

режима работы и достижения требуемой сухости после отсасывающих элементов сеточной части с учетом конкретных свойств массы. Это обеспечивает минимум потребляемой мощности, износа сеток и крышек СОЯ, а также улучшает качество продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Иванов С. Н. Технология бумаги.— М.: Лесн. пром-сть, 1970.— 696 с. [2]. Кугушев И. Д., Слуцкий А. Е. Расчет обезвреживания в регистрационной части бумагоделательных машин // Учеб. пособие.— Л.: ЛТА, 1982.— 104 с.

Поступила 17 мая 1994 г.

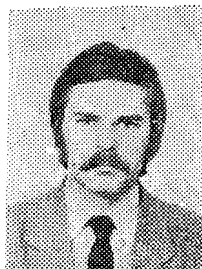
УДК 676.628.16

Ю. М. ЧЕРНОБЕРЕЖСКИЙ*, А. Н. НИКОЛАЕВ, А. Б. ДЯГИЛЕВА

Чернобережский Юрий Митрофанович родился в 1931 г., окончил в 1955 г. Ленинградский государственный университет, доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет 180 научных трудов в области разработки физико-химических методов очистки сточных вод.



Николаев Алексей Николаевич родился в 1952 г., окончил в 1975 г. Ленинградский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет 54 научных труда в области очистки сточных вод ЦБП с использованием биологических и физико-химических методов.



Дягилева Алла Борисовна родилась в 1957 г., окончила в 1979 г. Ленинградский технологический институт ЦБП, кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет 11 печатных трудов в области физико-химических аспектов очистки природных и сточных вод.



* Является руководителем данного направления.

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РАМКАХ ГНТП (ОБЗОР РАБОТ, ВЫПОЛНЕННЫХ
В 1993 г. ПО НАПРАВЛЕНИЮ
«КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО
ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ»)**

Рассмотрены проблемы охраны окружающей среды, связанные с очисткой сточных вод и газопылевых выбросов, предотвращением выбросов и сбросов, а также экологическим нормированием и мониторингом.

The problems of environmental protection related to waste water and air pollutants treatment by preventing various discharges as well as by ecology normalizing and monitoring have been considered.

Очистка сточных вод. В области очистки сточных вод решались задачи глубокого удаления органических веществ, включая биологически резистентные (лигнин), токсичные (фенолы) и сверхтоксичные (хлорорганические соединения), а также сернистых соединений (сероводород, метилмеркаптан). Предложены различные методы биологической, физико-химической, химической и физической обработок, а также их совмещение и сочетание. Разработаны способы утилизации органических и органо-минеральных осадков путем их переработки на адсорбенты типа активных углей, пригодных для использования в системе очистки сточных вод и газовых выбросов.

Современная технология анаэробной биологической очистки проходит испытания на Сыктывкарском ЛПК (Институт микробиологии РАН, АО «Сыктывкарский ЛПК», УкрНИИБ). В анаэробном реакторе с гранулированным активным илом достигнута степень очистки сточных вод производства ХТММ 50...60 % по БПК₅, 30...40 % — по ХПК. Образующийся биогаз содержит 70...75 % метана, обладает хорошей горючестью и воспламенением. Расчитано, что при сжигании биогаза, получаемого на 1 кг снятого ХПК сточной воды, выделяется столько же энергии, сколько при сжигании 5 л нефти.

Для повышения эффективности биологической очистки в аэротенках разработаны варианты их реконструкции в аэротенки-аэрофильтры (биотенки) путем введения загрузки с большей удельной поверхностью (СПБГТУРП). В том случае, если гидродинамический режим аэротенка близок к идеальному вытеснению, то на загрузке, размещенной в последнем коридоре (в области низкой концентрации органических веществ), образуется биопленка, биоценоз которой адаптирован к трудноокисляемым примесям. Эта система аналогична двухступенчатой биологической очистке: микроорганизмы активного ила утилизируют в основном легкоокисляемые органические вещества, а микроорганизмы биопленки — трудноокисляемые. По результатам промышленных испытаний установлено, что дополнительный эффект такой очистки по БПК₅, по сравнению с обычной, составляет 25...30 %, а вынос взвешенных веществ из вторичных отстойников снижается на 20...25 %. Кроме того, в биопленке развиваются автотрофные бактерии (тиобациллы), окисляющие сероводород, что уменьшает его сброс с очищенной сточной водой и выброс в атмосферу с очистных сооружений.

