

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*Неменуцкая Людмила Алексеевна, ст. науч. сотрудник, E-mail:nela-21@mail.ru
ФГБНУ «Росинформагротех»*

***Аннотация:** В статье приведены характеристики различных видов сорбентов, изготовленных из растительных отходов с помощью технологий рециклинга, для устранения загрязнений от нефти, нефтепродуктов, составляющих сточных вод.*

***Ключевые слова:** рециклинг, растительные отходы, сорбент, органические загрязнители*

Введение. По данным Росприроднадзора, каждый год в стране появляется 5 млрд тонн отходов, из которых только около 7% перерабатываются [1]. Такая ситуация при постоянно ухудшающейся экологии недопустима, объем переработанных отходов необходимо увеличивать, чему будет способствовать внедрение технологий рециклинга. Это процесс - разновидность переработки отходов, заключающийся в повторном использовании сырья, подразумевающий возврат отходов производства и потребления в производственный цикл.

По определению ГОСТ Р 54098-2010: «отходы производства и потребления являются вторичными материальными ресурсами (ВМР)», «вторичное сырье – это «вторичные материальные ресурсы», которые при определенных технологических процессах могут повторно использоваться в качестве продукта». Также, к категории вторсырья можно отнести отработавшие продукты (отходы), но при этом следует исключить те продукты (отходы), которые образуются в основном технологическом процессе и которые целесообразно и возможно восстановить для дальнейшего использования в качестве сырья [2]. По происхождению вторичное сырьё делят на биологическое (древесина, пищевые отходы, сельскохозяйственные отходы, макулатура) и технологическое (всё остальное).

Цель. Цель исследований – выявление перспективных направлений рециклинга растительного сырья.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлась технологическая обеспеченность переработки растительных отходов, вторичных материальных ресурсов, перспективные технологические решения, разработанные научными и производственными организациями.

Задачами исследования являлось: установить тенденции и перспективы рециклинга растительных отходов; обозначить основные характеристики сорбентов, изготовленных из растительных отходов; выбрать разработки производственных и научных учреждений в области рециклинга, позволяющие улучшить экологическую ситуацию в пищевой и перерабатывающей

промышленности. В качестве материалов исследования были использованы информационные материалы и интернет-ресурсы профильных российских и зарубежных научных организаций и промышленных компаний. Исследование проводилось с помощью информационно аналитического мониторинга, анализа и обобщения открытых информационных источников о перспективных технологиях рециклинга растительных отходов.

Результаты и обсуждение. В статье проведен сравнительный анализ технологий рециклинга сельскохозяйственных растительных отходов с целью получения сорбентов органических загрязнителей, таких как нефть, нефтепродукты, составляющие сточных вод. Эффективные и экологически чистые методы очистки от них природных объектов очень актуальны. В рассматриваемых технологиях соединяются сразу несколько положительных для экологии моментов – перерабатываются отходы, очищаются загрязненные объекты, а сорбенты с поглощенными нефтепродуктами, после специальной обработки можно еще раз использовать в качестве топлива [3]. Среди методов реализации такого вида сорбции в основном применяются рассыпание сорбента на поверхности загрязнения, либо фильтрация загрязненного объекта через сорбент [4]. Рассмотрим основные виды и характеристики сорбентов из растительных отходов, которые показаны в таблице [3-8].

