Данное исследование посвящено изучению фиторемедиации почвы, загрязненной кадмием, с использованием культуры моркови (Daucus carota L.) и вермикомпоста. В работе представлены методы моделирования загрязнения почвы и определения транслокации кадмия в растения, а также влияние фиторемедиации на активность почвенных ферментов, таких как каталаза, уреаза, дегидрогеназа и протеаза. Эксперимент показал, что Daucus carota L. эффективно накапливает кадмий в корнеплодах, особенно при высоких концентрациях загрязнения. Введение вермикомпоста в почву способствует снижению накопления кадмия в растении, что может быть связано с улучшением структуры почвы и её способности к нейтрализации токсичных веществ. Кроме того, добавление вермикомпоста помогает поддерживать более высокие уровни активности почвенных ферментов, смягчая токсическое воздействие кадмия на микроорганизмы и экосистему почвы. Результаты исследования подтверждают, что морковь (Daucus carota L.), как фиторемедиант, в сочетании с вермикомпостом может быть использована для очистки почвы от загрязняющих веществ (Cd) и восстановления её биологической активности.

Ключевые слова: *почва, загрязнение кадмием, ферментативный активность, вермикомпост, фиторемедиация, морковь (Daucus carota L.).*

Авторлар туралы мәліметтер

Давлат Хасанұлы Юлдашбек* – химия магистрі, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан; e-mail: davlat.yuldashbek@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9342-7502.

Дилара Кахаровна Сунакбаева – техника ғылымдарының кандидаты, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан; e-mail: dilara.sunakbayeva@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1182-7113.

Сведения об авторах:

Давлат Хасанулы Юлдашбек* – магистр химии, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан; e-mail: davlat.yuldashbek@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9342-7502.

Дилара Кахаровна Сунакбаева – кандидат технических наук, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан; e-mail: dilara.sunakbayeva@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1182-7113.

Information about the authors

Davlat Khasanuly Yuldashbek – Master of Chemistry, International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Turkestan, Kazakhstan; e-mail: davlat.yuldashbek@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9342-7502.

Dilara Kakharovna Sunakbaeva – candidate of technical sciences, International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Turkestan, Kazakhstan; e-mail: dilara.sunakbayeva@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1182-7113.

Received 03.02.2025
Revised 03.03.2025
Accepted 04.03.2025

https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-1(17)-51

МРНТИ: 31.21.01

CC BY 4.0
Check for updates

И.О. Сапаргали[1], К.С. Бексеитова[1], У.Е. Жантикеев[1], Н.Н. Нургалиев[2]*, С. Азат[1]
[1]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
050013, Республика Казахстан, г.Алматы, , ул.Сатпаева 22
[2]Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул.Глинки 20
*e-mail: n.nurgaliyev@shakarim.kz

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ МИКРОПЛАСТИКА В ВОДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТОВ

Аннотация: *Поступление вредных веществ в водную систему приводит к загрязнению воды. Загрязняющие вещества могут быть микроорганизмами, химическими добавками или пластиками. В настоящее время увеличение производства пластиковых изделий составляет 80% отходов в мировом океане. Микропластики различаются по цвету и плотности в зависимости от типа полимера и делятся на первичные и вторичные по происхождению. Около 54,5% микропластиков, найденных в океане, состоят из полиэтилена, а 16,5% – из полипропилена;*

остальные образованы поливинилхлоридом, полистиролом, полиэстером и полиамидами. Полиэтилен и полипропилен, имея плотность ниже, чем у морской воды, плавают на поверхности, влияя на верхние слои океана, тогда как материалы с высокой плотностью оседают на дно моря.

В данном исследовании в лабораторных условиях был подготовлен микропластик из полипропилена. Эксперимент проводился с двумя типами адсорбентов: природным цеолитом, полученным из месторождения Шанханай, и активированным углем, полученным из скорлупы грецкого ореха. В процессе работы были определены сорбционные свойства адсорбентов с помощью формирования колонн. Проведя анализ морфологических и поверхностных структур, микропластик, изготовленный из полипропилена, был окрашен и обработан холодной плазменной установкой, после чего было проведено исследование с использованием оптического микроскопа.