К перспективным направлениям следует также отнести биоадсорбционную очистку, реализуемую путем подачи в аэротенк порошкообразного адсорбента, получаемого из избыточного активного ила или первичного осадка. Разработаны две технологии переработки осадка на адсорбенты: пиролиз в циклонном реакторе (АГТУ) и термokatалитическая обработка в каталитическом генераторе тепла (Институт ката-

лиза СО РАН). Исследования биоадсорбционной очистки в аэротенках (СПБГТУРП, АГТУ) с применением адсорбентов показали возможность снижения сброса органических веществ по БПК₅ и ХПК дополнительно в 1,5—2,0 раза, взвешенных веществ — в 1,5—1,7 раза. Необходимо также отметить, что при биоадсорбционной очистке эффективно удаляются фенолы и различные трудноокисляемые органические вещества, стабилизируется качество стоков, улучшаются влагоотдающие свойства осадка (смесь избыточного ила с адсорбентом). Полученные из осадков адсорбенты проявляют каталитическую активность при окислении сернистых соединений (сероводород, метилмеркаптан), увеличивают на 15...20% производительность системы аэрации в аэротенке, способны обратимо сорбировать кислород и сероводород. В результате этого интенсифицируется очистка от сернистых соединений и практически исключается сульфатредукция в аэротенках и отстойниках, приводящая к вторичному загрязнению воды сероводородом. В биоадсорбционной системе весь избыточный ил может перерабатываться на адсорбент (рис. 1).

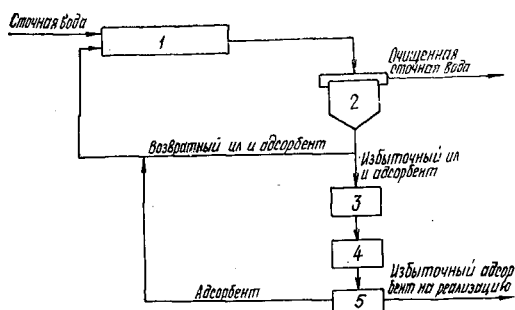


Рис. 1. Принципиальная схема биоадсорбционной очистки в аэротенке с переработкой всего избыточного ила на адсорбент: 1 — аэротенк; 2 — вторичный отстойник; 3 — блок обезвоживания; 4 — каталитический генератор теплоты; 5 — сепаратор

Переработка осадка на адсорбент открывает новые возможности для использования метода коагуляции, позволяющего удалять лигнин и обесцвечивать сточные воды. При термокаталитической обработке осадка коагуляционной очистки (шлам-лигнина) образуется порошкообразный адсорбент, содержащий легкорастворимый оксид алюминия. На этой основе разработаны методы регенерации алюминиевых коагулянтов и адсорбционно-коагуляционной очистки, при которой используется смесь регенерированного коагулянта и адсорбента, полученного из осадка (СПБГТУРП, Институт катализа СО РАН, Братский промышленный институт).

Технология адсорбционно-коагуляционной очистки имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с коагуляционной:

- 1) достигается более высокий эффект очистки, осадок лучше обезвоживается;
- 2) решается проблема утилизации шлам-лигнина (переработка на адсорбент с утилизацией образующегося тепла);
- 3) сокращается в 3,5—5,0 раз расход коагулянта за счет его регенерации (степень регенерации до 80%);
- 4) в системе регенерации коагулянта можно получить гидроксохло-риды алюминия (рис. 2), обеспечивающие эффективную очистку сточ-

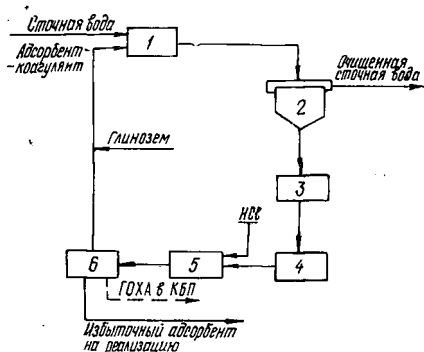


Рис. 2. Принципиальная схема адсорбционно-коагуляционной очистки с использованием в качестве коагулянта смеси глинозема и гидроксохлорида алюминия (ГОХА), образующегося в системе регенерации коагулянта: 1 — смеситель; 2 — отстойник; 3 — блок обезвоживания осадка; 4 — каталитический генератор теплоты; 5 — блок кислотной обработки; 6 — сепаратор (КБП — картонно-бумажное производство)

ных вод не только сульфатного, но и сульфитного производств (по ХПК и БПК₅ до 70...80 %), и позволяющие сократить потери волокна.

Адсорбционно-коагуляционную очистку можно применять как основной метод обработки стоков ЦБП, а также в сочетании с биологической и биоадсорбционной очисткой. При их последовательном осуществлении возможно повторное использование очищенных стоков в основном производстве взамен свежей воды.

