

**С. И. Корзан, кандидат технических наук;
З. В. Ловкис, доктор технических наук, профессор**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию» г. Минск, Республика Беларусь*

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. В статье представлена широкая гамма стандартизированных методов по проведению испытаний упаковочных материалов по основным механическим показателям, химической стойкости, герметичности и др. Установлено, что контроль качества свойств полимерных упаковочных материалов для пищевых продуктов является ключевым при определении возможности их использования по назначению.

Ключевые слова: метод, испытание, стандарт, свойство, материал, упаковка.

**S. I. Korzan PhD. Technical Sciences;
Z. V. Lovkis, Dr of Technical Sciences, Professor**

*RUE "Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National
Academy of Sciences of Belarus", Minsk, Republic of Belarus*

TEST METHODS FOR FOOD PACKAGING MATERIALS

Abstract. The article presents a wide range of standardized methods for testing packaging materials for the main mechanical parameters, chemical resistance, tightness, etc. It has been established that quality control of the properties of polymeric packaging materials for food products is key in determining the possibility of their intended use.

Keywords: method, test, standard, property, material, packaging.

Испытания являются одним из важнейших этапов жизненного цикла продукта. Проведение испытаний позволяет определить пригодность применения материалов и сырья для изготовления упаковочных изделий, проконтролировать качество получаемого материала, а также определить возможность использования технологических приемов и методов при изготовлении изделий. Правильная организация испытаний дает возможность избежать недостоверных результатов и предотвратить выпуск несоответствующей продукции [1].

В настоящее время потребность в полимерных упаковочных материалах растет быстрыми темпами. Успешное развитие упаковочных полимерных материалов для длительного хранения продуктов питания обусловлено эффективностью полимеров, а их производство является сравнительно недорогим и практичным. Полимерные упаковочные материалы сохраняют высокое качество пищевых продуктов в течение длительного времени хранения, эффективно

представляют товар при продаже, удобны при распаковке продукта, имеют минимальный вес и стоимость, а также могут гибко реагировать на различные внешние воздействия, которые приводят к изменениям в составе и свойствах пищи [2].

Полимерные упаковочные материалы позволяют защищать продукцию от внешних воздействий благодаря ряду их ценных потребительских свойств – высокой прочности, эластичности, химической стойкости, возможности сварки и склеивания, низкой влаго- и газопроницаемости [3].

В зависимости от области применения к пленочным упаковочным материалам предъявляются самые разнообразные требования. Так, например, наиболее важными эксплуатационными механическими показателями являются прочность к удару, сопротивление распространению надрыва, многократным деформациям. В ряде случаев необходимо определить сопротивление продавливанию, предел прочности при растяжении и ряд других показателей. Соответственно этим требованиям устанавливаются критерии оценки качества и методы испытаний свойств материалов.

Известна следующая классификация методов испытаний упаковочных материалов (см рисунок). Каждая из этих групп методов включает множество подгрупп, использование методов испытаний зависит от конкретных свойств исследуемого образца и условий испытаний [5].

Классификация методов испытаний. Органолептическим методом контролируют дефекты. Различают незначительные допустимые инородные включения, незначительный разгон окраски и деформацию, «серебристость» поверхности (получается при вялой текучести пластмассы, в виде линий, разводов) и недопустимые дефекты, влияющие на надежность изделий и значительно – на внешний вид (недолив, перелив массы, вздутия массы (пузыри внутри изделия), несоответствие деталей по размерам, неодинаковая толщина стенок, расслоение массы, трещины и царапины, значительная деформация, нескрепленные швы и т. п.).

Измерительным методом контролируется гигиеничность, надежность изделий, электрические, оптические свойства и т. д.

Экспертным методом оцениваются художественно-эстетические и иногда эргономические свойства изделий.

По эстетическим свойствам характеризуют информационную выразительность, рациональность форм, целостность композиции, совершенство производственного исполнения.

