

Буря Александр Иванович – кандидат технических наук, профессор, Днепропетровский государственный технический университет, профессор кафедры «Физики конденсированного состояния», ул. Днепропетровская 2, г. Камыньское, Украина, 51918; e-mail: ol.burya@gmail.com

Burya Oleksandr – PhD in Technical Sciences, Professor, Professor of department of the condensed matter physics, Dneprovskii State Technical University; 2 Dniprobudivska str., 51918, Kamianske, Ukraine, e-mail: ol.burya@gmail.com

Калініченко Сергій Володимирович – асистент кафедри «Технології машинобудування», Дніпровський державний технічний університет вул. Дніпропетровська 2, м Кам'янське, Україна, 51918; e-mail: Prof3g@rambler.ru

Калиниченко Сергей Владимирович – асистент кафедри «Технологии машиностроения», Днепропетровский государственный технический университет ул. Днепропетровская 2, г. Камыньское, Украина, 51918; e-mail: Prof3g@rambler.ru

Kalinichenko Serhii – assistant of the department "Technology of Mechanical Engineering", Dneprovskii State Technical University; 2 Dniprobudivska str., 51918, Kamianske, Ukraine, e-mail: Prof3g@rambler.ru

Томіна Анна-Марія Вадимівна – аспірант кафедри «Фізики конденсованого стану», Дніпровський державний технічний університет вул. Дніпропетровська 2, м Кам'янське, Україна, 51918; e-mail: an.mtomina@gmail.com

Томина Анна-Мария Вадимовна – аспирант кафедры «Физики конденсированного состояния», Днепропетровский государственный технический университет ул. Днепропетровская 2, г. Камыньское, Украина, 51918; e-mail: an.mtomina@gmail.com

Tomina Anna-Mariia, Phd student of department of the condensed matter physics, Dneprovskii State Technical University; 2 Dniprobudivska str., 51918, Kamianske, Ukraine, e-mail: an.mtomina@gmail.com

Баглюк Геннадій Анатолійович – доктор технічних наук, Інститут Проблем Матеріалознавства ім. І.М. Францевича, старший науковий співробітник відділення «зносостійкість і корозійностійких порошкових конструкційних матеріалів», вул. Крижанівського 3, м Київ, Україна, 03680 e-mail: gbag@rambler.ru

Баглюк Геннадий Анатольевич – доктор технических наук, Институт Проблем Материаловедения им. И.М. Францевича, старший научный сотрудник отделения «Износостойких и коррозионностойких порошковых конструкционных материалов», ул. Крижановского 3, г. Киев, Украина, 03680 e-mail: gbag@rambler.ru

Bahliuk Gennady – doctor of Engineering, Institute of Problems of Materials Science. THEM. Frantsevich, Senior Researcher, "Wear-Resistant and Corrosion-Resistant Powder Structural Materials", 3 Krizhanovsky str., 03680., Kiev, Ukraine, e-mail: gbag@rambler.ru

УДК 621.798-18

А. Н. КОЛОСКОВА

КЛАССИФИКАТОР МНОГОСЛОЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Запропоновано вдосконалени класифікацію матеріалів, які використовуються при формуванні багатошарового пакування, з одночасним використанням у якості класифікаційних ознак як матеріалів шарів, так і технологій їхнього приєднання. На основі запропонованої класифікації розроблений вдосконалений класифікатор багатошарових комбінованих пакувальних матеріалів. Побудова класифікатора проводиться за принципом поетапного додавання шарів з позначенням технологій, що використовуються, а також їхнього місця у багатошарових комбінованих структурах.

Ключові слова: багатошарові матеріали, комбіновані матеріали, технологія приєднання, класифікатор.

Предложена усовершенствованная классификация материалов, применяемых при формировании многослойной упаковки, с одновременным использованием в качестве классификационных признаков как материалов слоев, так и технологий их присоединения. На основе предложенной классификации разработан усовершенствованный классификатор многослойных комбинированных упаковочных материалов. Построение классификатора проводится по принципу поэтапного добавления слоев с указанием используемых технологий, а также их места в многослойных комбинированных структурах.

Ключевые слова: многослойные материалы, комбинированные материалы, технология присоединения, классификатор.

