цехе текстильного предприятия, они не требуют ценных материалов, отличаются простотой конструкции, имеют небольшие размеры в сравнении с выпарной установкой. Реализация способа ЭХК с использованием электрохимической установки непрерывного действия позволит решить проблему многократного использования мерсеризационных и других щелочных растворов в отделочном производстве.

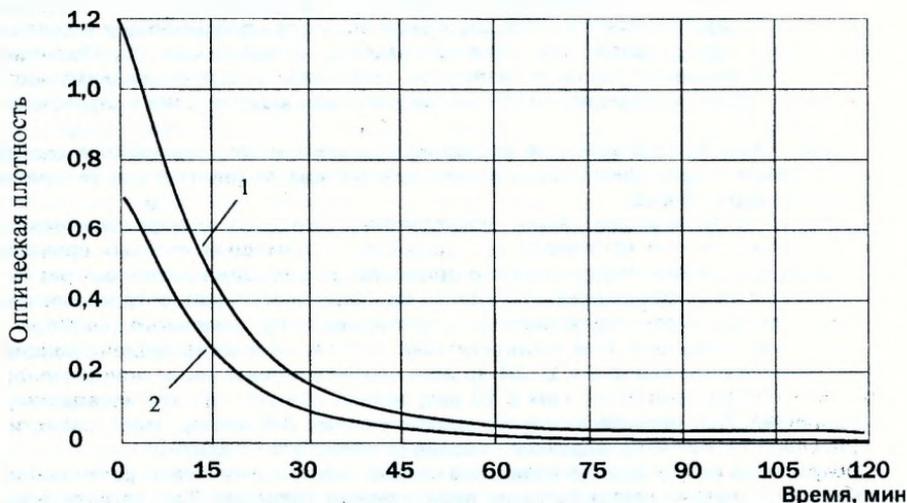


Рис.1. Кинетические кривые изменения оптической плотности регенерированных растворов: 1 - раствор после совмещения горячей мерсеризации и отварки; 2 - раствор с красителем.

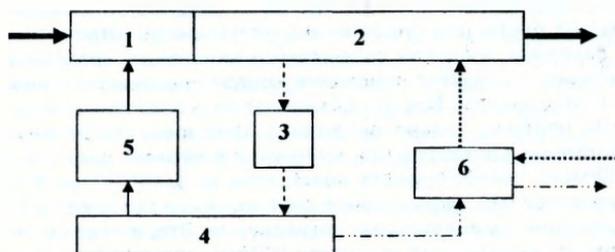


Рис.2. Блок-схема процесса мерсеризации с использованием способа ЭХК

1 - пропиточная часть валковой мерсеризационной машины; 2 - промывочно-стабилизационная часть мерсеризационной машины; 3 - фильтр очистки разбавленного щелочного раствора; 4 - установка ЭХК; 5 - бак для сбора регенерированного щелочного раствора; 6 - теплообменник для нагрева промывной воды.

→ направление движения ткани; → направление движения регенерированного щелочного раствора; - - - - - направление движения разбавленного щелочного раствора; ······ направление движения обеднённого щелочного раствора; ······ направление движения промывной воды

Литература

1. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности /Совет Экон. Взаимопомощи. ВНИИ водоснабжения, канализации, гидротехн. сооружений и инж. гидрологии. - М: Стройиздат, 1982. - 528 с.
2. Кричевский Г. Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. - М.: Легпромбытиздат, 1985. - 640 с.
3. Белов С.Г., Сарибеков Г.С. Установка для непрерывного концентрирования и очистки отработанных щелочных растворов, образующихся при промывке ткани после процессов мерсеризации и щелочной отварки // Вестник ХГТУ. - 1999.-№4.-С. 263-266.

УДК 628. 316

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОТ КРАСИТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ПРОДВИНУТОГО ОКИСЛЕНИЯ

Житанев Б.Н., Наумчик Г.О., Сторожук Н.Ю.

УО «Брестский государственный технический университет», г.Брест, Беларусь.

В текстильной промышленности различные типы красителей используют для придания тканям необходимой окраски. Сточные воды текстильных предприятий представляют собой сложную систему, содержащую большое количество разнообразных минеральных и органических загрязнений. Данные загрязнения могут быть в грубодисперсной, коллоидной, молекулярной и ионной формах. Технологический процесс каждого текстильного предприятия имеет свои особенности, что связано с видами окрашиваемых тканей, применяемыми красителями, текстильно-вспомогательными веществами, а также используемым оборудованием. Поэтому состав сточных вод отдельных предприятий может значительно отличаться друг от друга по химическому составу и по концентрации входящих в них компонентов. Таким образом, химический состав и концентрация загрязнений в сточных водах зависит от вида окрашиваемой ткани, марок используемых красителей и принятой технологической схемы окрашивания.

Известно, что химический состав и свойства соединений исходного и отработанного красильных растворов существенно различаются. Отработанные красильные растворы содержат продукты совместного окисления, которые по цвету значительно интенсивнее продуктов окисления каждого вводимого в красильный раствор вещества в отдельности. Все это объясняет то, что сточные воды текстильных предприятий, как правило, сильно окрашены. Цветность (по разведению до бесцветной) отработанных растворов при крашении в черный цвет в зависимости от вида окрашиваемого полуфабриката колеблется от 1:10000 до 1:30000. Кроме того, наряду с красителями, окрашенные сточные воды содержат и другие сопутствующие органические и минеральные загрязнения. Это, в первую очередь, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), ароматические углеводороды, органические и минеральные кислоты, хлориды, сульфаты, ионы тяжелых металлов. Красильные стоки характеризуются щелочной реакцией среды ($\text{pH} = 7,5 \dots 9,2$), высокими БПК ($\text{БПК}_{20} = 1.15 \text{ г/дм}^3$) и ХПК (до 10 г/дм^3). Присутствие в красильной ванне разнообразных красителей и ионов металлов от протравных операций приводит к образованию продуктов совместного окисления, представляющих собой комплексные соединения. Кроме того, СПАВ за счет синергетического эффекта, усиливают токсичность других веществ, совместно присутствующих в воде.

Сточные воды, образующиеся в процессе крашения, характеризуются огромным разнообразием содержащихся ингредиентов, которые в большинстве своем являются токсичными и биохимически трудно окисляемыми, что обуславливает чрезвычайную сложность обезвреживания данной категории промышленных сточных вод. Содержание загрязнений в сточных водах от текстильных предприятий столь велико, что в попадание этих загрязнений в водный объект может вызывать необратимые процессы в сложившейся экосистеме, включая полное разрушение экосистемы.

В целом, все известные методы очистки сточных вод красильно-отделочных производств можно разделить на три основные группы:

- Первая группа – методы, основанные на извлечении загрязнений в осадок или флотошлаки путем сорбции на хлопьях гидроксидов металлов, образующихся при реагентной обработке. Это коагуляция, электрокоагуляция, напорная флотация. Недостатками их являются невысокая степень очистки, особенно по обесцвечиванию, необходимость эмпирического подбора реагентов, трудность дозировке реагентов, образование значительных количеств осадков или флотошлама, необходимость их обезвреживания, захоронения или складирования.

- Вторая группа включает сепаративные методы, такие как сорбция на активных цепах и макропористых ионитах, обратный осмос, ультрафильтрация, пенная сепарация, электрофлотация. Эти методы обеспечивают высокую степень очистки, но требуют предварительной механической обработки с целью удаления нерастворимых примесей, сложны в аппаратном оформлении, имеют высокую себестоимость.

- Третья группа объединяет деструктивные методы, основанные на глубоких превращениях органических молекул в результате редокспроцессов. Эти методы технологичны, эффективны, не дают осадков, не вносят дополнительные загрязнения. Из деструктивных методов наиболее широко применяется очистка стоков окислителями, реагентное восстановление, электромеханическая и электрокаталитическая деструкция. К окислительным же методам следует отнести биохимическую очистку.

В настоящее время сорбционная очистка сточных вод от красителей принадлежит к числу наиболее эффективных и распространенных. Данные методы очистки могут быть с успехом использованы на предприятиях с небольшим расходом сточных вод.

Для предприятий с большим расходом сточных вод методы первой и второй групп целесообразно использовать на стадии предварительной очистки сточных вод. Для глубокой очистки необходимо использовать деструктивные методы.

Из деструктивных методов наиболее перспективным способом обесцвечивания сточных вод является озонирование. Озон как сильный окислитель разрушает молекулы красителя. Высокая реакционная способность озона постоянно привлекает внимание специалистов. Однако, по мнению российских и зарубежных специалистов, применять озон для обесцвечивания сточных вод в настоящий момент нерационально; наиболее целесообразно его использовать для доочистки биохимически очищенных сточных вод или в системах оборотного водоснабжения, после предварительной механохимической очистки.

Большой интерес представляет экологически чистый окислитель - пероксид водорода, но пока не разработаны промышленные варианты очистки сточных вод с помощью этого реагента.

В результате литературного поиска было сделано предположение, что использование нескольких сильных окислителей в сочетании с ультрафиолетовым излучением позволит значительно увеличить эффект очистки от трудноудаляемых органических веществ, таких как органические красители, СПАВ, текстильно-вспомогательные вещества и др.

Согласно литературным данным установлено, что даже те загрязнения, которые плохо окисляются простым озонированием, при совместном воздействии озона и пероксида водорода в сочетании с ультрафиолетовым излучением интенсивно разрушаются. Это явление получило название продвинутого окисления. Оно позволяет не только повысить эффективность очистки сточных вод, но и снизить расход окислителей.

Для проверки сделанного предположения на кафедре ВВиТ Брестского государственного технического университета были проведены исследования по удалению СПАВ из модельных растворов. Эти растворы приготавливались на основе додецилсульфата натрия, являющегося анионоактивным СПАВ. Для приготовления раствора СПАВ с концентрацией 50 мг/л бралась навеска 50 мг додецилсульфата натрия и доводилась до 1 л водой. Для приготовления растворов другой концентрации количество додецилсульфата натрия бралось пропорционально.

Исследования проводились на экспериментальной установке, схема которой показана на рисунке 1.

В контактную колонку заливался фиксированный объем исследуемой воды (от 0,5 до 1 л) и обрабатывался озоном. Количество озона, подаваемого в контактную колонку составляли от 1 до 20 мг на мг СПАВ. Время контакта озона со сточной водой принималось в зависимости от исходной концентрации СПАВ. Остаточная концентрация СПАВ в сточной воде определялась методом экстракции хлороформом в присутствии красителя акридинового желтого. Были использованы различные дозы озона при постоянной исходной концентрации СПАВ в исходной воде 44 мг/л. Результаты обработки сточной воды различными дозами озона при постоянных дозах пероксида водорода и при отсутствии пероксида водорода представлены на рисунке 3.

Концентратор кислорода забирает воздух из помещения, в котором находится озонатор, и отделяет кислород, который поступает в озонатор, где вырабатывается озон. При запуске озонатора озono-воздушная смесь подается в контактную колонку через диспергатор и равномерно распределяется в емкости, что позволяет улучшить контакт воды с озоном. Остаточный озон вместе с воздухом, скопившийся в верхней части рабочей емкости, поступает в деструктор, представляющий собой склянку Дрекселя, заполненную активированным углем. После окончания процесса обработки вода сливается в мерную емкость. Для обеспечения совместного воздействия пероксида водорода и озона в колонку к обрабатываемой жидкости добавлялась необходимая доза пероксида водорода и затем производилось озонирование.

Ввиду большой окислительной способности озона контактная колонка выполнена из стеклянной трубы диаметром 55 мм, фланцевые соединения – из нержавеющей стали, шланги – из фторопласта.

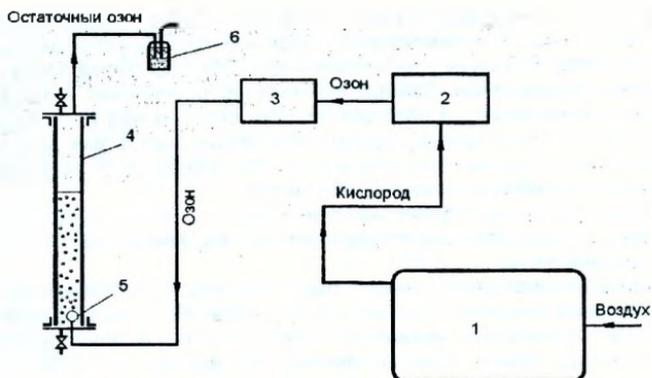


Рис.1. Схема экспериментальной установки
1 – концентратор кислорода; 2 – озонатор; 3 – измеритель концентрации озона;
4 – камера реакции; 5 – диспергатор озона; 6 – деструктор остаточного озона

Общий вид экспериментальной установки показан на рисунке 2.

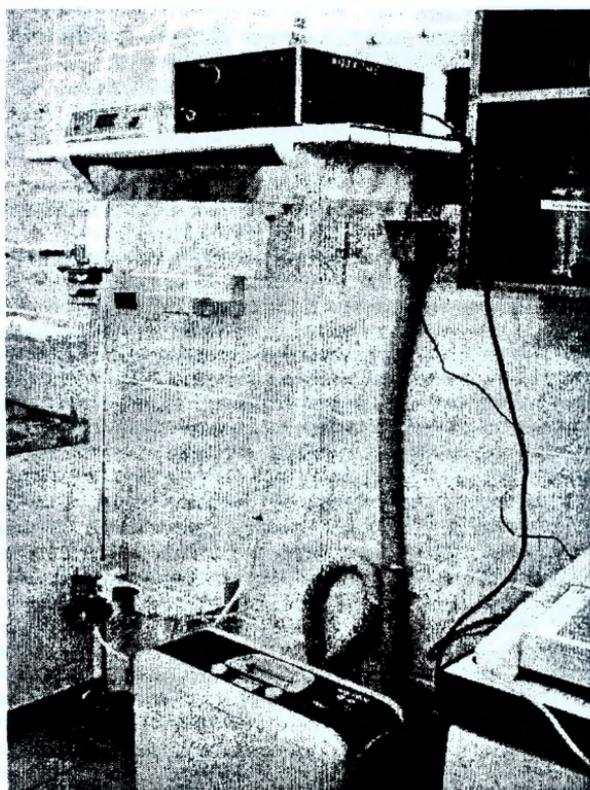


Рис.2. Общий вид экспериментальной установки

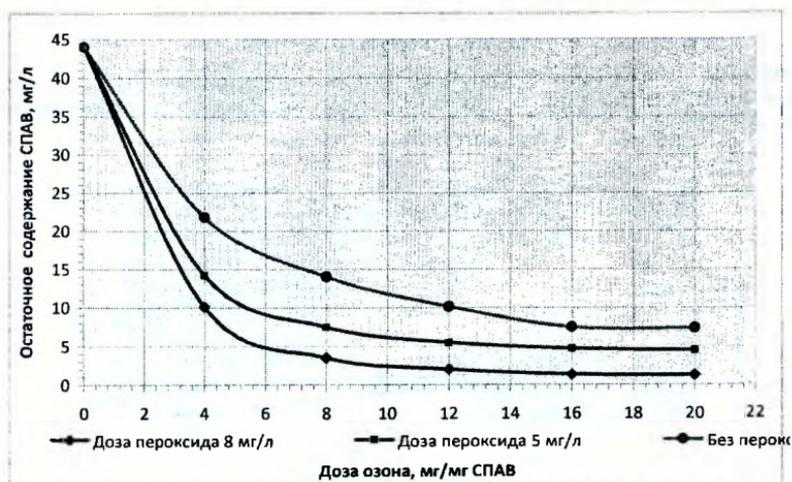


Рис.3. Остаточная концентрация СПАВ в зависимости от дозы озона

По результатам эксперимента можно сделать вывод о том, что доза озона 8 мг/мг позволяет снизить концентрацию СПАВ на 67%, а доза 12 мг/мг – на 77%. Однако дальнейшее увеличение дозы озона не приводит к значительному снижению концентрации СПАВ. Это может быть объяснено тем, что озон при окислении органических соединений способен присоединять к ним атом кислорода. В результате могут образовываться такие загрязняющие вещества, как альдегиды, кетоны, фенолы, препятствующие дальнейшему снижению концентрации СПАВ. После удаления 50-75% легкоокисляемых органических веществ скорость окисления оставшихся СПАВ резко падает. Интенсивность процесса окисления лимитируется способностью озона вступать в реакцию с трудноокисляемыми соединениями. Увеличение времени озонирования приводит к значительному повышению удельного расхода озона. При более глубоком окислении возможна деструкция органических соединений до CO_2 и H_2O . Однако расход озона при этом существенно возрастает, и скорость по ходу процесса очистки резко уменьшается.

Дозы озона, обеспечивающие полное окисление СПАВ до CO_2 и H_2O , достигают значительных величин. Например, для полной деструкции СПАВ ($C_{\text{исх}} = 20 \text{ мг/л}$) требуется 400 $\text{мгO}_3/\text{л}$ или 20 мг O_3 на 1 мг СПАВ. Проводить такой процесс на практике экономически не выгодно.

В связи с этим перспективно выглядит метод продвинутого окисления, который основан на интенсификации образования гидроксильных радикалов $\text{OH}\cdot$ с целью окислительной деструкции СПАВ, включающий в себя последовательную обработку воды пероксидом водорода H_2O_2 и озоном. Добавление пероксида водорода при озонировании приводит к ускорению гидролиза озона и образованию $\text{OH}\cdot$ радикалов.

С целью увеличения эффективности деструкции СПАВ был исследован метод продвинутого окисления озоном и пероксидом водорода.

Исследуемая вода предварительно обрабатывалась пероксидом водорода постоянной дозой 5 мг/л и 8 мг/л, а затем озоном различными дозами. Результаты представлены на рис.3.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что сочетание озона с пероксидом водорода не только повышает эффективность очистки сточных вод, но и снижает расход окислителей. Добавление пероксида при озонировании приводит к усиленному гидролизу озона и образованию $\text{OH}\cdot$ -радикалов, которые окисляют все органические соединения, содержащие водород.



Была исследована эффективность снижения концентрации СПАВ при постоянной дозе озона и разных дозах пероксида водорода. Результаты представлены на рисунке 4.

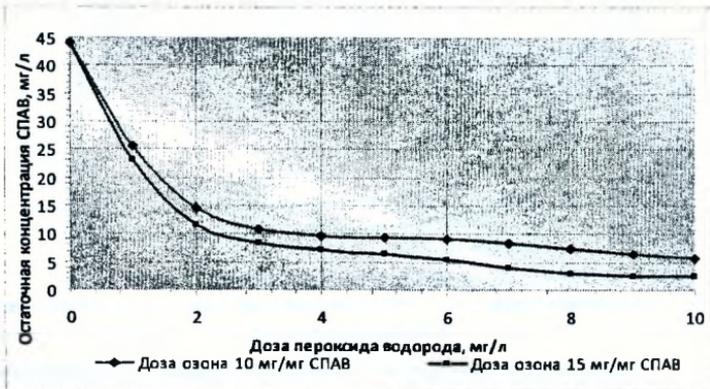


Рис. 4. Эффективность снижения концентрации СПАВ при постоянной дозе озона и разных дозах пероксида водорода

Экспериментально было установлено, что пероксид водорода при отсутствии озонирования практически не снижает концентрацию СПАВ.

ВЫВОД

Совместное воздействие озона и пероксида водорода в сочетании с ультрафиолетовым излучением в настоящее время недостаточно изучено. В ходе экспериментов были получены результаты, показывающие, что совместное воздействие окислителей и ультрафиолетовых лучей увеличивает эффект очистки и позволяет разрушать трудноокисляемые примеси, которые плохо окисляются или вообще не окисляются простым озонированием. Это очень актуально для предприятий текстильной промышленности, сточные воды которых содержат большое разнообразие ингредиентов, в том числе трудноокисляемых. Обработка воды озоном при повышенных рН также позволяет увеличить эффективность очистки.

УДК 628. 316

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МЯСОКОМБИНАТОВ

Е.И. Дмухэйло

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

При переработке животноводческого сырья, а также производстве пищевых и технических продуктов на мясокомбинатах в отработавшую воду неизбежно попадают полезные белково-жировые вещества.

Направляемые в городскую канализацию и очистные сооружения недостаточно очищенные производственные воды мясокомбинатов нарушают их нормальную работу, а в случае сброса указанных вод непосредственно в водоемы создают угрозу растительному и животному миру и ухудшают санитарное состояние как водоемов, так и окружающей среды.

Экспериментальными исследованиями и проведенными на их основе расчетами установлено, что с производственными водами мясокомбинатов ежегодно теряется порядка 300 тыс. тонн белка и жира. Эти потери можно было бы использовать как сырье при производстве кормов животного происхождения.

Таким образом, проблема извлечения и переработки белково-жировых веществ из производственных вод мясокомбинатов должна быть решена путем разработки технологии и создания технических средств, позволяющих выделить минеральные примеси, в минимальное время извлечь полезные вещества и своевременно направить их на производство кормовых продуктов в непрерывном потоке.

В качестве объекта исследований были использованы производственные жиросодержащие воды Брестского мясокомбината.

Экспериментальные исследования по получению флотоконцентрата проводили на гидроциклоне-флотаторе и вихревом флотогравитационном декантаторе ВФД-2 (рисунок 1, 2).

Кормовой жир и мясную шквару из флотоконцентрата получали на опытно-промышленной установке, смонтированной в цехе очистки производственных вод Брестского мясокомбината.

Во время исследований определяли следующие показатели, характеризующие эффективность процесса и качество полученных продуктов:

- содержание влаги - высушиванием образца в сушильном шкафу при температуре 375-378 К до постоянной массы (по ГОСТ 17681-72);
- содержание жира - по методу Сокслета;
- содержание белка - по количеству азота, определяемого методом Кьельдаля;
- содержание золы - по методике в соответствии с ГОСТ 17681-72;
- взвешенные вещества - весовым методом с фильтрованием воды через беззольный бумажный фильтр;
- величину рН - рН-метром типа рН-340;

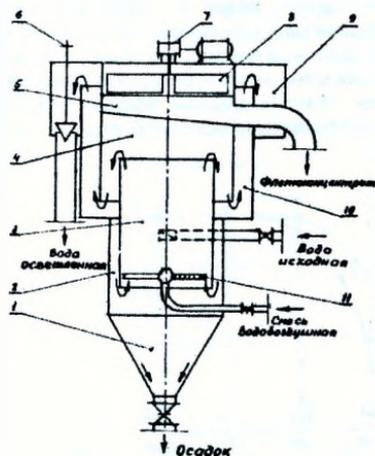


Рис.1. Гидроциклон-флотатор

- 1 - камера отстаивания; 2 - форкамера;
- 3 - камера флотации; 4 - камера флотоконцентрата; 5 - желоб; 6 - шибер; 7 - привод;
- 8 - механизм скребковый; 9 - камера отводящая; 10 - камера направляющая;
- 11 - распределитель водовоздушной смеси

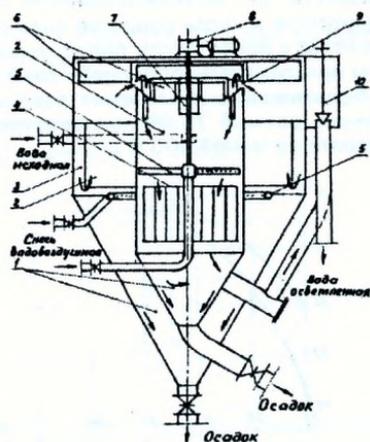


Рис.2. Вихревой флотогравитационный декантатор ВФД - 2

- 1 - камеры отстаивания; 2 - камеры флотации; 3 - форкамера; 4 - цилиндры коаксиальные струенаправляющие; 5 - распределители водовоздушной смеси; 6 - скребки; 7 - желоб; 8 - привод; 9 - окна для прохода воды; 10 - шибер.

- аминокислотный состав мясной шквары - методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе «КЛА-3», "Хитачи";
- биологическую ценность протеина мясной шквары - по методике Всесоюзного научно-исследовательского института мясной промышленности;
- пятисуточное потребление кислорода (БПК₅) - по общепринятым методикам.

С целью установления оптимальных режимов ведения технологического процесса извлечения взвешенных веществ из производственных вод мясокомбината нами проведена серия опытов по установлению зависимости, эффективности извлечения от различных факторов: удельных расходов водовоздушной смеси и воздуха, продолжительности пребывания обрабатываемой воды во флотационном аппарате и числа оборотов вала скребкового механизма при снятии флотоконцентрата с поверхности обрабатываемой воды.

Опыты проводили в производственных условиях с пятикратной повторностью. В результате проведенных исследований выявлен характер изменения эффективности извлечения белково-жировых веществ от влияния указанных выше факторов.

На рисунке 3 приведена зависимость эффективности извлечения взвешенных веществ от удельных расходов водовоздушной смеси и воздуха, которая показывает, что с увеличением расходов воздуха и водовоздушной смеси повышается эффективность извлечения взвешенных веществ из производственных жиросодержащих вод. На рисунке 3 также видно, что оптимальный удельный расход водовоздушной смеси, при котором достигается максимальная эффективность извлечения взвешенных веществ (74,8%) составляет 30% от расхода исходной воды. При этом оптимальный удельный расход воздуха равен 5% от расхода водовоздушной смеси. Данные исследования проведены при давлении водовоздушной смеси в напорном резервуаре 0,5 Па и продолжительности ее насыщения воздухом в течение 15 с.

На рисунке 4 показана зависимость эффективности извлечения взвешенных веществ от продолжительности пребывания исходной воды в гидроциклон-флотаторе и числа оборотов вала скребкового механизма, снимающего флотоконцентрат с поверхности обрабатываемой воды. Из рисунка видно, что с увеличением продолжительности пребывания воды в гидроциклон-флотаторе увеличивается эффективность извлечения взвешенных веществ. Максимальный эффект извлечения, равный 74,8%, достигается при условии пребывания исходной воды в аппарате не менее 900 с.

