

УДК 628.477.6

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТОВ ИЗ ОТХОДОВ УПАКОВКИ TETRA PAK

**Коляда Л.Г., Кремнева А.В., Казакбаева Г.Р., Пономарев А.П.**

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский Государственный технический университет им. Г.И. Носова»,  
Магнитогорск, e-mail: chem@magtu.ru*

В работе определены технологические параметры получения композитов из отходов упаковки Tetra Pak. Определены физико-механические показатели полученных композитов. Анализ полученных результатов показал, что композиты на основе отходов упаковки Tetra Pak имеют рыхлую структуру с более низкими прочностными свойствами по сравнению с образцами из картона. Введение в суспензию поливинилацетатного клея (ПВА) приводит к увеличению плотности композитов и, соответственно, прочностных свойств. Предел прочности при растяжении увеличивается в 1,9 раза, но не достигает уровня прочности композитов на основе картона. Применение горячего прессования приводит к образованию более плотного композита, при этом предел прочности при растяжении образца увеличивается в 2,8 раза. При совокупном действии ПВА-проклейки и горячего прессования предел прочности при растяжении композита возрастает в 5,9 раза и становится существенно выше аналогичного показателя для упаковочного картона.

**Ключевые слова:** упаковка Tetra Pak, композиты, картон, полиэтилен (ПЭ), алюминиевая фольга, толщина, плотность, горячее прессование, предел прочности при расслаивании, предел прочности при растяжении

## RESEARCH OF POSSIBILITY OF RECEIVING COMPOSITES FROM TETRA PAK PACKING WASTE

**Kolyada L.G., Kremneva A.V., Kazakbaeva G.R., Ponomarev A.P.**

*Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: chem@magtu.ru*

Technological parameters of receiving composites from Tetra Pak packaging waste are determined in the work. Physical – mechanical characteristics of the received composites are defined. The analysis of the received results showed that composites from Tetra Pak packaging waste have friable structure and lower strength properties in comparison with cardboard. Introduction of polyvinyl acetate (PVA) to suspension leads to increase in density of composites according to strength properties. Tensile strength increases by 1,9 times, but doesn't reach the level of tensile strength of cardboard composites. Application of hot pressing result in formation of more dense composite, thus tensile strength of a sample increases by 2,8 times. Cumulative effect of PVA gluing and hot pressing leads to increase of composite tensile strength by 5,9 times. It becomes significantly higher than the similar characteristic for a packing cardboard.

**Keywords:** Tetra Pak packaging, composites, cardboard, polyethylene (PE), aluminum foil, thickness, density, hot pressing, ultimate stratification strength, tensile strength

Проблема твердых бытовых отходов (ТБО) является актуальной, поскольку ее решение связано с необходимостью охраны окружающей среды и ресурсосбережения. ТБО, образующиеся в результате жизнедеятельности населения, представляют собой гетерогенную смесь сложного морфологического состава, основными компонентами которой являются отходы упаковки. Кардинальный путь решения проблемы утилизации ТБО, учитывающий требования экологии, ресурсосбережения и экономики – это промышленная переработка отдельных фракций ТБО с получением различного вторичного сырья [5].

В настоящее время все более широкое применение находят комбинированные упаковочные материалы типа Tetra Pak. С учетом того, что отходы упаковок Tetra Pak практически не разлагаются в естественных условиях до 900 лет, единственный путь их утилизации – это вторичная переработка. В мире ежегодно перерабатывается более 25 млрд использованных упаковок. Боль-

шинство способов переработки основано на разделении сложного комбинированного материала на отдельные компоненты: целлюлозное волокно и полиалюминиевую смесь (смесь алюминиевой фольги и полиэтилена). Однако такие технологии способы требуют специального оборудования, разработки новых технологий, что экономически нецелесообразно. Наиболее простым и наименее затратным решением проблемы утилизации отходов упаковки Tetra Pak является совместная переработка всех компонентов этого комбинированного материала.

В состав комбинированного материала Tetra Pak входит около 75% высококачественного картона, 20% полиэтилена (ПЭ), 5% алюминия [4].

В связи с этим целью работы являлось рассмотрение возможности вторичной переработки отходов упаковки Tetra Pak без их предварительного разделения на отдельные компоненты.

При реализации поставленной цели решались следующие задачи:

– определить технологические параметры процесса получения композитов из отходов Tetra Pak;

– получить композиты из отходов Tetra Pak;

– определить физико-механические показатели вторичных композитов.

Получение композитов из отходов упаковки Tetra Pak проводили по разработанной методике [2]. Технология получения композитов включала следующие стадии: измельчение упаковки Tetra Pak, приготовление водной суспензии, формование отливки и сушку.

Роспуск целлюлозных волокон измельченного материала Tetra Pak проводили в водной среде в дезинтеграторе при температуре 40 °С до получения однородной массы (суспензии). При этом происходит как чисто механический процесс изменения формы и размеров целлюлозных волокон, так и коллоидно-химический процесс, называемый гидратацией. Придание волокнистому материалу определённой степени гидратации необходимо для создания сил сцепления между волокнами для получения прочного и плотного композита [3].

Из приготовленной суспензии вакуумированием получали композиты. После удаления влаги на прижимных валках сушку композитов из отходов Tetra Pak проводили при комнатной температуре в естественных условиях в течение не менее 24 часов.