Социологический метод подразумевает опрос потребителей, на основании которого дается оценка изделиям.

На основании проведенных исследований по определенному методу или группе методов, так как они не исключают друг друга, а дополняют, и могут использоваться как самостоятельно, так и в сочетании, делается заключение о качестве готовых изделий.

Для оценки свойств упаковочных материалов используется широкая гамма методов, охватывающие товароведческие, механические, защитные, теплофизические, санитарно-гигиенические, оптические, технологические и другие характеристики. Наиболее часто определяют механические характеристики: светопрозрачность, газопроницаемость, паропрозрачность, ароматопроницаемость, жиростойкость, теплостойкость, морозостойкость, технологичность [4].

Кроме перечисленных показателей в отдельных случаях упаковочные материалы испытывают и по другим показателям: определяют стойкость к радиационному воздействию, проницаемость для микроволн и др.

В таблице приведены основные виды испытаний и относящиеся к ним международные стандарты серий DIN, ISO, ASTM, OECD, а также гармонизированные с ними стандарты, действующие в странах СНГ, содержащие методы испытаний полимерных упаковочных материалов [3, 6, 7].

Стандарты на методы испытаний полимерных упаковочных материалов

| Свойство материала | Метод определения по ГОСТ, DIN, ISO, ASTM, OECD |
|--------------------------------------|--|
| Толщина | ГОСТ 17035 Пластмассы. Методы определения толщины пленок и листов. DIN 53370 Пленка полимерная. Определение толщины механическими толщиномерами DIN 55543–1 Мешки упаковочные пластиковые. Метод определения толщины пленки |
| Стабильность геометрических размеров | ГОСТ Р 54106 Пленки и листы полимерные. Метод определения размеров DIN 53377 Пленки пластмассовые. Определение стабильности размеров DIN EN ISO 11501 Пластмассы. Пленка и листы. Определение размеров после нагревания ASTM D 1204 Определение геометрических размеров тонких пленок и листов после нагревания |
| Твердость | ГОСТ 4670 Пластмассы. Определение твердости. Метод вдавливания шарика ГОСТ 24622 Пластмассы. Определение твердости по Роквеллу ГОСТ 24621 Пластмассы и эбонит. Определение твердости по Шору DIN EN ISO 2039–1,2 Пластмассы. Определение твердости. Ч. 1: Метод с применением шарикового индентора по Бринеллю. Ч. 2: Твердость по Роквеллу ISO 868 Эбонит и пластмассы. Определение инденторной твердости с помощью дюрометра (твердость по Шору) |
| Ударная прочность | ГОСТ 18425 Упаковка транспортная наполненная. Метод испытания на удар при свободном падении ГОСТ Р 53655.1 Пленки и листы полимерные. Определение ударной прочности методом свободнопадающего груза DIN EN ISO 7765–1 Пленка и листы пластмассовые. Определение ударной прочности методом свободно падающего груза. Ч. 1: Ступенчатый метод DIN EN ISO 7765–2 Ч. 2: Испытание на прокол с измерительной аппаратурой |

Продолжение табл.