The problems connected to classification of multi-layer combined materials used in packaging industry are investigated. The term of multi-layer combined structure is developed meaning the combination of two and more separate layers of materials adjoined with each other. The main result of the investigation is in improvement of the unified classifier of multi-layer combined packaging materials based on their unified improved classification. The represented classifier is built on principle of step-by-step layers adding with used technologies being mentioned together with their places in multi-layer combined structure. Proposed improved classification of the materials forming the multi-layer combined packaging materials uses both materials and technologies of their adjoining as classification attributes. Classification and classifier of multi-layer combined materials are improved by using both materials and methods of their adjoining as classification attributes. Represented classifier application allows to provide full information on used multi-layer packaging materials in clear structured form for packaging specialist.

Keywords: multi-layer materials, combined materials, adjoining technology, classifier.

© А. Н. Колоскова. 2017

Введение. Не секрет, что упаковка играет очень важную роль при выборе потребителем того или иного товара. Однако в одном ряду с привлекательностью упаковки стоят такие немаловажные ее характеристики, как степень сохранности естественных свойств упакованного продукта, защита его от таких внешних факторов, как свет, газ, влага, тепло, а также механические повреждения. Всего несколько лет назад рынок упаковочных материалов был ориентирован главным образом на выпуск и использование традиционных однослойных материалов. В настоящее время развитие экономики привело к резкому повышению интереса к барьерным материалам с различными свойствами защиты продукции. Многослойные материалы доминируют среди материалов, используемых в упаковочной промышленности, а также, находят все большее применение в других отраслях благодаря своим уникальным качествам и низкой цене. Комбинируя несколько слоев из различных материалов, можно одновременно использовать механические свойства одних и барьерные свойства других для создания «совершенной» упаковки.

Технолог современного производства должен иметь представление обо всех представленных на рынке упаковочных материалах, доступных для применения, а также о технологиях их изготовления. Большое многообразие комбинированных материалов создает трудности при их верном выборе с точки зрения экономической эффективности, а в некоторых случаях даже делает экономически неоправданным создание новых материалов. В этой связи актуальным является создание обобщенного классификатора многослойных комбинированных материалов, применяемых в упаковочной индустрии.

Анализ литературных данных и постановка проблемы. В упаковочной промышленности используется огромное количество видов комбинированных материалов. Зачастую их условно разделяют на две разновидности: многослойные материалы, к которым относят многослойные полимерные пленки, и комбинированные, имеющие в своем составе другие компоненты – чаще всего это бумага и алюминиевая фольга. На сегодняшний день наиболее широко изучены полимерные композиции. В частности, в работах [1–3] проведен достаточно глубокий обзор гибких комбинированных материалов, созданных на основе полимерных композиций, описаны их структура, методы производства и области применения. В [4–6] представлены классификации многослойных полимерных пленок, дано описание их свойств и характеристик. В работе [7] приведена обширная классификация многослойных полимерных пленок, разработанная из условия их применимости, а также описаны материалы, из которых могут быть созданы многослойные композиции, где в одном ряду с полимерами стоит алюминиевая фольга. Также в статье [7] автором отмечено, что существует огромное разнообразие возможных комбинаций различных материалов, поэтому в полном объеме исследовать их невозможно. В работе [8] дана характеристика многослойных упаковочных материалов, описаны основные механизмы проведения их испытаний. В то же время, описание раз-

личными авторами комбинированных материалов сводится лишь к отображению основных слоев, входящих в их состав, – принципы и процессы создания таких материалов практически не описаны, их классификация также отсутствует.

Общим недостатком изученных работ по данной теме является то, что практически не учитывается существование значительного количества упаковочных материалов, которые не относятся ни к многослойным, ни к комбинированным, хотя по своей структуре они не могут быть отнесены и к однослойным. Так, например, гофрированный картон имеет минимум три слоя – бумагу, клей и гофрированную бумагу, а белая жесть состоит из двух слоев – стального слоя, а также слоя из олова, цинка, хрома или лака.

Для получения необходимых свойств многослойных упаковочных материалов, их компоненты должны быть не просто совмещены, а надежно присоединены друг к другу. Поэтому еще одним немаловажным фактором при создании многослойных материалов выступает используемый в них метод соединения слоев. В работах автора [9, 10] были представлены модели прочностных свойств соединительных слоев для полимерных многослойных материалов, которые легли в основу при рассмотрении влияния методов соединения их между собой. Также в работе [9], была сформирована укрупненная классификация многослойных упаковочных материалов.