Ключевые слова: *установка холодной плазмы, полипропилен, микропластик, природный цеолит, активированный уголь.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Пресноводные экосистемы, включая реки, озера и источники подземных вод, являются ценными ресурсами, необходимыми для поддержания жизни на Земле. Микропластик, который ранее считался в первую очередь морской проблемой, теперь признан серьезным загрязнителем, попадающим в пресноводные водоемы по всему миру. Его источники разнообразны и тесно связаны с фрагментацией крупных пластиковых отходов и производственными процессами. Вопросы, касающиеся долгосрочного сохранения микропластика в окружающей среде, его переноса, воздействия на водную флору и фауну, а также последствий для здоровья человека, становятся все более актуальными.

Эта отрасль начала бурно развиваться с 1940-х годов, когда началось массовое производство пластмасс. К сожалению, помимо удобства и практичности, которые нам предлагают пластиковые изделия, существуют и негативные эффекты, такие как загрязнение биосферы микропластиком [1]. За последние три десятилетия мировое производство пластика почти утроилось и, по прогнозам, к 2050 году достигнет 33 миллиардов тонн [2-4]. Несмотря на растущую осведомленность о загрязнении окружающей среды пластиком и принятие мер по его сокращению, ежегодное производство пластика продолжает расти. Исследования [5] показывают, что обрабатывающая промышленность ежегодно производит более 280 миллионов тонн пластиковых отходов [6].

Пластмассы – это синтетические полимеры, которые по своей природе являются гибкими (мягкими) и могут принимать различные формы [8]. Пластики состоят из длинных полимерных цепей, в состав которых входят углерод, кислород, водород, кремний и хлориды, которые получают из природного газа, нефти и угля [9]. Полиэтилен (ПЭ), полиамид (ПА), полипропилен (ПП), полиэстер (ПЭС), полиуретан (ПУ), акрил (АК), полистирол (ПС), полиэтилентерефталат (ПЭТ), поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилен высокой плотности (ПЭВП), полиэтилен низкой плотности (ПЭНП), полиимид (ПИ), полиметилметакрилат (ПММА), политетрафторэтилен (ПТФЭ) и полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) являются наиболее распространенными синтетическими полимерами, на долю которых приходится 90% мирового производства пластика [10, 11].

Микропластик – это пластиковые частицы размером от миллиметров до нанометров, которые невидимы человеческому глазу. Микропластики делятся на две группы в зависимости от их происхождения: первичные и вторичные микропластики [14].

Основная группа микропластиков – это синтетические полимеры микроразмеров, которые попадают в окружающую среду непосредственно в виде мелких частиц. Используется в качестве отшелушивающего средства в химических составах, абразивных средах, химической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также в производстве синтетической одежды. Их можно по желанию добавлять в чистящие средства, средства гигиены и косметику (например, гели для душа).

Первичный микропластик может образовываться в результате износа крупных пластиковых изделий в процессе производства, использования или обслуживания. Например, шины изнашиваются во время вождения автомобиля, а синтетические ткани изнашиваются во время стирки (рис. 1). Микросферы – это разновидность первичного пластика, состоящая из гранул полиэтилена, полипропилена и полистирола (размером 2 мм), используемая в косметических и медицинских изделиях [15].

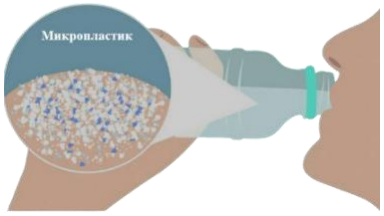

Рисунок 1 – Пути воздействия микропластика на человека [12].

Вторая группа, микропластик, представляет собой пластик, который образуется в результате распада более крупных пластиковых изделий на микроскопические пластиковые частицы в экосистеме океана. Эти изменения окружающей среды происходят в результате, например, микробного разложения, фотокатализа, высокотемпературного разложения, термического разложения, гидролиза и других процессов химической деградации, а также из-за случайной утилизации пластиковых пакетов или непредвиденных потерь, например, рыболовных снастей. В воде микропластик циркуляция или на закате будет [16].