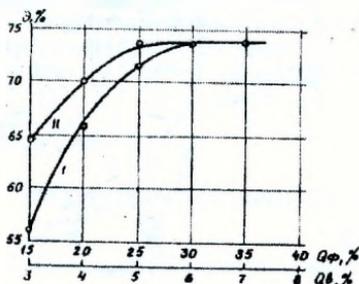


Рис. 3. Зависимость эффективности извлечения взвешенных веществ (Э) от удельных расходов водовоздушной смеси (Q_ϕ) - I и воздуха (Q_b) - II. флотаторе (t) - I и числа оборотов вала скребкового механизма (n) - II

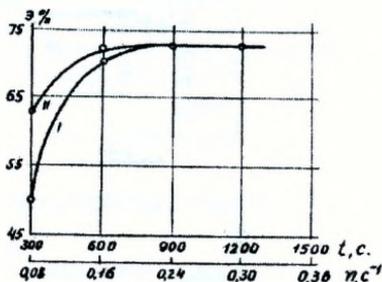


Рис. 4. Зависимость эффективности продолжительности извлечения взвешенных веществ (Э) от пребывания исходной воды в гидроциклон

Из рисунка 4 также следует, что при оптимальных оборотах вала скребкового механизма гидроциклон-флотатора, равных 0,2 с⁻¹, достигается указанная выше

эффективность извлечения взвешенных веществ (74,8%). При уменьшении скорости съема флотоконцентрата с поверхности обрабатываемой жидкости (уменьшении числа оборотов вала скребкового механизма) происходит снижение эффективности извлечения взвешенных веществ, что можно объяснить выпадением взвесей из флотоконцентрата в осветленную воду.

Следовательно, для осуществления процесса извлечения белково-жировых веществ из жиродержащих производственных вод мясокомбинатов на гидроциклоне-флотаторе оптимальными режимами являются:

- удельный расход водовоздушной смеси - 30% от объема исходной воды;
- расход воздуха, подаваемого для приготовления водовоздушной смеси - 5% от расхода водовоздушной смеси;
- продолжительность пребывания обрабатываемой воды в аппарате - 900 с;
- скорость съема флотоконцентрата - $0,2 \text{ с}^{-1}$ вала скребкового механизма;
- давление водовоздушной смеси в напорном резервуаре - 0,5 Па;
- время насыщения воздухом водовоздушной смеси - 15 с.

На основании анализа полученных результатов с целью дальнейшего совершенствования конструкции гидроциклона-флотатора для увеличения эффективности извлечения белково-жировых веществ из производственных вод мясокомбинатов нами разработан, изготовлен и смонтирован в условиях Брестского мясокомбината новый аппарат - вихревой флотогравитационный декантатор ВФД-2 (рисунок 2).

В отличие от гидроциклона-флотатора в вихревом гравитационном декантаторе предусмотрена двухстадийная обработка исходной воды в поле центробежных и гравитационных сил с использованием флотационного метода.

Испытаниями указанного аппарата в производственных условиях было установлено, что эффективность извлечения повышалась:

- по взвешенным веществам - с 74,8 до 80,0%;
- по жирам - с 79,9 до 87,0%.

В таблице 1 приведены результаты исследований качества флотоконцентрата, полученного на флотогравитационном декантаторе ВФД-2.

Таблица 1

Химический состав флотоконцентрата, в %

Показатели	Значения при повторности опытов $n = 7$	
	\bar{M}	± 6
Влага	79,99	0,85
Сухие вещества,	20,01	0,98
в том числе:		
жир	11,23	0,43
протеин	2,45	0,16
клетчатка	4,99	0,50
зола	1,34	0,18

Из данных, приведенных в таблице 1, видно, что полученный флотоконцентрат представляет собой полуфабрикат, который после разделения жировой и белковой фракций может быть с успехом использован для производства кормового жира и мясной шквары.

Процесс переработки флотоконцентрата включает следующие технологические операции:

- плавление в тонком слое;
- разделение расплавленной жиरो-водной белковой эмульсии на центрифуге непрерывного действия на твердый осадок (мясную шквару) и жиरो-водную эмульсию;
- сепарирование жиरो-водной эмульсии с целью получения кормового жира.

Для осуществления процесса плавления флотоконцентрата была разработана специальная конструкция плавителя непрерывного действия, состоящего из корпуса, в котором размещен набор тарелок.

Наиболее существенное влияние на эффективность процесса выплавления жира из флотоконцентрата в разработанной конструкции плавителя оказывают такие технологические факторы, как температура плавления жира и толщина слоя флотоконцентрата в плавителе.

Температуру в плавителе изменяли путем регулирования давления пара, подаваемого в плавитель. Толщину слоя флотоконцентрата регулировали путем изменения расстояния между внутренней поверхностью корпуса плавителя и наружной поверхностью набора тарелок плавителя, достигая этого путем набора тарелок с различными величинами их диаметров. Диаметр тарелок изменяли с интервалом 0,002 м.

На рисунке 5 приведена зависимость степени извлечения жира от толщины слоя флотоконцентрата и температуры плавления жира. Из рисунка видно, что самая высокая степень извлечения жира (89%) в плавителе достигается при температуре 360 К и толщине слоя флотоконцентрата, равном 0,004 м.

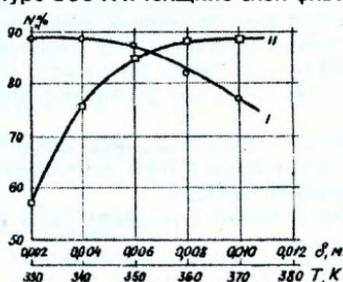


Рис.5. Зависимость степени извлечения жира (N) от толщины слоя флотоконцентрата (δ) - I и температуры плавления жира (T) - II

Кроме того, при осадительном центрифугировании расплавленного флотоконцентрата под воздействием поля центробежных сил, развиваемого centrifугой ОГШ-321 К5, удается удалить около 8651 жидкой фракции (жиро-водной эмульсии) и получить более 14% твердой фракции - отцентрифугированной мясной шквары.

На рисунке 6 показана зависимость выхода отжатой мясной шквары от температуры расплавленного флотоконцентрата. Из рисунка видно, что выход отжатой мясной шквары является величиной постоянной для температуры 360 К и выше и составляет 14,6%.

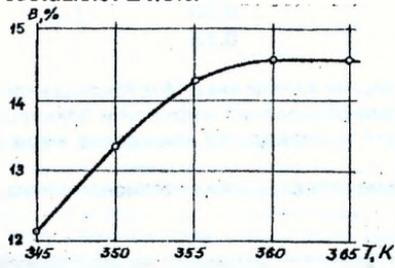


Рис.6. Зависимость выхода отжатой мясной шквары (B) от температуры расплавленного флотоконцентрата (T)

В задачу исследований входило выяснить возможность использования осадительных centrifуг непрерывного действия для разделения флотоконцентрата на твердую фазу (осажденная мясная шквара) и жидкую фазу (жиро-водную эмульсию).

Расплавленный в плавителе флотоконцентрат (жиро-водно-белковая эмульсия) подвергали центрифугированию в отстойной горизонтальной шнековой centrifуге непрерывного действия марки ОШ-321 К5. В результате проведенных исследований установлено, что осадительное центрифугирование позволяет получить отцентрифугированную мясную шквару, содержание сухого вещества в которой достигает 41%, а содержание влаги резко уменьшается и составляет 59%.

Выделенную при центрифугировании из предварительно расплавленного флотоконцентрата мясную шквару сушили самостоятельно в горизонтальном вакуумном котле или добавляли к мясо-костной шкваре в количестве до 20% от массы исходного сырья.

Полученную жиро-водную эмульсию подвергали разделению на жир и воду на сепараторах марки РТОМ-4, 6 грубой и тонкой очистки.

Результаты опытов по переработке флотоконцентрата на кормовые продукты (мясную шквару и кормовой жир) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты опытов по переработке флотоконцентрата

Показатели	Единица измерения	Значения при повторности опытов	
		М	±6
Температура жири-водно-белковой смеси на входе в центрифугу ОГШ-321 К5	К	360	1,75
Температура жири-водной эмульсии на входе в сепараторы РТОМ-4,6	-	370	0,95
Общая продолжительность процесса переработки флотоконцентрата	С	300	2,2
Производительность установки (по флотоконцентрату)	кг/ч	500	3,2
Удельный расход на 1 т флотоконцентрата:			
воды	м ³	4,4	0,02
пара	кг	266	5,8
электроэнергии	кВтч	18,0	0,04
Выход к исходному флотоконцентрату:			
жира	%	10,3	0,4
мясной шквары	-	10,1	0,25
Содержание в отходящей от сепаратора воде:			
жира	г/л	2,0	0,07
сухих веществ	-	0,8	0,01
Физико-химические показатели вытопленного жира, содержание:			
влаги	%	0,42	0,01
неомыляемых веществ	-	1,33	0,03
веществ, не растворимых в эфире	-	0,70	0,06
Перекисное число	-	0,05	0,001
Кислотное число	-	17,12	0,70
Температура плавления жира	К	314	0,30
Химический состав мясной шквары, высушенной в горизонтальном вакуумном котле			
содержание:			
влаги	%	9,9	0,1
жира	-	10,1	0,3
белка	-	9,3	0,4
золи	-	27,8	0,8
безазотистых веществ и клетчатки	-	42,9	1,3

Из данных, приведенных в этой таблице, следует, что выработанный на опытной установке для производства кормовых продуктов из флотоконцентрата жир соответствует второму сорту согласно ГОСТ 17483-72 на "Жир животный кормовой".

Высушенная в горизонтальном вакуумном котле мясная шквара по содержанию жира соответствовала мясо-костной муке, а белка в ней было в 3-4 раза меньше.

Обработанные в вихревом флотогравитационном декантаторе ВФД-2 (рисунок 2) производственные жиросодержащие сточные воды имеют остаточное содержание (в мг/л): взвешенных веществ - 400-600; жира - 150-320; показатель БПК₅ - 700-1200. Мясокомбинатом на основании проведенных комплексных исследований разработана технология и создана опытно-промышленная непрерывно действующая установка для извлечения и переработки полезных веществ производственных вод мясокомбинатов.

Установка смонтирована и пущена в опытную эксплуатацию на Брестском мясокомбинате Министерства мясной и молочной промышленности.

Указанные выше показатели допустимы СНиП-11-32-74 для сброса производственных вод в городскую канализацию.

С целью доведения концентраций производственных вод до допустимых норм они могут быть очищены реагентным или биохимическим способом.

Извлечение и переработка полезных веществ производственных вод на мясокомбинате осуществляется по технологической схеме, приведенной на рисунке 7.

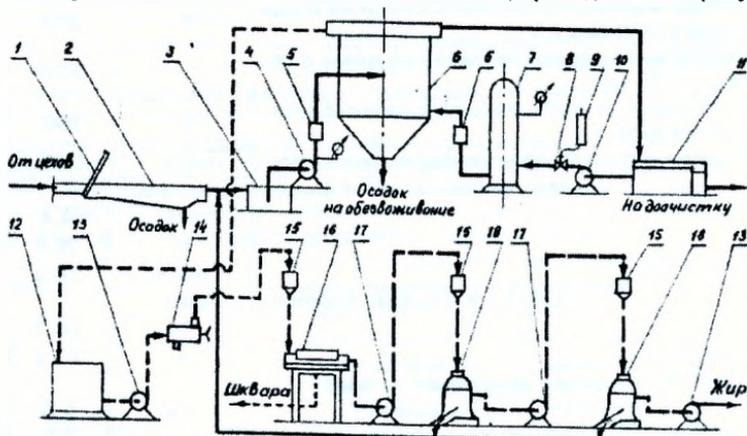


Рис. 7. Непрерывно действующая установка для извлечения и переработки белково-жировых веществ производственных вод мясокомбинатов: 1 - решетка; 2 - песколовка; 3 - резервуар приемный; 4 - насос центробежный; 5 - расходомер; 6 - вихревой флотогравитационный декантатор; 7 - резервуар напорный; 8 - эжектор; 9 - ротаметр; 10 - насос вихревой; 11 - емкость промежуточная; 12 - накопитель флотоконцентрата; 13 - насос НРМ-2; 14 - плавитель; 15 - циклон; 16 - центрифуга ОГШ-321 К5; 17 - насос АВЖ-130; 18 - сепараторы РТОМ-4,6

Установка работает следующим образом. Жиродержащие воды, пройдя решетку и аэрируемую песколовку, поступают в приемную емкость, из которой вода центробежным фекальным насосом подается в вихревой флотогравитационный декантатор ВФД-2. В этом аппарате в результате действия центробежных и гравитационных сил в процессе флотации происходит извлечение из воды в флотоконцентрат белково-жировых веществ. Собранный скребковым механизмом флотоконцентрат самотеком поступает в накопительную емкость, а осветленная вода - в промежуточную емкость, из которой 70% воды направляется на станцию перекачки, где она смешивается с нежиродержащими производственными водами.

Оставшиеся 30% осветленной воды из промежуточной емкости забираются вихревым насосом и подаются в напорный резервуар для приготовления водовоздушной смеси. Одновременно в этот же резервуар подается воздух эжектором, смонтированным на напорно-всасывающей обводной линии. Водовоздушная смесь подается на распределители флотационных камер.

Флотоконцентрат из накопительной емкости забирается насосом НРМ-2 и подается в плавитель. Расплавленная острым паром масса, состоящая из жира, белковых веществ и воды, под давлением 0,3 МПа подается в центрифугу ОГШ-321 К5. В центрифуге происходит отделение шквары от жирно-водной эмульсии. Шквару выгружают в напольную тележку и направляют на сушку и обезвреживание в горизонтальный вакуумный котел цеха технических фабрикатов.

Жиро-водная эмульсия подается насосом АВЖ-130 в циклон, в котором происходит ее накопление и подогрев. Из циклона эмульсия поступает на сепаратор РТОМ-4,6 грубой очистки, откуда жир насосом АВЖ-130 подается во второй циклон, а затем на сепаратор РТОМ-4,6 тонкой очистки. Полученный кормовой жир

насосом НРМ-2 подается в емкость для бестарного хранения.

Производственные испытания установки с получением высококачественного кормового жира и мясной шквары проводили на Брестском мясокомбинате.

В результате испытаний установлено, что часовая производительность установки по извлечению полезных веществ из производственных вод мясокомбинатов составляет порядка 50 м³/ч. Производительность установки по переработке флотоконцентрата 500 кг/ч. Длительность процесса в установившемся режиме (в сек.) по: извлечению белково-жировых веществ - 900, переработке флотоконцентрата - 300. Получаемый на установке кормовой жир отвечает требованиям второго сорта. Эффективность извлечения по взвешенным веществам составляет 80%, а по жиру - 87%. Площадь, занимаемая установкой, составляет 120 м². Установку обслуживают два человека. Масса оборудования установки 17,5 т.

В марте 1980 г. установка для извлечения и переработки полезных веществ производственных вод мясокомбинатов сдана Ведомственной комиссии Минмясомолпрома Белорусской ССР и рекомендована к внедрению на предприятия отрасли.

Экономическая эффективность от внедрения установки по переработке белково-жировых веществ, извлекаемых из производственных вод мясокомбината мощностью 50 т переработки мяса в смену, составляет более 100 000 долларов США.

На основании производственных испытаний опытного образца установки разработаны "Рекомендации по получению кормовых и технических продуктов из флотоконцентрата и жиромассы, полученных из сточных вод мясокомбинатов".

ВЫВОДЫ

1. Разработан способ выделения белково-жировых отходов из производственных вод мясокомбинатов, на который имеется положительное решение Государственной научно-технической экспертизы изобретений (заявка № 2819395/23-26), позволяющий получать из флотоконцентрата кормовые продукты (кормовой жир и мясную муку).

2. На основании обработки результатов экспериментальных исследований установлены оптимальные режимы процесса получения флотоконцентрата из производственных вод мясокомбинатов.

3. На базе созданного вихревого флогогравитационного декантатора изготовлена, смонтирована, пущена в опытную эксплуатацию на Брестском мясокомбинате и сдана Ведомственной комиссии Минмясомолпрома Белорусской ССР установка для извлечения и переработки полезных веществ производственных вод мясокомбинатов.

4. Экономическая эффективность от внедрения одной установки по переработке флотоконцентрата составляет более 100 000 долларов США в год для мясокомбината мощностью 50 т переработки мяса в смену.

5. В результате широкого физико-химических и биологических исследований установлено, что выработанная из флотоконцентрата по предложенной технологии мясная мука может быть успешно использована в рационах сельскохозяйственных животных.

Литература

1. Установка для очистки сточных вод и утилизации белково-жировых отходов. Мясная индустрия СССР, № II. - М., 1978. - с. 13-15

2. Биологическая ценность кормовой добавки, полученной из сточных вод мясокомбинатов. Мясная индустрия СССР, № 7, М., 1979, с. 42-43

3. Способы и средства извлечения белково-жировых отходов из производственных стоков мясокомбинатов с целью использования их в производстве кормовых и технических продуктов. ЦНИИТЭмясомолпром СССР, М., 1979, 21 с.

4. Заявка № 2819395/23-26 на «Способ выделения белково-жировых отходов из производственных сточных вод». Решение о выдаче авторского свидетельства от 23 декабря 1980 г.

5. Реагентный способ извлечения белка и жира из сточных вод мясокомбинатов. Мясная индустрия СССР, № 2, М., 1981, с. 16-17

6. Очистка жиросодержащих сточных вод мясокомбинатов. Проблемы водных ресурсов. Минск. Наука и техника, 1981, с. 25-28

УДК 628. 316

ПРОБЛЕМЫ УДАЛЕНИЯ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Б.Н. Житенев, Л.Н. Власюк

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Стойкие органические загрязнители (СОЗ) - химически прочные органические соединения, содержащие в своей молекуле атомы хлора. СОЗ являются первичными и побочными продуктами промышленного производства и имеют следующие общие характеристики: высокая токсичность, склонность к накоплению в объектах окружающей среды, организме человека и животных, способность перемещаться на большие расстояния потоками воздуха и воды, а также путем миграции живых организмов.

Даже в чрезвычайно малых концентрациях СОЗ проявляют генотоксический, иммунотоксический и канцерогенный эффекты, негативно влияя на репродуктивную функцию человека, создавая реальную угрозу здоровью настоящего и будущего поколений.

В список стойких органических загрязнителей включены девять хлорорганических пестицидов: альдрин, хлордан, дильдрин, эндрин, гептахлор, гексахлорбензол, мирекс, токсафен, ДДТ. Данные пестициды были синтезированы с целью использования в сельском хозяйстве для защиты растений, а также в качестве средства борьбы с переносчиками малярии и клещевого энцефалита. Пестициды, относящиеся к стойким органическим загрязнителям, характеризуются преимущественно высокой токсичностью, устойчивы к разрушению в естественных условиях, проявляют биокумулятивные свойства и мобильность в пищевых цепях.

По имеющимся данным в период с 1960 по 1990 гг. на территории Республики Беларусь в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур было применено свыше 20 тыс. тонн хлорорганических пестицидов.

По состоянию на 1 января 2006 г. в Республике Беларусь на складах и в захоронениях хранилось 6558 тонн непригодных пестицидов, из которых к перечню стойких органических загрязнителей Стокгольмской конвенции относится 718 тонн ДДТ. 3,372 тонны ДДТ размещены на складах, 714,53 тонны - в захоронениях. Также на складах республики находятся 2 007,9 тонны неидентифицированных препаратов и их смесей, захоронено 749,699 тонн смесей непригодных пестицидов [1].

Удаление из воды пестицидов актуально для стран с развитой аграрной промышленностью, например, для Англии и Голландии. Пестициды и гербициды последнего поколения не удаляются даже в процессе обратного осмоса и представляют опасность для здоровья людей [2].

Стойкие органические загрязнения попадают в природные водоемы в основном с поверхностным стоком и производственными сточными водами. Антропогенные загрязнители представляют опасность как в случае аварийного поступления в водоемы, так и при постоянном фоновом присутствии в низких концентрациях. Даже при отводе производственных сточных вод в городскую канализацию, с последующей очисткой на городских очистных сооружениях не удается предотвратить попадание этих веществ в окружающую среду. Эта категория загрязнений не удаляется из воды механическими и биологическими методами очистки, применяемыми на городских очистных сооружениях, так как они разлагаются бакте-

риями активного ила не более чем на 10...20%. Некоторые соединения угнетают жизнедеятельность микроорганизмов, тормозя процесс биологической очистки, а при значительных концентрациях могут нарушить работу очистных сооружений (например, сильно пенящийся ПАВ) [1].

Постоянный рост количества и ассортимента применяемых в производстве химических реагентов требует создания и внедрения достаточно универсальных, эффективных и малоотходных технологических процессов очистки сточных вод. Традиционные способы очистки сточных и природных вод не эффективны в отношении этой группы соединений, и продукты фармакологии обнаруживаются в питьевой воде. Употребление человеком питьевой воды, содержащей микроконцентрации гормонов и антибиотиков, приводит к появлению устойчивых штаммов микроорганизмов и может влиять на гормональный фон [2].

Очень распространенным в практике водоочистки и перспективным методом улучшения качества воды является окисление содержащихся в ней органических веществ сильными окислителями. Но для воды, загрязненной большим количеством пестицидов, окисление хлором нельзя считать целесообразным. Более перспективно для этой цели озонирование [3].

Озон оказывает комплексное влияние на состояние воды/стоков: он уменьшает цветность, улучшает вкусовые качества и запах, убивает бактерии и вирусы (даже устойчивый к обработке хлором полиовирус), окисляет железо, марганец, цианиды, фенолы, бензолы, хлорофенолы, атразин, нитробензолы и другие загрязнители. Озонирование - экономически эффективный метод очистки стоков во многих отраслях промышленности. С точки зрения очистки стоков, очень важным фактором является повышение способности стоков к биологическому разложению вследствие озонирования, т.е. озон может увеличить значение пропорции БПК/ХПК до стадии очистки активным илом.

Электронная структура озона биполярна: с одной стороны - отрицательна, и с другой - положительна.

По этой причине озон может реагировать одновременно как электрофильно, так и нуклеофильно. Обычно в реакции прямого окисления веществ озоном в воде преобладает электрофильный механизм.

Исследованиями установлено ([4], рис. 2.2), что фосфорсодержащий пестицид карбофос разлагается под действием озона, и степень деградации зависит от дозы вводимого озона. Наибольший эффект очистки на стадии озонирования наблюдался при дозе 5,5 мг/л и составлял 87,9%. Степень очистки на песчаном фильтре не превышала 4...10%. Остаточное количество загрязнителя удалялось на сорбционном фильтре, и при дозе озона 5,5 мг/л эффективность достигала 100%.

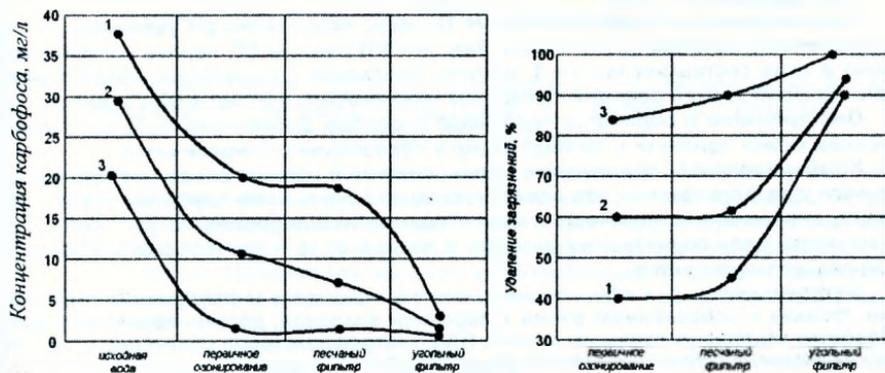


Рис. 1. Эффективность очистки воды от пестицидов (карбофоса):
Дозы озона: 1 - 2,6 мг/л, 2 - 2,0...3,5 мг/л, 3 - 3,0...5,5 мг/л

По данным исследований, при озонировании разрушаются многие пестициды. Однако дозу озона необходимо определять исходя из условия наиболее глубокого удаления органических веществ в процессе последующей очистки воды коагулированием, или процесс окисления пестицидов проводить после коагуляционной очистки воды перед сорбционными фильтрами.

Дать характеристику реакций всех основных органических веществ с озоном достаточно трудно. Возможно лишь отметить некоторые общие положения, рассматривая прямое взаимодействие озона.

Насыщенные алкильные соединения реагируют с озоном очень медленно. Большинство хлорированных углеводородов и даже ненасыщенные углеводороды не реагируют прямо с озоном. В этом случае необходимо косвенное взаимодействие с озоном через радикал OH^- . Бензол окисляется озоном очень медленно, а полициклические углеводороды быстрее.

Время реакции озона с фенольными соединениями составляет несколько секунд.

Амины при нейтральных значениях pH реагируют весьма медленно с озоном, при $\text{pH} > 8$ реакции окисления проходят быстрее. Однако в основном реакции окисления аминов идут через OH^- -радикалы. Четвертичные амины (ароматические амины) реагируют с озоном быстрее.

Меркаптаны окисляются с озоном до сульфоновых кислот. Бисульфиты и сульфоновые соединения являются промежуточными веществами. Аминокислоты, в состав которых входит сера (цистеин, цистин и метионин), реагируют быстро [5].

Одной из наиболее перспективных и динамично развивающихся водных технологий является ультрафиолетовое облучение. Обеззараживающее действие УФ лучей известно давно, но в последнее время пристальное внимание уделяется технологиям, сочетающим: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{УФ}$; $\text{O}_3 + \text{УФ}$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_3$; $\text{TiO}_2 + \text{УФ}$. Схема предполагает предварительную обработку воды окислителями (озон или перекись водорода) и последующее УФ-облучение воды. Данные технологии относятся к процессам глубокого окисления.

Под продвинутым окислением понимают процессы очистки воды при давлении и температуре, близким к давлению и температуре среды, которые основаны на образовании гидроксильных радикалов OH^- , с целью полного окислительного уничтожения органических элементов. Продвинутое окисление при очистке технологических стоков и грунтовой воды включает:

- озонирование при повышенном pH (свыше 8,5);
- озонирование и обработка пероксидом водорода (H_2O_2);
- озонирование и обработка гранулированным активированным углем;
- фотоокисление: $\text{UV} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$; $\text{UV} + \text{H}_2\text{O}_2$;
- фотокатализ: $\text{UV} + \text{TiO}_2$.

Озонирование при повышенном pH. По мере повышения pH увеличивается и интенсивность распада озона в воде. Так, при pH равном 10, период полураспада озона в воде составляет менее 1 минуты. Окисление органических видов может быть вызвано серией реакций с участием молекулярного озона и OH^- -радикала.

