

---

---

## II. АССОРТИМЕНТ, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА, БЕЗОПАСНОСТЬ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ТОВАРОВ

---

---

УДК 621.7:620.3

**Е. П. Багрянцева** ([ger07@mail.ru](mailto:ger07@mail.ru)),  
канд. техн. наук, доцент

**Е. Е. Нилова** ([Lenanilova13@mail.ru](mailto:Lenanilova13@mail.ru)),  
начальник научно-исследовательского отдела  
Белорусский торгово-экономический  
университет потребительской кооперации  
г. Гомель, Республика Беларусь

### НАНОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ РЕШЕНИЯ В УПАКОВКЕ

В статье сделан обзор основных трендов в сегменте нанотехнологичной упаковки – упаковки с повышенными барьерными, механическими, эстетическими и гигиеническими свойствами, активной и умной упаковки.

The article provides an overview of the main trends in the nanotech packaging segment – packaging with increased barrier, mechanical, aesthetic and hygienic properties, active and smart packaging.

*Ключевые слова:* нанокompозит; наночастица; нанотехнологичная упаковка; барьерная упаковка; активная упаковка; умная упаковка.

*Key words:* nanocomposite; nanoparticle; nanotechnological packaging; barrier packaging; active packaging; smart packaging.

Нанотехнологии вносят свой вклад в развитие упаковочной отрасли, предлагая инновационные и эффективные решения. Эта технология, работающая на молекулярном уровне, позволяет создавать материалы с уникальными эксплуатационными свойствами – упаковочные нанотехнологичные материалы могут реагировать на воздействия окружающей среды, продлевать срок хранения и даже указывать на свежесть содержащегося продукта [1].

*Нанокompозит* – это композитный материал, в котором по крайней мере одна из составляющих его фаз имеет наноразмеры (от 1 до 100 нм). Нанокompозиты состоят из полимеров, содержащих нанонаполнители с высоким отношением поверхности к объему. Основной целью использования нанокompозитов в упаковочной промышленности является повышение барьерных свойств (непроницаемости), эти упаковки обладают более высокой физической прочностью, лучшими тепловыми свойствами (температура плавления, температура прохождения стекла) [2].

Нанокompозиты – наиболее широко используемые материалы в нанотехнологиях для упаковки пищевых продуктов. Нанокompозиты в настоящее время используются для упаковки безалкогольных напитков и пищевых продуктов из-за их улучшенных термических, прочностных и электропроводных свойств. Основными трендами в сегменте нанотехнологичной упаковки являются упаковка с повышенными барьерными, механическими, эстетическими и гигиеническими свойствами, активная и умная упаковка, и др.

*Упаковка с повышенными барьерными свойствами* содержит наночастицы в полимерах, которые предотвращают проникновение кислорода, влаги, света и микробов, тем самым продлевая срок годности и качество продуктов питания, напитков, косметики и фармацевтических препаратов, т. е. значительно улучшают барьерные свойства упаковки. Например, наночастицы глины, диспергированные внутри пластиковых бутылок, могут препятствовать выходу или проникновению таких газов, как кислород и углекислый газ, сохраняя качество напитка и газировку дольше, чем в обычной упаковке.

Упаковка с повышенной механической прочностью обладает улучшенными механическими свойствами, такими как прочность на разрыв, эластичность и устойчивость к проколу и истиранию. Например, углеродные нанотрубки могут увеличить прочность и жесткость полимерных пленок в 100 раз, а наноцеллюлоза может сделать бумагу и картон более прочными и легкими. Это может снизить расход материала и образование отходов, а также затраты на транспортировку и хранение [1].

Наночастицы также способны придавать упаковочным материалам новые функции, такие как теплоизоляция, электропроводность, магнитная чувствительность и самовосстановление. Эти функции позволяют создавать интеллектуальные и активные упаковочные решения, которые могут отслеживать, воспринимать, обмениваться информацией и реагировать на различные стимулы и условия.

В основе активной упаковки лежит использование внутренних свойств полимеров или размещение в них специальных нанокатализаторов. Активный агент можно добавлять в упаковочную пленку или размещать на поверхности и внутри ее многослойной структуры. К наиболее важным активным системам относятся системы адсорбции кислорода, системы выделения и адсорбции диоксида углерода, регулирование влажности, высвобождение антиоксидантов и антимикробных препаратов, высвобождение или абсорбция ароматизирующих веществ и запахов. Фактически активная упаковка относится к упаковке, которая изменяет условия упаковки, чтобы продлить срок годности или улучшить безопасность и сенсорные свойства пищевого продукта при сохранении его качества [2]. Так, например, наночастицы серебра, подавляющие рост бактерий и грибов и обладающие бактерицидным действием, можно внедрять в упаковочные пленки для поддержания стерильности медицинского оборудования или продления свежести скоропортящихся продуктов [1].

Умная упаковка содержит интеллектуальные агенты – наносенсоры, такие как детекторы, датчики и трекеры, которые служат для передачи информации о качестве пищевых продуктов и помощи в принятии решений по повышению безопасности, улучшению качества, сбору информации и предупреждению о пищевых проблемах. Датчики и маркеры способны измерять физические, химические или биологические переменные, и среди них газовые сенсоры и биосенсоры широко используются в индустрии упаковки пищевых продуктов (рисунок) [2]. Они реагируют на внешние раздражители, регулируют состояние содержимого упаковки и могут обнаруживать болезнетворные микроорганизмы и являться индикаторами порчи, обеспечивая мониторинг качества пищевых продуктов в режиме реального времени. Они могут сообщать о статусе пищевых продуктов, например менять цвет в ответ на возникновение порчи, предоставляя визуальную информацию о состоянии продукта без необходимости открывать упаковку [1].