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Получение микропластика в лабораторных условиях

Для получения микропластика в лабораторных условиях были взяты 6 центрифужных трубок общей массой 60,4 грамма. Центрифужные трубки были измельчены в механической ножевой мельнице (NO:ZL-2024) и высушены в сушильном шкафу при температуре 70°C в течение 6 часов. В течение суток микропластик был отсортирован по размерам с помощью лабораторного электрического сита, в результате, была выбрана фракция 105 мкм (рис. 2).

Рисунок 2 – Процесс извлечения микропластика

(а – центрифужные пробирки весом 60,47 грамма; б, в – механическая ножевая мельница, измельченный пластик; г – этап разделения по размерам с помощью электрического сита; д – микропластик размером 105 мкм)

2.2 Установка холодной плазмы

Данная установка (ТУ НИГП-2023 м, г. Киев, Украина) предназначена для очистки загрязненных вод плазмохимическим методом, а также применяется для приведения качества воды в соответствие с гигиеническими требованиями (ГСанПиН 2.2.4-171-10). Устройство направлено на улучшение качества потребления: отсутствие образования накипи, сбалансированное содержание солей, обеспечение физиологической полноценности. В состав конструкции входят реактор, электронный блок, высоковольтный блок и система фильтрации воды. При работе с образцом используют напряжение 10-30 кВ, ток 10-100 А, процесс длится 10 минут. Установка предназначена для очистки воды от токсичных соединений, стойких органических загрязнителей, тяжелых металлов, железа и взвесей, удаления хрома, привкусов и запахов, а также дезинфекции воды.

В настоящее время установки холодной плазмы имеются в трех местах, одно из которых находится в лаборатории инженерного профиля (ЛИП) КазНИТУ им. К.И. Сатпаева (рис. 3).

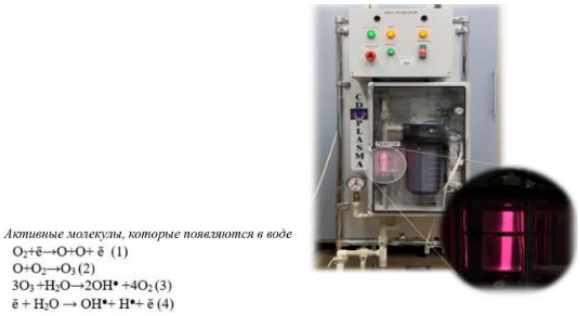

Рисунок 3 – Холодная плазма и реактор холодной плазмы

2.3 Подготовка адсорбентов

2.3.1 Природный цеолит

Природный цеолит, полученный из месторождения Шанханай в Кербулакском районе Жетысуской области, был измельчён до фракции 2-4 мм. Готовый цеолит промыт дистиллированной водой и высушен в сушильном шкафу при температуре 70°C в течение 14 часов (рис. 4).

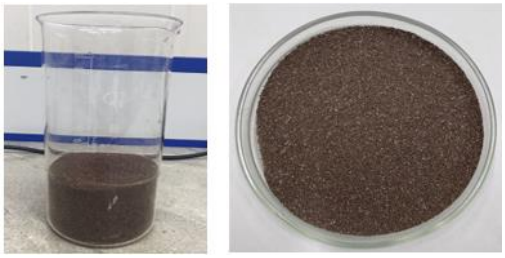

Рисунок 4 – Природный цеолит

2.3.2 Активированный уголь (АУ)

Сельскохозяйственное производство приводит к образованию большого количества твердых отходов, одним из которых является скорлупа грецких орехов. Данная оболочка была использована для получения пористого углеродного материала. Перед процессом карбонизации скорлупу грецкого ореха измельчили до гранул размером 2-4 мм. Измельченные грецкие орехи подвергаются термическому разложению в процессе карбонизации при температуре 300-850°C в течение 4 часов. В процессе газификации из исходного материала удаляются такие элементы, как кислород, водород, азот и сера. Инертный газ – скорость потока аргона 50 см³/мин.

