

тационных расходов очистных сооружений [2]. С ужесточением требований к использованию, хранению и захоронению отходов, эти затраты могут возрастать.

Осадки очистных сооружений канализации характеризуются уникальным набором свойств, следствием чего является множество вариантов их обработки и направлений использования. Сравнение вариантов обращения с осадками на основе только экономических показателей, которые практически не учитывают издержки, связанные с загрязнением окружающей среды, и отражают сложившиеся в данный момент цены на энергоресурсы и ставки экологических налогов, не всегда позволяет найти решение, способствующее эффективному использованию потенциала данных отходов при минимальном воздействии на окружающую среду.

Анализ информации по вариантам использования осадков и методам их подготовки к использованию свидетельствует о том, что выбор наилучшего способа не всегда очевиден и связан с определенными трудностями. При этом существенное влияние на результаты анализа могут оказывать местные условия. В первую очередь это касается требований, которые установлены нормативными правовыми актами, регламентирующими обращение с осадками.

Эффективным инструментом, который позволяет сравнивать варианты обработки и использования различных отходов по комплексу показателей, включая воздействие на окружающую среду и человека, является оценка жизненного цикла (ОЖЦ).

Принципы и процедуры ОЖЦ установлены в серии стандартов СТБ ИСО 14040 – 14043 [3–6]. Особенностью ОЖЦ является то, что она ориентирована на количественную оценку воздействий на окружающую среду, связанных как с потреблением всех видов ресурсов, так и с эмиссией загрязняющих веществ. При оценке воздействия используются процедуры нормализации и взвешивания показателей воздействия.

ОЖЦ производится для так называемой функциональной единицы, под которой понимается количественно выраженная результативность системы жизненного цикла продукции. Функциональная единица обычно используется в качестве универсального показателя, позволяющего проводить сравнение различных систем. При проведении ОЖЦ систем обращения с отходами, в качестве функциональной единицы обычно используют единицу массы отхода (1 т, 1 кг и т. д.). Однако, при проведении ОЖЦ вариантов обращения с осадками сточных вод, следует учитывать различные функции, которые могут являться объектами оценки (например, производство энергии, компоста, замещение сырья и природных ресурсов и др.). Поэтому выбор функциональной единицы сравнения, применительно к осадкам сточных вод, не всегда однозначен. Сравнение вариантов можно проводить, полагаясь на результаты оценки сокращения потребления сырья или невозобновимых природных ресурсов.

Несмотря на то, что методология ОЖЦ достаточно проста для понимания и выглядит логичной и обоснованной, ее практическое применение часто связано с рядом трудностей, в первую очередь, касающихся недостатка или недостоверного качества информации, отсутствия моделей, которые позволяют перевести результаты инвентаризационного анализа в показатели воздействия.

Цель работы заключалась в сравнении вариантов обращения с осадками, отличающихся как способом подготовки осадков к использованию, так и направлением их использования.

На основе информации о наилучших доступных технических методах в области обработки и использования осадков выбраны 24 варианта обращения с осадками, которые отличаются способами подготовки к использованию и направлениями использования осадков сточных вод.

Многообразие вариантов связано с различными способами комбинирования ключевых этапов (процессов) обращения с осадками. Выделение ключевых процессов обращения с осадками и проведение их поэтапной инвентаризации позволяет упростить проведение ОЖЦ, поскольку результаты инвентаризации могут быть представлены в виде материально-энергетических балансов.

Для проведения анализа с использованием ОЖЦ были отобраны следующие альтернативные варианты обращения с осадками: сгущение с последующим депонированием на иловых площадках; сгущение, обезвоживание, компостирование, использование в сельском хозяйстве; сгущение, анаэробное сбраживание (с использованием биогаза), обезвоживание, использование в сельском хозяйстве; сгущение, анаэробное сбраживание (с использованием биогаза), обезвоживание, сушка, использование в производстве цемента; сгущение, обезвоживание, известкование, использование в сельском хозяйстве.

В качестве функциональной единицы для проведения ОЖЦ по выбранным вариантам была принята 1 т (по сух. веществу) смеси избыточного активного ила (ИАИ) и сырого осадка при массовом соотношении компонентов смеси 1:1. Для всех процессов обработки осадков составлены материально-энергетические балансы, из которых, затем составляли общий баланс по каждому альтернативному варианту обращения с осадками.

Результаты анализа использованы для выбора технологии обработки осадков для очистных сооружений производительностью 100 тыс. м³ в сутки.

УДК 541.64

О ВЛИЯНИИ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА

Щербина Л.А., зав. каф., Будкуте И.А., доц., Щигельская М.А., студ.

*Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь*

Ключевые слова: полиакрилонитрильное волокно, термоокисление, модификатор, гидразин, гидроксилламин, тригидроксиэтиламинометан.

Реферат. Данная работа является составной частью исследований, проводимых с целью совершенствования технологии получения термостойких волокнистых материалов на основе полиакрилонитрильных (ПАН) прекурсоров. Изучен

процесс термохимических превращений (методом синхронных дифференциального термического и термогравиметрического анализов) волокна на основе поли[акрилонитрил (АН)-со-метилакрилат (МА)-со-2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты (АМПС)] в присутствии различных азотсодержащих соединений. Установлено, что введение гидразина, гидросиламина и их смеси приводит к снижению температуры проявления экзотермического эффекта, связанного с протеканием процесса полициклизации нитрильных групп полимерного субстрата. Также указанные модификаторы обуславливают уменьшение практически в два раза потери массы волокном в ходе термодеструкции. Проведено ИК-спектроскопическое исследование термоокисленных при температуре 200 °С модифицированных волокон на основе поли[АН-со-МА-со-АМПС]. Установлено, что в ИК-спектрах термообработанных образцов уменьшается интенсивность полосы 2243-2241 см⁻¹, соответствующей нитрильным группам. В то же время появляются полосы, ответственные за присутствие иминогрупп (3400-3200 см⁻¹) >C=NH и C=N-O- (оксимных) групп (1690-1635 см⁻¹).

