

формировать оптимальную структуру трудовых ресурсов в экономике, повысить её эффективность.

Список использованных источников

1. Истомина, Л.А. Инкубаторы малого предпринимательства: зарубежный аналитический обзор. Мн.: Министерство предпринимательства Республики Беларусь, Представительство ООН/ПРООН в Республике Беларусь. – 1998. – 185 с.

2. Кочетов, Н.В., Шолох, О.В. Роль инкубаторов малого предпринимательства, их роль в развитии деловой активности и их влияние на экономику // Человеческий капитал как ведущий фактор повышения социально-экономической эффективности и роль профсоюзов в его формировании и защите: Коллективная монография. / Под ред. проф. А.А.Дичковского. – Минск: Междунар. ун-т «МИТСО», 2012. - С. 65-70.

3. Радченко С.А., Радченко С.С. Разработка многофункционального комплекса для улучшения обучения по естественнонаучным дисциплинам, микроклимата и повышению конкурентоспособности выпускников // Многомасштабное моделирование структур, строение вещества, наноматериалы и нанотехнологии: Материалы II Международной конференции, посвященной памяти проф. А.Н. Никитина. Тула: изд-во ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2013. С. 316-323.

4. Кочетов, Н.В. Аналитические модели повышения конкурентоспособности машиностроения. Минск: Право и экономика, 2020. 234 с.

УДК 676.846

Я.В. Казаков

Северный (Арктический) федеральный университет,
г. Архангельск, Российская Федерация

БИОРАЗЛАГАЕМАЯ УПАКОВКА В ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКЕ

***Аннотация.** Бумага и картон широко используются для упаковки. Уступая пластикам по прочности и барьерным свойствам, они более экологичны. Они производятся из возобновляемого сырья, способны к повторному использованию,*

биоразлагаемы. Полный переход на биоразлагаемую и циркулирующую тару и упаковку соответствует современной экономике замкнутого цикла.

Y.V. Kazakov

Northern (Arctic) Federal University,
Arkhangelsk, Russia

BIODEGRADABLE PACKAGING IN A CIRCULAR ECONOMY

***Abstract.** Paper and cardboard are widely used for packaging. Yielding to plastics in strength and barrier properties, they are more environmentally friendly. They are made from renewable raw materials, recyclable and biodegradable. Full transition to biodegradable and recyclable packaging materials is in line with today's circular economy.*

Современной мировой тенденцией является переход к низкоуглеродной циркулярной био-экономике («экономике замкнутого цикла», «круговой экономике») которая предусматривает выполнение следующих позиций:

- избегать образования отходов;
- использовать сырье и продукцию повторно;
- заменить топливо и сырье на основе ископаемых видов на возобновляемые альтернативы;
- создавать добавленную стоимость путем внедрения «умных» решений

К циркулярной экономике человечество повернулось для решения глобальных проблем современности. Происходит смена устаревшей традиционной модели «Добыть, Использовать, Выбросить» на принципиально новую устойчивую модель – «3R»: *Reduce, Reuse and Recycle*. Это означает оптимизацию производственного процесса, повторное или совместное использование продукта, сокращение образования и переработку отходов – и, в целом, появление новых стадий жизненного цикла.

Начиная с 2015 года Европейская комиссия стала активно продвигать концепцию циркуляционной экономики и с этой целью приняла «План действий», определяющий меры в поддержку перехода Европы к циркуляционной экономике.

Этот план включает программу действий, охватывающую весь цикл: от производства и потребления до утилизации отходов и рынка вторичного сырья, а также содержит предложение о пересмотре законодательства, касающегося отходов.

Предлагаемые меры призваны способствовать «замыканию» жизненного цикла продукции за счет расширения масштабов

рециркуляции и повторного использования, а также принести пользу как окружающей среде, так и экономике. Появляются понятия: вторичное волокно; вторичная древесина; вторичный пластик.

Модель «3R» трансформируется в модель «5R», добавляются приоритеты «*Redesign*» и «*Rethink*», предусматривающие использование перерабатываемых материалов и формирование эколого-ориентированного общественного сознания.

Одной из ключевых причин необходимости перехода к циркулярной экономике является огромное количество пластика и микропластика в окружающей среде: океанах, реках, лесах и полях, на городских свалках. Для решения данной проблемы необходим полный переход на биоразлагаемую и перерабатываемую тару и упаковку. А наилучшим решением является использование бумажной и картонной упаковки.

«Циклическими» можно назвать материалы, которые возобновляемые, легко перерабатываемые, биоразлагаемые, нетоксичные. Всем этим требованиям в полной мере соответствуют бумага и картон. Поэтому в последние годы спрос на целлюлозно-бумажную продукцию в мире показывает устойчивый рост. Объем потребления бумаги и картона в мире превысил 430 млн. т. [1,2] С развитием рынка онлайн-продаж и глобального тренда на экологичность потребления, во всем мире наблюдается рост спроса на картонно-бумажную упаковку. Доля тароупаковочных видов бумаги и картона в мировом производстве достигла 50 %. Создание новых видов биоразлагаемой упаковки предусмотрено в Программе «Приоритет 2030».

По определению, упаковка – это комплекс защитных мер и материальных средств по подготовке продукции промышленного и сельскохозяйственного производства к транспортированию и хранению, для обеспечения ее максимальной сохранности и придания транспортабельного состояния. Упаковка представляет собой потребительскую и транспортную тару, прокладочные и амортизирующие материалы, вспомогательные упаковочные средства и материалы.