От выбора технологии соединения слоев зачастую зависит не только качество, но и свойства полученного материала, однако, данная информация технологу практически недоступна – получая для использования тот или иной материал, он не обладает сведениями о физико-механических и технологических особенностях создания его слоев. В то же время, доступная информация об указанных характеристиках представлена в литературных источниках в разрозненном виде, и ее систематизация в каждом конкретном случае является высокотратным по времени заданием. С учетом всего вышеизложенного, основной проблемой является отсутствие классификатора многослойных материалов, который бы не только полностью описывал их структуру, но и представлял информацию о технологиях, используемых для их получения.

Цель работы и задачи исследования. Целью данной работы является усовершенствование классификации многослойных комбинированных упаковочных материалов.

Для достижения поставленной цели в представленном исследовании были решены следующие задачи:

1. Разработана единая классификация материалов, используемых при формировании многослойных комбинированных упаковочных материалов.
2. Разработан единый классификатор многослойных комбинированных упаковочных материалов.

Материалы исследования многослойных комбинированных упаковочных материалов. Как показал анализ литературных источников по вопросу классификации многослойных и комбинированных материалов, подходы, применяемые при описании понятий многослойный или комбинированный материал, единой основы не имеют. В данную категорию

различные исследователи включают те или иные отдельные их виды – как правило, на полимерной основе. В то же время, к подобным материалам следует отнести любые слоистые комбинированные структуры, свойства которых в общем случае зависят от характеристик образующих их слоев. Для устранения данного несоответствия в представленном исследовании был введен и использовался термин «многослойная комбинированная структура (МКС)» в следующем значении: «комбинация двух и более отдельных слоев материалов, соединенных между собой».

Близким по звучанию к представленному термину МКС является определение композиционных материалов, которые в общем случае состоят из волокнистой арматуры, пропитанной полимерным связующим. Однако подобные материалы нельзя рассматривать, как композицию отделенных друг от друга слоев с разными характеристиками, поскольку в процессе пропитки не образуется отдельный соединительный слой. В практике проектирования и производства подобных материалов принято рассматривать их как однослойные с усредненными по толщине физико-механическими характеристиками [11].

Объектом исследования стали МКС, применяемые в упаковочной индустрии.

Предметом исследования являются материалы, используемые при формировании МКС.

Классификация материалов, используемых при формировании многослойных комбинированных упаковочных материалов. Основными факторами, влияющими на функциональные и качественные характеристики МКС, являются:

1. Физико-механические свойства материалов, используемых для создания МКС;
2. Методы, применяемые для соединения слоев МКС;
3. Последовательность расположения слоев.

При создании МКС в упаковочной промышленности применяется большое количество материалов, самыми распространенными из которых являются бумага, металл и полимерный материал. В зависимости от вида выстраиваемой структуры любой из однослойных материалов может выступать как основным (несущим на себе все остальные слои), так и наносимым слоем. Поэтому целесообразным является введение единого классификационного кода для описания всех однослойных материалов, применяемых для построения МКС. Поскольку одной из основных характеристик материала, входящего в МКС, является его толщина, то код будет иметь двухуровневую структуру. Первые три позиции (первый уровень) указывают класс и подкласс материала, следующие три позиции (второй уровень) – его толщину. Таким образом, классификационные группировки классификатора признака материала будут иметь каноническую структуру. Это позволяет представить в простом, компактном виде плоский граф классификационного признака одно-

слойных материалов, применяемых для создания МКС (рис. 1).

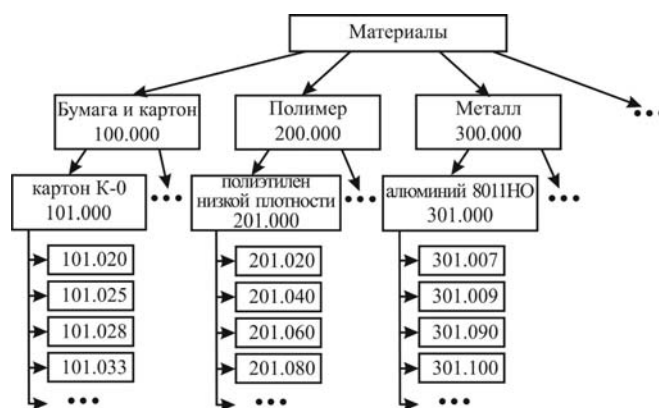


Рис. 1 – Упрощенный плоский граф классификационного признака однослойных материалов

Любая корректная классификация должна иметь резервы своего развития. В предлагаемой классификации резервами классов является диапазон от 400 до 900.