В работе установлено, что азотсодержащие соединения (гидразин, гидросиламин, а также их смесь) катализируют термохимические превращения в полимерном субстрате волокон на основе сополимеров акрилонитрила.

В настоящее время все большее внимание уделяется разработке и совершенствованию технологии получения термостойких полимерных материалов на основе полиакрилонитрильных (ПАН) прекурсоров. Известно, что одним из основных требований к ПАН прекурсорах является содержание в них сомономеров с карбоксильными группами, оказывающими каталитическое действие на процесс термоокисления. Однако в Республике Беларусь выпускается ПАН волокно на основе сополимера акрилонитрила (АН), метилакрилата (МА) и 2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты (АМПС), которое не удовлетворяет вышеизложенному требованию и по этой причине, по-видимому, малоприспособно для использования в качестве прекурсора УВ.

В связи с этим целью данной работы явился поиск модификаторов для поли[АН-со-МА-со-АМПС], которые выполняли бы каталитическую функцию процесса термоокисления. Для достижения данной цели проведено изучение термохимических превращений модифицированного промышленного волокна на основе поли[АН-со-МА-со-АМПС] производства завода «Полимир» ОАО «Нафтан». Модификация волокна проводилась путем его обработки водными растворами азотсодержащих соединений (гидросиламина, гидразина, их смесью, тригидроксиметиламинометана). Характер термохимических превращений, происходящих в полимерном субстрате при нагревании, оценивали методами ИК-спектроскопии, дифференциального термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГА) анализов. Для количественного анализа процесса термоокисления были использованы такие величины, как температура проявления начала, T_н, максимума, T_{макс}, и окончания, T_к, экзотермы на термограмме, а также потеря массы образцом в ходе термоокисления, Δm.

Установлено, что с наибольшей активностью термохимические превращения, связанные, в первую очередь, с полициклизацией нитрильных групп, протекают в случае поли[АН-со-МА-со-АМПС], модифицированном гидросиламином, гидразином и их смесью. При этом процесс полициклизации нитрильных групп начинается, достигает экстремума и завершается при более низких температурах (таблица), по сравнению в немодифицированным волокном.

Таблица – Результаты ДТА и ТГА модифицированных волокон на основе поли[АН-со-МА-со-АМПС]

Модификатор	T _н , °С	T _{макс} , °С	T _к , °С	Δm при T _{макс} , %
–	277,0	291,5	325,0	17,4
гидросиламин	252,2	266,1	296,3	8,5
гидразин	249,5	262,3	288,8	6,5
гидросиламин + гидразин	247,5	260,5	285,8	6,4
тригидроксиметиламинометан	275,5	288,7	322,8	8,8

Сравнительный анализ результатов термогравиметрического анализа модифицированных волокон показал, что минимальные значения потери массы в области максимума экзотермического эффекта наблюдается для волокна на основе поли[АН-со-МА-со-АМПС] в случае его модифицирования гидразином и смесью гидразина и гидросиламина, максимальное – в случае исходного (немодифицированного) волокна.

В ИК-спектре исходного ПАН волокна можно наблюдать ряд полос, характерных для колебаний нитрильных групп (2240 см⁻¹), маятниковых колебаний -СН- групп (1072 см⁻¹), колебаний -СН₂-групп: крутильных (1226 см⁻¹), веерных (1360, 1455 см⁻¹), симметричных (2890 см⁻¹), антисимметричных (2940 см⁻¹). Также для ИК-спектров исходного волокна характерно появление полос поглощения при 1735 и 1170 см⁻¹ (С=О сложноэфирных групп). Содержание звеньев АМПС проявляется в виде широкого дублета с максимумами при 1620 и 1670 см⁻¹ [1]. Структурные изменения, происходящие в результате термообработки модифицированных волокон на воздухе при 200 °С, нашли отражение в ИК-спектрах образцов в виде уменьшения интенсивности как полосы 2243-2241 см⁻¹, так и полос, относящихся к колебаниям в С–Н связей в алифатической цепи. Эти изменения сопровождаются усилением полосы с частотой 1700 см⁻¹ (соответствующего циклической структуре с С=О карбонильной группой), полосы 1570-1590 см⁻¹ (относящейся к колебаниям сопряженных связей С=N, С=C и N-H) и полосы 810 см⁻¹ (относящейся к колебаниям связи С=C–Н). Также в ИК-спектрах модифицированных волокон появляются полосы, ответственные за присутствие иминогрупп (3400-3200 см⁻¹) >C=NH и C=N-O- (оксимных) групп (1690-1635 см⁻¹).

Таким образом, введение в ПАН волокно гидразина, гидросиламина или их смеси активизирует протекание термохимических превращений в полимерном субстрате и приводит к снижению температурного уровня их проявления.

Литература

1. Тарасевич, Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений / Б.Н. Тарасевич. – Москва: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2012. – 55 с.