Характеристика умной и активной упаковки



Примечание – Источник [2].

Компания «Кока-Кола» выпускала банку кока-колы, которая меняла цвет в зависимости от температуры. Основываясь на тех же технологиях, предприимчивые американцы создали оригинальный напиток. Они вмонтировали в бутылку много разных кнопок, при нажатии на которые получаешь напиток с новым вкусом. В жидкость попадают наночастицы с тем или иным вкусом, изменяя его по желанию потребителя. Таким образом, в одной бутылке потребитель получает сразу несколько разных напитков [3].

Российские ученые разработали умную упаковку, которая умеет определять свежесть продуктов. Смарт-упаковка представляет собой ярко-красного цвета пленку толщиной 0,2 мм, достаточно эластичную и стойкую к деформациям. Пленка содержит в своем составе полисахариды и антоцианы, выступающие в качестве индикатора изменения активной кислотности среды. Специалисты провели тест-анализ на рыбном сырье различной степени свежести. Быстрое изменение цвета пленки с красного на синий свидетельствовало о порче рыбного сырья. Цвет пленки с завернутым в нее свежим рыбным сырьем оставался неизменным. Использование такой пленки позволяет продлевать срок годности продуктов. Кроме того, упаковка на основе полисахаридов с добавлением антоцианов может употребляться в пищу вместе с продуктом, так как компоненты пленки безвредны для организма человека и содержат биологически активные соединения [4].

*Съедобные покрытия* представляют собой тонкие слои, изготовленные из натуральных полимеров, наносимых непосредственно на поверхность пищевых продуктов. Они служат дополнительным барьером для кислорода и влаги, не изменяя вкус и внешний вид продуктов, например покрытие плодов пленками на основе хитозана для продления срока хранения.

*Упаковка с повышенными эстетическими свойствами*, такими как цвет, яркость, прозрачность, текстура и запах, которые влияют на восприятие и предпочтения потребителей, а также на идентичность и узнаваемость бренда. Например, нанопокртия могут создавать переливающиеся, металлические или голографические эффекты на поверхностях упаковки, а наноламинаты – создавать гладкую, глянцевую или матовую поверхность [1].

*Упаковка с повышенными гигиеническими свойствами* содержит нанопокртие, которое делает поверхность пластмассовой, металлической и стеклянной упаковки более устойчивой к прилипанию грязи, пыли, а также более устойчивой к царапинам и потертостям. Нанотехнологичное покрытие создает невидимый барьерный слой, который отталкивает различные загрязнители и препятствует их закреплению на поверхности.

Нанотехнологичная упаковка не только защищает продукты, но также привлекает потребителей и собирает ценные данные. Эта технология использует мельчайшие размеры наночастиц для внедрения нового интеллектуального уровня в упаковочные решения, предлагая беспрецедентную функциональность.

*Интерактивные этикетки*. Используя нанопроводящие чернила, этикетки могут содержать тонкие гибкие электронные схемы, которые реагируют на прикосновения или изменения окружающей среды. Например, этикетка вина, способная менять цвет, указывает на оптимальную температуру напитка.

*Взаимодействие с потребителями*. Бренды используют умную упаковку для создания интерактивного опыта. Сканирование QR-кода, напечатанного на упаковке с наноразмерной точностью, может запустить функции дополненной реальности, предоставить подробную информацию о продукте или предложить персонализированные рекламные акции, углубляя отношения с клиентами.

*Меры по борьбе с контрафактной продукцией*. Борьбу с контрафактной продукцией поддерживают технологии умной упаковки. Уникальные наноразмерные узоры, невидимые невооруженным глазом, могут быть включены в дизайн упаковки, служа сложной и практически невозможной для повторения проверкой подлинности [1].

Таким образом, нанотехнологии производят революцию в упаковочной отрасли, предлагая новые возможности для повышения качества, безопасности, функциональности и устойчивости упаковочных материалов и продуктов. Нанотехнологичные упаковочные решения основаны на манипулировании материей на наноуровне, который составляет от 1 до 100 нанометров. В этом масштабе материалы демонстрируют новые свойства и поведение, которые можно использовать для различных целей. Интеллектуальные системы упаковки обеспечивают безопасность пищевых продуктов, информируя розничных продавцов и конечных пользователей о потенциальных проблемах с пищевыми продуктами во время транспортировки и хранения, а также гарантируют безопасность пищевых продуктов для потребителей. В целом умная упа-

ковка помогает повысить безопасность, качество, долговечность, подлинность, отслеживаемость и стабильность пищевых продуктов.

#### Список использованной литературы

1. **Стимулирование** роста бизнеса с помощью нанотехнологичных упаковочных решений // Тара и упаковка. – 2024. – № 5. – С. 22–24.
2. **Эффективные** инновационные решения в развитии упаковочных систем для пищевых продуктов // Р. В. Крюк, М. Г. Курбанова, В. В. Матюшев, И. В. Буянова // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 4 (181). – С. 181–187.
3. **Громова, А.** Наноупаковка – мостик в индустрию 4.0. / А. Громова // ИнформУпак. – URL: <https://informupack.ru/article/6691/> (дата обращения: 10.05.2025).
4. **Во Владивостоке** разработали «умную» пищевую пленку // Тара и упаковка. – 2023. – № 1. – С. 35.