Таблица -Виды и характеристики перспективных сорбентов из растительных отходов

Название технологии	Характеристика	Особенности
Получение сорбента для очистки сточной воды от нефти Полоцкий государственный университет им. Е. Полоцкой, г. Новополоцк, Беларусь	Синтез сорбента из кукурузных початков и скорлупы грецкого ореха в режиме температуры 400 и 500 °С в интервале времени 30 и 60 мин. Исследования эффективности сорбентов оценивались для воды, загрязненной нефтью с концентрацией 10,8 мг/л.	По результатам для скорости 6 мл/мин наиболее эффективно применение активированных углей и сорбентов из скорлупы грецкого ореха (ГО). Для скорости 15 мл/мин сорбентом из ГО также достигается результат очистки ниже уровня ПДК. То есть эффективность сравнима с использованием эталонного активированного угля марки БАУ, очищающего загрязненную воду до уровня ПДК (0,05 мг/л).
Получение сорбентов для ликвидации проливов нефтепродуктов, Полоцкий государственный университет им. Е. Полоцкой г.	Получение сорбентов из околоплодника редьки масличной, хвоща полевого, шелухи гречихи, ячменя и арахиса. Полученные образцы можно отнести к объемно-пористым сорбентам, среди них наиболее развита пористость поверхности шелухи ячменной. Наилучший температурный диапазон применения сорбентов по отношению к исследуемой нефти: -5-40 °С.	Тяжелые нефтепродукты (вакуумный дистиллят) поглощаются всеми образцами значительно эффективнее, чем легкие (керосин). Сорбенты пригодны для сбора проливов нефти и нефтепродуктов как в необработанном (нативном) виде, так и подвергнутые обработке дистиллированной и водопроводной водой, слабым раствором щелочи и замораживанием. Экономически эффективная сорбционная способность сорбентов в нативном состоянии установлена для

Новополоцк, Беларусь		хвоща полевого и шелухи ячменной. Значения нефтеемкости исследуемых образцов не уступают показателям некоторых промышленных сорбентов на основе торфа («Белнефлесорб - экстра», «Питсорб», «Турбоджет», «Сибсорбент», «Экограннефторф» и др.).
Получение углеродных адсорбентов, Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева, г. Москва	Переработка скорлупы кокоса, рисовой шелухи, оболочек семян манго и слив, стебли и корневища хлопковых растений, части древесины. Методы получения - пиролиз и активация водяным паром, полученных карбонизатов.	Все адсорбенты в виде порошков показали эффективность в сборе нефтепродуктов, а ряд адсорбентов в виде зерен, обеспечивает глубокую очистку от органических примесей многокомпонентных сточных вод, рекуперацию паров органических растворителей из их смеси с воздухом. Например, активированный уголь из оболочек семян манго обеспечил 98% осветляющую способность.
Получение абсорбента для сточных вод загрязненных нефтепродуктами, Наманганский государственный университет, Институт общей и неорганической химии, Республика Узбекистан, г. Ташкент	Синтезируется на основе скорлупы грецкого ореха и миндаля. Сырье нагревали до 800°C со скоростью 10°C/мин в пиролизной установке в бескислородной среде и выдерживали в течение 1 ч. Адсорбцию проводили при 25°C. Масса адсорбента 7 г; объем раствора 50 мл, концентрация рабочих водных растворов: 7 мг/л, время адсорбции 30 мин. Применяемые установки компактны, просты в оформлении и управлении процессом.	Позволяют очищать воду от широкого спектра загрязнителей с высокой эффективностью до величины ПДК и глубже, обеспечивают возможность выделения ценных продуктов из загрязненной воды. При добавлении 2,5 мг/л адсорбента степень очистки воды, сильно загрязненной органическими веществами и маслами, повысилась до 95,3%. Для глубокой очистки сточных вод нефтеперерабатывающих и маслозаводов процесс адсорбции с помощью активированного угля, полученного на основе скорлупы грецкого ореха и миндаля при концентрации 2,5 мг/л показал значительную эффективность.
Получение сорбентов для очистки жиросодержащих сточных вод, ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар	Получают на основе стержней кукурузных початков. Сорбент относится к целлюлозосодержащему сырью, имеет губчатую пространственно-каркасную структуру.	Обладает высокой гидрофобностью и при контакте с жирной пленкой на поверхности воды, происходит избирательное впитывание только жира. Отработанный сорбент не требует затрат на регенерацию, после очистки объекта, может быть использован в составе зерноотрубных кормосмесей в качестве источника клетчатки, наполнителя премиксов и т. д.