Озонирование и обработка перекисью водорода. Добавление H_2O_2 при озонировании может привести к распаду озона и образованию OH^- -радикалов.

Комбинирование применения озонирования и гранулированного активированного угля. Установлено, что если в несколько литров озон-содержащей воды добавить определенное количество миллиграммов активированного угля или сажи, то начнется цепь радикальных реакций в водной фазе и трансформация озона в $^{\circ}\text{OH}$ -радикалы ускорится.

Фотоокисление. Для обеспечения полного окисления и разрушения соединений, стойких к добавлениям озона и перекиси водорода, дополнительно проводят обработку ультрафиолетовыми лучами (UV). Ультрафиолетовое облучение ускоряет распад молекул озона и перекиси водорода. Фотолит водного озона сопровождается образованием H_2O_2 в качестве промежуточного продукта, быстро распадающегося до $^{\circ}\text{OH}$.

Фотокатализ. В процессе фотокатализа ультрафиолетовые лучи используются для возбуждения твердотельного металлического катализатора (TiO_2), создавая на его поверхности положительный и отрицательный заряды (электронные дырки, электронные дырки + пары). Положительные и отрицательные заряды способствуют окислительно-восстановительным реакциям, т.е. окислению органических элементов раствора за счет фотогенерированных положительных зарядов и восстановлению ионов металлов или кислорода фотогенерированными отрицательными зарядами [6].

Технологии глубокого окисления эффективны для удаления соединений, обуславливающих неприятные запахи и привкусы воды: геосмина и метилзобарбинола. Однако основной мотивацией использования технологии является необходимость удаления из воды микроразрывных: продуктов фармакологии, пестицидов и гербицидов (атразин), устойчивых антропогенных загрязнителей (1,4-диоксан и нитрозодиметламин – NDMA). Эти соединения объединяет высокая устойчивость ко всем методам очистки, включая обратный осмос, а также очень низкие концентрации, оказывающие негативное воздействие [2].

На рис. 2 представлены графики окисления пестицидов при действии на них перекиси водорода в сочетании в УФ-лучах [по исследованиям 7].

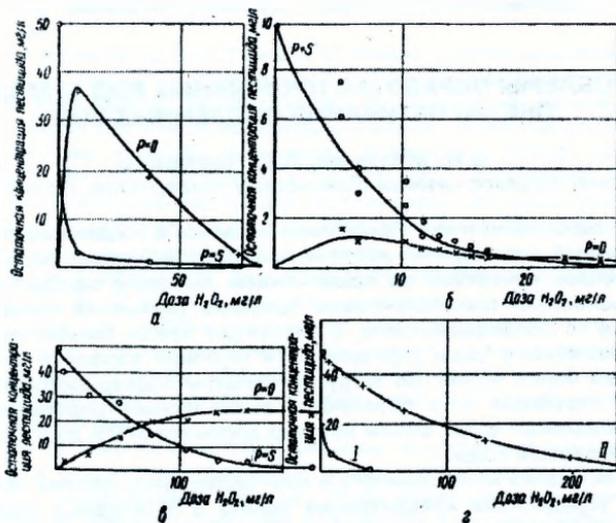


Рис.2 – Действие перекиси водорода с последующим УФ-облучением на фосфорорганические пестициды: а – фосфамид; б – метафос; в – карбофос; г – дихлофос (I) и хлорофос (II)

Положительный результат сочетания перекиси водорода и УФ-лучей в том, что в интервале молярных отношений 1:1...1:20 фосфорорганические пестициды не окисляются перекисью водорода, а при применении УФ-лучей происходит их окисление.

Нарушение химического равновесия в биосфере ежегодно усугубляется и обуславливает многие заболевания, поэтому интенсификация существующих и поиск новых методов очистки природных и сточных вод – задача специалистов в области водоснабжения.

Литература

1. Национальный план выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Стокгольмской конференции о стойких органических загрязнителях, на 2007-2010 годы и на период до 2008 года / Министерство природных ресурсов и

охраны окружающей среды Республики Беларусь, Глобальный экологический фонд, Всемирный банк. – Мн.: Белсэсн, 2006. – 200 с.

2. Международный конгресс озоновых и ультрафиолетовых технологий в Лос-Анджелесе / М.В. Богомолов, А.В. Коверга, С.В. Волков, С.В. Костюченко, М.Е. Кузьменко // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника». – 2008. – №4. – С.47-53.

3. Очистка питьевых и сточных вод от ядохимикатов / М.А. Шевченко [и др.]; под общ. ред. Шевченко – К.: Будівельник, 1975. – 92 с.

4. Исследования эффективности процесса озонирования для подготовки питьевой воды / Л.П. Алексеева, М.Б. Цимберг [и др.] // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника». – 1996. – №2.

5. Озонирование в процессах очистки воды / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 400 с.

6. Использование и менеджмент водных ресурсов / Л. Бергстрём [и др.]; под общ. ред. Ларс-Кристер Лундин; пер. М. Вергейчик. - Упсала, Швеция, 2000. – 264 с.

Disinfection Pesticide Degradation and Bromate Formation by Ozonation and Advanced Oxidation / J.C. Kruithof, R.T. Meijers and oth. – Regional conference on Ozone, Ultraviolet Light, Advanced Oxidation Processes in Water Treatment

УДК 628.356

ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Б.Н. Житенев, Л.Е. Науменко

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Питьевое водоснабжение в Республике Беларусь в подавляющем числе случаев обеспечивается подземными источниками водоснабжения, вода в которых отличается хорошим качеством за исключением высокого содержания железа. В этой связи основным технологическим приемом улучшения качества питьевой воды является её обезжелезивание. В настоящее время главенствующими являются обезжелезивание воды упрощенной и глубокой аэрацией с последующим фильтрованием через зернистую загрузку. Фильтры подвергаются периодической промывке, в результате чего образуются высококонцентрированные железосодержащие промывные воды, объем которых достигает от 2% до 5% от общего расхода обрабатываемой воды.

Системный анализ качественного и количественного состава промывных вод показал, что усредненная концентрация железа в промывных водах составляет 100-200 мг/л, содержание взвешенных веществ – 300-600 мг/л, цветность превышает 100 градусов [1-3].

Типовые решения, предусматривающие очистку загрязненных промывных вод методом гравитационного отстаивания с целью их повторного использования, являются низкокэффективными, трудо- и энергоемкими. Опыт эксплуатации большинства действующих станций обезжелезивания показывает, что остаточная концентрация железа после 2 часов отстаивания в отстойниках промывных вод составляет 30-60 мг/л, после 4-х часов – 20-40 мг/л.

При возврате такой воды в «голову» сооружений для последующей очистки совместно с подземными водами нарушается процесс безреагентного обезжелезивания подземных вод, уменьшается продолжительность фильтроцикла, снижается качество очистки подземных вод.

Несмотря на то, что действующие экологические нормы запрещают сброс загрязненных промывных вод в открытые водные источники, а действующие правила приема сточных вод ограничивают их прием в сети водоотведения, сооружения

повторного использования выключаются из технологического цикла либо вовсе отсутствуют на станциях обезжелезивания коммунальных систем водоснабжения.

Так, на водозаборе "Западный" г. Бреста промывные воды из станции обезжелезивания отводятся в искусственно созданный овраг. Ежедневно сбрасывается около 500 м³ высококонцентрированных железосодержащих промывных вод. На водозаборе "Граевский" и "Северный" г. Бреста промывные воды отводятся в р. Лесная сеть мелиоративных каналов, объем сбрасываемых промывных вод превышает 500 м³ в сутки. На водозаборе "Мухавецкий" промывные воды фильтров отводятся непосредственно в р. Мухавец в объеме 1500 м³ в сутки. Аналогичная ситуация сложилась на сегодняшний день на всей территории Республики Беларусь.

Учитывая, что на территории Республики расположено порядка 124 станции обезжелезивания общей мощностью более 1,8 млн. м³/сут, то ежегодно безвозвратно теряется свыше 20 млн. м³ воды, в окружающую среду сбрасывается более 4000 тонн загрязнений в виде соединений железа.

На кафедре ВВит УО «БрГТУ» разработана технология очистки промывных вод коагулированием в присутствии фосфатов, состоящая из отстойников промывных вод, насосной станции или погружных насосов отвода осветленной воды и перекачки осадка, сооружений реагентного хозяйства фосфата натрия и коагулянта сульфата алюминия, фильтров доочистки, сооружений механического обезвоживания осадка [3, 4].

При обработке промывных вод станций обезжелезивания реагентами фосфатом натрия Na₃PO₄ и сульфатом алюминия Al₂(SO₄)₃ интенсифицируется процесс осаждения соединений железа. Эффект очистки от соединений железа составляет 99,5-99,9%, при котором остаточная концентрация железа снижается до 0,05-0,2 мг/л, по другим показателям качества очищенная вода соответствует требованиям СанПиН 10 - 124 РБ 99 "Вода питьевая" и может быть направлена в резервуар чистой воды или водонапорную башню для последующей промывки фильтров.

Как показали исследования [5], осадки, образующиеся при очистке промывных вод коагулированием в присутствии фосфатов, легко отдадут воду при использовании механических аппаратов: при вакуум-фильтрации влажность осадка уменьшилась с 99,0% до 74,4%, при центрифугировании - до 82%,

Внедрение технологии очистки промывных вод коагулированием в присутствии фосфатов позволит уменьшить объемы загрязнений и концентрации вредных веществ в водной среде и почве; сэкономить чистые подземные воды и снизить себестоимость отпускаемой потребителю воды при повторном использовании очищенных промывных вод.

Разработанная технология очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов может применяться организациями, осуществляющими эксплуатацию станций обезжелезивания подземных вод, а также организациями, осуществляющими разработку проектно-сметной документации по подготовке воды из подземных источников водоснабжения для различных отраслей экономики Республики Беларусь.

Литература

1. Житенев, Б.Н. Проблемы повторного использования промывных вод станций обезжелезивания воды / Б.Н. Житенев., Л.Е. Шеина // Вестник БГУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и экология. - №2(14). - 2002. - С. 31-32.
2. Житенев, Б.Н. Интенсификация очистки промывных вод станций обезжелезивания реагентным осаждением / Б.Н. Житенев, Л.Е. Шеина // Вестник БГУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и экология. - №2(20). - 2003. - С. 65-69.
3. Житенев, Б.Н. Результаты испытаний технологии обработки промывных вод станций обезжелезивания реагентами-осадителями в производственных условиях / Б.Н. Житенев, Л.Е. Науменко // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика. - 2008. - №2(50). - С. 89-91.
4. Устройство для обработки промывных вод станций обезжелезивания: пат. 1724

ВУ, МПК C02F 1/54/ Б.Н. Житенев, Л.Е. Шеина; заявитель Брестский гос. техн. ун-т. – № u20040230; заявл. 10.05.2004; опубл. 30.12.2004 / Гос. реестр полезн. моделей.

5. Житенев, Б.Н. Утилизация осадка, образующегося при обработке промывных вод станций обезжелезивания / Б.Н. Житенев, Л.Е. Шеина // Природное ассяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: матэрыялы Міжнароднай навуковай канферэнцыі, Брэст, 16-18 чэрвеня 2004 г.: у 2-х частках. / АДДЗЕЛ праблем Палесся НАН Беларусі; рэдкал.: М.П. Ярчак [і інш.] – Брэст, 2004. – Частка II.

УДК 628. 316

СТРУЙНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ КОТЛОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

В.М. Новигов, С.Г. Нагурный

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Воздух атмосферы является одним из основных жизненно важных элементов окружающей среды.

В настоящее время особое внимание обращается на совершенствование оборудования и транспортных средств, улучшения качества сырья и топлива, внедрение высокоэффективных установок для очистки промышленных выбросов.

Планируется в широких масштабах осуществить перевод предприятий на замкнутый производственный цикл, при котором, практически, будут отсутствовать какие-либо вредные выбросы в атмосферу.

Современная технология обработки воздуха, загрязненного промышленными выбросами, располагает рядом устройств и аппаратов. Используются гравитационные, инерционные и центробежные пылеуловители, конденсирующие и ультразвуковые устройства, разнообразные механические и электрические фильтры, дожигающие горелки и печи, абсорбирующие аппараты, разнообразные нейтрализаторы /1-3/.

Однако следует отметить, что обработка воздуха, загрязненного промышленными выбросами, сложна и дорогостояща.

Оборудование всех предприятий очистными устройствами требует огромных капиталовложений, разработки множества проектов применительно к специфике каждого производства.

В ряде случаев для небольших предприятий стоимость очистных сооружений может стать близкой к стоимости выпускаемой продукции или даже превысить её.

Ниже в табл. 1 приводится количественная оценка выбросов от источников сгорания твердого топлива.

Таблица 1
Выбросы от источников сгорания топлива (в кг/т топлива) котлов, не оборудованных очистными сооружениями

Выброс	Уголь
	Производство электроэнергии
Оксиды углерода	0,25
Оксиды азота	10
Оксиды серы	19 S
Углеводороды	0,1
Альдегиды, органические кислоты	0,0025
Твёрдые частицы, мкм	50

Поскольку большинство котельных установок оборудовано системами улавливания, выбросы составляют порядка 10% (см. табл. 2).

Таблица 2

Выбросы от источников сгорания топлива (в кг/т топлива) котлов, оборудованных современными системами улавливания выбросов

Выброс	Уголь
	Производство электроэнергии
Оксиды углерода	0,025
Оксиды азота	1
Оксиды серы	2 S
Углеводороды	0,01
Альдегиды, органические кислоты	0,00025
Твёрдые частицы, мкм	25

Определённый научный и практический интерес, в этом плане представляют работы, проведенные в Брестском государственном техническом университете, которые указывают на возможность использования протажённых куполообразных жидкостных завес (экранов), способных повысить эффективность защиты воздушной среды при существующей технологии обработки воздуха, загрязнённого промышленными выбросами.

Струйный комплекс разработан в Брестском государственном техническом университете и предназначен для очистки газовых выбросов от оксидов серы, углерода, азота, а также аэрозолей. Струйный комплекс для очистки газовых выбросов представляет собой санитарно-техническое сооружение, оснащённое реagentным хозяйством и вспомогательным оборудованием.

Комплекс размещается (см. рисунок 1) на горизонтальном участке дымохода (2), соединенного параллельно с основным дымоходом (1), оснащёнными шиберами (9). В дымоходе установлен рассекатель (3), выполненный из термостойкого материала, за которым с определённым интервалом размещены несколько струйных аппаратов (4). Струйные аппараты сгруппированы в два блока, образующих первую и вторую ступень очистки газовых выбросов, одна из которых включает три струйных аппарата, а другая - два. Между первым и вторым блоками струйных аппаратов установлены сетчатый фильтр (7) и воздухораспределитель (8). Подача водного раствора гашеной извести и аммиака осуществляется с помощью гидросистемы, включающей в себя стояки (5), гребёнки (10), трубопроводы (27) и (32), насосы (16), задвижки (15).

Струйный комплекс оборудован баками с раствором гашеной извести и аммиака (11), (13) и (26), поддонами (6), мешалкой (25), реagentным хозяйством (14) и выпусками отработанного раствора (17).

Реagentное хозяйство оснащено системой подачи аммиака, состоящей из баллонов с аммиаком (20), ресивера (21), редуктора (22), трубопровода для подачи аммиака (23) и распределителя аммиака (24).

Для окисления токсичных газовых выбросов струйный комплекс оборудован системой подачи воздуха, состоящей из вентилятора (19), воздуховода (18), воздушного клапана (12), воздушных насадок (8). Система подачи воздуха соединена с блоком подачи кислорода, который включает в себя кислородные баллоны (28), ресивер (31), редуктор (30) и трубопровод для подачи кислорода (29).

Работает струйный комплекс следующим образом.

Поток газовых выбросов, содержащих токсичные продукты, при открытых шиберах поступает в дымоход, где встречает на своём пути рассекатель, струйные аппараты, образующие жидкостные завесы, стояки, поддоны, сетчатые фильтры и воздушные насадки.

Для образования жидкостных завес используется водный раствор гашеной извести с аммиаком, который подаётся по гидросистеме, включающей в себя гребёнки, трубопроводы, насосы, задвижки. Для приготовления и сбора водного раствора гашеной извести и аммиака струйный комплекс оснащён реagentным хо-

зьяством, мешалкой, баллонами с аммиаком, ресивером, редуктором, трубопроводом для подачи аммиака, распределителем аммиака, баками.

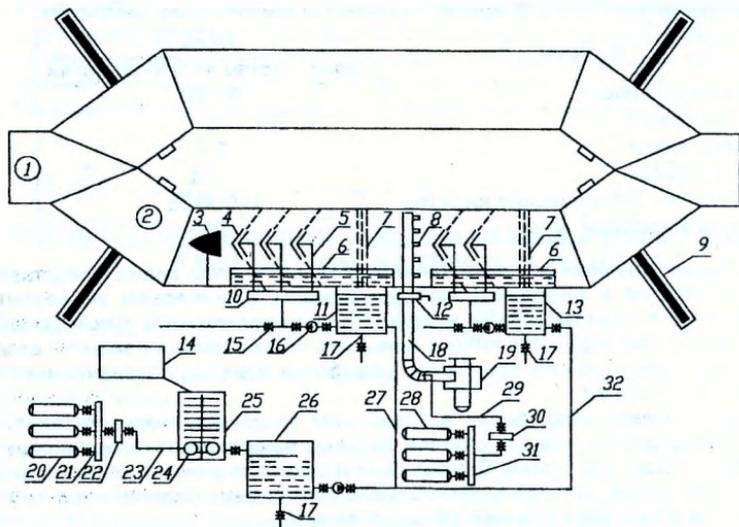


Рис.1. Технологическая схема очистки газовых выбросов

1 - основной дымоход; 2 - горизонтальный участок дымохода; 3 - рассекатель; 4 - струйный аппарат; 5 - стояк; 6 - поддон; 7 - сетчатый фильтр; 8 - воздухораспределитель; 9 - шибер; 10 - гребёнка; 11, 13, 26 - бак с раствором гашеной извести т аммиака; 12 - воздушный клапан; 14 - реagentное хозяйство; 15 - задвижки; 16 - насос; 17 - выпуск отработанного раствора; 18 - воздуховод; 19 - вентилятор; 20 - баллоны с аммиаком; 21, 31 - ресивер; 22 - редуктор; 23 - трубопровод для подачи аммиака; 24 - распределитель аммиака; 25 - мешалка; 27, 32 - трубопроводы; 28 - баллоны с кислородом; 29 - трубопровод для подачи кислорода; 30 - редуктор

С целью повышения эффективности окисления токсичных продуктов на второй ступени очистки газовых выбросов струйный комплекс оборудован системой подачи воздуха, которая соединена с блоком подачи кислорода и состоит из воздушных насадок, воздушного клапана, воздуховода, вентилятора, трубопровода для подачи кислорода, редуктора, ресивера и кислородных баллонов.

Для удаления из гидросистемы водных растворов гашеной извести и аммиака баки оборудованы выпусками.

Эффект от снижения газовых выбросов в атмосферу представлен в табл. 3.

Таблица 3
Выбросы от источников сгорания топлива (в кг/т топлива) котлов, оборудованных предложенной системой улавливания выбросов

Выброс	Уголь
	Производство электроэнергии
Оксиды углерода	0,012
Оксиды азота	0,5
Оксиды серы	15
Углеводороды	0,005
Альдегиды, органические кислоты	0,00012
Твёрдые частицы, мкм	10

ВЫВОД

1. Использование многоступенчатой схемы очистки газовых выбросов с использованием струйных комплексов новой конструкции можно рекомендовать для котлов, работающих на твердом топливе.

Литература

1. Новиков В.М. Струйный комплекс для очистки газовых выбросов. Информ. листок. Брест. центр. науч.-техн. Информ. листок. – Брест, 1989.

2. Новиков В.М. Стенд для испытаний струйных комплексов для защиты человека от газовых выбросов. Информ. листок. Брест. центр. науч.-техн. Информ. листок. – Брест, 1989.

3. Устройство Новикова В.М. для распыла жидкости. А.с. 1197224 СССР, М.кл.² В 05 В 17/08. Брест. инженерно-строительный ин-т. - №3731188; заявл. 25.04.84.

УДК 628. 316

ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД СП «САНТА БРЕМОР» ООО

Е.И. Шелюкова
СП «Санта Бремор» ООО

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЙСТВУЮЩИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

Очистка промышленных стоков для производителей и экологов предприятий пищевой промышленности, как известно, представляет серьезную проблему. Общепринятых простых (стандартных) способов ее решения не существует.

Сточные воды данных предприятий относятся к категории органически загрязненных многокомпонентных высококонцентрированных стоков, и содержат в больших количествах растительные и животные жиры, молочные и другие белки, органические кислоты и соли, взвешенные вещества (ВВ) – остатки пищевой продукции, минеральные соли, сложные химические компоненты, используемые в производстве пищевой продукции, остатки моющих и дезинфицирующих средств. Сток 100% биоразлагаем.

Сложность решения проблем очистки таких производственных сточных вод обусловлена неравномерностью образования и разнообразием их состава, нестандартностью (непредсказуемостью) протекания физико-химических и биологических техпроцессов очистки. Количество и состав сточных вод в каждом случае зависят от вида обрабатываемого сырья и ассортимента выпускаемой продукции, технологического процесса, применяемого оборудования и иных факторов.

Первые ОС производственных стоков СП «Санта Бремор» ООО строились одновременно с предприятием и были введены в эксплуатацию в феврале 2001 года. ОС были спроектированы на основании имевшейся на тот период типовой документации для предприятий рыбной и молочной промышленности. Они предназначались для совместной очистки стоков производств филе сельди и мороженого от ВВ, жиров, нейтрализации в соответствии с контролируемыми на тот момент показателями: ВВ, БПК, рН, хлориды; имели производительность 280 м³/сут. Основные сооружения очистки представляли собой отстойник со встроенной камерой флотации с камерой сатурации, блоком дозирования извести и сборником осадка. По снижению концентрации хлоридов в соответствии с рекомендательным письмом ЖКХ вопрос технически решался разбавлением водой. Уже в первый год работы

ОС, в процессе работы на фактическом стоке, по причине сложности эксплуатации, возникшей из-за неучтенности ряда специфических характеристик стока и, соответственно, недостаточной степени очистки, был определен круг проблем, которые необходимо было решать.

В 2004 г. параллельно со строительством 3-й очереди предприятия было принято решение полной реконструкции ОС. Была изучена информация российских, белорусских, чешских и польских фирм. В основу технического задания на проектирование технологии очистки была положена поэтапность очистки по каждому отдельному виду загрязнения, а также снижение основного показателя - содержание органики, характеризующееся показателем БПК. Было учтено, что производственные сточные воды, образующиеся при производстве пищевой продукции, выпускаемой «Санта Бремор», содержат в больших количествах взвешенные вещества органического происхождения, масла, как в эмульгированном состоянии, так и в виде пленки на поверхности сточной жидкости, белки (рыбные, молочные), что вместе составляет устойчивую маслосодержащую эмульсию, технологические компоненты органического происхождения (крахмал, мука и др.), растворенные минеральные соли.

Зарубежные фирмы предлагали в первую очередь биологические методы очистки, однако в то время для предприятия территориально совместное размещение производств пищевой продукции и сооружений биологической очистки по санитарным нормам было неприемлемо.

После предварительных консультаций и лабораторного подбора технологических методов очистки была выбрана российская фирма ООО «Баромембранные технологии», предлагавшая электрохимический способ снижения содержания органических соединений в стоке пищевой промышленности. Эта фирма была выбрана еще и по причине предложений исследования возможностей очистки засолочных растворов рыбного производства с целью их повторного использования.

Реконструкция очистных сооружений проводилась в течение 2005 - 1 полугодия 2006 г. После ввода в эксплуатацию цеха по производству изделий из фарша сурими (крабовых палочек), значительного расширения участка по производству икры в соусах (майонезах), появлению других производств, выпускающих маслосодержащую продукцию, состав сточных вод, подаваемых на очистку, значительно усложнился. Усложнился и комплекс очистных сооружений. На данный момент имеется следующая поэтапная очистка стоков от загрязнений различных характеристик:

- первичная механическая очистка стока от крупных включений - на решетке, мелких частиц - на барабанных ситах;
- удаление свободных масел на жироловках;
- усреднение сточных вод различных производств, в том числе и для снижения концентрации хлоридов цеха переработки рыбы путем взаимного разбавления сточных вод;
- реагентная обработка стока путем добавления флокулянтов и коагулянтов для улучшения процессов флотации и седиментации;
- совмещенная напорная флотация для удаления взвешенных коллоидных примесей и эмульгированных белков и масел и электрофлотодеструкция для электрохимического окисления органических соединений;
- осаждение, после обработки стока известью, остаточной растворенной органики, нейтрализация кислого стока.

Общая производительность очистных сооружений была увеличена с 280 м³/сут до 900 м³/сут. Общие затраты на реконструкцию составили более 1,3 млрд. руб.

После проведения пуско-наладочных работ на новых очистных сооружениях были получены оптимальные результаты по очистке по тем видам загрязнений, на которые они были запроектированы: до 95% - по ВВ и жирам, 60% - по БПК. Удалось исключить залповые сбросы стоков, содержащих повышенные концентрации хлоридов, обеспечить однородность стока.

2. ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ОЧИСТКИ И СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Проблемы по очистке сточных вод предприятия возникли сразу еще на стадии проектирования. Стандартных промышленных технологий очистки данного вида стока или аналогичных очистных сооружений не существовало. Многие решения по технологии очистки или по применяемому оборудованию принимались на уровне эксперимента. Проектные организации, как города, так и республики, не имели опыта проектирования данного вида технологических комплексов. Уже в процессе работы очистных сооружений возникли проблемы с эксплуатацией блока электрофлотодеструкции в связи с разрушением анодов, недостаточным эффектом работы жиroleвок, которые были заменены на модернизированные жиroleвки собственного изготовления, недостаточной эффективностью процессов коагуляции и флокуляции, повлекшее решение вопроса по замене реагентов.

