

УДК 678.5 : 536.2.022

**Н.В. Островская**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **РАЗРАБОТКА И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, СОДЕРЖАЩЕГО ПЛАСТИК**

*Разработан теплоизоляционный материал, полученный из использованных упаковок «Tetra Pak» (Tetra Brik). Проведены низкотемпературные исследования материалов, содержащих пластик, с целью дальнейшего их применения в качестве теплоизоляции для холодильной и криогенной техники.*

**Ключевые слова:** теплоизоляционный материал, пластик, криогенные температуры.

**N.V. Ostrovskaya**

## **DEVELOPMENT AND RESEARCHES AT LOW TEMPERATURES OF THE MATERIAL CONTAINING PLASTIC**

*It is developed thermal isolation the material received from used packings «Tetra Pak» (Tetra Brik). Are carried out(spent) researches at low temperatures of the materials containing plastic, with the purpose of their further application in quality thermal isolation material for refrigerating and cryogenic engineering.*

**Key words:** thermal isolation material, plastic, cryogenic temperatures.

В настоящее время производится большое количество продукции, упакованной в современные материалы, содержащие пластик. Потребительский спрос на такую продукцию достаточно велик, но затем упаковка оказывается на городских свалках. В связи с недопустимостью сжигания пластмассы во всем мире проводятся исследования по утилизации данного вида отходов. Получение новых материалов из вторичного сырья – весьма актуальная задача [1-4].

Переработка использованных пакетов из-под пищевых продуктов, в большей степени из-под напитков, всемирно известной фирмы «Tetra Pak» целесообразна в теплоизоляционные материалы, так как данный вид упаковки имеет многослойную структуру и отличные изоляционные показатели. Для переработки подходит упаковка всех разновидностей: Tetra Brik, Tetra Rex, Tetra Fino и т.д.

Рассмотрим упаковку фирмы «Tetra Pak» (Tetra Brik), которая представляет собой многослойную структуру, содержащую слои пластика, картона и тонкий металлизированный слой (рис. 1).

Если данную упаковку измельчить в дробильном аппарате, то нарушается структура многослойного материала. Измельченные кусочки имеют рваные ворсистые края, на поверхности массы преимущественно появляется картон (рис. 2). Спрессовать такой материал, например, в форме плиты, можно только под большим давлением и с обязательной связующей добавкой.

Чтобы получить материал более высокого качества, с улучшенными теплоизоляционными свойствами, необходимо измельчить его не с помощью дробления, а нарезкой на мелкие кусочки (квадратики, ромбики, полоски и др.). В этом случае сохраняется структура первоначального материала (рис. 3). Затем кусочки (в данном случае сторона квадратного кусочка составляет 3-6 мм) прессуются под небольшим давлением (не больше 2 кг/см<sup>2</sup>) при нагреве 115-200 °С. Температура и давление подбираются эксперименталь-

но. Прессование изделия происходит в пластиковой оболочке, преимущественно полиэтиленовой. При плохом склеивании кусочков в общую массу добавляется пластик (полиэтилен, полиэтилентерефталат, реже – полипропилен и др.). Если на сторонах материала «Tetra Pak» был первоначально относительно утолщенный слой пластика, то склеивающей добавки в общую массу нарезанных кусочков класть не обязательно. В этом случае склеивание происходит подобно ламинированию.



Рис. 1. Внешний и внутренний вид упаковки «Tetra Pak» (Tetra Brik)  
Fig. 1. External and an interior of packing «Tetra Pak» (Tetra Brik)