| Свойство материала | Метод определения по ГОСТ, DIN, ISO, ASTM, OECD |
|--|--|
| Предел прочности и относительное удлинение при растяжении | ГОСТ 11262 Пластмассы. Метод испытания на растяжение ГОСТ 13525.1 Полуфабрикаты волокнистые, бумага и картон. Метод определения прочности на разрыв и удлинения при растяжении ГОСТ 14236 Пленки полимерные. Метод испытания на растяжение ГОСТ 32656 Композиты полимерные. Методы испытаний. Испытания на растяжение DIN EN ISO 527–2 Пластмассы. Определение механических свойств при растяжении. Ч. 2: Условия испытаний для литевых и экструзионных пластмасс DIN EN ISO 527–3 Пластмассы. Определение механических свойств при растяжении. Ч. 3: Условия испытания пленок и листов ASTM D 882–02 Определение прочности при растяжении тонких листов |
| Адгезионная прочность между отдельными слоями многослойного упаковочного материала, изготовленного с применением | ГОСТ 28966.1 Клеи полимерные. Метод определения прочности при отслаивании ГОСТ 28966.2 Клеи полимерные. Метод определения прочности при отслаивании ISO 8510–2 Клеи. Испытание на отслаивание образца из склеенных гибкого и жесткого материалов. Ч. 2: Отслаивание под углом 180° DIN EN 28510–1-1 Клеи. Испытание на отслаивание образца из склеенных гибкого и жесткого материалов. Ч. 1: Отслаивание под углом 90° DIN EN 28510–2 Клеи. Испытание на отслаивание образца из склеенных гибкого и жесткого материалов. Ч. 2: Отслаивание под углом 180° |
| клеев | DIN 55543–2 Мешки упаковочные пластиковые. Определение сопротивления отслаиванию склеенных швов |
| Модуль упругости при изгибе | ГОСТ 9550 Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе ГОСТ 4648 Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб. ГОСТ 25.604 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (компози- тов). Метод испытания на изгиб при нормальной, повышенной и пониженной температурах DIN EN ISO 178 Пластмассы. Определение свойств при изгибе DIN 53435 Пластмассы. Испытание на изгиб и ударный изгиб прибором типа Динстат |
| Сопротивление раздиру | ГОСТ 26128 Пленки полимерные. Метод определения сопротивления раздиру DIN EN ISO 6383–1, 2 Пластмассы. Пленка и листы. Определение сопротивления раздиру. Ч. 1: Раздвоенные образцы. Ч. 2: Метод Эльмендорфа |
| Стойкость к прокалыванию | ГОСТ 12.4.118 Пленочные полимерные материалы и искусственная кожа. Метод определения стойкости к проколу. DIN EN 14477 Упаковочные материалы. Методы контроля. Определение стойкости к проколу |
| Стойкость к растрескиванию | ГОСТ 13518 Пластмассы. Метод определения стойкости полиэтилена к растрескиванию под напряжением DIN EN ISO 22088–1, 2, 3, 4 Пластмассы. Определение устойчивости к растрескиванию под воздействием окружающей среды. Ч. 1. Общие требования. Ч. 2. Метод с применением постоянной растягивающей нагрузки. Ч. 3. Метод изогнутой полоски. Ч. 4. Метод вдавливания шарика или булавки |