Проблемы утилизации осадка

Второй проблемой, возникшей с первого дня работы ОС, стала проблема утилизации осадка, а затем и флотошлама с жиroleмассой, образующихся в процессе очистки стока и выделения загрязнений. Чем выше требуемая степень очистки стока, тем сложнее технология, тем больше образуется осадка. После получения отрицательного ответа от Водоканала на возможность вывоза осадка предприятием и совместную утилизацию с осадком городских сооружений, по причине не решения вопроса захоронения биологически активного дурнопахнущего осадка, слив осадка в настоящее время производится по договорам в навозонакопители агрохозяйств (уже третье по счету). Но это временное решение проблемы его утилизации. Предприятие не имеет возможности долгосрочно хранить и утилизировать осадок на своей территории по санитарным требованиям. Вообще вопрос захоронения осадков всех категорий, полученных в процессе очистки производственных стоков на локальных очистных сооружениях, в масштабах города остается открытым.

Проблема снижения концентрации хлоридов в сточных водах предприятия

Одной из основных проблем очистки стоков предприятий рыбопереработки с засолочными производствами является снижение до норм сброса концентрации хлоридов.

Технологическая информация подтверждает, что все имеющиеся химико-технологические методы очистки воды от хлоридов, такие как обратный осмос, ионный обмен, в технологии очистки сточных вод пищевой промышленности с большим спектром загрязнений не применяются и могут быть использованы только для получения ультрачистых вод для специальных отраслей промышленности (микроэлектроника).

Метод выпаривания, с учетом значительного объема образующихся сточных вод, учитывая строгое лимитирование и высокую стоимость электроэнергии, совершенно неприменим с точки зрения больших энергозатрат.

Также при выделении соли встает еще одна проблема – утилизация больших объемов соледержащей массы.

Метод разбавления сточных вод с высоким содержанием хлоридов чистой водопроводной водой также достаточно дорог для предприятий, приобретающих воду у Брестводоканала, и значительно повысит стоимость продукции.

Бурение собственных артезианских скважин для целей разбавления стоков противоречит природоохранному законодательству по рациональному использованию одного из основных природных ресурсов республики – высококачественной питьевой воды, которую предлагается выливать в канализацию.

Наше предприятие пыталось решить данную проблему технологически. С целью повторного использования в производстве засолочных растворов и снижения объемов сброса хлоридов в стоках были проведены экспериментальные работы по их технологической очистке. Для этих целей использовалась полупромышленная

пилотная мембранная установка ООО «Баромембранные технологии». Сток, после сложной предочистки и термообработки, проходил 10-кратную очистку на мембранах. Однако результаты, полученные в ходе эксперимента, не дали положительного результата по причине невозможности повторного использования в производстве пищевой продукции рабочего засолочного раствора по микробиологическим показателям и сложности корректировки состава рабочего раствора.

В то же время, как показывают результаты анализов концентраций хлоридов на входе в городские очистные сооружения, предоставленные как отделом аналитического контроля Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, так и Минприроды, запуск в эксплуатацию рыбоперерабатывающего комплекса СП «Санта Бремор» ООО в 2001 г., выход на максимальные производственные мощности в 2006 г., незначительно повысил концентрацию хлоридов на входе в городские очистные сооружения, которая составила в 2000 г. (до пуска предприятия) по усредненной пробе около 95 мг/дм³, а в течение 2004-2006 гг. по средней концентрации хлоридов - 124 мг/дм³ при разрешенном сбросе для Брестводоканала сточных вод в р. Зап.Буг с концентрацией хлоридов до 250 мг/дм³.

Существенного влияния на состояние водоприемника реки З.Буг при сбросе стоков с данной концентрацией хлоридов в течение ряда лет оказано не было, о чем свидетельствует информация, предоставленная ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды». Поэтому целесообразность доведения концентрации по данному виду загрязнения до норм сброса в реку уже на стадии сброса стока предприятием в горканализацию сомнительна. При сбросе производственных сточных вод должно учитываться последующее разбавление в городской канализации, а основным контрольным параметром должна являться конечная концентрация каждого конкретного загрязняющего вещества при поступлении общего стока на городские очистные сооружения.

Проблемы нормирования сбросов в горканализацию

Почти сразу после ввода в эксплуатацию в 2006 году реконструированных очистных сооружений возникла следующая проблема. Очистные сооружения проектировались и получили положительное заключение экологической экспертизы с учетом очистки стоков по 5 контрольным показателям: рН, органики, характеризуемой показателем БПК, ВВ, жиров, хлоридов. Однако со второй половины 2006 года Брестводоканал значительно расширил перечень контрольных показателей загрязнений, подлежащих обязательной очистке, и предприятие было поставлено перед фактом, что новые очистные сооружения сразу после ввода уже не отвечали требованиям очистки по ряду показателей: на очистку и снижение концентрации, в первую очередь фосфатов и азота аммонийного, новые ОС СП «Санта Бремор» ООО проектом не были предусмотрены.

После окончания работ по разработке расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ, сбрасываемых в коммунальную и ведомственную канализацию и нормативах платы за сбросы, в 2007 году соответствующим решением горисполкома были внесены изменения в ранее действовавшие нормы в части увеличения контрольных параметров с 4-5 до 12-15 для каждого предприятия и ужесточения ПДК загрязнений. По проведенной расчетной работе ПДК ряда загрязняющих веществ в сточных водах получились выше требований к качеству питьевой воды (для справки - содержание хлоридов в водопроводной воде нормируется СанПиН в количестве 350 мг/дм³, для некоторых предприятий норма по хлоридам составляет 70 мг/дм³).

Данным решением горисполкома основная нагрузка по очистке стоков от полного спектра загрязнений на сегодняшний день, в жестких рамках нормирования сброса, возлагается на предприятия города. То есть локальные сооружения очистки, обеспечивающие снижение высоких концентраций основных видов профильных загрязнений должны быть на промпредприятиях заменены на сложные

технологические комплексы очистки до концентраций, сравнимых с концентрациями сточных вод жилого сектора города.

Необходимо отметить, что расчет норм сброса загрязнений сточных вод в горноканализацию и установление действующих на сегодняшний день ПДК загрязнений для предприятий города проводилась без детального обследования существующего состояния очистки производственных сточных вод на локальных очистных сооружениях и учета реальных возможностей обеспечения расчетных норм сброса промышленными предприятиями. Для многонаселенного города с развитой промышленной инфраструктурой в расчете не отражено реальное положение по фактическому взаимному разбавлению стоков с различными видами загрязнений.

Нормирование сброса проводилось по фоновым концентрациям реки Западный Буг, а не по нормативным документам по ПДК сброса для поверхностных водоемов соответствующей категории.

В результате многие предприятия, локальные очистные сооружения которых на сегодняшний день не имеют технической возможности без комплексной реконструкции или строительства новых сооружений очистки, обеспечить требуемые нормы сброса, поставлены в условия постоянной оплаты многомиллионных повышенных тарифов за услуги канализации.

Решение вопросов по полной очистке промстока требует как больших капитальных затрат, так и подбора сложных технологических методов. Эти методы включают для всех предприятий пищевой отрасли отдельную биологическую очистку или сложную многоступенчатую очистку по каждому загрязнению в отдельности. По многим загрязняющим веществам (сухой остаток и др.) в республике отсутствуют разработанные технологии очистки и сертифицированное очистное оборудование.

В итоге на данный момент в основном предприятия города не имеют возможности обеспечить утвержденные нормы сброса, поэтому ужесточение норм сброса для предприятий фактически не решает поставленную проблему стабильной работы городских сооружений города и снижению нагрузок по загрязнениям, сбрасываемым в реку Западный Буг.

Проблемы биологической очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности города

Что касается предприятий пищевой промышленности, обязательное требование биологической очистки приведет, в конечном результате, к тому, что в городе, в непосредственной близости от жилья, в каждом микрорайоне, около каждого данного предприятия, будут размещены комплексы, дублирующие городские очистные сооружения со всеми проблемами запахов и утилизации осадков. Санитарные нормы предприятий пищевой промышленности требуют удаления сооружений биологической очистки на расстояние 150 метров от цехов выпуска продукции. Сможет ли город обеспечить выделение территорий и требуемые санитарно-защитные зоны в районе, к примеру, мясокомбината или «Савушкина продукта»?

В то же время сточные воды предприятий пищевой промышленности, после удаления взвешенных веществ и масложировых загрязнений, относятся к категории стоков, близких по составу к хозяйственно-фекальному стоку, то есть очищаемому на городских сооружениях.

Необходимо отметить, что с 1989 по 1996 год ежегодными решениями по нормированию сброса промышленных сточных вод в городскую канализацию БПК для предприятий пищевой промышленности устанавливалось от 1400 мг/дм³ для мясокомбинатов и до 2400 мг/дм³ – для предприятий по производству сыра. Вопрос биологической очистки на этих предприятиях не ставился, и городские сооружения справлялись с данными концентрациями.

Дублирование городских очистных сооружений, предназначенных в первую очередь для очистки сточных вод по БПК, на предприятиях пищевой промышленности нецелесообразно, экономически невыгодно и ограничено по санитарным

требованиям, предъявляемым к использованию технологий, использующих активную биомассу, во избежание ухудшения микробиологических показателей выпускаемой продукции.

3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ ПРОБЛЕМ ОЧИСТКИ СТОКОВ

Промышленные предприятия не должны снимать с себя обязанности соблюдения требований по очистке производственных сточных вод от основных (профильных) высококонцентрированных, агрессивных, токсичных видов загрязнений на собственных локальных очистных сооружениях и установках очистки, усовершенствования и модернизации этих сооружений, но необходимо учесть, что по ряду показателей, с учетом разбавления хозяйственным стоком жилого сектора города, реально обеспечить очистку общего усредненного стока на городских очистных сооружениях до установленных норм сброса в водный объект.

Для основных предприятий города необходимо наличие научно обоснованных нормативов сброса с учетом возможности обеспечения очистки производственных стоков на промышленно действующих технологиях, а также реальных возможностей реализации долгосрочных и дорогостоящих планов по модернизации локальных очистных сооружений.

Согласно решениям горисполкома повышенный (штрафной) тариф взимается с предприятия в течение трех месяцев. Наказание предприятия на три месяца влечет за собой огромную сумму денег, исчисляемую десятками, а то и сотнями миллионов рублей, которая должна быть обоснована фактическим ущербом, нанесенным канализационным сетям, городским очистным сооружениям или водоприемнику.

Расчет повышенных тарифов по нанесенному ущербу при сбросе высоких концентраций солей токсичных тяжелых металлов (хрома, меди, никеля, свинца), нефтепродуктов, концентрированных агрессивных кислот, должен быть проведен по более высоким ставкам. В то же время сбросы стоков, загрязненных биоразлагаемыми органическими веществами (определение по БПК), железом, взвешенными веществами, хлоридами, сульфатами, солями по сухому остатку, не оказывают значительного вредного влияния на окружающую природную среду и технологию очистки стоков на городских очистных сооружениях. Поэтому штрафные тарифы по данным видам загрязнения должны быть более низкими.

Для предприятий, не имеющих очистных сооружений и сбрасывающих нетоксичные, неагрессивные сточные воды, возможно не наложение повышенного штрафного тарифа, увеличивающего стоимость услуг канализации в 5-10 раз, а установление постоянной специальной повышенной ставки (10-15%), как это практикуется в странах Прибалтики. Учитывая, что строительство очистных сооружений может составить более 1 млн. евро, возможно такой тариф будет более экономически выгоден для предприятия, а Водоканалу позволит использовать постоянно поступающие деньги для своих целей.

Более гибкая система применения повышенных тарифов при оплате за услуги канализации позволит получить Водоканалу реальные денежные средства для реконструкции канализационных сетей и сооружений, а предприятиям соизмерять выплачиваемые суммы с экономической деятельностью по выпуску конкурентоспособной продукции.

Нормирование качества сточных вод, сбрасываемых предприятиями, необходимо производить, прежде всего, по допустимым сбросам. Термин ПДК может быть применен только к качеству воды водного объекта. Учитывая, что сброс стоков города производится в р.З.Буг на границе с Польшей, нормы сброса должны быть приведены в соответствие с действующими нормами, установленными соответствующими органами соседнего государства. А по многим показателям

они гораздо выше, чем действующие в нашем пограничном городе. Так, к примеру, норматив по хлоридам составляет 1000 мг/дм^3

В настоящее время реализуется программа широкомасштабной реконструкции городских очистных сооружений. При реконструкции городских очистных сооружений еще на стадии проектирования должны быть детально учтены все виды и объемы сточных вод промышленных предприятий города, фактические концентрации загрязнений, реальное положение дел в области локальной очистки от основных видов загрязнений, рассчитаны технологии современных европейских методов очистки комплекса усредненных загрязнений с учетом промышленного профиля города и условий взаимного разбавления сточных вод промышленного и жилого секторов, а также вопросы эффективной утилизации осадка.

УДК 628.356

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩЕГО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Н.П. Яловая, П.П. Строкач

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Большая доля загрязнений водной среды связана с поступлением сточных вод предприятий. Технические решения по очистке стоков базируются на использовании различных методов, которые выбираются исходя из местных условий, наличия средств и характеристик загрязняющих веществ.

Нефтедержащие сточные воды образуются в ряде отраслей промышленности: на машиностроительных и нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), автотранспортных предприятиях (АТП), транспортных сооружениях (ТС), нефтебазах и некоторых других объектах. Наиболее водоемкими, среди перечисленных предприятий, являются нефтеперерабатывающие заводы. На них образуется значительное количество высококонцентрированных сточных вод – основного источника загрязнения водного бассейна сырой нефтью и продуктами ее переработки.

Основным источником загрязнения окружающей среды нефтепродуктами в Брестской области являются автотранспортные предприятия и транспортные сооружения, даже при выделении небольшого объема сточных вод в процессе эксплуатации легковых, грузовых автомобилей и автобусов.

Поэтому особую значимость приобретают задачи внедрения оборотных систем водоснабжения на таких предприятиях и объектах, позволяющих существенно сократить потребление чистой воды и значительно снизить антропогенную нагрузку на водный бассейн, в виде загрязнения нефтепродуктами.

Вода, используемая для технологических нужд НПЗ, должна проходить физико-химическую очистку с целью достижения основных нормативов качества воды: взвешенные вещества – 25 г/м^3 , нефтепродукты – 25 г/м^3 , pH – 7-8,5.

На АТП использование воды направлено в основном для наружной мойки автомобилей и на охлаждение компрессоров и другого технологического оборудования. Вода, применяемая для охлаждения оборудования, должна соответствовать следующим показателям качества: температура – не более 30°C ; взвешенные вещества – до 30 г/м^3 ; содержание масел – до 20 г/м^3 . Для мойки машин должны выполняться требования к качеству воды: взвешенные вещества – $40-70 \text{ г/м}^3$, нефтепродукты – $15-20 \text{ г/м}^3$, pH – 7,2-8,5.

Для кондиционирования нефтесодержащих сточных вод до норм, позволяющих использовать их в оборотном водоснабжении предприятий, могут быть использованы различные современные методы водоподготовки, приведенные в таблице.

Методы очистки нефтесодержащих сточных вод

Метод очистки	Описание технологических стадий процесса очистки воды	Остаточная концентрация нефтепродуктов, г/м ³
Флотационный	введение раствора сульфата алюминия в сочетании с флокулянтом (ПАА 5 г/м ³); воздушная флотация	до 14
	гравитационное отстаивание; тонкослойное реагентное отстаивание; напорная флотация; фильтрование через фильтры с плавающей загрузкой	до 2
	добавление солей алюминия; напорная воздушная флотация	до 5
	добавление катионных флокулянтов при дозе 3,5-10 г/м ³ ; воздушная флотация	нет данных
	напорная флотация с использованием CO ₂ и сорбция на фильтре с пенополиуретановой загрузкой	до 5-10
Коагуляционный	введение коагулянта и флокулянта с последующим отстаиванием	до 1-2
	добавление в воду коагулянта и органического флокулянта с последующим отстаиванием	до 0,5
	введение коагулянта и флокулянта; фильтрование	10-20
Ультрафильтрационный	сепарация плавающих нефтепродуктов; разрушение эмульсии органическим реагентом; микрофильтрование; ультрафильтрация	До 10
	Стандартная технологическая схема ультрафильтрации	5-20
Электрофлотационный	отстаивание; обработка в электрофлотаторе; фильтрование	10-20
	стандартная технологическая схема очистки воды методом ультрафильтрации	до 1
Сорбционный	отстаивание в отстойнике и нефтеловушке; фильтрование на механических и сорбционных фильтрах	до 0,1-0,3

Выбор оптимального базового метода очистки нефтесодержащих сточных вод с целью их повторного использования в системах оборотного водоснабжения предприятий должен производиться с учетом двух основных факторов:

1. Оценки эффективности процесса очистки воды при использовании конкретного метода, т.е. по возможности достижения в процессе очистки воды требуемых показателей ее качества;

2. Определения технологической целесообразности применения рассматриваемого метода в зависимости от объемов очищаемых сточных вод.

Данные таблицы показывают, что с учетом первого фактора, использование всех приведенных базовых методов в технологии водоподготовки позволяет производить очистку нефтесодержащих сточных вод до норм, допускающих их повторное использование в системах оборотного водоснабжения, как нефтеперерабатывающих заводов, так и автотранспортных предприятий.

Однако для крупнотоннажных нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, с большими объемами образующихся нефтесодержащих сточных вод, с учетом второго фактора, в качестве базовых методов подготовки воды для оборотного водоснабжения наиболее целесообразно использовать флотационный и коагуляционный методы.

УДК 628.356

СПОСОБ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗОНИРОВАННЫМ ЛЬДОМ

К.А. Глушко

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Концентрация производства, как одна из совершенных форм ее организации, помимо материальных благ всегда способствует загрязнению окружающей среды и в первую очередь грунтовых вод. Это в равной степени относится к любому производству – промышленному, сельскохозяйственному и т.д.

Особенностью использования стока животноводческих комплексов является то, что после осветления и разбавления их чистой водой, они подаются на земельные поля орошения (ЗПО). При длительном орошении происходит подъем уровня грунтовых вод под ЗПО и радиальное растекание на прилегающей территории. Вода в колодцах приобретает специфический запах и вкус.

По этой причине особенно остро стоит эта проблема в системе водоснабжения населения питьевой водой, проживающего в домах индивидуальной застройки в непосредственной близости от крупных животноводческих комплексов и использующих для забора воды шахтные колодцы, захватывающие верхние слои глубинных грунтовых вод.

Одним из вариантов решения данной проблемы является, конечно же, обеспечение централизованного водоснабжения населенных пунктов. Однако отдаленность их друг от друга, недостаток средств в хозяйствах, а зачастую и неблагоприятные геологические условия, не позволяют решить проблему подобным образом.

На сегодняшний день отсутствуют простые доступные и недорогие технологии очистки подземных вод от загрязнения, которые могли бы быть реализованы силами местных хозяйств.

Автором предлагается способ очистки подземных вод от загрязнения и устройство для его реализации, защищенные патентами [1,2].

На рисунке 1 представлено устройство технологической линии по очистке подземных вод от загрязнения, где (а) – ее разрез, а (б) – план.

Устройство реализации (технологическая линия) способа включает пруд чистой воды 1, водонепроницаемый экран 2, траншею 3, запирающий слой 4, ледовый покров 5, пропил 6, нагнетающую установку 7 (например, озоноатор), хранилище льда 8, животноводческий комплекс 9, сельскохозяйственные поля орошения 10 с уровнем грунтовых вод 11, фильтрующие скважины 12, место забора воды 13.

Первоначально готовят технологическую линию: в теплый период пруд чистой воды и ограждают водонепроницаемым экраном 2, например, из полиэтиленовой пленки. Для этого на расстоянии, определяемом конструктивным запасом в 2-4 метра от уреза воды, отрывают траншею 3 по всему периметру пруда чистой воды. Глубина траншеи определяется по формуле:

$$H_{\text{тр}} = \Delta h + h_{\text{пром ср}},$$

где Δh – превышение берега над поверхностью воды;

$h_{\text{пром ср}}$ – среднеголетняя глубина промерзания.

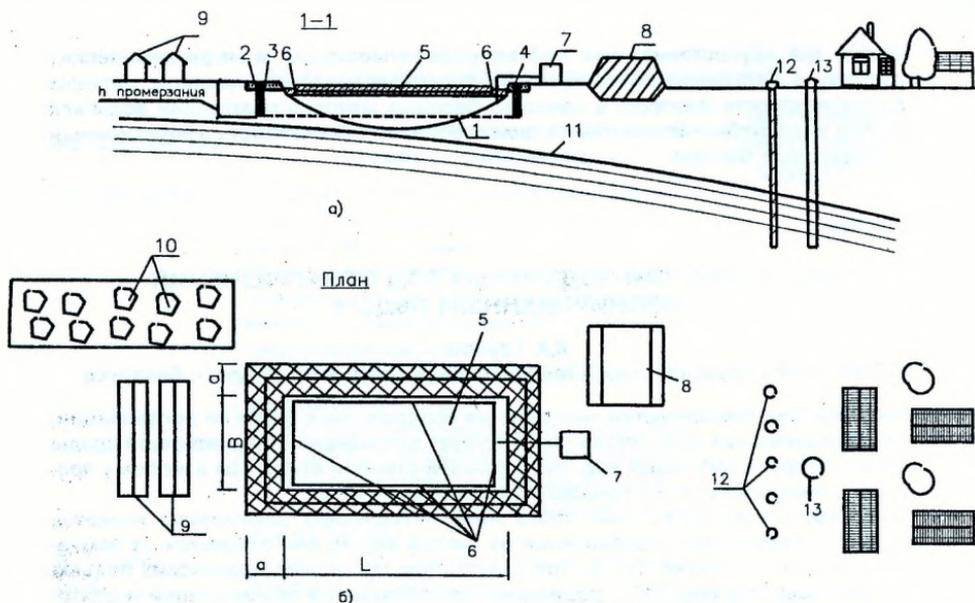


Рис.1. Технологическая линия очистки подземных вод

В траншею устанавливают экран. Пазухи между стенками траншеи и экраном засыпают с послойным увлажнением и уплотнением для исключения пор. Верх экрана не доводят до дневной поверхности на 5-7 см. В предзимний период готовят основу для формирования запирающего слоя 4 в пределах или несколько шире конструктивного запаса. Для этого верхний слой почвы мощностью 5-7 см рылят, насыщают влагой до полной влагоемкости с одновременным уплотнением, например, катками. Это позволяет ликвидировать трещиноватость почвы, ходы землеройных животных. В зимний период почва промерзает и при минимальной отрицательной температуре формирует запирающий слой, являющийся непроницаемым как и ледовый покров 5 пруда чистой воды 1 для газов в том числе и озона /3/. Вмерзший в него верх экрана 2, как показывает практика, является герметичным узлом. Таким образом, запирающий слой, лед пруда чистой воды и ограждающий экран образуют емкость озонасыщения, объем которой можно рассчитать по формуле.

$$V = (B + 2a)(L + 2a)h_{\text{пром. ср.}}$$

где B и L - длина и ширина пруда;

a - конструктивный запас 2-4 м;

$h_{\text{пром. ср.}}$ - среднемноголетняя глубина промерзания.

На стороне пруда, противоположной расположению животноводческого комплекса 8, (источника загрязнения) готовят хранилище льда 7. Между хранилищем 7 и местом забора располагают фильтрующие скважины 12. Способ реализуют следующим образом. В зимний период, когда сформировался сплошной ледовый покров в прудах чистой воды 1 нагнетающей установкой 6, например, компрессором подают озон под ледовый покров 5.

Расчетное время подачи озона (t) определяется выбранным режимом работы установки исходя из известного объема подаваемого озона ($V_{\text{оз}}$) и производительности установки (Π) по формуле

$$t = V_{\text{оз}} / \Pi.$$

Необходимый объем нагнетаемого озона рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{оз}} = V\beta,$$

где β – норматив озононасыщения, 0,75-1,0 мг/л /4/.

Озон – газ, он устремляется вверх и удерживается ледовым покровом, постепенно растекаясь по всей подледной поверхности емкости озононасыщения. Запирющий слой, в пределах конструктивного запаса, и ограждающий экран 3, препятствуют утечкам озона в атмосферу и аккумулируют его. Таким образом, поданный озон насыщает последовательно слои воды сверху вниз, уменьшает его плотность и по этой причине исключает конвективный теплообмен с нижележащими слоями, сохраняя статическое положение. Достижение проектной границы насыщения можно контролировать расчетным путем.

По мере поступления холода слои воды переходят в лед, удерживая растворенный в них озон. Как достоинство следует отметить, исходя из вышесказанного, что подача озона под лед может вестись параллельно нарастанию мощности льда или упреждающим темпом, поэтому нет технологической необходимости увязывать режим подачи озона с температурой воздуха, что имеет место в прототипе. По мере подачи всего объема озона его достаточно для насыщения толщи льда на величину эквивалентную среднемноголетней глубине промерзания, что соответствует отметке низа экрана.

Повысить эффективность способа можно путем увеличения емкости озононасыщения при неизменных границах и отметках водонепроницаемого экрана.

Для этого, после того как лед достиг проектной или максимальной для данного сезона мощности, выполняют пропил 6 льда 5 по периметру пруда чистой воды 1.

Озононасыщенный лед всплывает значительно ввиду его малой плотности, освобождая часть емкости озононасыщения, формируя, таким образом, дополнительную емкость озононасыщения, объем которой равен объему всплывшей части озононасыщенного льда. После того как пропил покроется льдом, т.е. обеспечена герметичность емкости озононасыщения, производят дополнительное нагнетание озона под лед в объеме

$$V_{\text{оз}}^{\text{доп}} = V^{\text{доп}}\beta,$$

где $V^{\text{доп}}$ – объем всплывшей части озононасыщенной льдины.

В последующее время производят контрольные промеры мощности льда. Когда отметка низа всплывшей льдины сопоставима с отметкой среднемноголетней глубины промерзания и наблюдается устойчивая отрицательная температура воздуха, операцию повторяют вновь. Этот процесс может повторяться многократно в течение всего зимнего периода.

В предвесенний период, когда ледовый покров достиг проектной или максимальной для данного сезона толщи, производится заготовка льда и его складирование в хранилищах 7.

На следующем технологическом этапе фильтрующие скважины 11 заполняют заготовками озононасыщенного льда. Створ фильтрующих скважин выполняют между источником загрязнения и местом забора нормально грунтовому потоку для более эффективного их перехвата.

Талая вода скважин имеет близкую к нулевой температуру и поэтому озонудерживающая способность ее велика. Грунтовый поток водоносного слоя по всей глубине фильтрующей скважины захватывает талую воду и переносит ее вниз к месту забора 12.