Для полного формирования пористой структуры активацию проводили в соотношении 3:1 фосфорной кислоты (H_3PO_4). Затем для повышения сорбционной способности активированного угля его промывали 7-8 раз до достижения значения pH 7. В конце , материал сушили в сушильной печи при температуре 70°C в течение 12 часов (рис. 5).

а б

Рисунок 5 – Процесс извлечения активированного угля из скорлупы грецкого ореха
(а – скорлупа грецкого ореха до обугливания; б – активированный уголь после карбонизации)

2.4 Процесс проведения эксперимента

Для проведения сорбционной работы природного цеолита с активированным углем колона извлекается в лабораторных условиях. Была взята стеклянная трубка длиной 20 см и внутренним диаметром 3 см. Сначала в колонку помещали 2 см природного цеолита и 4 см активированного угля. Колбу промыли 2 литрами дистиллированной воды.

2 грамма микропластика смешивали с дистиллированной водой и пропускали через установку холодной плазмы в течение 2,5 минуты и 5 минут . Для проверки сорбционных свойств адсорбентов через колонку пропускали воду, загрязненную микропластиком, прошедшую через холодную плазму. После полного слива воды из колоны активированный уголь и природный цеолит разделяли и сушили в сушильном шкафу при температуре 70°С в течение 6 часов (рис. 6).

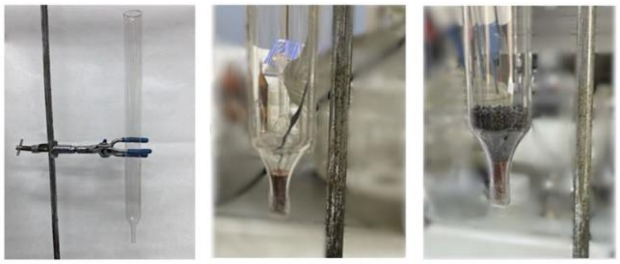

Рисунок 6 – Процесс проведения эксперимента
(а – процесс создания колоны; б – природный цеолит; в – АУ)

2.5 Методика работы

2.5.1 Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)

Для изучения морфологии поверхности и структуры микрочастиц активированного угля и природного цеолита использовалась методика СЭМ, которая позволяет проводить детальный анализ формы и топографии частиц. Образцы, как до, так и после обработки холодной плазмой, были исследованы с использованием микроскопа Zeiss Evo 50 (Oxford Instruments, Кембридж, Великобритания). Это позволило детализировать изменения в структуре поверхности и выявить возможное образование микротрещин или других дефектов, вызванных плазменной обработкой.

2.5.2 Оптическая микроскопия

Для первичной оценки распределения размеров частиц и визуализации поверхности образцов активированного угля и природного цеолита использовалась оптическая микроскопия с увеличением до 100х. Это позволило выявить крупномасштабные изменения в морфологии частиц и оценить общий характер распределения фрагментов до проведения более детального анализа.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Результаты сканирующей электронной микроскопии (СЭМ)

Для наблюдения за морфологией и структурой поверхности адсорбентов в сформированной колонке образцы снимали с помощью сканирующей электронной микроскопии. Образцы были разделены на две части: до и после эксперимента (рис. 7).

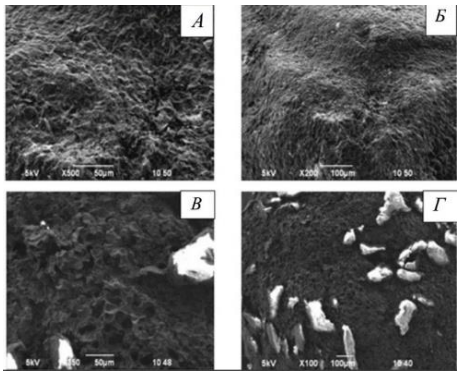

Рисунок 7 – Снимки СЭМ активированного угля
(а – АУ, увеличение х500; б – АУ, увеличение х200; в – АУ с примесями микропластика, увеленчение х350;
г – АУ с примесями микропластика, увеличение х100)