Для удаления из стоков ЦБП хлорорганических соединений исследованы физические методы (ультрафиолетовое облучение); химическое окисление кислородом, пероксидом водорода и озоном; физико-химическая очистка флокулянтами и совместное применение названных методов (АО ВНИИБ, ЛТА). В результате сравнения вариантов выбраны методы флокуляции и озонирования. Среди опробованных флокулянтов наилучшие результаты получены при применении Зетак-43 и Зетак-47 (эффект изъятия хлорорганических соединений до 74 %, снижение ХПК стоков до 50 %). При испытании пилотной установки озонирования сточных вод отбельных цехов сульфитного и сульфатного производств Архангельского ЦБК показано, что при оптимальных значениях дозировок озона и pH среды эффект очистки достигает 90 %.

Для обезвреживания сернистых соединений конденсатов варки и выпарки разработаны методы каталитического окисления (АО ВНИИБ, Институт катализа СО РАН). На эксплуатируемых в непрерывных режимах опытных установках каталитического окисления варочных конденсатов Соломбальского ЦБК (500 м³/ч) и выпарных конденсатов Сегежского ЦБК (30 м³/ч) показана стабильность работы катализатора в течение длительного времени и высокая эффективность очистки (90,0...99,9 % по сероводороду, 70...95 % по метилмеркаптану).

Очистка газопылевых выбросов. В проведенных исследованиях решалась проблема удаления из газовых выбросов сероводорода, метилмеркаптана, органических веществ и оксидов азота. Получили развитие методы щелочной абсорбции с каталитическим окислением сернистых соединений на границе раздела фаз газ—жидкость и в жидкой фазе, а также адсорбционно-каталитическая очистка.

При абсорбции хорошие результаты дает использование в качестве окислительного катализатора черного сульфатного щелока. По результатам исследований (СПбГТУРП) трехступенчатая схема, включающая щелочную абсорбцию на первой и второй ступенях и адсорбционно-каталитическую очистку на третьей ступени (орошающий раствор — белый щелок, содержащий 2 % черного щелока), обеспечивает эффективность очистки парогазовых выбросов от метилмеркаптана не менее чем на 99,9 %. Концентрирование катализатора на границе раздела фаз определяет высокую скорость окисления абсорбируемых газов (се-

роводород, метилмеркаптан) кислородом, что обеспечивает высокую эффективность очистки без применения дорогостоящих реагентов.

Для адсорбционно-каталитической очистки различных газовых выбросов, содержащих органические и сернистые соединения, включая метилмеркаптан, получен эффективный медно-хромовый катализатор (Институт катализа СО РАН). Испытания в промышленных условиях передвижной адсорбционно-каталитической установки, состоящей из аппаратов очистки высоко- и низкоконтрированных газов, показали возможность снижения выбросов метилмеркаптана до предельно-допустимых норм.

На основе активных углей, полученных из лигнинсодержащих отходов, синтезированы хемосорбенты для очистки выбросов от оксидов азота и паров растворителей (СПБГТУРП).

Разработан и прошел промышленные испытания новый газоочистной аппарат — поверхностный наклонный конденсатор, в котором орошающим раствором служит образующийся щелочной конденсат (СПБГТУРП). Аппарат обеспечивает эффективную очистку от сернистых соединений парогазовых выбросов растворителя плава содорегенерационных котлов (СРК), позволяет вернуть в производство уловленные химикаты и утилизировать теплоту выбросов. Конструкция аппарата защищена авторским свидетельством.

Предотвращение сбросов и выбросов. Выполнены исследования и найдены технологические решения по сокращению потерь красителей в бумажном производстве (ЦНИИБ). Установлено, что кислотные красители практически не имеют сродства к древесным волокнам, плохо удерживаются в бумажной массе и неперспективны для ЦБП. Прямые красители хорошо окрашивают целлюлозные волокна, а их потери (сброс в сток) значительно меньше и могут быть практически ликвидированы при использовании в качестве адсорбента активного силиката натрия.

Для эффективного подавления слизееобразования разработана и испытана в промышленных условиях опытно-экспериментальная установка электролитического генератора дезинфицирующих соединений (ЦНИИБ). При обработке дезинфицирующим раствором оборотных вод бумажного производства и скопа выбросов в атмосферу коррозии оборудования не отмечено.

Снижение содержания сероводорода в дымовых газах СРК обеспечит новая конструкция газоконтактного испарителя с низкой десорбцией сероводорода из черного шелока (СПБГТУРП).

Экологическое нормирование и мониторинг. При нормировании сбросов сточных вод все шире используется новый подход, основанный на комплексной оценке экологической ситуации в регионе (СПБГТУРП). Разработан программный комплекс «Гидроэконома-2», включающий пакет прикладных программ по решению прямых задач прогноза воздействия сбросов и обратных задач, связанных с определением допустимых параметров сбрасываемых стоков и выбором методов их очистки в зависимости от заданных фоновых характеристик водоема и стандартов качества воды.

Завершение рассмотренных работ планируется в 1995—1996 гг. Их внедрение позволит существенно улучшить экологическую обстановку в регионах с развитой целлюлозно-бумажной промышленностью.