

МИКРОПАСТИК: ЧТО ЭТО ТАКОЕ И КАК С НИМ БОРОТЬСЯ?**И. В. Селюков***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель С. Н. Бобрышева

Рассмотрена проблема угрозы микропластика. Обсуждены его источники, а также влияние на здоровье человека и экосистемы. Микропластик может вызывать воспалительные процессы, токсические эффекты и негативно сказываться на микробиоме. Предложены методы борьбы с микропластиком, такие, как переход на многоразовые альтернативы, инвестиции в переработку, установка фильтров на очистных сооружениях. Подчеркнута необходимость комплексного подхода и активных действий для защиты здоровья человека и окружающей среды.

Ключевые слова: микропластик, здоровье человека, экосистемы, загрязнение, переработка.

Микропластик – это частицы различных пластиков, размер которых менее 5 мм. Они делятся на два основных типа: первичный и вторичный. Первичный микропластик включает в себя частицы, которые производятся в таком виде, как, например, в некоторых косметических средствах (скрабы, гели для душа) или в качестве гранул для дальнейшего производства пластиковых изделий. А вторичный микропластик образуется в результате разложения более крупных пластиковых объектов, таких как бутылки, пакеты и упаковка под воздействием солнечного света, воды и других факторов окружающей среды и техногенных воздействий. Источники микропластика разнообразны и состоят из материала соответствующего полимера.

Наиболее распространенный материал для производства бутылок для напитков – полиэтилентерефталат (ПЭТ). При многократном использовании таких бутылок образуются микрочастицы пластика. Многоразовые пищевые контейнеры, пластиковые разделочные доски и пакетики для чая также являются источниками микропластика. Пакеты из целлюлозы менее опасны, в то время как капроновые «пирамидки» могут выделять больше микрочастиц. Микропластиковая пыль может попадать и в мед, когда пчелы принимают ее за пыльцу. В сахаре источником микропластика может быть пыль, образующаяся на производстве, а в соли он появляется в процессе выпаривания больших объемов морской воды. Каменная соль содержит значительно меньше микропластика.

Микропластик образуется в процессе износа автомобильных шин. При движении автомобиля шины подвергаются трению о дорогу, что приводит к их износу и выделению мелких пластиковых частиц. Эти микрочастицы затем попадают в окружающую среду через дождь, ветер или непосредственно с дорожной поверхности. Исследования показывают, что износ шин является значительным источником микропластика, который загрязняет почву и водоемы, оказывая негативное влияние на экосистемы [1].

Микропластик представляет угрозу для здоровья человека. Он попадает в организм через пищу и воду. Например, морепродукты, которые были загрязнены микропластиком, могут стать источником этих частиц для человека. Исследования показывают, что микропластик вызывает воспалительные процессы. Микрочастицы проникают в клетки и ткани, вызывая повреждения и воспаление. Это приводит к различным хроническим заболеваниям, таким как воспалительные заболевания кишечника и сердечно-сосудистые болезни. Некоторые химические вещества, связанные с пластиком, могут

быть токсичными и вызывать серьезные заболевания. Микропластик способен содержать и переносить различные опасные химические вещества, такие, как бисфенол А, фталаты и полихлорированные бифенилы [5]. Эти вещества вызывают эндокринные расстройства, влияя на гормональную систему, и могут способствовать развитию различных заболеваний, включая рак. Химические добавки, используемые при производстве пластика, также могут выделяться и накапливаться в организме, увеличивая токсическую нагрузку. Микропластик негативно влияет на микробиом кишечника, который играет важную роль в поддержании иммунной системы и общего здоровья. Нарушения в микробиоме приводят к снижению иммунитета, повышенному риску инфекций и развитию аутоиммунных заболеваний. Это также сказывается на процессе переваривания пищи и усвоении питательных веществ.