На рисунке 7 видно, что морфологическая структура адсорбентов пористая. На рисунках А и Б показаны пустоты и поры, образующие сетчатую структуру, что свидетельствует о высокой степени активации активированного угля. Поры имеют сложную и разветвленную форму, что повышает сорбционные свойства материала. На рисунках В и Г

показана морфологическая структура поверхностного слоя активированного угля, сорбировавшего воду, загрязненную микропластиком. Данные сканирующей электронной микроскопии показали, что структура поверхности содержит небольшое количество микропластиковых частиц. Это свидетельствует о том, что активированный уголь, извлеченный из скорлупы грецкого ореха, осуществил процесс сорбции.

Видим (рис. 8), что поверхностные структуры природного цеолита однородны и пористы. Сканирующая электронная микроскопия показала, что на поверхности природного цеолита можно обнаружить небольшое количество микропластика. Поскольку активированный уголь находится в верхнем 4-сантиметровом слое данной сорбционной колонны, большая часть частиц микропластика сорбируется в поверхностный слой, тогда как частицы микропластика в меньшей фракции могут переходить в природный цеолит.

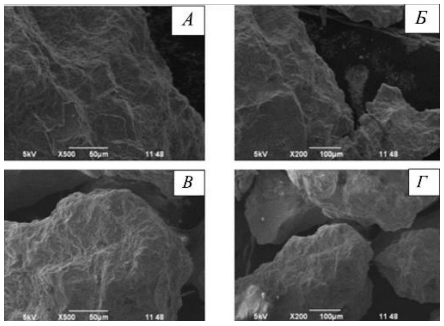

Рисунок 8 – Снимки СЭМ природного цеолита
(а – природного цеолита, увеличение х500; б – природного цеолита, увеличение х200;
в – природный цеолит с примесями микропластика, увеленчение х500;
г – природный цеолит с примесями микропластика, увеличение х 200).

3.2 Результат оптического микроскопа

На представленных изображениях (рис. 9) показано воздействие устройства холодной плазмы на микропластиковые частицы при 10-кратном увеличении: в начальном состоянии, после 2,5 и 5 минут обработки. После первоначального взаимодействия микропластиковые частицы сохраняют свои гладкие края и выглядят целостными. Изменение их цвета может свидетельствовать о начале химических процессов или о наложении веществ, возникающих в результате воздействия плазмы. Форма частиц существенно не меняется, и наблюдаются частицы различного размера. После 2,5-минутного воздействия края частиц становятся зазубренными, а поверхности – неровными, что может указывать на протекание процесса разрушения материала. Изменение цвета свидетельствует об усилении химического воздействия плазмы. После 5-минутного воздействия частицы заметно разрушаются: их края становятся резкими и неровными, на поверхностях наблюдаются явные признаки разрушения. В результате распада крупных частиц появляются мелкие фрагменты. Неровное распределение цветов указывает на глубину химических изменений и частичное разрушение материала. Длительное воздействие холодной плазмы приводит к постепенному разрушению как физической, так и химической структуры микропластика.

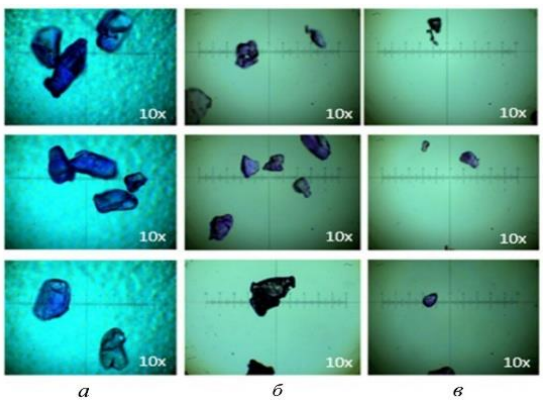

Рисунок 9 – Снимки оптического микроскопа активированного угля
(а – первичный; б – результат через 2,5 минуты; в – результат через 5 минут)

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой статье были подготовлены адсорбенты для очистки воды, загрязненной микропластиком, в лабораторных условиях. Была создана специальная колона. В колону были построены адсорбенты как активированный уголь из скорлупы грецкого ореха и природный цеолит. Позже вода, загрязненный микропластиком, была перенесена из созданной колоны. Результаты сканирующего электронного микроскопа показали, что активированный уголь пористый и содержит частицы микропластика на своей поверхности. Видим, что природный цеолит однороден, его структура пористая. В природным цеолите показаны небольшие фракции микропластика.