| Свойство материала | Метод определения по ГОСТ, DIN, ISO, ASTM, OECD |
|--|--|
| Ударная вязкость | ГОСТ 19109 Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Изоду ГОСТ 4647 Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи DIN EN ISO 180–2007 Пластмассы. Определение ударной прочности по Изоду DIN EN ISO 179–1 Пластмассы. Определение ударной прочности по Шарпи. Ч. 1. Неинструментальный метод испытания на удар DIN EN ISO 179–2 Ч. 2. Испытание на удар с приборами ASTM D256 Стандартные методы испытаний для определения ударопрочности пластмасс по Изоду Маятника |
| Статический и динамический коэффициенты трения | ГОСТ 11629 Пластмассы. Метод определения коэффициента трения. DIN EN ISO 8295 Пластмассы. Пленка и листы. Метод определения коэффициентов трения ASTM D 1894 Метод определения статического и динамического коэффициентов трения |
| Показатель текучести расплава | ГОСТ 11645 Пластмассы. Метод определения показателя текучести расплава термопластов DIN EN ISO 1133 Пластмассы. Определение индекса текучести расплава термопластов по массе (MFR) и по объему (MVR) |
| Усадочное натяжение термоусадочных пленок | ГОСТ 25951 Пленка полиэтиленовая термоусадочная. Технические условия DIN EN ISO 14616 Пластмассы. Термоусадочные пленки из полиэтилена, этиленовых сополимеров и их смесей. Определение усадочного напряжения и напряжения сжатия DIN 55543–4 Мешки упаковочные пластиковые. Определение усадки полиэтиленовой пленки |
| Поверхностное натяжение | ГОСТ Р 54105 Пленки и листы полимерные. Метод определения натяжения при смачивании DIN ISO 8296 Пластмассы. Пленки и листы. Определение натяжения при смачивании |
| Сопротивление слипанию | ГОСТ 10719 Материал переплетный. Метод определения слипания и термослипания DIN EN ISO 11502 Пластмассы. Пленки и листы. Определение сопротивления слипанию |
| Стойкость к термоокислительному старению | DIN 53383–2 Полиэтилен высокой плотности. Определение устойчивости к окислению методом старения в печи DIN EN ISO 4577 Пластмассы. Полипропилен и сополимеры пропилена. Определение термоокислительной стабильности на воздухе Метод с применением печи |
| Свето-пропускание | ГОСТ 9780 Материал переплетный. Метод определения светостойкости. ГОСТ 15875 Пластмассы. Методы определения коэффициента пропускания и мутности. ASTM D 1003 Светопропускание прозрачных пленок |
| Блеск | ASTM D 2457 Метод определения блеска полимерных пленок. DIN 67530 Рефлектометры как вспомогательное средство для определения глянца поверхности пленок красок и пластмасс |
| Белизна | ASTM E 313–05 Определение степени белизны и желтизны |
| Плотность | ГОСТ 15139 Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы). DIN EN ISO 1183–1 Пластмассы. Метод определения плотности неясных пластмасс Ч. 1. Метод погружения, метод с применением жидкостного пикнометра и метод титрования |

Продолжение табл.

| Свойство материала | Метод определения по ГОСТ, DIN, ISO, ASTM, OECD |
|---|--|
| Жиропроницаемость | ГОСТ 13525.13 Бумага. Методы определения жиропроницаемости |
| Температура хрупкости (морозо-стойкость) | ГОСТ 16782 Пластмассы. Метод определения температуры хрупкости при ударе ГОСТ 16783 Пластмассы. Метод определения температуры хрупкости при сдавливании образца, сложенного петлей. ISO 974 Пластмассы. Определение температуры хрупкости при ударе |
| Температура размягчения по Вика | ГОСТ 15088 Пластмассы. Метод определения температуры размягчения термопластов по Вика. DIN EN ISO 306 Пластмассы. Термопластичные материалы. Определение температуры размягчения по Вика. ASTM D 1525 Стандартный метод испытаний для температуры размягчения Вика пластмасс |
| Диапазон термосваривания и прочность сварного шва | ГОСТ 32736 Тара потребительская из комбинированных материалов. Технические условия. DIN 55529 Тара и упаковка. Определение прочности на раздир сварного шва, сделанного из гибкого упаковочного материала. DIN 55543–3 Мешки упаковочные пластиковые. Метод определения прочности продольных швов. ASTM F 88–07 Метод испытания прочности сварного шва тонких полимерных листов |
| Определение водопоглощения и содержания воды | ГОСТ 4650 Пластмассы. Метод определения водопоглощения. ГОСТ 11736 Пластмассы. Метод определения содержания воды. DIN EN ISO 62 Пластмассы. Определение водопоглощения. DIN EN ISO 15512 Пластмассы. Определение содержания воды. ASTM D570 Стандартный метод испытаний для водопоглощения пластмасс |
| Паропроницаемость | ГОСТ 21472 Материалы листовые. Гравиметрический метод определения паропроницаемости DIN 53122–1 Пленка полимерная и эластомерная, бумага, картон и другие листовые материалы. Определение паропроницаемости. Ч. 1. Гравиметрический метод DIN EN ISO 15106–1, 2, 3, 4 Пластмассы. Пленка и листы Определение паропроницаемости. Ч. 1. Метод с применением гигрометра. Ч. 2. Метод с применением детектора ИК-излучения Ч. 3. Метод с применением электролитического детектора. Ч. 4. Метод с применением газохроматографического детектора ASTM D 1249 Метод определения паропроницаемости тонких пленок с применением ИК-детектора |
| Газопроницаемость | ГОСТ 23553 Пластмассы. Манометрический метод определения газопроницаемости DIN EN ISO 2556 Пластмассы. Определение газопроницаемости пленки и тонких листов при атмосферном давлении. Манометрический метод ISO 15105–1 Пластмассы. Пленка и листы. Определение скорости проникновения газов. Ч. 1. Метод определения по перепаду давления ISO 15105–2 Пластмассы. Пленка и листы. Определение скорости проникновения газов. Ч. 2. Метод равного давления |