По мере перемещения грунтового потока талая вода фильтрующих скважин перемешивается с грунтовой и принимает ее температуру, что способствует развитию окислительного процесса. Реакция наиболее активно и полно протекает в верхней части водоносного слоя, являющегося местом забора воды на питьевое водоснабжение, так как высвобождающийся по мере прогревания талой воды озон из более теплой нижней части переносится в верхнюю, увеличивая свою концентрацию.

Данное техническое решение обладает предельно низкой энергоемкостью, простое в исполнении и легко реализуется на практике силами хозяйств и предприятий.

Литература

1. Патент ВУ «Способ очистки подземных вод от загрязнения» С02F1/78, №1962, БИ №4, часть 1, 1997 г.
2. Патент ВУ «Способ очистки подземных вод от загрязнения и технологическая линия для его осуществления» С02F1/78, №8361, БИ №4, часть 1, 2006 г.
3. Калюжный И.Л., Павлова К.К. Формирование потерь талого стока. Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 159 с.
4. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение, наружные сети и сооружения

УДК 681.7:068

ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КИСЛОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ

В.В. Батрак, Е.И. Дмухайло, М.И. Сазонов

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Плазменные потоки используются в различных практических приложениях для промышленного получения различных химических веществ.

Разработаны плазматроны для генерации кислородной плазмы с температурой до 4000 К с целью реализации технологического процесса получения озона для обезвреживания и очистки сточных вод промышленных предприятий.

На основе широких исследований и применения теории подобия разработана методика расчета плазматронов.

На основе разработанной методики с использованием критериальной формулы для $E_{н}$ сконструирован плазмотрон для промышленного использования, мощностью 50 кВт.

Принципиальная схема плазмотрона, его электропитания и поджига приведена на рис. 1.

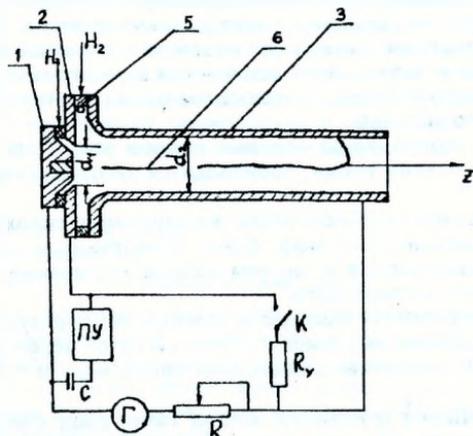


Рис. 1. Схема плазмотрона и электропитания

1 - катод, 2 - поджигающий электрод, 3 - анод, 4 и 5 - изоляторы, 6 - дуга

Основными элементами плазмотрона являются катод 1, поджигающий электрод 2 и ступенчатый анод 3. Катод выполнен из графитового стержня длиной

20 мм, запрессованного в медную обойму. В процессе испытания использовались вольфрамовые стержни диаметром от 5 до 20 мм.

Поджигающий электрод 3 выполнен из меди в виде секции-шайбы с внутренним диаметром $d_1=5$ мм. Медный ступенчатый анод имеет диаметр $d_2=8$ мм. Полная длина анода изменялась от 90 до 150 мм. Катод, поджигающий электрод и анод интенсивно охлаждаются химически очищенной водой. Вода подается в систему охлаждения плазмотрона под давлением 10-15 атм. Для расчета тепловых потоков в электроды определяли температуру воды на входе и выходе из плазмотрона при помощи хромель-копелевых термопар с записью показаний прибором ЭМП-109 АИ.

Давление кислорода перед расходомерами на входе плазмотрона составляло $(4...8) \cdot 10^5$ Па. Расход газа измерялся прибором типа РС-5.

В зазор между катодом и поджигающим электродом через 2 тангенциальных отверстия диаметром 1,2 мм, расположенных в кольце закрутки с внутренним диаметром 50 мм, подавался аргон (расход 0,1-0,2 г/с). Во вторую камеру закрутки 5, расположенную между поджигающим электродом и анодом, кислород поступал через 4 тангенциальных отверстия диаметром 2,4 мм, расположенных в кольце закрутки с внутренним диаметром 64 мм. Суммарный расход кислорода варьировался от 4 до 8 г/с.

Электропитание плазмотрона осуществлялось от источника питания с номинальным током 300 А и напряжением 710 В. Так как его внешняя электрическая характеристика жесткая, а вольт-амперная характеристика дуги падающая, в силовую цепь последовательно с дугой с целью обеспечения устойчивого ее горения включено ступенчато изменяющееся балластное сопротивление R.

Поджиг плазмотрона осуществлялся при помощи высоковольтного высокочастотного осциллятора с подачей напряжения на поджигающий электрод 2. Между поджигающим электродом и анодом через контактор включено сопротивление $R_7=10-20$ Ом. Такая схема включения осциллятора в электрическую цепь питания плазмотрона позволяла исключить попадание ВЧ-напряжения в силовую цепь питания и обеспечивала тем самым надежную защиту выпрямителя от перенапряжения.

На рис. 2 приведен общий вид разработанного плазмотрона.

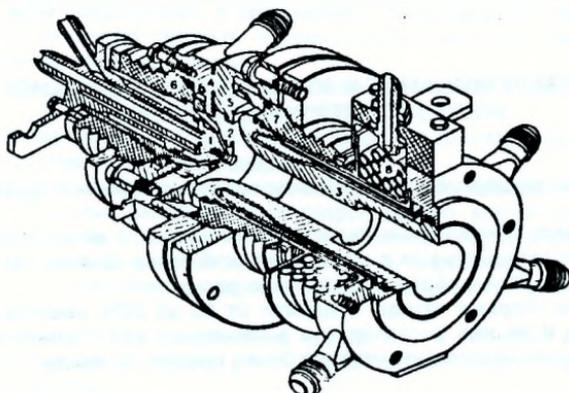


Рис. 2. Изометрия плазмотрона мощностью 50 кВт

Порядок запуска плазмотрона: устанавливают рабочий расход газа; после этого при включенном контакторе К подают напряжение от выпрямителя Г и далее кратковременно включается осциллятор, обеспечивающий пробой зазора (1,5 мм) между катодом и поджигающим электродом. Образовавшийся искровой канал служит основой для развития вспомогательной дуги, ток которой равен 10-15 А и

регулируется изменением величины R_y . Под действием потока аргона слаботочная дуга выдувается из зазора. Катодное пятно устанавливается на катоде-стержне, анодное - перемещается к кромке электрода 2, а образующийся высокотемпературный факел снижает напряжение пробоя между катодом и анодом; существующая разность потенциалов между ними обеспечивает пробой и поджиг основной дуги. Ток в основной цепи регулируется балластным реостатом R. Далее радиальный участок дуги потоком газа, подаваемого в основную вихревую камеру 5, сносится за уступ, а столб дуги устанавливается на оси разрядной камеры. После запуска плазмотрона сопротивление R_y отключают контактором K, а реостатом R устанавливается и стабилизируется необходимый рабочий ток силовой дуги.

Проведены исследования вольт-амперных характеристик (ВАХ) плазмотрона. Напряжение дуги составляло 210-140 В при токах 50-180 А, а ВАХ имела в указанном диапазоне токов падающий вид.

Одновременно с исследованием вольт-амперных характеристик дуги проводились измерения тепловых потоков в элементы плазмотрона: катод, анод и поджигающий электрод. Это позволило вычислить тепловой к.п.д. плазмотрона, энтальпию и среднемассовую температуру T газа в зависимости от величины тока дуги и длины анода при различных расходах аргона. Измерения тепловых потерь в плазмотроне показали, что тепловой к.п.д. равен 0,6-0,72, а рассчитанная температура на выходе плазмотрона равна $T=1800 - 4200$ К. Минимальная удельная эрозия медного анода составляет $10^{-6} - 10^{-7}$ г/А·с. может быть увеличена до заданных величин путем изменения геометрия анода.

Литература

1. Курочкин Ю.В., Пустогаров А.В. Исследования плазмотронов с подачей рабочего тела через пористую межэлектродную вставку / Экспериментальные исследования плазмотронов. Под ред. М.Ф. Жукова. - Новосибирск, 1977. - С. 82-104.
2. Жуков М.Ф., Коротеев А.С., Урюков Б.А. Прикладная динамика термической плазмы / - Новосибирск. «Наука» СО АН. 1975. - 299 с.
3. Даутов Г.Ю., Сазонов М.И. «Напряженность электрического поля в стабилизированной вихрем дуге» // ПМТФ. 1967. №4 - С.127-131.

УДК 628.543

ОБЕЗЖЕЛЖИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ ГАЛЬВАНО- И ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ

Е.А. Урецкий

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Проблему обезвреживания и утилизации гальвано- и железосодержащих шламов следует рассматривать как с экономической точки зрения, так и с точки зрения рационального использования вторичных ресурсов.

Известно, что твердые отходы содержат от 10 до 30% цветных, железосодержащих, а иногда и редких металлов, что в несколько раз превышает их содержание в рудном сырье, поэтому утилизация более предпочтительна.

Характеристика и свойства осадка

Осадок, образующийся в результате очистки сточных вод гальванических производств, на станциях обезжелезивания, травления чёрных металлов и т.д. представляет собой концентрированную, многокомпонентную, полидисперсную систему.

Состав, количество и основные свойства подобных шламов определяются их исходным составом стоков, принятой схемой их обработки, количеством и видом применяемых реагентов, режимом эксплуатации очистных сооружений и т.п.

Объём осадка, при нормальной работе сооружений, колеблется в пределах 2,0-5,0% от общего количества сточных вод, прошедших обработку.

Химический состав твердой фазы многообразен - это смеси гидроксидов, карбонатов, а также гидроксихлориды и гидроксисульфаты хрома, железа, меди, никеля, цинка, кадмия, олова и т.д.

Значительный процент составляют соединения кальция и магния. В таблице 1 представлен усредненный состав осадка гальванических стоков обследованных автором предприятий.

Таблица 1

Усреднённый химический состав твёрдой фазы гальванического осадка, (%)

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MnO ₂	ZnO	CaO	MgO	CuO	NiO	PbO	SnO	CdO
0,65-30,0	0,45-51,0	0,45-59,0	0,7-54,0	0,08-13,0	0,19-16,0	0,54-41,0	0,58-28,5	0,25-15	0,08-4,0	0,9-1,0	0,25-1,0	0,03-1,1

Как видно, диапазон содержания всех элементов достигает нескольких порядков. Так, например, для меди, цинка, хрома - 0,1-10%, для свинца и олова - 0,1-1,0%, для кадмия и никеля - 0,01-1,0%.

При использовании для очистки гальванических стоков методов электрокоагуляции и гальванокоагуляции осадки содержат большое количество железа (20-70%). Такого же порядка концентрация железа составляет в осадках, образующихся на станциях обезжелезивания, травления чёрных металлов и т.д.

Состояние твердой фазы, в основном, - аморфно-кристаллическое, гидроокисного типа. Такая система сильно сжимаема, плохо растворима, трудно фильтруема. Удельное сопротивление колеблется в широких пределах и для осадков после реагентной очистки составляет (15-150) 10¹⁰ см/г.

По гранулометрическому составу осадки относятся к песковому, включая мелкие (0,25-0,5 мм) и очень мелкие (0,05-0,25 мм) фракции.

Плотность осадков - 2300-2600 кг/м³. Исходная влажность - 97-99%.

Выбор способа переработки гальваношламов определяется целями, которые ставят перед собой предприятия. К сожалению, это чаще всего сводится к освобождению объекта от шлама. Затраты в данном случае должны быть минимальны. При этом возможны такие варианты:

- вывоз осадка для переработки в региональный центр или шламонакопитель - хранилище;

- использование осадка в подсушенном виде без дополнительной переработки в производстве других материалов.

Наиболее приемлемым для большинства предприятий, безусловно, является вариант вывоза. Однако решается этот вопрос крайне медленно, поэтому более реальным, относительно простым и дешевым является второй способ. В настоящее время в этой области уже имеется ряд интересных, опробованных разработок.

Заслуживает внимания использование осадка в качестве добавок в сырьевые смеси производств:

- строительного кирпича (содержание осадка 5-10% от общей массы) [1];
- бетона (содержание осадка от 1 до 20 частей вместо песка), - асфальта (5-10% от общей массы);
- керамической плитки (1-10% от общего состава);
- керамических горшков (25-20% от общей массы).

В настоящее время реальным способом утилизации осадка является его использование в производстве керамзитового гравия.

- исследования, проведённые совместно БЭМЗ и БИСИ [2], подтверждённые исследованиями ВНИИ ВОДГЕО, показали возможность получения высококачест-

венного керамзита (насыпная плотность 350 - 400 кг/см³) при добавлении 7% осадка с содержанием СаО не более 8,5%. Влажность осадка (с учетом природного сырья) не должна превышать 55%.

Если же предприятие заинтересовано в переработке осадка для возврата в производство ценных компонентов или для получения из него товарной продукции, то также возможно несколько вариантов:

- переработка шлама с целью извлечения одного или нескольких ценных (или дефицитных) компонентов;
- переработка с разделением на группы элементов;
- переработка с целью получения компонентов (элементов) достаточно высокой степени чистоты.

Технологии переработки гальваношламов по этим вариантам разработаны в МХТИ им. Д.И. Менделеева. Для концентрирования и разделения тяжелых металлов используется жидкостная экстракция органическими растворителями с последующим выделением металлов электролизом из водно-аммиачных и сернокислых растворов в аппаратах с нерастворимыми анодами. Извлечение металлов по схемам составляет 85-90%.

В рамках научно-технического сотрудничества Московского государственного проектного института (МГПИ) и Брестского государственного педагогического университета им. А.С. Пушкина помимо осадка сточных вод гальванических производств БЭМЗ были проведены исследования химического состава осадка предприятий г. Минска: МЗВТ, МЗПП, «Термопласт». НИИ ЭВМ, завода им. Орджоникидзе, МЗУ ЭВМ, на предмет утилизации [3].

Исследования проводились на спектрографе ИСП-ЭО, в другом режиме, а также на атомно-абсорбционном спектрофотометре АА №-1.

Чувствительность и ошибка определения удовлетворяла условиям спектрального метода анализа.

В качестве основного глинистого сырья использовались глины Мызинского и Ужовского месторождений.

В качестве добавки к глинистому сырью использовались осадки сточных вод завода ЭВМ им. С. Орджоникидзе и Минского электромеханического завода СМЗМЗ.

Исследовались технологические свойства керамических масс, составы которых приведены в табл.2.

Таблица 2

Составы исследованных керамических масс

№ массы	Содержание, % 62спо.				
	глина мызинская	глина ужовская	осадок	ДОЛОМИТ	
1.	43	43	14	-	-
2.	11	41	14	4	-
3.	39	39	13	9	-
4.	37	37	11	15	-
5.	41	41	14	-	4
6.	39	39	13	-	15
7.	37	37	11	-	-

Для данных керамических масс оценивались пластичность, предел прочности при сжатии высушенных и обожженных образцов, водопоглощение, а также количество водорастворимых соединений в обожженном материале. Массы № 1-7 обжигались при температуре 1000-1050 °С.

Результаты испытаний указанных масс и образцов на их основе показаны в таблице 3.

Таким образом, установлено, что при использовании в качестве компонента керамической массы осадка сточных вод от производства защитных покрытий в количестве 4-15 мас. % достигается следующий положительный эффект.

Результаты испытаний масс для изготовления рядового кирпича на основе серосодержащего сырья

№ массы	Вид и к-во добавки в мас-су, % на 1% содержания	Пла-стичность		Предел прочности образцов при сжатии, МПа				Водопоглоще-ние, %		Количество выделяемых оксидов серы, г/кг		Снижение выделения оксида серы, %	Количество во-дораствори-мых соедине-ний в мате-риале, г/кг	
		МЭМЗ	З-А ЭВМ	Сформованных образцов		Обожженных образцов		МЭМЗ	З-А ЭВМ	МЭМЗ	З-А ЭВМ		МЭМЗ	З-А ЭВМ
				МЭМЗ	З-А ЭВМ	МЭМЗ	З-А ЭВМ							
1	0	9		0,68		16,8		15		3		-	0,5	
Осадок МЭМЗ и ЭВМ														
2	4	10	9	0,72	0,75	21,6	20,3	13	14	1,04	1,1	68	0,7	0,8
3	9	12	10	0,82	0,85	29,3	26,4	11	12	0,75	0,9	75	0,5	0,6
4	15	13	12	0,96	0,97	17,7	15,6	14	15	0,54	0,6	82	0,3	0,45
Доломит														
5	4	9		0,66		16,7		15		1,10		63	1,5	
6	9	8		0,64		14,8		17		0,60		80	1,9	
7	16	7		0,65		11,2		18		0,50		83	2,1	

- обеспечивается обезвреживание отходящих при обжиге керамических материалов газов за счет снижения выделения оксидов серы на 68-83%, что улучшает санитарно-гигиенические условия труда и повышает срок эксплуатации оборудования и механизмов;

- уменьшается количество растворимых соединений в обожженном материале, что способствует уменьшению высолов на поверхности изделий, улучшению сцепления материала с раствором и снижению коррозии армирующих элементов;

- увеличивается механическая прочность сырца и обожженных изделий, а также улучшаются показатели водопоглощения;

- улучшаются формовочные свойства массы за счет повышения пластичности, что особенно важно при использовании низкопластичного сырья.

Добавление осадка сточных вод производства защитных покрытий в сырьевые смеси для рядового кирпича, плитки керамической фасадной, гравия керамзитового, а также бетона легкого на пористых заполнителях в пределах 5-15 мас %, обеспечивает в соответствии с заключением Белорусского НИИ санитарии и гигиены Минздрава СССР получение экологически безвредной продукции, полностью отвечающей требованиям её безопасной эксплуатации для здоровья человека [3].

Разработанные составы керамических масс могут быть рекомендованы для внедрения в производство на заводах объединений стройматериалов, при этом использование метода пластического прессования должно предусматривать создание узла подсушки осадка сточных вод до 25-30% влажности и дробление плава солей с его просевом в условиях сухого крытого помещения, при производстве изделий шликерным способом позволяет использовать осадок сточных вод без предварительной подсушки с влажностью до 70%.

По результатам научных исследований осадок сточных вод Минского завода узлов ЭВМ рекомендован к использованию в качестве красителя для плитки керамической, фасадной.

Используя наши разработки, Брестский комбинат строительных материалов уже в 1984 г. изготовил промышленную партию плитки керамической фасадной. Экологичность этой партии была подтверждена заключением Брестской областной СЭС [4].

С 2006 г и по настоящее время разработанная нами и использованная научно-производственным ОДО «САФАРИ» технология утилизации осадка на русском и английском языках размещена в сети республиканского центра трансфера технологий при содействии Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, Национальной Академии наук Беларуси, Программы Развития ООН (ПРООН) и Организации Объединённых наций «UNIDO» [5].

Литература

1. Урецкий и др. а.с. 922098 «Керамическая масса для изготовления стеновой керамики». Приоритет с 24 января 1980г.
2. БИСИ, БЭМЗ. Отчёт о научно-исследовательской работе «Разработка элементов безотходной технологии и их исследование по очистке стоков БЭМЗ. УДК 628.543 № Госсрегистрации 80028756. Брест. 1983 г.
3. МГПИ, БГПИ им. А.С. Пушкина. Отчёт о научно-исследовательской работе «Осадок-88» «Исследование осадка сточных вод от производства защитных покрытий с разработкой технологических регламентов и санитарно-химической паспортизации осадка и продукции, полученной с его использованием. Брест.1988 г. УДК 658.567: 666.7. № госрегистрации 01.8.80 014999.
4. Заключение государственной санитарной службы Брестской области №1/764 от 04.08.84 г.
5. РУП «Брестский центр научно-технической информации и инноваций». Рецензия на монографию Урецкого Е.А. «Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий» №50 от 22.02.06. Брест. 2006.

УДК.628.356

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С SBR-РЕАКТОРАМИ

А. Д. Гуринович

Белорусский национальный технический университет. г. Минск, Беларусь

Автором в рамках научно-технического обмена был проведен анализ работы очистных сооружений по одной из перспективных технологий биологической очистки сточных вод с использованием SBR-реакторов городов Хайнувка -24800 жит., Сокулка-20000 жит., Чарна Белостоцка - 9.800 жит. (Польша) и Мессель - 5500 жит. (Германия).

Сооружения биологической очистки сточных вод с SBR-реакторами существенным образом отличаются от классической схемы тем, что все процессы биологической очистки происходят поочередно в одной емкости [1].

Сегодня SBR-реакторы эффективно работают во многих городах, поселках и различных предприятиях в многочисленных странах мира, однако, к сожалению, они не получили у нас в республике внедрения по причине недостаточности информации.

В Польше, в связи с вступлением в Евросоюз, директивы которого уже сглотили экологические нормативы к качеству сбрасываемых в водные объекты сточных вод, практически для каждого



населенного места были разработаны проекты модернизации очистных сооружений, где большой процент составили технологии с SBR-реакторами.

Обусловлено это тем, что эта технология при небольших капитальных вложениях на малых площадях позволяет достичь самых жестких нормативных показателей очистки сточных вод, а автоматизированная система управления позволяет оптимизировать параметры и режимы работы сооружений с минимизацией энергетических и материальных ресурсов.

При реконструкции существующих аэротенков, отстойников, биофильтров и др. по данной технологии можно существенно увеличить производительность и эффективность очистки.

На рис. 1 представлена типичная схема с SBR-реакторами в г. Мессель, построенная в 2000 г.

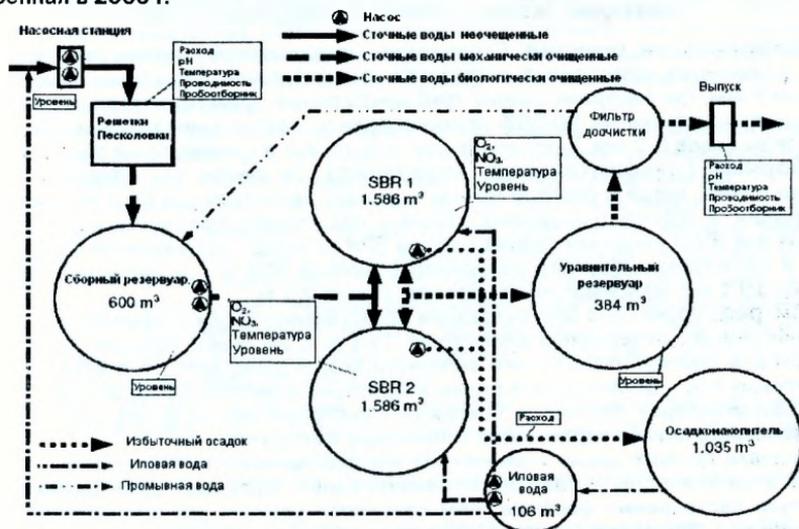


Рис.1. Схема очистных сооружений по технологии с SBR-реакторами в г. Месселе

Очистные сооружения состоят из насосной станции, сборного (накопительного) резервуара, сооружений механической очистки сточных вод, двух SBR-реакторов, уравнивающего резервуара очищенных сточных вод, фильтра доочистки, уравнивающего резервуара очищенных сточных вод, осадкоуловителя, резервуара иловой воды.

Среднесуточная производительность в г. Мессель составляет 1 358 м³/сут.

В таблице приведены данные эффективности работы очистных сооружений с SBR-реакторами.

Таблица

Показатели загрязнений сточных вод

Показатели	БПК5	ХПК	NH4-N	N _{общ}	P _{общ}
До очистки, мг/л.	330	660	8	70	12
После очистки, мг/л	9	45	3	18	4,5

Насосная станция. На насосной станции установлены 2 регулируемых канализационных насоса с частотным регулированием числа оборотов. Максимальная производительность каждого насоса - 290 м³/ч. При параллельной работе они могут обеспечить 490 м³/ч.

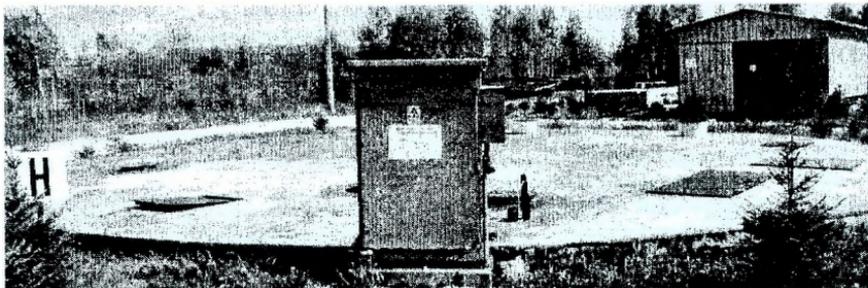


Рис.2 Насосная станция в накопительном резервуаре на очистных сооружениях в Хайнувке. Установлены 3 насоса Grundfos S1 174M

Механическая очистка. Сооружения механической очистки представляют собой модульные компактные устройства, включающие спиральные решетки с зазором 5 мм, где задерживающие грубодисперсные примеси и аэрируемые песколовки, очищающие на 90-98% сточную воду от частиц минеральных примесей диаметром более 0,2 мм. Удаление песка происходит в специальный сборник.

Сборный (накопительный резервуар). Он служит для приема сточных вод в то время, когда в реактор нельзя подавать неочищенную воду во время седиментации и сброса очищенных сточных вод. Неравномерность поступающих сточных вод и переменный режим работы SBR-реактора регулируется работой насосов и размерами сборного резервуар объемом 600 м³, диаметр которого составляет 19,1 м с максимальным уровнем стоков 2,1 м.

SBR-реакторы. Оба SBR-реактора представляют собой стальные (могут быть железобетонные) резервуары диаметром 19,1 м с системой аэрации, мешалкой, насосом для откачки избыточного активного ила, устройством для отвода очищенных сточных вод – декантером и рядом контрольно-измерительных приборов.

В SBR-реакторах постоянно находится некоторый объем активного ила. Продолжительность циклов управляется с помощью автоматики.

В начале первого цикла к активному илу добавляются неочищенные сточные воды. В этой анаэробной фазе без перемешивания происходит денитрификация и частичное растворение фосфора, чем создаются условия для интенсивной седиментации ила. Затем следует фаза перемешивания, которая служит для продолжения и окончания денитрификации.