Также использовали установку холодной плазмы для предварительной обработки микропластика. Результаты исследования оптической микроскопии показали, что холодная плазма вносит значительные изменения в структуру и внешний вид микропластика. В целом было обнаружено, что установка холодной плазмы оказывает глубокое воздействие на микропластика, повышая эффективность его разрушения.

Список литературы

1. Geyer R. Production, use, and fate of all plastics ever made / R. Geyer, J.R. Jambeck, K.L. Law // Science Advances. – 2017. – № 3(7).
2. Poole M.A. Plastic Europe, 2020. Plastics – the Facts 2020. Plastic Europe / M.A. Poole, P.N. O'Farrell // The assumptions of the linear regression model. Trans. Inst. Br. Geogr. – 1971. – № 52. – 145 p.
3. Lord R. Plastics and Sustainability: A Valuation of Environmental Benets / R. Lord // Costs and Opportunities for Continuous Improvement. – 2020.
4. Garside M. Global Plastic Production / M. Garside. – 1950, 2018, 2020.
5. Sedlak D.L. Three lessons for the microplastics voyage / D.L. Sedlak // Environ. Sci. Technol. – 2017. – № 51 (14). – P. 7747– 7748.
6. Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris / N.B. Hartmann et al ; Hüffer T.; Thompson R.C.; Hassellöv M. // Environ. Sci. Technol. – 2019. – № 53 (3). – P. 1039-1047.
7. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling / J.N. Hahladakis et al // Journal of Hazardous Materials. – 2018. – № 344. – P. 179-199.
8. Horodytska O. Plastic waste management: current status and weaknesses / O. Horodytska, A. Cabanes, A. Fullana // Plastics in the Aquatic Environment – 2019. – Part I. – P. 289-306.
9. Eriksen M. Plastic Pollution in the World's Oceans More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea / M. Eriksen // PLOS ONE. – 2014.
10. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea / M. Eriksen et al // PLoS ONE. – 2014. – № 9(12). – e111913.
11. Duis K. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects / K. Duis, A. Coors // Environmental Sciences Europe. – 2016. – № 28(1).
12. Eerkes-Medrano D. Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs / D. Eerkes-Medrano, R.C. Thompson, D.C. Aldridge // Water Research. – 2015. – № 75. – P. 63-82.
13. Hernandez L.M. Are There Nanoplastics in Your Personal Care Products? / L.M. Hernandez, N. Yousefi, N. Tufenkji // Environmental Science & Technology Letters. – 2017. – № 4(7). – P. 280-285.
14. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities / A.A. Horton et al // Science of the Total Environment. – 2017. – № 586. – P. 127-141.
15. Law K.L. Microplastics in the seas / K.L. Law, R.C. Thompson // Science. – 2014. – № 345(6193). – P. 144-145.
16. Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects / Van Cauwenberghe et al // Marine Environmental Research. – 2015. – № 111. – P. 5-17.

Благодарность: *Работа выполнена в рамках научного проекта ИРН AP23489574 «Модифициированная фильтрующая установка на основе активированного угля для эффективного удаление органических веществ и микропластика при медленной фильтрации повторно используемой воды» при финансировании КН МНВО.*

И.О. Сапаргали[1], К.С. Бексейтова[1], У.Е. Жантикеев[1], Н.Н. Нургалиев[2*], С. Азат[1]
[1]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті,
050013, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Сәтпаев к-сі 22
[2]Семей қаласының Шәкәрім атындагы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі 20
*e-mail:n.nurgaliyev@shakarim.kz

