

УДК 676

## БЕЗОТХОДНАЯ ПЕРЕРАБОТКА БУМАЖНЫХ ОТХОДОВ

Макарова П.П., Березюк Е.Н., студенты гр. УКт-211, IV курс  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Переработка макулатуры – неотъемлемый фактор сохранения окружающей среды и устойчивого развития. Макулатуру перерабатывают для защиты лесов: благодаря переработке уменьшается потребность в древесине, что ведет к снижению вырубки деревьев. Это способствует поддержанию разнообразия флоры и фауны, сохраняя экосистемы. Так же происходит редукция отходов, уменьшение объемов бумажных материалов на свалках существенно сокращает уровень загрязнения почв и снижает выбросы парниковых газов в атмосферу. И одна из важных факторов – это экономическая польза: развитие переработки стимулирует создание рабочих мест, способствуя росту зеленой экономики.

Переработка бумажных отходов сохраняет лесное богатство: переработка одной тонны макулатуры может спасти около 10 деревьев, экономит 20 000 литров воды, около 1000 кВт электроэнергии и уменьшает количество выбросов углекислого газа на 1700 кг по сравнению с производством бумаги из дерева [1].

Однако ключевые ограничения включают в себя недостаточную инфраструктуру для эффективного сбора и переработки макулатуры, загрязнение бумаги другими материалами, усложняющее процесс переработки; низкую экономическую привлекательность из-за недостатка стимулов для бизнеса.

Для преодоления этих барьеров необходим комплексный подход. Во-первых, усовершенствование инфраструктурных решений в области переработки отходов бумаги, во-вторых, развитие образовательных программ по важности и методам сбора макулатуры, в-третьих, государственная поддержка инициатив, направленных на стимулирование вторичного использования бумажных материалов.

Цель работы – рассмотреть наиболее перспективные технологии переработки макулатуры и определить дальнейшее направление научного исследования.

Согласно ГОСТ 10700-97 «Макулатура бумажная и картонная. Технические условия», макулатура классифицируется по группам:

- группа А включает высший класс: белая мелованная/немелованная (кроме газетной), пакеты без ламинации, упаковочная бумага. Эти материалы характеризуются минимальным количеством примесей.

- группа Б – наиболее встречающаяся макулатура среднего качества. Основными компонентами этой категории являются старые библиотечные книги (без защитных переплетов); гофрокартон, используемый в упаковке

(коробки из гофра); листовой картон хром-эрзац с ограниченными характеристиками.

- группа В – низкокачественная макулатура, в которую включают цветную, черную и коричневую бумагу/картон, старые газеты, картон с полимерным (пластиковым или ламинированным) покрытием; тару для напитков, пакеты из-под молока, соков и других жидкостей, упаковочные материалы, и т.п.

Существует несколько способов переработки макулатуры: первичный и вторичный роспуск, дороспуск, термохимическая обработка и др.

При *первичном роспуске и очистке* отсортированные бумажные отходы измельчаются, замачиваются в воде с добавками ПАВ и помещаются в специальные барабаны [2]. В них происходит роспуск бумаги на волокна, а полученная масса очищается от клея, жира и краски, при этом металлические объекты (скрепки, скобы) удаляются из смеси с помощью мощных магнитов. Завершается процесс формированием жидкой целлюлозной массы – пульпы. В дальнейшем она используется для производства упаковки, наполнителя, дешёвого картона, кровельных материалов. Этот способ позволяет получать более высокое качество волокна и удаляет потенциально вредные вещества, что делает продукт безопаснее. Но метод требует значительных затрат, занимает много времени и нуждается в сложном оборудовании.

*Вторичный роспуск и обработка* предполагает более глубокую очистку целлюлозной массы от примесей и дополнительную химическую обработку сырья. Пульпа отбеливается, очищается от микроорганизмов [3]. Её состав меняется за счёт добавления специальных реагентов. В итоге производитель получает сырьё для изготовления высококачественной бумаги. Этот метод полезен тем, что уменьшает негативное воздействие на окружающую среду и это менее затратный метод. Но имеет свои минусы: полученное сырье может быть хуже по качеству, чем при первичном роспуске, кроме того не все материалы подходят для вторичной переработки.

*Термомеханическая обработка* предусматривается, если в качестве исходного материала используется бумага и картон, имеющий сложный состав. Эта обработка нейтрализует их влияние благодаря диспергированию до размеров, при которых вещества не дают отрицательного влияния на производство. Существуют два вида такой обработки: холодный способ (диспергирование происходит при атмосферном давлении и температуре до 95°C) и горячий способ (при повышенном давлении до 0,3-0,5 МПа и температуре 130-150°C) [4]. Положительные стороны этого метода состоят в том, что процесс помогает уменьшить остаточные напряжения и избежать деформации, а отрицательные стороны – процесс требует точного контроля температуры и скорости и не все материалы подходят для такой обработки.

*Во время дороспуска макулатуры* очищенная макулатурная масса проходит стадию переработки на конических и дисковых мельницах, в результате турбулентных пульсаций и трения массы внутри потока происходит разде-

ление кусочков макулатуры и пучков массы на отдельные волокна [5]. Но для этого метода подходит не вся макулатура.

Из переработанной макулатуры получают: ткани для пошива повседневной одежды, книжную продукцию, журналы, газеты и другие изделия периодической печати, школьные тетради, туалетную бумагу, бумажные полотенца и салфетки, строительные материалы, упаковку для пищевых продуктов, например, яичную упаковку, пакеты, топливные брикеты и паллеты, звукоизоляционные, теплоизоляционные материалы, крафт-бумагу.

Все из вышеуказанных методов применимы в соответствии с поставленной целью, но у всех этих методов существует основная проблема – примеси пластика в бумажной массе (ламинированные листы, глянцевые журналы и т.п.), которые извлекаются на ситах, дробилках и других устройствах. В итоге образуется большое количество бумаги в смеси с пластиком, пути применения и переработки которых до настоящего времени не являются вторичным загрязнителем.

Таким образом, для увеличения эффективности переработки макулатуры необходимо разработать способы переработки и применения смеси бумажной массы с пластиком, вероятно включающие физико-химические и термические процессы.

### **Список литературы:**

1. Сушко, О.П. Конъюнктура и перспективы вторичного рынка сырья для производства целлюлозно-бумажной продукции // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2013. – №37. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konyunktura-i-perspektivy-vtorichnogo-rynskogo-syrya-dlya-proizvodstva-tsellyulozno-bumazhnay-produktsii> (дата обращения: 27.03.2025).
2. Тишковская, Е.А. ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ БУМАГИ И КАРТОНА // сборник материалов 15-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики (Минск – Тула – Донецк, 29-30 октября 2019 года). – С. 274-278.
3. Алашкевич, Ю.Д. / Ю.Д. Алашкевич, Р.З. Пен, Н.В. Каретникова и др. Переработка влагопрочной макулатуры с полимерным покрытием. Сообщение 2. Свойства вторичного волокна // Химия растительного сырья. – 2020. – №2. – С. 365-371.
4. Осянина, Е.В. Вторичное использование макулатуры // Вестник магистратуры. – 2014. – С. 40-41.
5. Дулькин, Д.А. Макулатурная масса для производства писчे-печатных видов бумаги // Автореф. на соиск. ст. канд. техн. наук: Архангельск, 2002. – 20 с.