Во время фазы аэрации происходит удаление углерода, активность бактерий достигает максимума, происходит процесс нитрификации.

Продолжительность этой фазы составляет примерно 50% всего цикла очистки. В режиме реального времени контрольно-измерительные приборы могут через автоматизированную систему управления влиять на время аэрации или дополнительной подачи необходимого объема сточных вод. Следует затем фаза седиментации, в которой происходит разделение очищенных сточных вод от активного ила. С помощью сливного устройства очищенную воду снимают в накопитель, а образовавшийся избыточный ил направляют в накопитель осадка.

Фильтр доочистки. После биологической очистки производится доочистка.

В качестве одного из вариантов мы рекомендуем песчаные фильтры цилиндрической формы.

Осадконакопитель (илоуплотнитель). Он служит для гравитационного уплотнения осадка. Исходное содержание сухого вещества (СВ) составляет от 1-2%, иловая вода поступает в голову сооружений.

Литература

1. Jurgen Wiese. Entwicklung von Strategien für einen integrierten Betrieb von SBR-Kläranlagen und Mischkanalisationen / Technische Universität Dissertation (D386). Kaiserslautern. 2004. 190 S.

ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ БИОГАЗОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА "BIOGAS NORD" (ФРГ). НА ПРИМЕРЕ СГЦ РУСП «ЗАПАДНЫЙ»

М.К. Попвянюк., Е.А. Урвэцкiй

СГЦ РУСП «Западный» д. Мотыкалы Брестской области, УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

В Республике Беларусь построено и эксплуатируется большое количество животноводческих комплексов, основанных на применении прогрессивных поточных технологий производства мяса. Применяемое при этом гидросмывное удаление навоза из животноводческих помещений привело к образованию значительных объемов высококонцентрированных сточных вод, а также жидкого навоза, твердого навоза и навозной жижи. Эти отходы представляют серьезную опасность для окружающей природной среды.

Так, по данным [1], ежегодно животноводческие комплексы республики вносят в окружающую среду 40–45 млн. м³ стоков. Основной формой их утилизации является полив, причём безо всякой предварительной очистки и дезинфекции.

Как известно, свиноводческий комплекс на 100 000 голов вносит со сбрасываемыми стоками такое количество биологических загрязнений, которое эквивалентно городу с 300 000 жителей. Существующая упрощённая схема обработки стоков животноводческого комплекса СГЦ РУСП «Западный» показана на рис. 1.

Анализ действующих в РБ очистных сооружений животноводческих комплексов (в том числе и свинокомплексов) показал, что в республике практически отсутствуют не только эффективные очистные сооружения сточных вод подобных комплексов, но и технологии переработки осадков.

В СГЦ РУСП «Западный» впервые в РБ внедрен биогазовый энергетический комплекс "BIOGAS NORD" (ФРГ) по переработке жидкого, твердого навоза, а также накоплен определённый опыт его эксплуатации.

В основу технологии получения биогаза в этом комплексе положен принцип ферментации.

Он основан на совместной анаэробной обработке (сбраживании) возобновляемых сырьевых ресурсов в качестве органической субстанции из сельского хозяйства и животноводства (жидкий навоз, твердый навоз, навозная жижа) в качестве основного субстрата для получения биогаза в качестве энергоносителя. Биогаз является продуктом обмена веществ метановых бактерий при разложении органической массы в определённых условиях.

Процесс разложения в биогазовом энергетическом комплексе протекает в основном в 4 фазы.

В первой фазе различные высокомолекулярные органические субстанции (белок, углеводы, жир, целлюлоза) с помощью ферментов превращаются в низкомолекулярные соединения, такие как моносахарид, аминокислоты, жирные кислоты и воду. После этого кислотообразующие бактерии осуществляют дальнейшее разложение на органические кислоты, двуокись углерода, сероводород и аммиак. Затем уксуснокислые бактерии производят из этого ацетаты, двуокись углерода и водород. И только в конце осуществляется образование метана, двуокиси углерода и воды в щелочном диапазоне в результате действия метановых бактерий.

При постоянной подаче органической массы эти процессы осуществляется параллельно друг другу и не разделяются ни по пространству, ни по времени. Только при запуске биогазовой установки происходит отдельное разложение. Поэтому при запуске установки может пройти несколько недель, прежде чем будет достигнута 4-ая фаза (образование метана) и загорится возникающий газ.

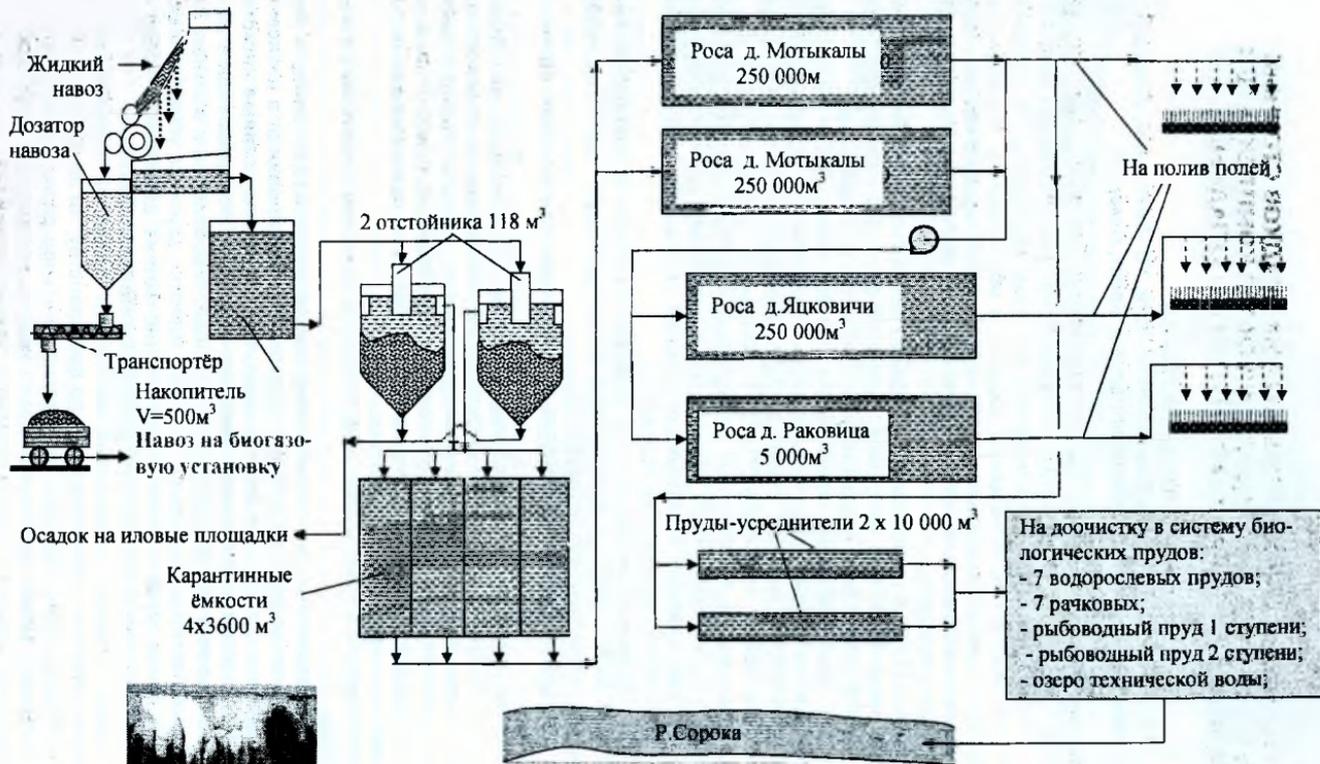


Рис. 1. Существующая упрощённая схема обработки стоков животноводческого комплекса СГЦ РУСП «Западный»

Метановые бактерии в установке работают и размножаются только, если субстраты достаточно суспендированы в воде (не менее 50%). В отличие от аэробных бактерий, дрожжей и грибков они не могут существовать в твердой фазе.

Как известно, эти микроорганизмы строго анаэробны. Если в субстрате еще есть кислород, например, в свежем жидком навозе, то сначала его расходуют аэробные бактерии. Это происходит на первой фазе биогазового процесса. Небольшое количество кислорода, образующееся также в результате целенаправленного нагнетания воздуха с целью десульфурации, не повредит.

Метановые бактерии не могут разлагать жиры, белок, углеводы (крахмал, сахар) и целлюлозу в чистом виде. Более того, им для создания своей клеточной субстанции нужны растворимые азотные соединения, минеральные вещества и микроэлементы. В жидком и твердом навозе эти вещества содержатся в достаточном количестве. Трава (в свежем или консервированном виде), жмых, барда и сыворотка также содержат достаточно общих питательных веществ и в принципе могут сами разлагаться. Но на практике рекомендуется использовать жидкий и твердый навоз в качестве стабильного основного субстрата и добавлять другие из названных веществ, чтобы предотвратить расслоение и обеспечить хорошее накопление кислот и оснований.

Рабочий температурный диапазон метановых бактерий составляет от 0 до 70 °С.

При более высоких температурах они погибают за исключением некоторых штаммов, которые могут жить при температуре до 90 °С. Скорость процесса разложения очень сильно зависит от температуры. Принципиальное правило: чем выше температура, тем быстрее происходит разложение и тем выше производство газа, тем меньше дается сбраживание и тем ниже содержание метана в биогазе. На практике были выявлены три типичных температурных диапазона, в которых соответствующие штаммы бактерий чувствуют себя хорошо:

- психрофильные штаммы при температурах ниже 20 °С;
- мезофильные штаммы при температурах 25-42 °С;
- термофильные штаммы при температурах выше 45 °С.

Для нормальной работы установки в ней поддерживается мезофильный температурный режим, значение pH прим. 7,5.

В жидком и твердом навозе на второй фазе процесса разложения этот диапазон в основном устанавливается сам в результате образования аммония.

Степень нагрузки метантенка, прежде всего, зависит от уровня температуры, содержания органических веществ и продолжительности пребывания. Обычная степень нагрузки метантенка при 35 °С составляет от 2 до 5 кг ОСВ/м³ в день (ОСВ - органическое сухое вещество), т.е. на один м³ объема ферментера ежедневно подается и обрабатывается от 2 до 5 кг ОСВ.

Высокую эффективность разложения метановые бактерии обеспечивают постоянным выделением биогаза из субстрата. В жидких субстратах небольшие пузырьки газа поднимаются даже сами в субстрате. Если субстраты с высоким содержанием сухих веществ (свыше 5%), необходима дополнительная дегазация. Здесь себя хорошо зарекомендовало многократное ежедневное перемешивание.

Относительно долгое время генерации метановых бактерий примерно 10-20 дней ведет к тому, что минимальная продолжительность пребывания субстратов не должна быть меньше этого значения, чтобы предотвратить вымывание метановых бактерий из зоны ферментации.

На практике хорошо зарекомендовала себя продолжительность пребывания не менее 50-60 дней.

Описание рабочих узлов биогазового энергетического комплекса

Биогазовый энергетический комплекс (см. рисунок) подразделяется на следующие рабочие узлы, выполняющие различные функции в технологической линии:

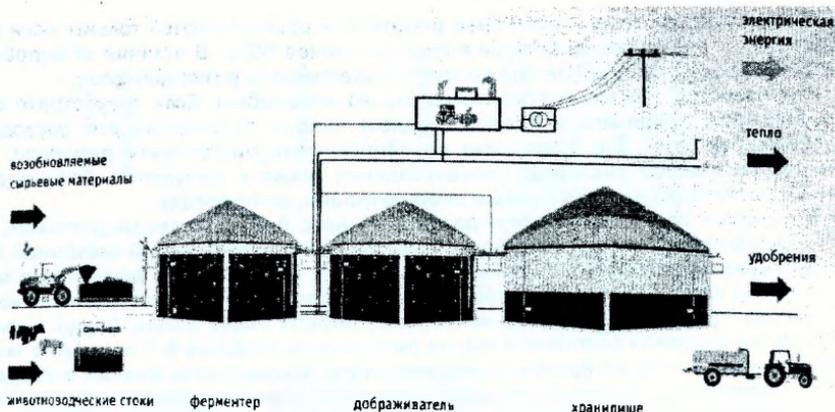


Рис.2. Упрощённая блок-схема биогазового энергетического комплекса, предложенная "BIOGAS NORD" (ФРГ) СГЦ РУСП -Западный-

Рабочий узел 1: Приемка, промежуточное хранение и загрузка сырья

Этот рабочий узел предназначен для промежуточного хранения субстратов с момента их образования в результате внутрипроизводственной деятельности и до загрузки в ферментационную установку.

Рабочий узел 1.1: Первичный резервуар

Первичный резервуар объемом прим. 200 куб. м для промежуточного хранения жидких органических удобрений и силосного инфильтрата. Оттуда жидкие субстраты направляются через насос в ферментационную установку.

Рабочий узел 1.2: Насос для отделенного жидкого навоза свиней P1

Рабочий узел 1.3: Дозатор твердых материалов FS

Внесение твердых материалов предназначено для равномерной загрузки ферментера твердыми субстратами (энергетические растения в виде кукурузного силоса и зерновых).

Суточное количество загружается погрузчиком в приемную воронку. Приемная воронка вмещает объем прим. 14,5 куб. м. Горизонтальный шнековый конвейер подает субстраты из приемной воронки на вертикальный шнековый конвейер и далее – на шнековые конвейеры непосредственно в ферментеры.

Привод осуществляется от непосредственно подсоединенного редукторного двигателя. В месте передачи на ферментере следующий шнек подает субстраты сверху вниз в ферментер, так обеспечивается водо- и газогерметичная передача.

Рабочий узел. 1.4: Ферментационная установка BS

Ферментационная установка состоит из 2 круглых закрытых железобетонных резервуаров с сопровождающим обогревом, через которые субстрат проходит по так называемому принципу «накопление-расход», и в которых органические субстраты ферментируются без доступа воздуха при температуре 38-40°С с образованием биогаза.

Основное брожение происходит в ферментере, дображиватель предназначен, в первую очередь, для дображивания и хранения биогаза. Максимальный уровень составляет примерно 5,5 м. Фундаментная плита выполняется с уклоном 2-4° к центру с донным водоспуском. Просачивание через фундаментную плиту не осуществляется.

Ферментер имеет теплоизоляцию по всему периметру, облицован трапециевидными стальными пластинами для защиты от непогоды, а также оснащен крышей газохранилища и соединен через трубный сифон с дображивателем/храни-

лицем в качестве свободного перелива. Как только в ферментер BS 1 поступает свежий субстрат, то же количество субстрата само переходит в дображиватель/хранилище.

Образование слоев нижних и взвешенных слоев предотвращается мешалками с погружными двигателями. Визуальный контроль содержания резервуара осуществляется с помощью 2 проемов в стене на верхнем крае ферментера («иллюминаторы»), к которым можно подойти по стационарной рабочей площадке. Между ферментером и дображивателем сооружается рабочая площадка. Для обнаружения течи ферментер окружен кольцевым дренажем с контрольным колодцем.

Рабочий узел 2: Хранилище биогаза GS 1, GS 2

Для промежуточного хранения биогаза на ферментере и дображивателе сооружается по газохранилищу, каждое из которых состоит из пленки ПВХ, которая крепится с помощью зажимной планки из нержавеющей стали по всему периметру, прикручиваемой к верхнему краю соответствующего резервуара. С помощью устройства подкачки внутри пленочной крыши создается избыточное давление прим. 3 мбар, так что получается ветро- и снегостойчивая воздухоопорная крыша с уклоном 30°. Под пленкой ПВХ находится полиэтиленовая пленка, также вырезанная в виде конуса, в качестве газовой мембраны.

Под полиэтиленовой пленкой в каждом резервуаре установлена сетка и центральная железобетонная стойка высотой 6,5 м. Деревянные балки, идущие от стены до центральной стойки, фиксируют стойку и надежно удерживают сетку над бродительным субстратом. Полиэтиленовая пленка, поддерживаемая биогазом, может свободно двигаться между наружной пленкой и опорной сеткой. При диаметре резервуара 2x18 м (ферментер) в каждом из них может храниться примерно 405 м³. В сумме на промежуточном хранении находится 810 м³. Газохранилища соединены между собой, так что биогаз может равномерно распределяться в газохранилищах.

Предохранительное устройство пониженного/повышенного давления, установленное на каждом резервуаре и рассчитанное с большим запасом, обеспечивает, чтобы не превышалось избыточное давление биогаза 3 мбар и пониженное давление биогаза 1 мбар. Газопровод от резервуаров к контейнеру блочной ТЭЦ устанавливается с тем же перепадом.

При прохождении неочищенный газ за счет охлаждения конденсируется на газовом участке и за счет этого осушается. Конденсат собирается в сборном колодце и далее возвращается в ферментер в качестве технологической воды. Кроме того, неочищенный газ направляется через газовый фильтр на отделение частиц пыли и грязи. Количество газа измеряется волюметрически с помощью объемного газомера. Прежде чем газ попадет в двигатель внутреннего сгорания, он проходит через защиту от обратного удара пламени, два релейных запорных клапана и дроссельную заслонку, регулирующую в зависимости от производительности.

Рабочий узел 3: Установка использования биогаза

Биогаз за счет объединения выработки и электрической энергии в блочной ТЭЦ преобразуется в электрическую (ток) и тепловую энергию.

Сооружаются и эксплуатируются два агрегата блочной ТЭЦ в виде газового двигателя внутреннего сгорания с электрической мощностью генераторов 180 киловатт или 340 киловатт. Они устанавливаются в контейнерах.

Отдача мощности блочной ТЭЦ регулируется плавно от 50 до 100%. Все функции контроля и управления выполняются централизованно гибко программируемой АСУ. Постоянно контролируется: частота, асимметрия, выпадение фазы, напряжение, число оборотов выше и ниже номинального, контроль обратной мощности, температура охлаждающей воды, генератора, а также двигателя с автоматическим подключением аварийного охладителя, а также давление масла и уровень масла.

Отвод газа осуществляется через стену контейнера блочной ТЭЦ по газоотводящей трубе вертикально наружу. Передача тока осуществляется в сеть местного энергоснабжающего предприятия. Полученное тепло в настоящее время исполь-

зается для подогрева субстрата, а оставшаяся часть направляется на существующее производство для технологических целей (хозбытовые нужды, убойный и колбасные цеха и т.д.).

Рабочий узел 4: Установка использования газа

Через установку использования газа могут проходить следующие количества биогаза для их энергетического использования:

Таблица 5.1

Объем расхода газа блочной ТЭЦ

Установка использования газа	Подведённая мощность, [кВт]	Элект. /тепл. мощность, [кВт]	Расход биогаза блочной ТЭЦ (биогаз с долей CH ₄ 60%)	
			[Нм ³ /ч]	[Нм ³ /день]
Блочная ТЭЦ 180 кВт	486	180/219	81	1.944
Блочная ТЭЦ 340 кВт	944	340/430	157	3.768

Вывод: Установка использования газа в нормальном режиме эксплуатации может потреблять для энергетического использования прим. до 5 712 м³/день биогаза. Из ферментации собственных органических удобрений и энергетических растений ожидается прим. 4 700 куб. м. биогаза в сутки.

Литература

1. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф., Фридлянд М.Е. «Экологические проблемы республики Беларусь и пути их решения». – Мн. 1999. – 47 с.

УДК 662.7, 628.356

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ГОРЕНИЯ

П.Ф. Янчилин, В.С. Сөөврянин, Е.А. Урецкий

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

На любых очистных сооружениях в процессе очистки сточных вод образуется осадок. Далее он подвергается механическому обезвоживанию (процесс естественной сушки осадка на иловых площадках заменен фильтрацией под вакуумом (центрифугированием) на специальных сооружениях). Это позволяет полностью механизировать и автоматизировать процесс обезвоживания осадка, высвободить значительные площади земли, требующиеся для иловых площадок, улучшить санитарное состояние территорий, расположенных рядом с очистными станциями. Полученный в результате механического обезвоживания осадок содержит 60-80% воды. При значительных количествах осадка на очистных сооружениях возникают проблемы по его хранению, утилизации и транспортированию. Согласно п. 6.407 [1] необходимость термической сушки осадка должна определяться условиями дальнейшей его утилизации и транспортирования.

Термическая обработка осадка производится в тех случаях, когда требуется его обеззараживание и дальнейшее снижение влажности, а значит и уменьшение его количества (в несколько раз уменьшается его объём, что очень важно для удобства транспортировки и хранения). Производится она в различных сушильных установках: барабанных сушилках, сушилках с кипящим слоем, сушилках со встречными струями, а также в вакуум-сушилках.

Известные методы термической обработки осадка очень энергозатратны. Нами предлагается разработанная в НИЛ «Пульсар» установка для термического обезвреживания отходов [2], представленная на рисунке 1. Преимущества этой установки:

1. Использование факельного пульсирующего горения жидкого (соляр) или любого газообразного топлива.

2. Применение для более эффективной сушки (обезвреживания) осадка роторного механизма ворошения.

3. Для повышения общего КПД установки необходимо охлаждать уходящие горячие газы (продукты сгорания). Применяется трубчатый теплообменник – водонагреватель.

Эта установка позволяет достичь наилучшего результата по эффективности – применяется комбинированное акустическое и механическое воздействие на обрабатываемый материал.

При использовании камеры пульсирующего горения КПГ в топке достигается температура от 700 до 1200 °С, при этом мощность установки варьируется от 70 до 90 кВт путём изменения расхода топлива.

Ранее в исследованной нами схеме очистки сточных вод животноводческого комплекса СГЦ РУСП «Западный» была предложена ресурсосберегающая технология обработки сточных вод. Она включает в себя реагентный способ удаления аммонийного азота с образованием осадка – слабоастворимого ортофосфата магния-аммония $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$, который является ценным удобрением.

Для обеззараживания и уменьшения объёма осадка в несколько раз (что очень важно для удобства транспортировки и хранения) необходима термическая сушка. Мы предлагаем использовать в этой схеме установку для термического обезвреживания отходов, представленную на рисунке 1.

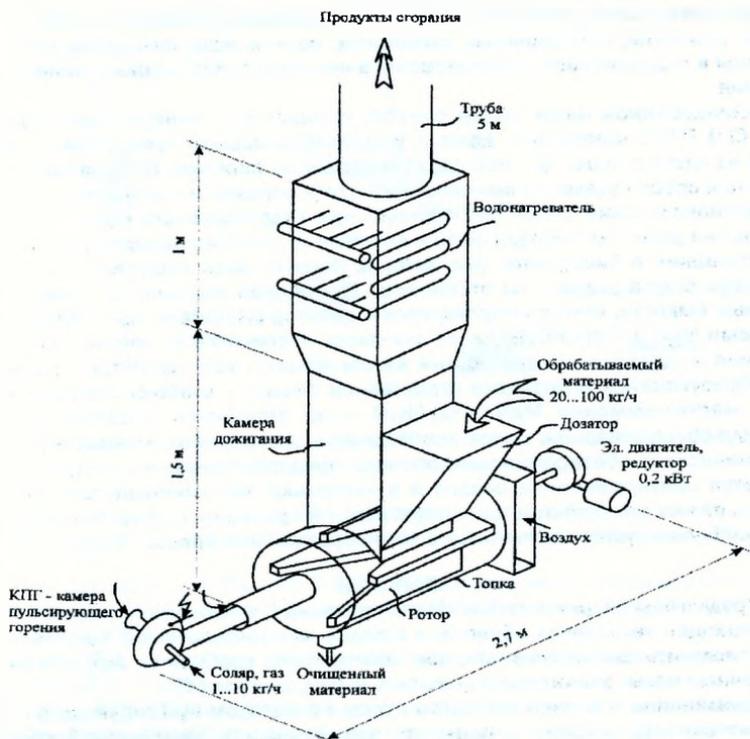


Рис.1. Установка для термического обезвреживания отходов НИЛ «Пульсар» БрГТУ

Работает установка следующим образом. В корпус на лопасти, которые вращаются при помощи электродвигателя, подается из дозатора обрабатываемый материал, включается камера пульсирующего горения (включается электросвеча, подается топливо форсункой или горелкой). Благодаря этому в корпус между лопастями внедряется пульсирующий факел, это интенсифицирует процесс сушки и обезвреживания осадка. Постоянное круговое ворошение лопастями массы обрабатываемого осадка не даёт ему возможности спекаться в крупные образования, тем самым достигается сушка и обезвреживание всей массы осадка, загруженного в устройство.

Выделяющееся тепло утилизируется теплообменником (происходит нагрев воды), газообразные продукты сгорания удаляются через трубу, а обезвреженный твердый осадок, в виде готового удобрения, – через золошлаковый отвод.

Лучшим решением было бы использовать в качестве топлива для камеры пульсирующего горения биогаз, получаемый по этой же схеме в ходе сбраживания навозной смеси. Технологическая схема ресурсосберегающей технологии обработки отходов животноводческих комплексов показана на рисунке 2.

Исследования реagentного метода удаления аммонийного азота проводились на стоках свиноводческого комплекса [3]. По их итогам можно сделать следующие выводы:

1. Эффективное удаление аммонийного азота (более 80%) с помощью предварительной реagentной очистки.

2. Обработанные стоки хорошо осветляются. При этом в осадок выпадает магний-аммоний ортофосфат $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$.

3. Для извлечения аммония требуется значительное количество реagentов, однако эти реagentы, обогащённые аммонием, практически полностью могут быть извлечены и в дальнейшем использованы в качестве более ценного минерального удобрения.

В исследованной нами схеме очистки сточных вод животноводческого комплекса СГЦ РУСП «Западный» даже с участием немецкой технологии получения биогаза из части стоков, имеется ряд существенных проблем. Предлагаемый нами реagentный способ удаления аммонийного азота показан на рисунке 2.

Животноводческие стоки (полученные при гидросмывном удалении навоза) поступают на росы, где твёрдая фаза и крупные включения отделяются и подаются на сбраживание в биореактор (метантенк). Жидкая фаза поступает в резервуар-накопитель, откуда далее – на отстойники. Отстоянная жидкость собирается в карантинные ёмкости, откуда направляется в реактор-смеситель, где смешивается с реagentами MgO и $Ca(H_2PO_4)_2$. Далее эта смесь поступает в отстойник. Очищенная отстоянная жидкость без содержания аммонийного азота подаётся на полив земель. Образующийся в процессе отстаивания осадок – слабо-растворимый ортофосфат магния-аммония $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ – из отстойника подаётся на пресс-фильтр для обезвоживания. Далее необходимо его подсушить, используя установку для термического обезвреживания отходов, представленную на рисунке 1. Этим достигается обезвреживание осадка и в несколько раз уменьшается его объём, что очень важно для удобства транспортировки и хранения. В качестве топлива для установки используется полученный в ходе сбраживания навозной смеси биогаз.