СУДАҒЫ МИКРОПЛАСТИКТЕРДІ СОРБЕНТТЕРДІҢ КӨМЕГІМЕН ТАЗАРТУДЫҢ КЕШЕНДІ ӘДІСІ

Су жүйесіне зиянды заттардың түсуі судың ластануына әкеледі. Ластануға себеп болатын заттар микроорганизмдер, химиялық қоспалар және пластиктер болуы мүмкін. Қазіргі уақытта пластикалық бұйымдар өндірісінің артуы әлемдік мұхиттағы қалдықтардың 80%-ын құрайды. Микропластиктер полимер түрлеріне байланысты түсі мен тығыздығы бойынша өзгешеленіп, шығу тегіне қарай бастапқы және екінші реттік болып бөлінеді. Мұхитта табылған микропластиктердің шамамен 54,5%-ы полиэтиленнен, ал 16,5%-ы полипропиленнен тұрады, ал қалғаны поливинилхлорид, полистирол, полиэстер және полиамидтерден құралады. Теңіз суына қарағанда тығыздығы төмен болғандықтан, полиэтилен мен полипропилен су бетінде қалқып жүріп, мұхиттың жоғарғы қабатына әсер етеді, ал тығыздығы жоғары материалдар теңіз түбіне шөгеді.

Бұл зерттеуде лабораториялық жағдайда полипропиленнен микропластик дайындалды. Адсорбенттердің екі түрімен тәжірибе жұмысы жасалды. Жетісу облысы Кербұлақ ауданы Шанханай кен орнынан алынған табиғи цеолит пен грек жаңғағының қабығынан алынған белсендірілген көмір қолданылды. Жұмыс барысында колона құру арқылы адсорбенттердің сорбциялық қасиеті анықталынды. Морфологиялық, беттік құрылымдарына талдау жұмыстарын жасай отырып, полипропиленнен дайындап алынған микропластикті бояп, суық плазма қондырғысынан өткізіп, оптикалық микроскоппен зерттеу жүргізілді.

Түйінді сөздер: *суық плазма қондырғысы, полипропилен, микропластик, табиғи цеолит, белсендірілген көмір*

I.O. Sapargali[1], K.S. Bexeitova[1], U.Ye. Zhantikeyev[1], N.N. Nurgaliyev[2*], S. Azat[1]
[1]Satbayev University,
050013, Republic of Kazahstan, Almaty, Satpayev street, 22
[2]Shakarim University,
071412, Republic of Kazahstan, Semey, Glinki street, 20
*e-mail: n.nurgaliyev@shakarim.kz

A COMPREHENSIVE METHOD FOR REMOVING MICROPLASTICS FROM WATER USING SORBENTS

The introduction of harmful substances into water systems leads to water pollution. Pollutants can include microorganisms, chemical additives, or plastics. Currently, the increase in plastic production accounts for 80% of waste in the world's oceans. Microplastics differ in color and density depending on the type of polymer and are categorized as primary and secondary based on their origin. Approximately 54.5% of microplastics found in the ocean are made of polyethylene, while 16.5% are made of polypropylene; the remainder consists of polyvinyl chloride, polystyrene, polyester, and polyamides. Due to their lower density compared to seawater, polyethylene and polypropylene float on the surface, affecting the upper layers of the ocean, while denser materials settle to the sea floor.

In this study, microplastics were prepared from polypropylene under laboratory conditions. The experiment was conducted with two types of sorbents: natural zeolite obtained from the Shankhanay deposit and activated carbon derived from walnut shells. The sorption properties of the sorbents were determined through column formation. By analyzing the morphological and surface structures, the microplastic produced from polypropylene was dyed and treated with a cold plasma setup, followed by examination using an optical microscope.

Key words: *cold plasma installation, polypropylene, microplastic, natural zeolite, activated carbon.*

Авторлар туралы мәліметтер

Инабат Өміруzаққызы Сапарғали – Сәтбаев Университеті, Инженерлік-бейінді зертханасының ғылыми қызметкері; e-mail:sapargali.i@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0258-8277.