Тара – основной элемент упаковки, изделие для размещения продукции. Также под термином «Тара» подразумевают обширную номенклатуру изделий для транспортировки и размещения товаров. К таре и упаковке предъявляются требования: функциональные требования – газопроницаемость, морозостойкость, светостойкость, влагостойкость, коэффициент светопропускания, степень набухания, коррозионная стойкость, жиростойкость, ароманепроницаемость;

требования к надежности – срок службы, прочность при ударе, разрывная нагрузка, прочность при сжатии, ударная вязкость, герметичность упаковки, устойчивость к торцевому сжатию, коэффициент скольжения, возможность ремонта или переработки; требования к безопасности – величина ПДК, возможность переработки, степень биоразложения, состав продуктов горения, возможность применения технологии рециклинга.

Большинству этих требований удовлетворяет упаковка из бумаги и картона, которая в настоящее время, по разным оценкам, занимает долю от 32 до 36 % в структуре рынка [2,3], выигрывая конкуренцию у полимерной, стеклянной, металлической, деревянной и комбинированной упаковки.

Картонная тара используется для упаковки различных продовольственных и непродовольственных товаров. Одно из ее преимуществ – небольшая удельная масса по отношению к затариваемой продукции. Производят такую тару из прессованного, литого или гофрированного картона, для получения которого используют древесину и ее отходы, целлюлозу, макулатуру и другое вторичное сырье. Доля картонной упаковки составляет около 96 %.

Бумажная тара применяется для затаривания сыпучих и штучных товаров. К ней относятся мешки и пакеты. Мешки используют для упаковки продукции пищевой промышленности и строительных материалов. Для их производства применяют мешочную бумагу, которая может быть многослойной или пропитанной специальными составами. Пакеты бывают двух разновидностей: одинарные и с внутренним пакетом-вкладышем. Для производства наружных и одинарных пакетов используют мешочную бумагу, а также специальную бумагу для упаковки продуктов на автоматах. Внутренние пакеты изготавливают из пергамента или парафинированной бумаги. Доля бумажной упаковки составляет около 4 %.

Преимущества упаковки из гофрокартона известны: низкая стоимость; технологичность изготовления; разнообразие типов ящиков; возможность высококачественного графического оформления; развитие автоматических линий сборки; автоматические линии заполнения ящиков продукцией; технологичность транспортировки и хранения; экологичность; возможность вторичной переработки.

Дополнительным преимуществом является возможность производства картонной тары из макулатуры. И доля макулатурного картона в общем объеме производства неуклонно растет.

Сегодня разработано свыше 100 проверенных на практике базовых конструкций гофроупаковки, и при необходимости на их основе можно создать бесконечное количество вариаций.

Европейскими организациями FEFCO (Европейская федерация производителей ящиков из гофрированного картона) и ESBO (Европейская ассоциация производителей гофрокартона) был разработан «Международный Каталог по картонной таре», который содержит собранные в простую систему наиболее распространенные конструкции упаковки из гофрированного и плоского картона.

В соответствии с требованиями времени, на рынке упаковки из гофрокартона развиваются тренды:

- развитие омниканальных продаж;
- e-commerce (торговля через интернет);
- «Умная» упаковка, как посредник, средство мерчендайзинга, в битве за покупателя;
- упаковка, соответствующая требованиям сложной многоуровневой цепочки поставок: точно под размер, оперативность распаковывания на складах, защита от повреждений;
- упаковка, соответствующая требованиям к сырью: экологически безопасное, биоразлагаемое, возобновляемое.

Конечно, упаковка из бумаги и картона не лишена недостатков:

- высокая гидрофильность целлюлозных материалов приводит к активному влагопоглощению при попадании на упаковку водяных брызг, выпадении конденсата, или при повышении относительной влажности окружающего воздуха;
- потеря прочности и жесткости при увлажнении;
- при принудительном придании гидрофобности ухудшается биоразлагаемость и затрудняется переработка.

Данные недостатки перевешиваются преимуществами: бумага изготавливается из возобновляемых растительных материалов, то есть это натуральный продукт; дружелюбна человеку экологична, биоразлагаема, есть возможность повторного использования через переработку макулатуры, при сгорании не выделяет вредных веществ.

Поэтому роста рынка упаковки из гофрокартона в ближайшее время сохранится благодаря целому ряду причин:

- изменение структуры розничной торговли приведет к существенному изменению структуры потребления упаковки: уменьшение формата упаковочного изделия; увеличение разнообразия конструкций;
- уменьшение материалоемкости упаковки; расширение использования белых покровных слоёв;

– повышение качества печати и площади запечатки;

В заключение отметим, что изменения в розничной торговле обеспечат опережающий рост потребления упаковки по сравнению с динамикой выпуска потребительских товаров. Ожидается рост доли макулатурного сырья, роста потребления картонов низких граммажей, роста показателей качества тарных картонов. Поэтому будущее – за биоразлагаемой упаковкой из бумаги и картона.

Список использованных источников

1. Forest Products Annual Market Review 2023-2024, United Nations and the Food and Agriculture Organization of the United Nations https://unece.org/sites/default/files/2024-11/2413966E_FPAMR24_WEB.pdf
2. Key Statistics, 2023, European pulp & paper industry. Available at: <https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2024/09/Key-Statistics-2023-FINAL-2.pdf>
3. Production volume of paper and paperboard worldwide from 1961 to 2023. Available at: <https://www.statista.com/statistics/270314/global-paper-and-cardboard-production>

УДК 628.87, 004.772

**И.А. Тимофеев¹, В.В. Бухтояров^{1,2}, И.С. Некрасов¹,
А.А. Городов¹, С.А. Картушинский¹,
Ю.В. Трофимов³, С.И. Лишик³**

¹Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

²Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

³Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ФЕРМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНОГО ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

***Аннотация.** Представлен гибридный подход к управлению микроклиматом фитотрона на основе цифрового двойника, объединяющего физико-математическую модель и систему IoT-мониторинга. Параметры модели оптимизированы по данным беспроводных датчиков с использованием*