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемый реagentный способ удаления аммонийного азота в ресурсосберегающей технологии обработки отходов животноводческих комплексов позволяет: получить высокоэффективное комплексное удобрение; эффективно очистить сточные воды; значительно повысить выход биогаза [4].

2. Применение в данной технологии сушки с методом пульсирующего горения позволяет снизить затраты и повысить эффективность термической обработки комплексного удобрения (осадка).

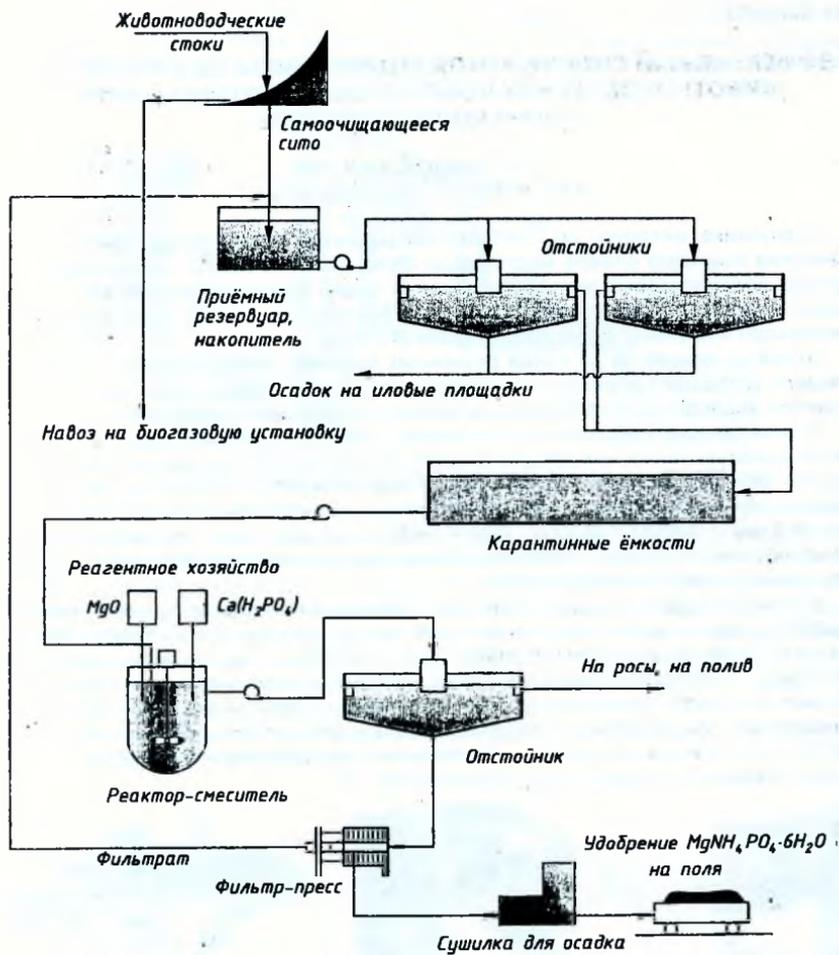


Рис.2. Технологическая схема ресурсосберегающей технологии обработки отходов животноводческих комплексов

Литература

1. СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» – М.: Стройиздат, 1986.– 72 с.
2. Патент ВУ 2030 U, МПК F 23 G 5/00. Устройство для термического обезвреживания отходов / Северянин В.С., Черников И.А., Горбачева М.Г.– № 20040571 заявлено 06.12.2004.
3. Урецкий Е.А. «К вопросу очистки сточных вод животноводческого комплекса»//Вестник БГУ. – 2006.
4. Янчилин П.Ф. «Интенсификация процесса сжигания биогазовой смеси в ресурсосберегающей технологии обработки отходов животноводческих комплексов». Научно-исследовательская работа. Брест 2008.

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА НА БЕЛОРУССКИХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ И КРУПНЫХ ФЕРМАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА

*З.Д. Гильман, А.Н. Дулевич,
ЗАО «Консул», г. Брест, Беларусь*

Республика Беларусь по показателям развития высокопродуктивного животноводства занимает первое место среди стран СНГ и из года в год приближается к уровню, достигнутому в передовых странах мира. Этому в большой мере способствует модернизация существующих и строительство новых животноводческих комплексов и крупных ферм промышленного типа.

Одной из далеко не до конца решенных проблем, сдерживающих темпы дальнейшего успешного перевода животноводства на промышленную основу, были и остаются недостаточно эффективные методы утилизации навозных стоков.

Самым далеко идущим и заманчивым направлением этой работы представляется использование навоза для выработки биогаза. Но для внедрения в производство рекомендуемых в настоящее время биогазовых способов переработки навоза необходимы очень большие капитальные вложения (в среднем 3-5 миллионов Евро в расчете на один животноводческий комплекс). Такие расходы особенно обременительны в связи с глобальным финансовым кризисом и вряд ли окупятся в ближайшей перспективе.

В этой ситуации экономически более эффективным представляется метод переработки навозных стоков разделением их на фракции. Такая переработка навоза в 50 и более раз дешевле биогазовой. Для этого, как правило, используются механизмы и оборудование, способные разделять стоки на фракции - центрифуги, дуговые сита, виброгрохоты и др. Обобщив международный опыт их практического применения, мы пришли к заключению, что наиболее качественное разделение навоза на фракции достигается прессовыми шнековыми сепараторами в комплексе с мешалкой (миксером) и насосом (рис. 1).

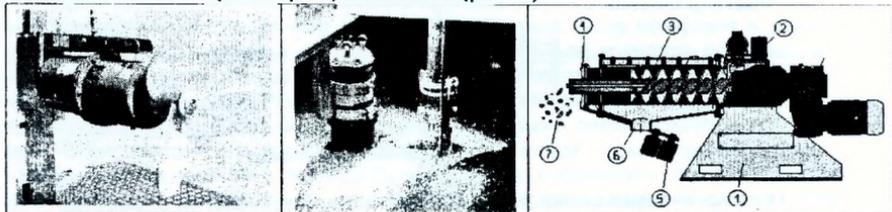


Рис. 1. Набор механизмов и оборудования для сепарации

Навозные стоки поступают в сепаратор через входное отверстие(2). Вращающийся шнек(3) перемещает жидкий навоз в сторону створок(4). При этом стоки предварительно обезвоживаются под действием гравитации. Далее жидкость выжимается из твердого вещества давлением, создаваемым пробкой из твердой фракции навоза, удерживаемой створками. Выход и влажность твердого вещества регулируется противовесами(5). Жидкая фракция проходит через сито (8) и сливается через отверстие(6), а твердая фракция(7) высыпается наружу.

В зависимости от потребности используются сита с размером ячейки от 0,25 до 1,0 мм.

Изучив поступающие на мировой рынок механизмы и оборудование для сепарации навозных стоков, опыт их практического применения в Беларуси и мно-

гих зарубежных странах с высокоразвитым свиноводством, мы рекомендуем, как самую конкурентоспособную, систему разделения навоза на фракции, предлагаемую австрийской компанией «BAUER» и ее дочерним предприятием «FAN separator» (рис. 2).

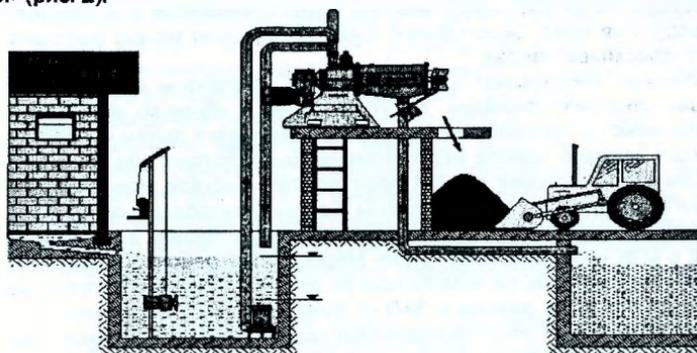


Рис. 2. Последовательность процесса переработки навозных стоков

Как видим, навозная жижа сначала поступает в приемный резервуар, в котором вмонтированы мешалка и насос. После того как мешалка размешает накопившиеся стоки до субстанции с одинаковой плотностью, они перекачиваются погружным насосом в сепаратор, где разделяется на жидкую и твердую фракции. На крыльчатке насоса Magnum S имеются режущие кромки, которые измельчают крупные включения (солому, инородные тела и др.). Затем сыпучая твердая фракция перемещается в приемный бункер или непосредственно в прицеп транспортирующих средств, а отсепарированная жидкая фракция самотеком сливается в резервуар осветленных стоков.

Переработанный навоз используется для удобрения сельскохозяйственных угодий по следующей схеме (рис. 3)

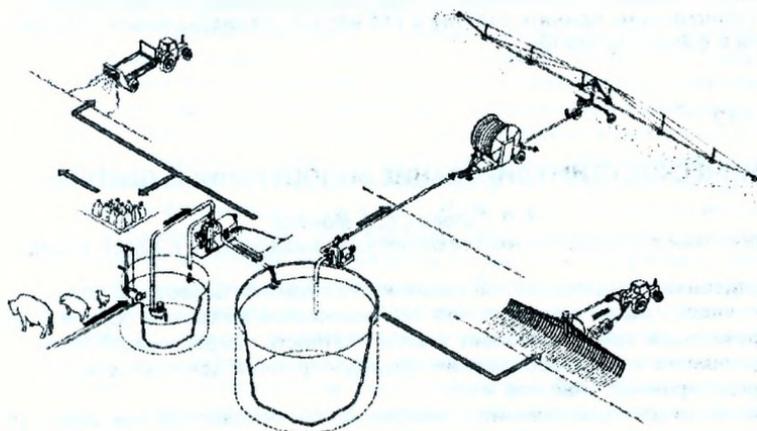


Рис.3. Схема удобрения сельскохозяйственных угодий

Твердая фракция компостируется и вносится в почву, а жидкая разливается на поля дождевальными и другими установками. Та и другая фракция навоза исполь-

зуется нормировано с учетом количества питательных веществ, содержащихся в ней и удобряемой почве. Предлагаемая технология переработки навоза многократно снижает загрязнение им окружающей среды. Отсепарированная сыпучая фракция содержит в себе основную часть питательных веществ, поэтому уменьшаются расходы на их доставку к местам компостирования и использования навоза для удобрения почв. Осветленную жидкую фракцию можно повторно использовать для гидросмыва навоза.

Используемые механизмы и оборудование компактны и занимают небольшую производственную площадь, могут работать в «ручном» и автоматическом режиме. Комплекс по переработке навоза обслуживается одним оператором.

Сепарация жидкого навоза перспективна еще и потому, что может пригодиться при начальной подготовке его для производства биогаза, если остальные необходимые для этого расходы будут снижены и станут рентабельными.

Предлагаемая технология переработки навоза успешно внедрена на свиномкомплексах в СПК «Агрокомбинат «Снов» Несвижского района и «Совхоз комбинат «Сож» Гомельского района, на комплексах по откорму крупного рогатого скота СПК «Федорский» Столинского района и ЗАО «1 Мая» Несвижского района. Она включена в проекты ряда новых животноводческих комплексов, строящихся в настоящее время в ряде других передовых сельскохозяйственных предприятий РБ.

На научно – технической конференции «Проблемы очистки производственных сточных вод промышленных предприятий и пути их решения», проведенной 5-6 февраля 2009г. в Белорусской инженерной технологической академии, нам стало известно, что в этом учреждении проведены исследования, в результате которых доказана возможность извлечения из сточных вод животноводческих комплексов аммонийного азота (более 80%) и некоторых других растворимых питательных веществ с последующим вводом их в комплексное высокоценное удобрение магний – аммоний – ортофосфат (докладчик член-корреспондент Белорусской инженерной технологической академии Урецкий Е.А.). Это очень актуальное и перспективное направление утилизации навозных стоков жидкого навоза, поддержать и довести до практически осуществимого способа технологического внедрения в производство. Нет сомнения в том, что оно заинтересует ученых и специалистов сельского хозяйства, Минсельхозпрод и природоохранные организации, если они будут приглашены принять участие в его научно-исследовательской доработке, внедрении и финансировании.

УДК 628.543

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.П. Головач, С.В. Монтик

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

В «Концепции государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды» отмечено, что экономический механизм обеспечения охраны окружающей среды включает в себя платность природопользования, льготное кредитование и налогообложение природоохранной деятельности, строительства природоохранных объектов и т.п.

В отличие от централизованной экономики, где основополагающими в управлении природопользованием были административные методы, в экономике переходного периода приоритетными становятся экономические регуляторы. В бывшем СССР природопользование было бесплатным, но на самом деле элементы

латности имели место. Так, с 1982 г. была введена плата за воду для промышленных предприятий, правда, по своим размерам символическая. В сельском же хозяйстве, потреблявшем половину всей используемой в экономике СССР воды, платность водопользования отсутствовала. С целью совершенствования хозяйственного механизма природопользования в 1990 г. началось проведение эксперимента, в ходе которого впервые была установлена плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы загрязнителей в водные объекты и размещение отходов в 49 регионах страны, в том числе и в Беларуси.

В результате введения этих платежей и реализации, связанных с ними природоохранных мероприятий имело место снижение общих выбросов и сбросов загрязняющих веществ. Однако ход эксперимента показал недостаточную оснащенность предприятий, организаций и комитетов по охране природы контрольно-измерительной аппаратурой и средствами наблюдения за состоянием окружающей среды, а также несовершенство действующих форм статистического учета и отчетности. В стране не было целостного экономического механизма природопользования.

На этапе перехода к рыночной модели хозяйствования главным элементом экономического механизма природопользования становится ценовое регулирование. По мере стабилизации экономики необходимо также постепенное освоение рыночных механизмов эколого-экономического регулирования путем создания рынка разрешений на загрязнение окружающей среды, что будет способствовать привлечению средств производителей на решение природоохранных задач, созданию рыночной инфраструктуры экологической сферы. Практическое внедрение этих рычагов сегодня в республике затруднено из-за необходимости создания организационных структур по заключению сделок, введению экологического аудита.

Если сравнить диапазон применения экономических методов регулирования природопользования в странах с рыночной и государствах с переходной экономикой, то нельзя сказать о каком-то существенном нашем отставании, за исключением использования "чисто рыночных" рычагов, привязанных к высокоразвитой рыночной структуре всей экономики. А такие инструменты, как экологические платежи, у нас нашли широкое распространение.

В период становления рыночной экономики экономические рычаги управления тесно связаны с административными, поскольку внедрение экологических платежей возможно лишь при жестко регламентируемой системе государственных стандартов. В республике обновляются многие нормативно-методические документы в области регулирования охраны и использования водных ресурсов, лежащие в основе установления экологических платежей, определения показателей эколого-экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, объемов природоохранного финансирования и т.д. В 2008 г. постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь утверждены «Инструкция о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты», «Постановление о некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов», «Положение о порядке исчисления размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде, и составления акта об установлении факта причинения вреда окружающей среде», Постановлением Совета министров Республики Беларусь утверждена новая редакция закона Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» и т.д. Совершенствование нормативно-правовой базы водопользования направлено на экономическое стимулирование природоохранной деятельности предприятий.

Центральным звеном экономического механизма рационального водопользования на современном этапе является система платности, объединяющая платежи

за добычу водных ресурсов, сбросы загрязняющих веществ, а также штрафы и компенсационные выплаты по возмещению ущерба.

Принципиально новая система платности природопользования, ориентированная на формирование рыночных отношений в экономике, стала складываться в нашей республике с начала 90-х годов. Постановлением Совета Министров БССР с 1 июля 1990 г. впервые были введены платежи за выбросы загрязняющих веществ в воздушный бассейн и их сбросы со сточными водами в водные источники, а 23 декабря 1991 г. платность природопользования в Беларуси была закреплена законодательно принятием Закона "О налоге за пользование природными ресурсами (экологический налог)". С этого времени все природопользователи, независимо от ведомственной подчиненности и форм собственности, стали облагаться экологическим налогом. Ставки налога и лимиты допустимых нагрузок на окружающую среду определяются в соответствии с утвержденными нормативами. Так, были установлены ставки налога за фактический объем добычи воды из поверхностных и подземных источников, минеральных вод, а также ставки налога на сбросы загрязняющих веществ в водные источники.

Внесенные суммы налога за природопользование в пределах установленных лимитов относятся на издержки производства, то есть включаются в себестоимость продукции, а сверх установленных лимитов – уплачиваются из прибыли, остающейся в распоряжении природопользователей.

С учетом инфляционных процессов ставки экологического налога неоднократно пересматривались. С 1995 г. были ужесточены ставки налога за сверхлимитное природопользование: за превышение установленных объемов добычи природных ресурсов налог взимается в 10-кратном размере, а за сбросы загрязняющих веществ сверх установленных лимитов – в 15-кратном. Поскольку в этом случае налог изымается из прибыли предприятий, такое ужесточение должно послужить стимулом к соблюдению природоохранных норм, снижению природоемкости производства.

Однако включение суммы налога в себестоимость и цену продукции означает перекалывание платы за загрязнение окружающей среды с загрязнителя на плечи потребителя его продукции. Таким образом нарушается основной принцип платного природопользования – "загрязнитель платит", который реализуется в республике только в случае сверхнормативного загрязнения окружающей среды, когда экологический налог изымается из прибыли предприятия.

Однако в данном случае законодатели реалистично подошли к экономическим возможностям природопользователей, для которых дополнительный налог, не компенсированный в ценах продукции, явился бы бременем, делающим их убыточными. Угроза же выплат из прибыли удерживает природопользователей от превышения допустимых норм загрязнения окружающей среды и ресурсопотребления.

Функционирование в Беларуси системы платности природопользования принесло определенные положительные результаты. Экологические платежи составляют основной источник формирования бюджетных природоохранных фондов всех уровней. За счет этих средств осуществлялись мероприятия по строительству, капитальному ремонту и реконструкции природоохранных объектов, восстановление режима некоторых рек, различные проектно-исследовательские и научно-исследовательские работы в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

Однако в целом значение налогов за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды в условиях экономического кризиса переоценить нельзя. Недостаток действующей системы платности природопользования – ее слабое стимулирующее воздействие на природопользователей в силу невысоких ставок экологического налога (таб. 1). По данным Минприроды Республики Беларусь, экологический налог в среднем по республике составляет 1-1,5% себестоимости

продукции предприятий, к тому же компенсируется в ценах. Основной принцип платного природопользования – "загрязнитель платит" – может реализоваться здесь лишь в случае сверхнормативного загрязнения окружающей среды, когда экологический налог выплачивается из прибыли. Однако этому препятствует сложившаяся практика установления лимитов негативных воздействий на окружающую среду, которые превышены относительно реально существующих объемов загрязнений. Более того, несмотря на то, что объемы сбросов в поверхностные водоемы составляли в последние годы 80-90%, а выбросы в атмосферный воздух 54-70% от установленных лимитов, пересмотр их на предстоящий год обычно происходил в сторону увеличения допустимых объемов загрязнений.

Таблица 1. Трансформация ставок налога за сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду в пределах установленных лимитов

Дата, с которой действует ставки налога	Ставки налога за сброс сточных вод в водоемы по категориям качества, руб./м ³			
	Неочищенные	Недостаточно очищенные	Нормативно очищенные	Нормативно чистые
с 01.01.2002 г.	936	96-936	44	44
с 01.09.2002 г.	1123	115-1123	53	53
с 27.02.2003 г.	2246	230-2246	106	106
с 01.03.2004 г.	125	271-2650	2650	2650
с 01.06.2004 г.	150	325-3180	3180	3180
с 01.01.2005 г.	165	357-3500	3500	3500
с 08.02.2006 г.	165	357-3500	3500	3500
с 07.05.2007 г.	165	357-3500	3500	3500
с 02.09.2008 г.	196	425-4170	4170	4170

Следует отметить, что относительно невысокие ставки экологического налога сегодня и включение его в себестоимость продукции – это компромисс, оправданный в период сложного социально-экономического положения в стране, ведь удорожание производства за счет природоохранных издержек будет способствовать росту инфляции. Как показывает опыт мирового экономического развития, платность природопользования реально стимулирует природоохранную деятельность в условиях эволюционного развития экономики, стабильного ее состояния. Только в этом случае повышение платежей вынуждает производителей либо платить за весь ущерб, нанесенный природе, либо устанавливать более совершенное очистное оборудование, либо внедрять новые экологичные технологические процессы. Наиболее же экологоемкие производства разоряются и прекращают свое существование, уступая место новым производствам, оснащенным прогрессивными ресурсосберегающими технологиями. Так, существование платежей за забор свежей и сброс сточных вод в производственном секторе делает экономически невыгодными прямочные схемы водопользования. В результате, в оборотных промышленных системах нашей страны ежегодно используется более 6 км³ воды, а забор свежей воды для промышленных нужд не превышает 0,5 км³.

В условиях перехода к рыночным отношениям введение платности природопользования рассматривается как одна из форм возмещения экологических издержек общества. Однако принятые в республике платежи за загрязнение окружающей среды, конечно, не позволяют возполнить ущерб от этого загрязнения, поскольку при определении ставок платежей разработчики ориентируются скорее на финансовые возможности производителей, чем на реальную компенсацию ущерба. Но ведь и в индустриально развитых странах, располагающих куда большими средствами для оздоровления окружающей среды, затраты на природо-

охранную деятельность не покрывают всех сумм ущерба. Так, согласно перспективной программе природопользования, разработанной в ФРГ, ежегодные издержки на охрану природы и ее восстановление в 2 раза меньше оценки годового ущерба, в США такие издержки в 4-5 раз ниже суммы причиняемого ущерба, а в России - в 12-14 раз.

Экономическое стимулирование водоохранной деятельности в Беларуси осуществляется в рамках формирования системы платности природопользования и зависит во многом от внешних условий: денежной стабилизации, развития рыночных отношений и совершенствования процессов ценообразования.

Литература

1. Национальный отчет о прогрессе в области устойчивого развития Республики Беларусь. - Мн.: Нац. комиссия по устойчивому развитию Республики Беларусь, 2002.
2. Законодательство РБ.

УДК 628.543

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОИЗВОДСТВА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ, ДОЖДЕВЫХ, БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ И НЕФТЕШЛАМОВ

Ю.Н. Крайнюков

HOFFLAND ENVIRONMENTAL, Inc. Торговый офис компании AETE INTERNATIONAL, Inc., США

Американская компания Hoffland Environmental, Inc. и ее торговый офис компания AETE International, Inc., (США) имеет длительный, более 30 лет, опыт разработки технологий и производства оборудования для очистки промышленных, дождевых, бытовых сточных вод и обработки осадков и нефтешламов. Технологии и оборудование компании находят широкое применение в системах водоподготовки и очистки сточных вод химической, машиностроительной, текстильной, пищевой, медицинской, нефтегазовой промышленности и гальванических производств.

Штаб-квартира компании находится в г. Конроэ, штат Техас, США и имеет представительства и заводы во всех регионах США, Мексики, Канады, Израиля, Италии, Германии, Китая, России, Беларуси, Украины, Литвы, Аргентины, Чили.

Компанией изготовлено, поставлено и успешно эксплуатируется более 450 систем водоподготовки и очистки сточных вод на промышленных и коммунальных предприятиях США, стран СНГ и других стран мира.

Среди заказчиков есть такие компании, как HACA, Conoco, Chevron, Texaco, Motorola, Ford, Shel, Loheed и др.

Отличительной особенностью наших установок является их компактность, высокая коррозионная стойкость оборудования, емкостей, насосов, трубопроводной арматуры, изготовленных из полимерных материалов, низкая энергоемкость, простота управления и обслуживания. В своих проектах компания использует современные передовые технологии. Основное технологическое оборудование разрабатывается и изготавливается по чертежам разработанным компанией. Внедрение технологий компании позволяет значительно сократить производственные площади для размещения очистных сооружений, снизить в 2-3 раза потребление электроэнергии по сравнению с действующими сооружениями.

Технологические установки оснащены современными приборами КИП и А, рН и ОРР-метрами, насосами дозаторами реагентов, элементами управления, позволяющими полностью автоматизировать процесс очистки сточных вод.

Компания выполняет весь комплекс инженерных услуг по поставке водоочистительных систем и установок "под ключ".

Компания поставляет:

- автоматизированные установки напорной флотации для очистки сточных вод от взвешенных веществ, жиров, нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, красителей производительностью до 1000 м³/ч;

- блочные автоматизированные осветлители для очистки природной воды и производственных сточных вод физико-химическими методами с использованием высокоэффективных коагулянтов и флокулянтов производительностью до 250 м³/ч;

- компактные модульные установки для нейтрализации и очистки сточных вод гальванических производств производительностью до 200 м³/ч;

- установки по обезжелезиванию воды подземных источников производительностью до 100м³/ч;

- установки обратного осмоса для получения обессоленной и дистиллированной воды производительностью до 100 м³/ч;

- установки по обеззараживанию воды и очищенных сточных вод с помощью ультрафиолетового облучения, гипохлорита натрия, озона;

- модульные установки для очистки сточных вод от мойки автомобилей и дождевых сточных вод с территории автозаправочных станций;

- компактные установки заводского изготовления для очистки бытовых и промышленных сточных вод предприятий биологическими методами, а также с использованием высокоэффективных биобарабанов;

- установки по обработке и обезвоживанию осадков и шламов бытовых и производственных сточных вод, мобильные и стационарные установки для переработки и восстановления нефтешлама, производительностью от 5 до 30 м³/ч, для очистки нефтехранилищ, резервуаров, прудов с получением восстановленной нефти.