Основными методами соединения слоев при построении МКС для упаковочной промышленности являются: ламинирование, каширование, соэкструзия, приклеивание, напыление, металлизация. Каждый из этих методов имеет несколько технологических схем, причем выбор той или иной технологической схемы полностью зависит от вида материала соединяемых слоев. В тоже время, не все методы, применяемые для соединения слоев, находятся в прямой зависимости от вида соединяемых материалов. Так, к примеру, нанесение полимерного слоя методом ламинирования может производиться как на бумагу разного типа, так и на металл. Следовательно, каждый слой МКС должен рассматриваться с учетом метода его присоединения. Для этого была введена классификация по признаку технологии присоединения слоев. Упрощенный плоский граф признака технологии присоединения слоев в МКС представлен на рис. 2.

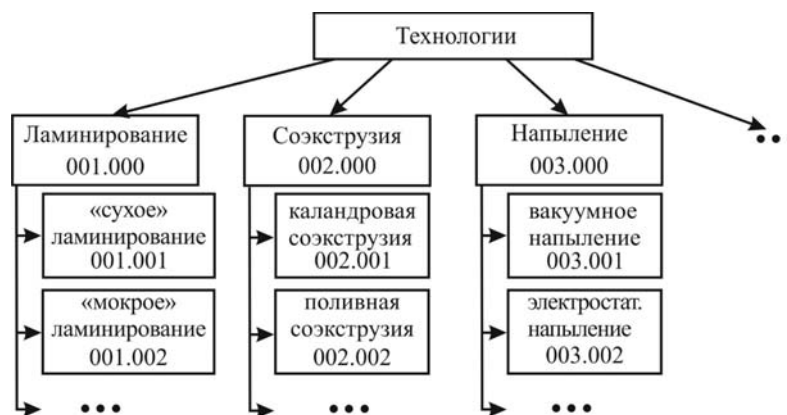


Рис. 2 – Упрощенный плоский граф классификационного признака технологии присоединения слоев

Кодировка данной классификации может быть представлена шестью позициями, из которых первые

три показывают метод присоединения, а вторые – используемую технологию. Данная классификация также имеет свой резерв развития.

Классификатор многослойных комбинированных упаковочных материалов. В основу единой

классификации многослойных комбинированных материалов были положены принципы, используемые при построении универсальной десятичной классификации. Система построения кода классификатора МКС представлена на рис. 3.

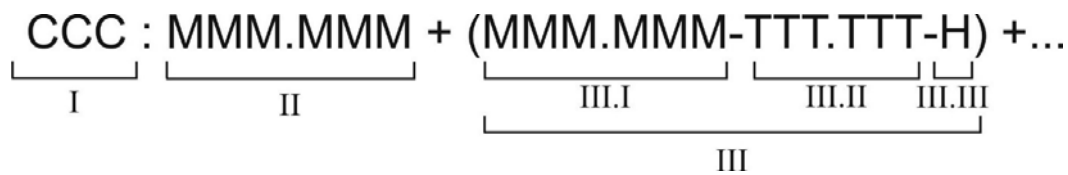


Рис. 3 – Система построения кода классификатора многослойных комбинированных структур

Первая позиция кода показывает количество слоев в многослойном комбинированном материале. Хотя этот показатель и не является основным при определении свойств материала, однако он будет ведущим при оценке его технологичности и экономической эффективности.

Вторая позиция представляет собой код материала основного слоя. Здесь под основным (первым) понимается слой, относительно которого будет технологически выстраиваться вся остальная структура.