Қалампыр Сұнақбайқызы Бексейтова – Сәтбаев Университеті, Инженерлік-бейінді зертханасының ғылыми қызметкері, техника ғылымдарының магистрі; e-mail: kalampyr.bexeitovas@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-5510-7660.

Ұлан Ержанұлы Жантикеев – Сәтбаев Университеті, Инженерлік-бейінді зертханасының ғылыми қызметкері, докторант; e-mail: nurlybekov.ulan@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1200-2340.

Нұржан Нұрлыбекұлы Нұрғалиев* – PhD, қауымд.профессор, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, «Химия және экология» кафедрасы; e-mail: n.nurgaliyev@semgu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1216-7150.

Азат Сейтхан – PhD, доцент, Сәтбаев Университеті, Инженерлік-бейінді зертханасының меңгерушісі; e-mail: a.seitkhan@satbayev.university. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9705-7438.

Сведения об авторах

Инабат Омирузаковна Сапаргали – Сатпаев университет, научный сотрудник лаборатории ннженерного профиля, магистр технических наук; e-mail: sapargali.i@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0258-8277.

Калампыр Сунакбаевна Бексейтова – Сатпаев университет, научный сотрудник лаборатории ннженерного профиля, магистр технических наук; e-mail: kalampyr.bexeitovas@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-5510-7660.

Улан Ержанович Жантикеев – Сатпаев университет, научный сотрудник лаборатории ннженерного профиля, докторант; e-mail: nurlybekov.ulan@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1200-2340.

Нуржан Нурлыбекович Нургалиев* – PhD, ассоц. профессор кафедры Химии и экологии, НАО Университета имени Шакарима; e-mail: n.nurgaliyev@semgu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1216-7150.

Азат Сейтхан – PhD, доцент, руководитель лаборатории ннженерного профиля, Университета Сатпаева; e-mail: a.seitkhan@satbayev.university. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9705-7438.

Information about the authors

Inabat Omirzakkyzy Sapargali – Satpayev university, researcher of engineering laboratory, master of technical science; e-mail:sapargali.i@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0258-8277.

Kalampyr Sunakbaikyzy Bekseitova – Satpayev university, researcher of engineering laboratory, master of technical science; e-mail: kalampyr.bexeitovas@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-5510-7660.

Ulan Erzhnuly Zhantikeyev – Satpayev university, researcher of engineering laboratory, PhD student; e-mail: nurlybekov.ulan@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1200-2340.

Nurzhan Nurlybekovich Nurgaliyev – PhD, assoc.professor, Shakarim university, department of «Chemistry and ecology»; e-mail: n.nurgaliyev@semgu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1216-7150.

Azat Seitkhan – PhD, associate professor, Satpayev university, head of engineering laboratory; e-mail: a.seitkhan@satbayev.university. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9705-7438.

Поступила в редакцию 20.02.2025
Поступила после доработки 07.03.2025
Принята к публикации 13.03.2025

https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-1(17)-52

CC BY 4.0
Check for updates

МРНТИ: 31.17.29

А.Т. Табынбаева[1], К. Тоштай[1], Н.А. Ахметов[2], К.Т. Тастамбек[1,2], Ж.Т. Тауанов[1,2*]
[1]Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби,
050038, Республика Қазахстан, г. Алматы, пр. Аль-Фараби 71
[2]Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави,
161200, Республика Казахстан, г. Туркестан, пр. Б.Саттарханова, 29
*e-mail: tauanov.zhandos@kaznu.edu.kz

СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛЛОРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ КРАСИТЕЛЯ КОНГО КРАСНОГО (Congo Red)

Аннотация: *В данной статье подробно рассматриваются синтез и структурные характеристики металлорганических каркасов (МОК), в частности ZIF-8 и ZIF-67, и их перспективы применения в области очистки воды от токсичных органических загрязнителей. Эти материалы относятся к классу пористых координационных полимеров, которые привлекают внимание благодаря своей уникальной кристаллической структуре, высокой удельной поверхности и возможностям для модификации пористости и функциональных групп. Особое внимание уделено исследованию адсорбционных свойств ZIF-8 и ZIF-67 на примере удаления токсичного анионного*