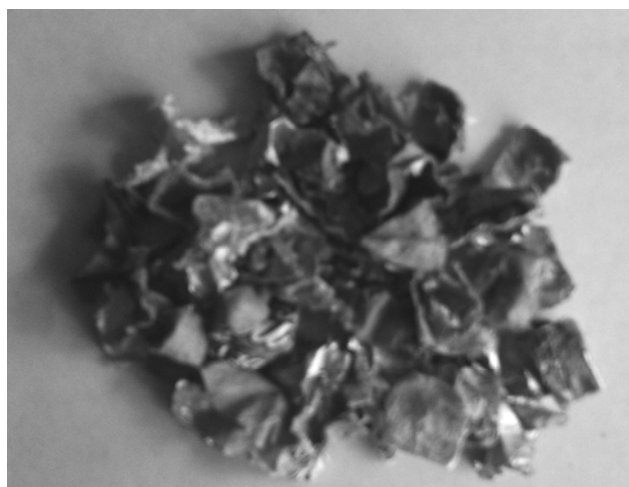


Рис.2. Материал пакетов «Tetra Pak», измельченный в дробильном аппарате  
Fig. 2. A material of packages «Tetra Pak», crushed in the crushing device

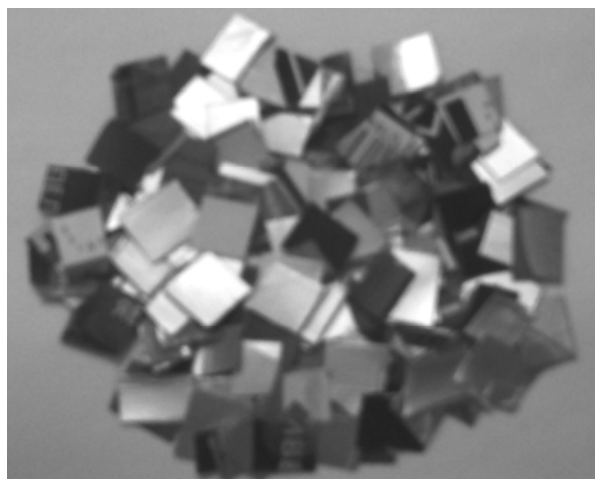


Рис.3. Материал пакетов «Tetra Pak», нарезанный на небольшие кусочки  
Fig. 3. A material of packages «Tetra Pak», cut on small slices

На рис. 4. показан образец теплоизоляционного материала, изготовленного из отходов пакетов «Tetra Pak» по предлагаемой технологии.

Особенностью данного образца теплоизоляционного материала является то, что он имеет улучшенные теплоизоляционные свойства за счет получения в процессе формирования вакуумных полостей (рис. 5). Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного изделия  $\lambda = 0,2 \pm 0,05 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ .

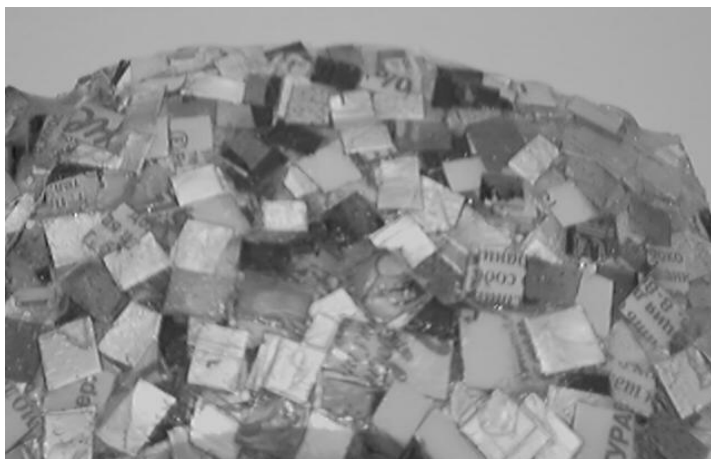


Рис.4. Теплоизоляционный материал, изготовленный из отходов пакетов «Tetra Pak»  
Fig. 4. A material for the thermal isolation, made of waste products of packages «Tetra Pak»