На третьей и всех последующих позициях показан код, представляющий вид материала присоединяемого слоя (рис. 3, позиция III.I), а также метод его присоединения (рис. 3, позиция III.II). Построение добавочных кодов присоединяемых слоев при этом производится в соответствии с технологией изготовления МКС. Поскольку основной слой не всегда является внешним в МКС, то одним из основных факторов, влияющих на функциональные и качественные характеристики многослойного комбинированного материала является направление нанесения слоев относительно основного слоя. Поверхности многослойного материала разделяют по функциональному назначению на поверхности, контактирующие с продуктом, и поверхности, находящиеся в контакте с окружающей средой. Поэтому последняя позиция в характеристиках присоединяемого слоя (рис. 3, позиция III.III) указывает направление его нанесения: 1 – на сторону, обращенную к продукту; 2 – на сторону взаимодействия с окружающей средой.

Результаты исследования многослойных комбинированных упаковочных материалов. Основным результатом представленного исследования является усовершенствование единого классификатора многослойных комбинированных упаковочных материалов, основанное на их единой усовершенствованной классификации. Построение классификатора проводится по принципу поэтапного добавления слоев с указанием используемых технологий, а также их места в МКС. Предложенная усовершенствованная классификация материалов, применяемых при формировании многослойных комбинированных упаковочных материалов, использует в качестве классификационных признаков материалы и технологии их присоединения.

Научная новизна представленных результатов состоит в одновременном использовании в качестве обобщающих классификационных признаков как ма-

териалов слоев, входящих в МКС, так и технологий изготовления данных структур.

Обсуждение результатов исследования многослойных комбинированных упаковочных материалов. Разработанная классификация многослойных комбинированных упаковочных материалов построена в строгом соответствии с теорией классификаций и имеет избыточные резервы своего развития, что позволяет использовать ее в широком спектре областей науки и техники, где применяются МКС. Практическая значимость представленного классификатора состоит прежде всего в возможности обеспечить в специалиста-упаковщика полной информацией об используемых многослойных упаковочных материалах в четком структурированном виде.

В ходе дальнейших исследований целесообразным представляется составление полных классификационных таблиц материалов и технологий, применяемых для создания МКС, что позволит использовать представленные классификацию и классификатор для создания информационной системы поддержки принятия решения в сфере управления проектами модификаций многослойных комбинированных материалов, а также синтеза экономически эффективных вариантов производства упаковки на их основе.

Выводы. Основываясь на анализе однослойных материалов, применяемых для формирования МКС, а также методов их соединения, была усовершенствована обобщенная классификация материалов слоев, используемых при формировании многослойных комбинированных упаковочных материалов, путем применения в качестве классификационных признаков как самих материалов, так и технологий их присоединения.

На основе предложенной классификации было разработано усовершенствование единого классификатора многослойных комбинированных упаковочных материалов.

Список литературы:

1. Шредер, В. Л. Многослойные пленки, барьерность ...и многое другое [Текст] / В. Л. Шредер, В. Н. Кривошей. // Упаковка. – 2014. – № 2. – С. 19–25.
2. Бристон, Х. Полимерные пленки [Текст] / Х. Бристон, Л. Л. Катан. – М.: Химия, 1993. – 384 с.
3. Шредер, В. Л. Упаковывание пищевых продуктов в гибкие материалы [Текст] / В. Л. Шредер, А. Н. Гаваа, В. Н. Кривошей // Упаковка. – 2011. – № 3. – С. 23–27.
4. Виды полимерных пленок и их свойства [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