| Свойство материала | Метод определения по ГОСТ, DIN, ISO, ASTM, OECD |
|---|--|
| | <p>DIN 53380–1,2,3,4. Ч. 1. Объемный метод испытания пленки. Ч. 2. Манометрический метод испытания пленок. Ч. 3. Метод с применением специального газаносителя для пленок. Ч. 4. Метод абсорбции в ИК-диапазоне диоксида углерода для пленок</p> <p>ASTM D 1434 Метод определения показателей газопроницаемости тонких полимерных пленок и листов (манометрический и объемный методы)</p> <p>ASTM D 3985 Метод определения показателя кислородопроницаемости</p> |
| Количество остаточного растворителя в упаковочном материале | <p>ГОСТ 26359 Пластмассы. Метод определения содержания летучих веществ</p> <p>DIN EN 13628–1 Тара и упаковка. Гибкий упаковочный материал</p> <p>Определение остаточных растворителей методом статической газовой хроматографии в паровой фазе. Ч. 1. Абсолютные методы</p> <p>DIN EN 13628–2 Определение остаточных растворителей методом статической газовой хроматографии в паровой фазе</p> |
| Оценка биоразлагаемости | <p>ГОСТ 34281 Оксобиоразлагаемая упаковка. Метод оценки оксо-биодegradации полимерных пленок</p> <p>ГОСТ Р 54530 Ресурсосбережение. Упаковка. Требования, критерии и схема утилизации упаковки посредством компостирования и биологического разложения</p> <p>ГОСТ Р 57222 Пластмассы. Метод приготовления образцов для испытания пластмасс на биологическое разложение</p> <p>EN 13432 Упаковка. Требования к упаковке, восстанавливаемой посредством компостирования и биологического разложения</p> <p>Программа испытаний и критерии оценки для окончательной приемки упаковки</p> <p>EN ISO 14852 Определение способности к полному аэробному биологическому разложению пластмассовых материалов в водной среде Метод с анализом выделяемого диоксида углерода</p> <p>EN ISO 14855–1 Определение способности к полному аэробному биологическому разложению пластмассовых материалов в контролируемых условиях компостирования. Метод с применением анализа выделяемого углекислого газа. Ч. 1. Общий метод</p> |
| Оценка биоразлагаемости | <p>EN ISO 14855–2 Определение способности к полному аэробному биологическому разложению пластмассовых материалов в контролируемых условиях компостирования. Метод с применением анализа выделяемого диоксида углерода. Ч. 2. Гравиметрическое измерение диоксида углерода, выделяемого при лабораторном испытании</p> <p>EN ISO 15985 Пластмассы. Определение полного анаэробного биологического разложения в условиях анаэробного сбразивания при высоком содержании твердых частиц. Метод с применением анализа выделяемого биогаза</p> <p>OECD 301A Оценка способности органических соединений к «быстрому» биологическому разложению в водной среде. Метод с применением анализа растворенного органического углерода</p> <p>OECD 301B Оценка способности органических соединений к биологическому разложению в водной среде. Метод анализа выделенного диоксида углерода</p> <p>OECD 301C Оценка способности органических соединений к биологическому разложению в водной среде. Модифицированный MITI Test</p> |