Физико-механические показатели полученных композитов на основе отходов Tetra Pak и упаковочного картона (толщина, масса 1 м<sup>2</sup>, плотность, пределы прочности при растяжении и расслаивании) приведены в табл. 1. Предел прочности при растяжении композита является количественной характеристикой силы его межволоконных связей и определяется под действием усилия, направленного параллельно плоскости образ-

ца. Сопротивление расслаиванию определяют под действием растягивающего усилия, направленного перпендикулярно плоскости образца. Оно связано с действием расслаивающих сил, которые зависят от величины силы связи между целлюлозными волокнами. Если эта сила мала, то нарушается композиционная устойчивость материала и происходит его внутреннее расслаивание [2].

Для композитов из отходов Tetra Pak характерна более рыхлая структура по сравнению с образцом из картона. Предел прочности при растяжении композитов Tetra Pak в 3,8 раза, а предел прочности при расслаивании в 5,3 раза меньше. Низкое значение предела прочности при расслаивании композита свидетельствует о плохом сцеплении разнородных частиц измельченного комбинированного материала Tetra Pak.

Для повышения плотности и, соответственно, прочностных свойств композитов использовали проклейку поливинилацетатной (ПВА) суспензией. ПВА-суспензию вводили в приготовленную пульпу в количестве 2% (масс.). При введении ПВА-проклейки толщина композита уменьшается, а плотность растёт (табл. 1). При этом предел прочности при растяжении увеличивается в 1,9 раза, но не достигает уровня прочности композитов на основе картона.

Другим способом увеличения прочностных свойств являлось использование горячего прессования полученных композитов. Прессование композитов из отходов упаковки Tetra Pak проводили при температуре 150 °С и усилии 29,7 Н. Время термообработки составляло 30 секунд.

Физико-механические показатели композитов на основе отходов Tetra Pak, полученных с использованием горячего прессования приведены в табл. 2.

Таблица 1

Физико-механические показатели композитов

Образец	Толщина, мм	Масса 1 м <sup>2</sup> , г/м <sup>2</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности при растяжении, МПа	Предел прочности при расслаивании, кПа
Картон	1,14	364	0,32	1,14	86
Tetra Pak	1,17	367	0,31	0,30	16
Tetra Pak (2% ПВА)	1,08	372	0,34	0,57	40

Таблица 2

Физико-механические показатели композитов, полученных с применением горячего прессования

Образец	Толщина, мм	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности при растяжении, МПа
Tetra Pak (без ПВА)	0,47	0,76	0,84
Tetra Pak (2% ПВА)	0,56	0,79	1,77

После горячего прессования толщина композитов уменьшается в 2,2–2,5 раза при одновременном увеличении плотности в 2,3–2,4 раза. В результате образования более плотной структуры предел прочности при растяжении композита увеличивается в 2,8 раза. Температура горячего прессования (150 °С) достаточна для расплавления частиц полиэтилена, температура плавления которого составляет 100–108 °С. Расплавленные частицы полиэтилена связывают целлюлозные волокна и частицы алюминиевой фольги с образованием более жесткой матрицы композита.

При совокупном действии ПВА-проклейки и горячего прессования предел прочности при растяжении композита возрастает в 5,9 раза. Его значение существенно превышает аналогичный показатель для упаковочного картона.

Анализ полученных результатов позволил сформулировать следующие выводы:

– композиты на основе отходов упаковки Tetra Pak по сравнению с образцами из картона имеют рыхлую структуру с низкими прочностными свойствами: предел прочности при растяжении композитов Tetra Pak в 3,8 раза, а предел прочности при расслаивании в 5,3 раза меньше;

– введение 2% (масс.) клея ПВА приводит к увеличению плотности композитов и, соответственно, прочностных свойств: предел прочности при растяжении увеличивается в 1,9 раза, но не достигает уровня прочности композитов на основе картона;

– после горячего прессования уменьшается толщина композитов при одновременном увеличении плотности, при этом предел прочности при растяжении композита увеличивается в 2,8 раза;

– при совокупном действии ПВА-проклейки и горячего прессования предел прочности при растяжении композита возрастает в 5,9 раза. Он значительно превышает аналогичный показатель для упаковочного картона.

Проведенные эксперименты показали, что с использованием ПВА-проклейки и горячего прессования возможно получать прочные композиты из отходов упаковки Tetra Pak.

#### Список литературы

1. Абдикаримов М.Н. Изучение процессов пиролиза и горючести красок на основе сополимеров винилацетата [Электронный ресурс]: научная библиотека открытого доступа «Киберленинка» / М.Н. Абдикаримов, Б.А. Жубанов. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-protsesov-piroliza-i-goryuchesti-krasok-na-osnove-sopolimerov-vinilatsetata>.

2. Кремнева А.В. Получение полимерно-бумажных композитов из отходов упаковки [Электронный ресурс]: Современные проблемы науки и образования № 2 за 2014 г. / А.В. Кремнева, Л.Г. Коляда, А.П. Пономарев. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/116-12900>.

3. Кондаков А.В. Ферментные технологии для подготовки макулатуры к изготовлению бумаги и картона: дис. канд. тех. наук. – Архангельск. – 2009. – С. 14–15.

4. Переработка сложных отходов – упаковок Tetra Pak [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.parmatech.org](http://www.parmatech.org).

5. Шубов Л.Я. Обогащение твердых бытовых отходов / Л.Я. Шубов, В.Я. Ройзман, С.В. Дуденков. – М.: Недра, 1987.