- http://www.eximpack.com/publikacii/vidy_polimernyh_plenok_i_ih_svoystva/
5. Plastic films in food packaging. Materials, technology, and applications. [Text] / Editor: S. Ebnesajjad. – William Andrew, 2012. – 384 p.
 6. Любешикина, Е. Г. Полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов: требования и принципы выбора [Текст] / Е. Г. Любешикина // Полимерные материалы. – 2009. – № 4. – С.4–10.
 7. Классификация и сферы применения многослойных пленок. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.himhelp.ru/section30/polymer_market/section164/597.html
 8. Яценко, Л. А. Определение качества материалов для изготовления тары и упаковки жиросодержащих продуктов [Текст] / Л. А. Яценко, А. В. Миняйло, О. С. Ратинова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 3/5 (51), – С. 44–45. Режим доступа: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/1590/1487>
 9. Колоскова, А.Н. Моделивання полімерних шарів багатшарових комбінованих пакувальних матеріалів [Текст] / А. Н. Колоскова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи і комплекси. – 2016. – № 4 (1176). – С.16–20.
 10. Gaydachuk, V. Mathematical modeling of strength of honeycomb panel for packing containers and packaging with regard to deviations in the filler parameters [Text] / V. Gaydachuk, G. Koloskova. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. –№ 6/1 (84). – С. 37–43. doi: 10.15587/1729-4061.2016.85853
 11. Бичков, С. А. Технологія виробництва літальних апаратів із композиційних матеріалів [Текст] / С. А. Бичков, О. В. Гайдачук, В. Є. Гайдачук. – Київ.: ІСДО. –1995. –376 с.
 1. Shreder, V. L. (2014). Mnogosloynnyye plenki, bar'yernost' ...i mnogoye drugoye. Upakovka, 2, 19–25.
 2. Briston, K. H., Katan, L. L. (1993). Polimernyye plenki. Moscow: Khimiya, 384.
 3. Shreder, V. L., Gavva, A. N., Krivoshej, V. N. (2011). Upakovyvaniye pishchevykh produktov v gibkiye materialy. Upakovka, 3, 23–27.
 4. Vidy polimernykh plenok i ikh svoystva. Eksimpak-oborudovaniye. Available at: http://www.eximpack.com/publikacii/vidy_polimernyh_plenok_i_ih_svoystva/
 5. Ebnesajjad, S. (Ed) (2012). Plastic films in food packaging. Materials, technology, and applications. William Andrew, 384.
 6. Lyubeshkina, Ye. G. (2009). Polimernyye materialy dlya upakovki pishchevykh produktov: trebovaniya i printsipy vybora. Polimernyye materialy, 4, 4–10.
 7. Klassifikatsiya i sfery primeneniya mnogoslounnykh plenok. HimHelp. Available at: http://www.himhelp.ru/section30/polymer_market/section164/597.html
 8. Yatsenko, L. A., Minyaylo, A. V., Ratinova, O. S. (2011) Opredeleniye kachestva materialov dlya izgotovleniya tary i upakovki zhirosoderzhashchikh produktov. Vostochno-yeuropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy. 3 (5 (51)), 44–45. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/1590/1487>
 9. Koloskova, G. N. (2016) Modelirovaniye polimernykh sloyev mnogoslounnykh kombinirovannykh upakovochnykh materialov. Bulletin of NTU «KhPI». Series: Mechanical-technological systems and complexes 4 (1176), 16–20.
 10. Gaydachuk, V., Koloskova, G. (2016). Mathematical modeling of strength of honeycomb panel for packing and packaging with regard to deviations in the filler parameters. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(1 (84)), 37–43. doi: 10.15587/1729-4061.2016.85853
 11. By'chkov, S. A., Gajdachuk, O. V., Gajdachuk, V. Ye., Grechka, V. D., Kobrin, V. M. (1995). Tekhnologiya vy'robny'cztva lital'ny'x aparativ iz kompozy'cijny'x materialiv. Kyiv.: ISDO, 376.

Bibliography (transliterated):

Поступила (received) 12.04.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Класифікатор багатшарових комбінованих пакувальних матеріалів/ Г. М. Колоскова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 16(1238). – С. 7–11. – Бібліогр.: 11 назв. – ISSN 2079-5459.

Класифікатор многослойных комбинированных упаковочных материалов/ А. Н. Колоскова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 16(1238). – С.7–11. – Бібліогр.: 11 назв. – ISSN 2079-5459.

Classifier of multi-layer combined packaging materials/ G. Koloskova //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 16 (1238).– P. 7–11. – Bibliogr.: 11. – ISSN 2079-5459

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Колоскова Ганна Миколаївна – кандидат технічних наук, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», доцент кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем; вул. Чкалова, 17, м. Харків, Україна, 61070; e-mail: sceperich@mail.ru.

Колоскова Анна Николаевна – кандидат технических наук, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», доцент кафедры теоретической механики, машиноведения и роботомеханических систем; ул. Чкалова, 17, г. Харьков, Украина, 61070; e-mail: sceperich@mail.ru.

Koloskova Ganna – PhD, National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”; associate professor of the department «Theoretical Mechanics, Mechanical Engineering and Robotic systems»; str. Chkalova, 17, Kharkov, Ukraine, 61070; e-mail: sceperich@mail.ru.