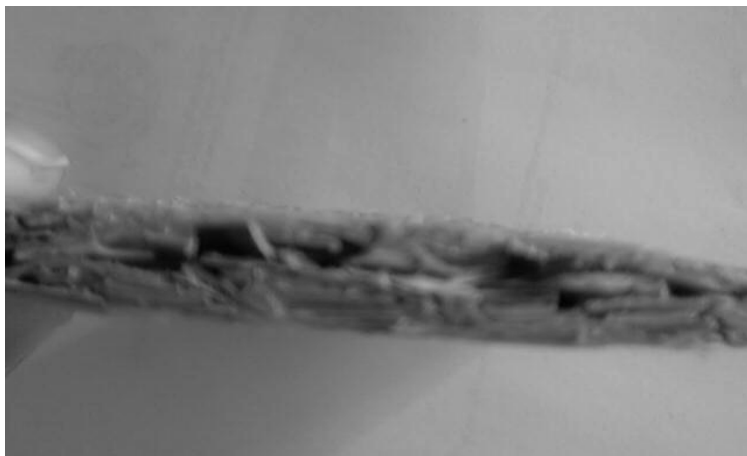


Рис. 5. Поперечный разрез теплоизоляционного материала с полостями, которые после теплового формирования и последующего остывания вакуумируются  
Fig. 5. A transverse incision of a material for thermal isolation with cavities which after thermal formation and the subsequent cooling are made vacuum

Полученный материал можно использовать в качестве изоляции для холодильной и криогенной техники, так как он удовлетворяет требованиям по эффективности.

Эффективную теплопроводность приближенно определяют [5, 6] по формуле

$$\lambda_{эф} = \lambda_г + \lambda_{из} + \lambda_m,$$

где  $\lambda_г$  – теплопроводность остаточного газа (вакуума);  $\lambda_{из}$  – теплопроводность излучения;  $\lambda_m$  – теплопроводность твердого тела и зон контакта.

В данном случае  $\lambda_m$  уменьшена за счет зон контакта между склеивающимися кусочками, покрытыми пластиком – материалом с малым коэффициентом теплопроводности.

$\lambda_{из}$  уменьшена за счет применения прослоек из тонких слоев металлизированного материала (например, алюминия), который используется в технике для отражения электромагнитного излучения (инфракрасного теплового излучения).

Эффективная же изоляция в целом уменьшена за счет получения в данном теплоизоляционном материале вакуумных полостей с уменьшенной теплопроводностью  $\lambda_г$ , так как известно, что теплопроводность вакуума самая малая по сравнению с теплопроводностью других материалов.

При изготовлении теплоизоляционных изделий в результате склеивания маленьких кусочков из нарезанного материала пакетов «Tetra Pak» структура многослойности материала не меняется. Многослойный материал, из которого сделаны пакеты «Tetra Pak», сам по себе является хорошим теплоизоляционным материалом, плюс к нему добавляются вакуумные полости.

Вакуумные полости получаются при остывании формованного изделия, в массе которого образовались воздушные (газовые) полости, за счет неровностей между кусочками склеивающегося нарезанного материала. При формовании изделия используется небольшое давление прессования, нужное только для получения формы изделия и обеспечения герметичности.

Воздушные (газовые) герметичные полости после остывания материала до комнатной температуры вакуумируются. Согласно известному закону  $pV = RT$  при  $V = \text{const}$ ,  $R = \text{const}$ , уменьшение температуры  $T$  ведет к уменьшению давления  $p$ , следовательно, образовавшиеся полости при небольшом давлении склеивания будут содержать газ при пониженном давлении, т.е. вакуум.

Отличительным признаком полученного теплоизоляционного материала является то, что в предлагаемом способе возможно формование не только блоков и плит, но и изделий различных форм (сегментов, труб, коробов и т.д.), что даёт возможность использовать полученные изделия в качестве не только строительного материала, но и теплоизоляционного материала в холодильной и криогенной технике.