<p>Способ переработки углеродсодержащих отходов растительного происхождения ФГБОУ ВО Тверской государственной университет, г. Тверь</p>	<p>Перерабатывают отходы с размером фракции не более 1 мм. Термическая переработка сырья при $t\ 598\div 602^{\circ}\text{C}$ в течение 2 с без доступа кислорода в вертикальном шнековом реакторе. Технология дополнительно включает подачу сырья в реактор пиролиза, очистку летучих продуктов с помощью циклона. Термокаталитическая очистка проводится с использованием катализатора на основе кобальта, импрегнированного в матрицу цеолита ZSM-5 (содержание кобальта - 2 мас.%).</p>	<p>Для генерации электрической и тепловой энергии и получения углеродных сорбентов. Обеспечивает увеличение КПД переработки исходного сырья и повышение качества жидких и газообразных продуктов.</p>
---	--	---

Заключение. Как показал анализ информационных источников, переработка растительных отходов в сорбенты перспективна, результаты исследований подтверждают конкурентоспособность и востребованность данной продукции. Производство сорбентов с использованием сельскохозяйственных растительных отходов, благодаря экологической чистоте, практически неограниченным ресурсам, высоким адсорбционным, ионообменным и фильтрационным свойствам, низкой стоимости, большому резерву работы позволит расширить ассортимент поглотителей различных органических загрязнений, снизить нагрузку на окружающую среду и получить значительный экономический эффект. Технологические характеристики сорбентов из растительных отходов дают возможность эффективного их применения для очистки природных объектов от широкого спектра загрязнителей и стимулируют дальнейшие исследования, направленные на получение новых адсорбционно-активных материалов из растительного сырья.

Библиографический список

1. Рециклинг: что это такое, какие методы используются, виды вторичного сырья, отличие от переработки и утилизации отходов. Электронный ресурс URL: <https://cleanbin.ru/terms/recycling?ysclid=la0r0a9zc0233136134> (дата обращения: 30.09.2022).
2. Косенкова С.В., Уланова И.А., Васильев А.К., Чурсина М.Е., Нагайцева Ю.М. Рециклинг: методология перевода отхода производства в продукт (сырьё) // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020. №1., Электронный ресурс URL: <https://resources.today/PDF/13ECOR120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI:10.15862/13ECOR120 (дата обращения: 30.09.2022).
3. Майорова Е.И., Булавка Ю.А., Якубовский С.Ф. Модификация нефтяных сорбентов из растительного сырья // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 275-277.

4. Темирханов Б.А., Султыгова З.Х., Ужахова Л.Я. Синтез сорбентов из отходов растительного сырья с целью очистки сточных вод от нефти // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2015. № 7-1. С. 77-81.
5. Мьинт С.В., Сое Н.Л., Мое З., Тху М., Тху М.М., Нистратов А.В., Клушин В.Н. Термический рециклинг растительных отходов Мьянмы с получением углеродных адсорбентов // Башкирский химический журнал. 2020. Т.27. №1. С.61-67.
6. Убайдуллаева Н.Н., Салиханова Д.С., Дехконов Р.С. Исследование угольного адсорбента композиции на основе местного растительного сырья для очистки сточных вод // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 7(100). Электронный ресурс URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14070> (дата обращения: 30.09.2022).
7. Пирузян А.В., Боковикова Т.Н., Найденов Ю.В. Перспективный сорбент на основе отходов растительного сырья для очистки жиросодержащих сточных вод // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 10.; Электронный ресурс URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=3859> (дата обращения: 03.11.2022).
8. Сульман Э.М., Луговой Ю.В., Чалов К.В., Тихонов Б.Б., Косивцов Ю.Ю., Молчанов В.П. Способ переработки углеродсодержащих отходов растительного происхождения // Патент на изобретение RU 2644895 С2, 14.02.2018. Заявка № 2016130700 от 27.07.2016.