Микропластик имеет свойство накапливаться в организмах через биомагнификацию, что означает, что его концентрация увеличивается по мере продвижения по пищевой цепочке – от планктона к рыбе, а затем к человеку. Высокие уровни накопления микропластика приводят к серьезным проблемам со здоровьем, включая повреждение органов и тканей. Недавние исследования выявили еще одну угрозу, связанную с микропластиком: он может повышать риск инсульта. Микропластик способен проникать в кровоток, вызывать воспалительные процессы в сосудах и увеличивать вероятность образования тромбов. Это приводит к нарушениям кровообращения и инсульту [3].

Микропластик оказывает значительное влияние на экосистему, затрагивая как водные, так и наземные экосистемы. Вот несколько ключевых аспектов этого воздействия. Микропластик проникает в океаны, реки и озера, где становится частью водной экосистемы. Он может образовывать большие скопления, такие, как «мусорные острова» в океанах, что негативно сказывается на морской флоре и фауне. Микропластиковые частицы поглощают токсичные химические вещества из окружающей воды, что усугубляет проблему [2]. Поглощение микропластика водными организмами представляет собой экологическую проблему, поскольку мелкие пластиковые частицы, образующиеся в результате разложения крупных пластиковых изделий, попадают в водоемы через сточные воды и дождевые стоки. Многие морские и пресноводные организмы случайно поглощают микропластик вместе с пищей, что вызывает механические повреждения, нарушения пищеварения и токсическое воздействие. Микропластик накапливается в организмах и передается по пищевой цепи, увеличивая его концентрацию у хищников, что нарушает пищевые цепи и снижает биоразнообразие [4].

Снижение качества почвы из-за микропластика представляет собой экологическую проблему, затрагивающую сельское хозяйство и экосистемы. Микропластик попадает в почву через сельскохозяйственные практики, сточные воды и разложение пластиковых изделий, изменяя физические свойства почвы, такие как структура и дренаж, что ухудшает удержание влаги. Он также негативно влияет на микробиом, снижая разнообразие микроорганизмов и способствуя росту патогенных бактерий, что затрудняет усвоение питательных веществ растениями и может приводить к их токсичности. В результате снижается урожайность, увеличиваются затраты на удобрения и средства защиты. Это создает экономические проблемы и угрожает качеству продуктов питания и здоровью экосистем в долгосрочной перспективе. Это требует активного внимания и действий для защиты окружающей среды долгосрочных и краткосрочных, многоразовых и одноразовых, таких как [1]:

– замена одноразовых пластиковых изделий многоразовыми, такими как стеклянные бутылки, металлические контейнеры, тканевые сумки и многоразовые трубочки. Это значительно снижает количество производимого пластика;

– инвестиции в переработку, а именно – в разработку и внедрение новых технологий для переработки пластика, включая механическую и химическую переработку, что позволит перерабатывать больше видов пластика;

– установка фильтров на очистных сооружениях, которые могут задерживать микропластик и другие загрязнители перед сбросом сточных вод в водоемы;

– запрет на определенные виды пластика: введение законов, ограничивающих или запрещающих использование одноразового пластика, например, пластиковых пакетов и соломинок;

– организация акций по очистке: проведение волонтерских акций по очистке пляжей, рек и озер, что не только помогает убрать микропластик, но и повышает экологическую культуру общества;

– использование технологий для сбора: разработка и внедрение технологий, таких как специальные устройства для сбора микропластика из воды (например, «Ocean Cleanup»), которые могут эффективно удалять загрязнения из океанов и рек.

Уже сейчас в своей повседневной жизни мы можем предпринять простые шаги для защиты от микропластика, например, избегать повторного использования деформированных бутылок и утилизировать их в специальные контейнеры для раздельного сбора отходов; выбирать посуду из безопасных материалов, таких, как керамика, дерево, металл или стекло; при использовании пластиковых контейнеров следует внимательно следить за их состоянием и заменять поврежденные изделия.

Вкладом авторов статьи в решение данной проблемы является разработка метода очистки от микропластика, который заключается в применении для очистки воды мембран с градиентом пористости. Градиент пористости создается путем использования диспергированного и рассеянного материала с дальнейшим спеканием фракций. Необходимая пористость обеспечивается путем расчетов и подбором фракций. В результате образуется фильтр с градиентной пористостью, где размер пор постепенно уменьшается. Такие фильтры устойчивы к засорению, так как процесс происходит по всему объему в отличие от фильтров с однородной пористостью. Для реализации идеи авторам предстоит работа по оптимизации состава материала, расчету параметров структуры градиентного материала и отработке режимов получения таких фильтров.