Были проведены низкотемпературные исследования материала пакетов «Tetra Pak», нарезанного на небольшие кусочки, а также полученного из них теплоизоляционного материала (рис. 6). Образцы помещались в ёмкость с кипящим жидким азотом температурой  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Затем выдержанные при низкой температуре образцы сравнивались с исходными образцами. Никаких изменений обнаружено не было, из чего можно сделать вывод о возможности применения данного теплоизоляционного материала для холодильной техники. Нарезанные же кусочки пакетов «Tetra Pak» также при погружениях в жидкий азот не изменили своей структуры, что даёт право предлагать использовать их вместо порошков в порошково-вакуумной теплоизоляции [7], которая обычно используется для криогенных резервуаров.

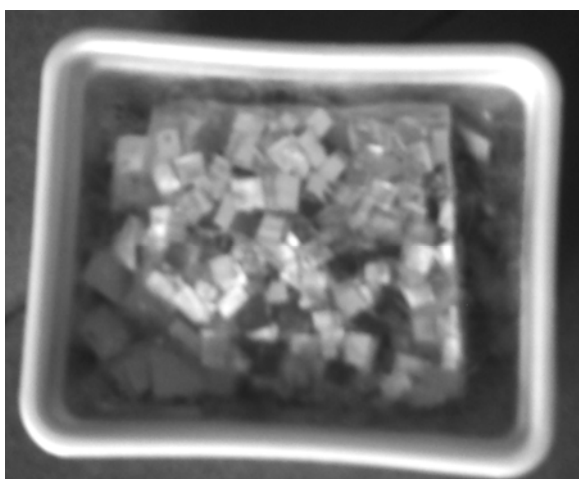


Рис. 6. Образец теплоизоляционного материала, сделанного из отходов пакетов «Tetra Pak», помещенный в кипящий жидкий азот

Fig. 6. A sample of a material for the thermal isolation, made of waste products of packages «Tetra Pak», placed in boiling liquid nitrogen

Перспектива переработки отходов «Tetra Pak» (отходов, содержащих пластик) обеспечит экологическую безопасность и позволит получить как строительные, так и теплоизоляционные материалы, которые найдут своё применение в холодильной и криогенной технике.

### Список литературы

1. Зорина Л.Г. Экологическое значение утилизации пластмассовых материалов [Текст] / Л.Г. Зорина, Н.В. Островская, В.Г. Добржанский // Новейшие технологии в системе интеграционных процессов территорий стран АТР: доклады Первого междунар. инвестиционного конгресса. – Владивосток: ДВГМА, 2000. – С. 105-106.
2. Zorina L.G., Ostrovskaya N.V., Mayorov I.S., Iarmolenko T.O. Ecological Prospects Utilization of Plastic Mass [Текст] / The 13-th Scientific Symposium of Shenyang Institute of Chemical Technology and Bilateral Symposium Between China – Russia. Abstr. of papers. 2000. – P. 2. China.
3. Зорина Л.Г. Утилизация пластических масс [Текст] / Л.Г. Зорина, Н.В. Островская // Роль науки, новой техники и технологий в экономическом развитии регионов: материалы Дальневост. инновационного форума с междунар. участием. – Хабаровск: ХГТУ, 2003. – Ч. 2. – С. 115-116.
4. Островская Н.В. Сбор и переработка бытовых отходов, содержащих пластические массы [Текст] / Н.В. Островская // Промышленные и бытовые отходы: проблемы хранения, захоронения, утилизации, контроля: сб. ст. XI Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: АНОО «Приволжский Дом знаний», 2007. – С. 39-42.
5. Архаров А.М. Криогенные системы. Основы проектирования аппаратов и установок [Текст] / А.М. Архаров, В.П. Беляков, Е.И. Микулин, В.Г. Пронько, Э.Ф. Шургалский. – М.: Машиностроение, 1987. – 536 с.
6. Архаров А.М. Криогенные системы. Основы теории и расчета. [Текст] / А.М. Архаров, И.В. Марфенина, Е.И. Микулин. – М.: Машиностроение, 1988. – 464 с.
7. Беляков В.П. Криогенная техника и технология [Текст] / В.П. Беляков. – М.: Энергоиздат, 1982. – 272 с.

**Сведения об авторе:** Островская Надежда Владимировна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: nvo88@mail.ru.