Окончание табл.

| Свойство материала | Метод определения по ГОСТ, DIN, ISO, ASTM, OECD |
|--------------------|--|
| | OECD 301E Оценка способности органических соединений к биологическому разложению в водной среде. Модифицированный скрининг-Тест OECD 301F Оценка способности органических соединений к биологическому разложению в водной среде методом определения кислородной потребности в OECD 310 Оценка способности органических соединений к биологическому разложению – определение CO ₂ в закрытых сосудах (в свободном пространстве) OECD 311 Оценка способности органических соединений к биологическому разложению в сброженных осадках путем изменения выделяемого тепла |

Важным этапом при контроле качества упаковочных материалов для пищевых продуктов являются санитарно-гигиенические исследования. Упаковочный материал не должен изменять физиологические и органолептические свойства упакованной продукции или выделять в них вещества с высокой токсичностью, которые обладают кумулятивными свойствами, а также специфическим действием на организм.

Для проведения испытаний упаковочных материалов и упаковки используется современное высокотехнологичное лабораторное оборудование, соответствующее всем требованиям законодательной метрологии.

На современном рынке широко используется лабораторное оборудование следующих производителей: Shimadzu (Япония), TheseusLab (Чехия), АМТЕК (США), Labthink (Китай), GESTER (Китай), UGNlab Testing Equipment (РФ), Метротекс (РФ), Орбис (РФ) и др. [8–13].

Представленный перечень методов испытаний упаковочных материалов по основным механическим показателям, химической стойкости, герметичности и др. показывает, что на данном этапе разработана широкая гамма стандартизированных методов по проведению испытаний.

Установлено, что контроль качества свойств полимерных упаковочных материалов для пищевых продуктов является ключевым при определении возможности их использования по назначению.

Список использованных источников

1. Сергин, М. Ю. Организация и технология испытаний / М. Ю. Серегин. – Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-т, 2006. – Ч. 1 : Методы и приборы испытаний : учеб. пособие. – 84 с.
2. Соломенко, М. Г. Тара из полимерных материалов / М. Г. Соломенко, В. Л. Шредер, В. Н. Кривошей. – М. : Химия, 1990. – 400 с.
3. Ухарцева, И. Ю. Методы контроля свойств полимерных упаковочных материалов для пищевых продуктов (обзор) / И. Ю. Ухарцева, Е. А. Цветкова, В. А. Гольдаде // Пластические массы. – 2020. – № 1–2. – С. 48–56.
4. Муравин, Я. Г. Применение полимерных и комбинированных материалов для упаковки пищевых продуктов / Я. Г. Муравин, М. Н. Толмачева, А. М. Додонов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 205 с.
5. Трыкова, Т. А. Товароведение упаковочных материалов и тары : учеб. пособие / Т. А. Трыкова. – 2-е изд. – М. : Дашков и К°, 2011. – 212 с.

6. Гуль, В. Е. Структура и механические свойства полимеров : учеб. / В. Е. Гуль, В. Н. Кулезнев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Лабиринт, 1994. – 367 с.

7. Технические нормативные правовые акты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tnpa.by/#!/index>. – Дата доступа: 05.04.2021.

8. Научное, производственное, лабораторное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://theseuslab.by>. – Дата доступа: 05.04.2021.

9. Испытание упаковки ТР ТС 005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.metrotex.ru/categories/tr-ts-005-o-bezopasnosti-upakovki>. – Дата доступа: 05.04.2021.

10. UGNLAB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ugnlab.su>. – Дата доступа: 05.04.2021.

11. Оборудование для контроля качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://orbiscorp.ru>. – Дата доступа: 05.04.2021.

12. Shimadzu. Испытательное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.shimadzu.ru/analytics>. – Дата доступа: 05.04.2021.

13. ОЛЛЕН ЛАБ – ведущий поставщик лабораторного оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ollenlab.ru>. – Дата доступа: 05.04.2021.