Таким образом, проблема микропластика представляет собой серьезный вызов, с которым сталкивается наше общество и экосистемы планеты. Однако, несмотря на масштабность проблемы, мы обладаем инструментами и знаниями, необходимыми для ее решения. Главное – их активно использовать.

Литература

1. Ухарцева, И. Ю. Проблемы утилизации бытовых полимерных отходов: технология и экология / И. Ю. Ухарцева, С. Н. Бобрышева, И. В. Селюков // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2024. – № 4 (99). – С. 28–42.
2. Селюков, И. В. Экологические проблемы утилизации бытовых полимеров / И. В. Селюков, И. Ю. Ухарцева // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXIV науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 25–26 апр. 2024 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель, 2024. – С. 91–94.
3. Федоров, А. В. Микропластик в пищевых цепях: влияние на здоровье человека / А. В. Федоров // Экология и здоровье. – 2021. – № 2 (3). – С. 22–28.
4. Баймуканов, М. Т. Казахстан о пластиковом загрязнении и потенциальном его воздействии на биоразнообразие каспийского моря / М. Т. Баймуканов, Ж. М. Баймуканова // Новости науки Казахстана. – 2021. – № 2 (149). – С. 1–5.

5. Негативное влияние микропластика: системы-мишени организма человека / П. А. Ермачкова, А. Н. Кравченко, О. А. Залата, С. Э. Шибанов // Мотивационные аспекты физической активности : материалы V Всерос. междисциплинар. конф., Великий Новгород, 26 февр. 2021 г. / Новгор. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого ; редкол.: Р. Я. Власенко (отв. ред.) [и др.]. – Великий Новгород, 2021. – С. 23–28.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ПРОГРАММНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ УГЛЕВОЛОКНА

К. Ю. Савицкий

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: П. Н. Гракович, С. Н. Целуева

На примере программного продукта, написанного на языке программирования Python, выполняющего по цифровым фотоснимкам группировку измельченных углеродных волокон по длине для последующего изучения влияния времени измельчения на фракционный состав и длину углеродных волокон различного типа, показана эффективность использования систем автоматизации в лабораторном анализе.

Ключевые слова: углеродное волокно, композиционный материал, длина углеродного волокна, измельчение, структурирование экспериментальных данных, язык программирования Python.

Углеродное волокно (УВ) – искусственный материал, получаемый термической обработкой исходных химических или природных волокон (прекурсоров) и характеризующийся высоким содержанием (до 99,9 % по массе) углерода. Они представляют собой тонкие нити диаметром от 3 до 15 мкм, образованные преимущественно атомами углерода, которые объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу. Упорядочивание кристаллов придает волокну большую прочность на растяжение [1]. Характеризуются УВ высокой прочностью, низким удельным весом, низким коэффициентом температурного расширения и химической инертностью, что определяет столь широкое их применение в различных сферах деятельности. ОАО «СветлогорскХимволокно» является крупным производителем углеродных волокнистых материалов и композитов на их основе [2–4]. Выпускаемые в Светлогорске УВ широко используются в измельченном состоянии в антифрикционных композиционных материалах семейства «Флувис», разработанных в ИММС НАН Беларуси. Одним из важнейших показателей является качество измельчения УВ, выражающееся функцией распределения волокон по длинам.

Объекты исследования в данной работе – углеродные волокна на основе гидратцеллюлозы производства ОАО «СветлогорскХимволокно».

Цель работы – разработка на языке Python программы, выполняющей группировку измельченных УВ по длине, и применение ее для последующего изучения влияния времени измельчения на фракционный состав и длину УВ различного типа.

Методика и порядок подготовки образцов для получения цифровых фотоснимков:

1. Выбор партии волокна.
2. Отбор необходимого количества волокна из партии.
3. Подготовка взвеси измельченных УВ в жидкости, например, в этиловом спирте.