Кроме того, компания поставляет водоочистительное оборудование, приемлемое в системах водоподготовки и водоочистки:

- стационарные и роторные микросита производительностью до 100 м³/ч;

- осветлительные безнапорные песчаные фильтры с непрерывной системой промывки производительностью до 300 м³/ч;

- автоматизированные напорные водоумягчительные, осветлительные и угольные фильтры для глубокой доочистки воды и сточных вод;

- установки для получения раствора гипохлорита натрия, используемого в системах обеззараживания воды и сточных вод;

- водомасляные сепараторы для предварительной очистки сточных вод от нефтепродуктов до 10 мг/л производительностью до 1000 м³/ч;

- нефтесборщики различных типов;

- фильтр-пресса для обезвоживания осадков и шламов емкостью до 4,7 м³, площадью фильтрования до 392 м²;

- двух- и трехфазные центрифуги для обезвоживания шламов и осадков сточных вод;

- насосы для всех типов для перекачки воды и сточных вод;

- химические насосы всех типов для перекачки агрессивных сред;

- воздушно-диафрагменные насосы для перекачки агрессивных сред, шламов и осадков сточных вод производительностью до 80 м³/час;

- винтовые и поршневые воздушные компрессоры, воздуходувки;

- компрессоры для компримирования газа и газового конденсата;

- насосы-дозаторы для химических реагентов (кислот, щелочей, растворителей и др.) производительностью 80 л/час;

- трубы, арматура из PVC и CPVC для систем водопровода и канализации диаметром от 1/2 до 8 дюймов для воды и агрессивных сред;

- контрольно-измерительные приборы, индукционные измерители потока, рН-метры, ОРР-метры, измерители проводимости, датчики уровней, соленоидные ирегулирующие задвижки и др.

Компания имеет квалифицированный инженерный персонал, позволяющий производить поставку, монтаж, пуско-наладочные работы и сдачу «под ключ» технологических линий с гарантийным сроком обслуживания.

На территории СНГ компания начала работу с марта 1994 г., зарегистрировав на территории Республики Беларусь (г. Минск) Иностранное предприятие "Американские Экологические Технологии и Оборудование" (ИП "АЕТЕ").

За период с 1994 г. компанией совместно с представительством "АЕТЕ" Беларусь выполнены контракты на поставку водоочистительных систем «под ключ» для ряда промышленных предприятий Республики Беларусь и стран СНГ, а именно:

Минского инструментального завода, Минского станкостроительного завода им. Октябрьской революции, Борисовского 140-го ремонтного завода Минобороны РБ, Борисовского завода медицинских препаратов, Полоцкого ПО "Стекловолокно", Лидского, Барановичского, Волковысского, Полоцкого локомотивных депо, ОЭЗ "Амкодор", ЗАО "Атлант", Новополоцкого предприятия по транспорту нефти "Дружба" (Беларусь), Московского нефтемаслозавода, Ярославского ЗАО "Хром", "Астраханьгазпром" (Россия), Винницкого мясокомбината (Украина), мобильные установки для переработки нефтешламов для: ОАО "ЮКОС" НГДУ "Мамонтовнефть" Ханты-Мансийский нац округ (Россия), ООО "Лукойл Западная Сибирь" г. Когалым, ООО KSS Республика Казахстан г. Аксай, ОАО "Укрнефть" Украина.

В настоящее время проектной организацией РБ по технологии компании разрабатывается проект для Брестского завода газовой аппаратуры "Гефест" на поставку технологических линий по очистке нефтесодержащих сточных вод и гальваностоков.

Компания готова в Вашей заявке в кратчайшие сроки подготовить и представить на Ваше рассмотрение бюджетное или техническое предложение на поставку водоочистительных установок или другого интересующего Вас оборудования.

УДК 628.543

HYDROMATIC – САГМА

Петер Петкер

HYDROMATIC-Petker. GmbH, Германия

Сохранение водных ресурсов является основной задачей для продолжения жизнедеятельности человечества. Стремительное развитие промышленности, беспрецедентный рост коммунального строительства и увеличение населения с каждым годом требует все больших и больших объемов потребления питьевой воды. И если сегодня не позаботиться о сохранении запасов воды в водоемах, то завтра может наступить самая настоящая экологическая катастрофа.

Очистка воды – это одна из действенных мер по сохранению и без того ограниченных водных ресурсов питьевой воды. Эта задача сегодня довольно успешно решается с помощью очистных сооружений. Они гарантируют нам ежедневно не только качественную питьевую воду, но и сохранение чистоты водоемов, обеспечивающих жизнь на планете.

Немецкая компания «HYDROMATIC» рада предложить Вам самые передовые и современные инженерно-технические решения в области очистки сточных вод.

Деятельность фирмы специализируется на проектировании, строительстве, реконструкции очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод и промыш-

ленных сточных вод предприятий, спектр которых охватывает практически все производственные сферы деятельности, включая угольную, металлургическую, нефтехимическую, пищевую, целлюлозно-бумажную промышленность и пр.

Представляем вашему вниманию последние успешно работающие во многих странах высокотехнологичные разработки очистных систем.

1. Биологическая очистка сточных вод на базе WSB-технологии

Прототипом **SB-технологии** является природный принцип самоочищения воды в водоемах (реках, ручьях, озерах) путем биохимического окисления органических соединений микроорганизмами, присутствующими в воде. Этот принцип заложен на всех существующих биологических очистных сооружениях очистки хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод.

Основное отличие **SB-технологии** от классических очистных сооружений заключается в использовании биопленки на **SB-бионосителях**, вместо активного ила.

Материал **SB-бионосителя** создает исключительные условия для развития биопленки на его поверхности, а благодаря специально разработанной форме (конфигурация) **SB-бионосителя**, его удельная поверхность для расселения биопленки составляет 650- 800 кв. м. на 1 куб.м. объема аэротенка.

В процессе очистки **SB-бионоситель** находится постоянно в движении за счет подачи воздуха. При этом сохраняется стабильная толщина биопленки на **SB-носителе**, не допуская его зарастания. С другой стороны, форма **SB-бионосителя** препятствует разрушению биопленки от значительных тангенциальных напряжений.

Таким образом, мы имеем уникальную технологию очистки сточных вод, которая имеет ряд преимуществ:

- надежная и эффективная работа при пониженных температурах (до +4 °С);
- очистка сточных вод без использования активного ила;
- малое образование избыточного ила;
- значительное уменьшение санитарно-защитной зоны;
- устойчивость процесса очистки при значительных колебаниях по составу и расходу поступающих сточных вод.

Данная технология допускает значительную неравномерность в подаче стоков и легко восстанавливает свою работоспособность после длительных вынужденных перерывов в работе, вследствие отключения электропитания или сезонных перерывов в хозяйственной деятельности объекта.

Таким образом, очистные сооружения, построенные на базе **SB-технологии**, идеально подходят для таких объектов, как: санатории, летние лагеря, базы отдыха и пр.

Применяемые системы автоматики позволяют существенно снизить затраты электроэнергии на очистку сточных вод, а также позволяют полностью автоматизировать процесс очистки с подачей аварийного сигнала на мобильный телефон. Постоянное присутствие обслуживающего персонала не требуется.

2. Биологическая очистка сточных вод на базе SBR - технологии. СБР - последовательный дозирующий реактор

Суть **SBR-технологии** (Sequencing Butch Reactor) заключается в том, что различные стадии процесса биологической очистки (наполнение, аэрация смеси сточной воды и активного ила, седиментация активного ила, отвод очищенной воды, отвод активного ила) осуществляются последовательно во времени в одном резервуаре (реакторе), а не последовательно в нескольких проточных технологических резервуарах, как это делается на обычных очистных сооружениях.

Существенное различие метода **СБР** от традиционного метода регенерации заключается в том, что отдельные этапы обработки происходят во временной последовательности в одном и том же реакторе.

Благодаря новым научным разработкам о текущих процессах, преимущества СБР метода налицо. Эти преимущества заключаются в следующем:

- незначительные инвестиционные расходы;
- модульная конструкция позволяет простое расширение или работу по сезону;
- гибкость отдельных фаз процесса относительно длительности и последовательности создаёт повышенную стабильность процесса, высокую мощность очистки и оптимальные свойства оседания ила.

Кроме вышеперечисленного, наша компания осуществляет разработку и проектирование флотационных систем; мембранных технологий, которые обеспечивают очистку воды от специфических загрязнений (типографская краска, водорастворимые красители, масляные эмульсии и т.п.)

Для решения поставленной задачи наша компания готова применить самый оптимальный и доступный для заказчика метод решения. Каждый из этих методов является инновационным, ноу-хау на западноевропейском рынке, где вопросы экологии и защиты водных ресурсов являются национальной задачей.

В результате внедрения научных разработок в промышленное производство удалось материализовать производство высокотехнологических установок очистки сточных вод. В результате абсолютное большинство водоемов Германии и других стран Западной Европы пригодны для купания и ловли рыбы, в кранах всех городов течет пригодная для питья вода и вблизи станций очистных сооружений отсутствует неприятный запах.

Мы предлагаем нашим потенциальным заказчикам, внимательно ознакомившись с нашими основными технологиями, обратиться непосредственно к нашим партнерам, представляющим в Беларуси компанию HYDROMATIC GmbH – ООО «САГМА» для анализа стоящей задачи и выбора самой оптимальной концепции ее решения.

УДК.628.356

О РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ

В.Б. Фуфаев

ЗАО «Лівсор» г. Минск, Беларусь

ЗАО «Лівсор» предлагает сорбент «Лівсор-С» белорусского производства. Сорбент «ЛІВСОР-С» - порошкообразный серо-черный материал, полученный в результате термического расщепления специально обработанного графита.

Основное применение сорбента - в системах очистки промышленных, ливневых и бытовых сточных вод как самостоятельно, так и в качестве наполнителя к различным фильтрам. а так же для сбора и удаления аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на морских и пресноводных акваториях, на реках и озерах, в портах, на территориях и акваториях нефтяных терминалов, на грунтах, примыкающих к трубопроводам или нефтехранилищам, на автозаправочных станциях.

Благодаря своей высокой термостойкости, сорбент «Лівсор-С» может быть использован для сбора нефтепродуктов даже в условиях их возгорания.

Данный сорбент обладает значительной сорбирующей способностью (сорбционная емкость 1 грамма сорбента составляет 20-35 грамм нефти) и 100%-ой плавучестью.

Сорбент «Лівсор-С» инертен к кислотам и щелочам, нерастворим в газовом конденсате, бензине и прочих нефтяных производных; отличается от применяемых в настоящее время сорбентов своими физическими свойствами, структурой и высокой величиной адгезии; имеет развитую поверхность макропор, которая

удерживает жидкие углеводороды в количествах, в несколько десятков раз превосходящих массу самого сорбента. Насыпная плотность сорбента составляет 6-8 кг/м³. Производит сорбент ЗАО «Ливсор» (РБ) в соответствии с ТУ ВУ 190747181.001-2006. Сорбент «Ливсор-С» расфасован в картонные коробки весом нетто 2-2,5 кг.

ЗАО «Ливсор» представляет в оргкомитет конференции следующие документы:

1. Санитарно-эпидемиологическое заключение;
2. Протокол испытаний материала «Ливсор-С»;
3. Рекомендации по применению материала «Ливсор-С» для очистки ливневых вод от нефтепродуктов;
4. Протокол экспериментального определения группы трудногорючих и горючих твердых веществ и материалов.
5. Письмо о применении сорбента.
6. Письмо о согласовании паспорта безопасности.

УДК.628.356

О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, РАЗРАБОТАННОМ КОМПАНИЕЙ NIJHUIS WATER TECHNOLOGY (НАЙХАУС ВОТЕР ТЕХНОЛОДЖИ Б.В.) (Нидерланды)

*Фомин А.А., Мальшко Д.А.
ЗАО «ДиАрКласс», Голландия*

Компания **Найхаус Вотер Технолоджи Б.В.** была основана в Голландии более 80 лет назад. Предприятием накоплен огромный опыт в сфере современной подготовки и очистки сточных вод для производства и муниципальных нужд. На протяжении многих лет наша компания показывает устойчивый рост показателей отличного технического опыта и здоровой финансовой позиции. Более 2000 различных систем по подготовке и очистке воды было установлено по всему миру.

Профиль компании

Компания Найхаус Вотер Технолоджи Б.В. специализируется на разработке, производстве, поставке и установке систем очистки сточных и природных вод и обработке осадков. Головной офис находится в Голландии и является глобальным центром технологий и маркетинга.

Новое производство с квалифицированным штатом и современным оборудованием позволяет нашей компании проектировать и производить продукцию, сделанную под заказ, создавать системы, соответствующие стандартам и ожиданиям заказчика.

Огромный опыт, накопленный в сфере очистки сточных вод для производства и муниципальных нужд, позволяет с уверенностью решать проблемы очистки и находить ноу-хау для множества промышленных направлений. Тесная связь между инжинирингом и производством обеспечивает применение последних разработок при изготовлении

Цель компании

Компания Найхаус Вотер Технолоджи более 80 лет входит в число лидирующих компаний, посвятивших себя очистке сточных вод промышленных предприятий и внедрению передовых технологий по всему миру.

Мы специализируемся на разработке, производстве, поставке и установке систем очистки сточных и природных вод и обработке осадков. Нашим основным

направлением деятельности является очистка промышленных сточных вод для пищевой, целлюлозно-бумажной, текстильной, химической и нефтехимической отраслей промышленности

ЗАО "ДиАрКЛАСС"

Предприятие "ДиАрКласс" является партнером компании **Найхаус Вотер Технолоджи Б. В.** (Нидерланды) в Республике Беларусь. В своем штате имеет круг квалифицированных специалистов в области очистки сточных вод, что позволяет предприятию на глубоко профессиональном уровне оказывать заказчикам полный комплекс услуг, начиная от разработки технологии очистки промышленного стока, заканчивая поставкой оборудования и его пуско-наладкой.

За 80 лет работы компания **Найхаус Вотер Технолоджи Б.В.** установила по всему миру более 1800 различных систем по подготовке и очистке воды.

Тесное взаимодействие между инжинирингом и производством дало возможность применить новейшие технологические разработки при реконструкции и строительстве очистных сооружений и сделало компанию одним из лидеров в области очистки сточных вод в мире.

В настоящее время ЗАО "ДиАрКласс" разработало ряд проектов для предприятий Республики Беларусь с учетом особенностей производств, эффективности очистки, эксплуатационных расходов, капитальных вложений, доступного пространства, способов утилизации отходов и т.д.

Сферы деятельности: мясная, молочная, масложировая, рыбная, птицеперерабатывающая, сахарная.

Технологии и оборудование Nijhuis Water Tehnology:

1. Механические решетки и фильтры:

аквагребень, ситяной отстойник, вращающийся барабанный фильтр.

2. Флоккуляционные и коагуляционные системы:

S PFR Трубный флоккулятор, NTR Танк

3. Флотационные системы:

- напорная флотация (DAF), применением параллельных пластин (PPF, IPF, IPL, NPF);

- флотация активного ила (AS);

- установка серии GD;

- установка серии Rotafлот;

- эжекторная флотация NFF;

- гравитационная флотация NGD;

Системы биологической очистки:

- аэробные и анаэробные системы очистки;

Системы обезвоживания и обработки осадка:

- ленточный фильтр-пресс, рамный пресс, центрифуга, анаэробный минерализатор ила, химическая и тепловая сушка.

Продукция, системы и уровень сервиса **Найхаус Вотер Технолоджи**, начиная от простого экрана или реконструкции существующих очистных сооружений и заканчивая производством станций «под ключ», соответствуют самым жестким требованиям и нормам для сброса и переработки.

Найхаус Вотер Технолоджи действует в жестком соответствии с аккредитацией Системы контроля качества ISO.

Это позволяет компании соответствовать любым требованиям в отношении качества оборудования, компетенции персонала, природоохранной политики и стандартов здоровья и безопасности.

ХИМИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИИ

Вальдемар Бискупек
P.P.H.U. «WEGLO-STAL», Польша

Компания **WEGLO-STAL** существует на рынке с 1998 года и с самого начала своей деятельности специализируется в решении технологических проблем очистных станций и станций подготовки воды. Будучи эксклюзивным дистрибьютором ведущего производителя коагулянтов и флокулянтов на польском рынке - фирмы KEMIPOL (дочернее предприятие концерна KEMIRA), мы ориентированы на комплексное сотрудничество в области химических реагентов, предназначенных для:

- очистки промышленных и коммунальных (бытовых) стоков;
- исключения отрицательного влияния на активных ил (микроорганизмы биологических очистных стаций) образований нитчатых бактерий;
- ликвидации запахов, обусловленных наличием в стоках сероводорода (H_2S);
- водоподготовки питьевой и технической воды (для энергосистем, тепловых сетей и т.д.); рекультивации прудов и озер и т.п.

На сегодняшний день **WEGLO-STAL** является одним из крупных поставщиков коагулянтов, флокулянтов и другой химической продукции на рынке Польши (более 800 клиентов) и в связи с этим мы заинтересованы наладить сотрудничество с предприятиями Республики Беларусь, в производственном процессе которых имеет место водоподготовка и очистка стоков.

Стоит отметить, что фирма **WEGLO-STAL** согласно действующим контрактам осуществляет поставки химических реагентов, оказывает безвозмездную технологическую поддержку, постоянно проводит исследования (тесты) на предприятиях и организациях Республики Беларусь.

Мы стремимся сделать подбор поставляемой нами химической продукции максимально выгодным для наших клиентов, а качество химической продукции, как и качество нашей работы с клиентами, подтверждается отзывами о нас.

Наше предложение включает около **60 коагулянтов и флокулянтов** различного типа. Для эффективного и экономически выгодного применения наших продуктов мы оказываем безвозмездную технологическую поддержку, клиент не несет в связи с этим никаких затрат.

Стоит подчеркнуть, что наши опытные технологи готовы приехать на Ваше предприятие (организацию), для проведения лабораторных тестов и исследований с целью, подбора наиболее эффективного химического реагента для технологических процессов очистки стоков и подготовки воды.

Стоит отметить, что коагулянты имеют целый ряд преимуществ, делающих их применение весьма перспективным: высокая эффективность в широком диапазоне значений температур и pH, незначительная степень снижения щелочности воды, ускоренный процесс хлопьеобразования и осаждения коагулированной взвеси при уменьшенном расходе коагулянта, небольшое количество остаточного алюминия в обработанных стоках.

Мы располагаем специализированной базой автомобильного транспорта, предназначенной для перевозки опасных грузов класса B Европейского Соглашения ADR.

Мы готовы обеспечить бесперебойную поставку продукции в течение срока действия контракта.

Перечень выпускаемой нами продукции

I. Неорганические Коагулянты, серия РІХ (водные растворы Сульфата железа и хлорида железа) на основе трехвалентного железа Fe³⁺, а также смешанного типа для:

- очистки промышленных и коммунальных стоков;
- устранения соединений фосфора;
- связывания сульфидов;
- устранения сероводорода H₂S;
- водоподготовки и очистки технической воды;
- содействия уплотнения (сгущения) осадка и скорости осаждения взвешенных веществ.

II. Неорганические коагулянты, серия РАХ (водные растворы хлорида полиалюминия) на базе Al⁺³ трехвалентного, а также смешанного типа для:

- водоподготовки питьевой воды;
- очистки технической воды;
- очистки промышленных и коммунальных стоков;
- борьбы с микроорганизмами (нитевидными бактериями и т.п.);
- процессов производства бумаги и картона;
- рекультивации прудов и озер.

III. Коагулянты, модифицированные полиэлектролитами.

Модифицированные коагулянты применяют в сложных технологиях очистки, требующих индивидуального подхода.

IV. Флокулянты серии OPTIFLOC (полиэлектролиты на основе полиакриламида с разным молекулярным весом, а также дифференцированным уровнем катионов (серия С), а также анионов (серия А)) для:

- процессов обезвоживания (дегидрации) и уплотнения осадка;
- улучшения процессов коагуляции (флокуляции);
- очистки и подготовки воды;
- фильтрации (улучшает параметры фильтрованной воды, а также увеличивают производительность процесса.).

V. FERROX - современная технология дезодорирования сточных вод:

- средства для устранения неприятных запахов и сероводорода H₂S из коммунальных и промышленных стоков;

- оборудование для контроля образования сероводорода H₂S и дозирования

FERROX, а также технологию мониторинга стоков;

- предлагаем небольшие переносные комплекты, которые обеспечивают дозирование препарата **FERROX**.

VI. Коагулянты сульфата алюминия (для процессов подготовки технической и питьевой воды, а также для очистки стоков):

- ALS (АЛС) - водный раствор сульфата алюминия, на основе двухвалентного Al²⁺;

- ALG (АЛГ) - гранулированный сульфата алюминия, на основе трёхвалентного Al³⁺;

- AVR (АВР) - гранулированный сульфата алюминия с содержанием железа, на основе трёхвалентных соединений алюминия и железа.

Технологическая помощь в процессах очистки сточных вод и водоподготовки

- проведение бесплатных лабораторных и технических испытаний;
- консультации и помощь при применении нашего продукта.

ИТОГИ

Международной научно-технической конференции

«Проблемы очистки производственных сточных вод промышленных предприятий и пути их решения»

5-6 февраля 2009 г.

Брест

На конференции присутствовало 126 человек от 42 организаций города Бреста и представители зарубежных фирм. В ходе конференции было заслушано 22 доклада.

С докладами выступили представители Брестского городского исполнительного комитета, контролирующих организаций Брестской области и города, предприятий Республики Беларусь и г. Бреста, иностранных фирм.

Заслушав доклады, и в результате обсуждения за круглым столом участники конференции выражают озабоченность по проблемам очистки производственных сточных вод в г. Бресте и Брестском регионе. Вместе с тем мы выражаем уверенность, что совместными усилиями Брестского городского исполнительного комитета, Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, Брестского городского отдела по чрезвычайным ситуациям, ученых БрГТУ, заинтересованных лиц промышленных предприятий эти проблемы будут решены. В качестве первоочередных задач конференция отмечает необходимость рассмотрения и решения следующих вопросов:

1. Рассмотреть вопрос о пересмотре значений предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК), допустимых к сбросу в городскую канализацию.
2. Дифференцировать по отдельным показателям повышение тарифов за сброс в городскую канализационную сеть недостаточно очищенных сточных вод, увеличив их при сбросе токсичных компонентов и снизив при загрязнении, не наносящих вреда окружающей среде.
3. Разработать и внедрить технологию обезвреживания и утилизации производственных отходов животноводческих комплексов.
4. Провести инвентаризацию накопителей осадка городских очистных сооружений, разработать и внедрить технологию по его переработке.
5. Изучить вопрос об утилизации биологически разлагаемых органических осадков производственных сточных вод.
6. Разработать и внедрить технологию обезвреживания и утилизации промывных вод станций обезжелезивания подземных вод.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Т.А. Ялковская ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ОБЛАСТИ.....	4
О.М. Мартынов ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДООХРАННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА БРЕСТА	7
Е.А. Урецкий РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИБОРО- И МАШИНОСТРОЕНИЯ	10
Ю.И. Сахарук СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТОКООБРАЗУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ГАЛЬВАНИ- ЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В НАПРАВЛЕНИИ СОКРАЩЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ «СВЕЖЕЙ ВОДЫ» НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НУЖДЫ И ВЫНОСА ТОКСИЧНЫХ ХИМИКАТОВ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	13
В.В. Мороз, Е.А. Урецкий, Б.Н. Житенёв ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПОКРАСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ	17
С.Г. Белов РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	22
Б.Н. Житенев, Г.О. Наумчик, Н.Ю.Сторожук ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОТ КРАСИТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ПРОДВИНУТОГО ОКИСЛЕНИЯ	25
Е.И. Дмухайло ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МЯСОКОМБИНАТОВ.....	30
Б.Н. Житенев, Л.Н. Власюк ПРОБЛЕМЫ УДАЛЕНИЯ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД	38
Б.Н. Житенев, Л.Е. Науменко ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	42
В.М. Новиков, С.Г. Нагурный СТРУЙНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ КОТЛОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ.....	49
Е.И. Шелюкова ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД СП «САНТА БРЕМОР» ООО	47
Н.П. Яловая, П.П. Строкач МЕТОДЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩЕГО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА	53

К.А. Глушко СПОСОБ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗОНИРОВАННЫМ ЛЬДОМ	55
В.В. Батрак, Е.И. Дмухайло, М.И. Сазонов ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КИСЛОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ	58
Е.А. Урецкий ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ ГАЛЬВАНО- И ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ	60
А.Д. Гуринович ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С SBR-РЕАКТОРАМИ	64
М.К. Попенюк, Е.А. Урецкий ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ БИОГАЗОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА "BIOGAS NORD" (ФРГ). НА ПРИМЕРЕ СГЦ РУСП -ЗАПАДНЫЙ-.....	67
П.Ф. Янчилин, В.С. Северянин, Е.А. Урецкий ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ГОРЕНИЯ	72
З.Д. Гильман, А.Н. Дулевич ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА НА БЕЛОРУССКИХ ЖИВОТНО- ВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ И КРУПНЫХ ФЕРМАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА	76
А.П Головач, С.В. Монтик ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	78
Ю.Н. Крайнюков ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОИЗВОДСТВА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ, ДОЖДЕВЫХ, БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ И НЕФТЕШЛАМОВ	82
Петер Петкер HYDROMATIC – САГМА.....	84
В.Б. Фуфаев О РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ	86
А.А. Фомин, Д.А. Малышко О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, РАЗРАБО- ТАННОМ КОМПАНИЕЙ PUNUIS WATER TECHNOLOGY (НАЙХАУС ВОТЕР ТЕХНОЛОДЖИ).....	87
Вальдемар Бискупек ХИМИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИИ.....	89
ИТОГИ КОНФЕРЕНЦИИ	91

Научное издание

Проблемы очистки производственных сточных вод промышленных предпри- ятий и пути их решения

СБОРНИК СТАТЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
5-6 февраля 2009 года

Ответственный за выпуск: *Янчилин П.Ф.*
Редактор: *Строкач Т.В.*
Компьютерная вёрстка: *Кармаш Е.А.*
Корректор: *Никитчик Е.В.*

ISBN 978-985-493-114-2



9 78 985 493 114 2

Издательство БрГТУ.

Лицензия №02330/0133017 от 30.04.2004 г.

Подписано к печати 09.04.2009 г. Формат 60x84^{1/16}.

Бумага «Снегурочка». Усл. п. л. 5,5. Уч. изд. л 5,9. Тираж
70 экз. Заказ №401. Отпечатано на ризографе учреж-
дения образования «Брестский государственный тех-
нический университет».

224017, Брест, ул. Московская, 267.

Лицензия №02330/0148711 от 30.04.2004 г.