



## РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ВСПЕНЕННОГО КОНСТРУКЦИОННОГО ПЛАСТИКА ИЗ ПЭТ-ТАРЫ

В данной статье рассмотрены промежуточные результаты разработки технологии по получению конструкционного пористого пластика из ПЭТ-тары, проведен сравнительный анализ результатов исследования образцов нового материала и образцов традиционных вспененных материалов, применяемых для строительства, а также проведен обзор подобных материалов и способов их получения.

Вспененный пластик, матрица, ПЭТ, исследование, порофор.

Сегодня строительной отрасли необходимы прочные, легкие и энергоэффективные материалы. Большим плюсом для экологии могло бы стать применение для их производства отходов человечества – пластиков, шлаков и прочего. Благодаря применению различных технологий переработки возможно провести полное обновление отработанного материала без потери его изначальных свойств. Мы обратили внимание на полиэтилентерефталат (ПЭТ) – пластик, из которого производится различная тара для хранения воды, одежда, пленки и многое другое. Сегодня в России объемы таких отходов достигают 500 тысяч тонн ежегодно, но в переработку вовлекается лишь 11–17 %.

На сегодняшний день вовлечение отработанного ПЭТ-пластика в производство конструкционно-теплоизоляционных материалов почти не рассматривается. Имеется лишь опыт производства теплоизоляционных материалов из ПЭТ волокон. Исследование носит передовой, инновационный характер с целью дальнейшего патентования. Для производства вспененных материалов на основе органических полимеров применяют в основном нагрев под высоким давлением с внесением различных вспенивателей. Рассмотрим варианты технологий, имеющие место на рынке:

**1. Внесение смеси фреона с двуокисью углерода.** Также данный способ называется механическая газация. При получении расплава в экструдере расплавленная масса насыщается сжатым углекислым газом или воздухом и далее при формообразовании продукции происходит вспенивание материала. Данная технология нашла свое применение в производстве вспененного пенополистирола.

**2. Химическое порообразование** – способ, который выбрали мы для получения нашего материала. На этапе приготовления смеси добавляются химический порообразователь (порофор) и катализатор, которые под воздействием температуры разлагаются с выделением газа и образуют поры в монолите изделия. Сегодня этот метод порообразования нашел широкое распространение (например, производство вспененного ПВХ).

Анализируя рассмотренные методы, можно с уверенностью сказать, что выбранный нами метод широко распространен и имеет промышленное применение.

Целью исследования является оценка возможности и анализ целесообразности применения предложенной технологии переработки пластика из ПЭТ-тары в новый конструкционно-теплоизоляционный материал.

Нами разрабатывается технология получения нового ячеистого пластика из отходов ПЭТ-тары путем внесения в расплав полиэтилентерефталата вспенивающегося реагента-порофора ADC-005 (азодикарбонамида). Применение азодикарбонамида для вспенивания ПЭТ не рассматривалось, так как встречается ряд проблем, которые мы учитываем в разработанной технологии. Перспективы переработки ПЭТ в различные строительные материалы уже известны, однако получение конструкционно-изоляционных материалов в виде ячеистого газонаполненного пластика (пропласта) из полиэтилентерефталата является новым и инновационным направлением.

Основой разработанной технологии стал эффект разложения порофора азодикарбонамида с выделением газа при нагревании. Совместный нагрев различных соотношений измельченного ПЭТ и ADC-005 позволяет получить пластики с различным объемом пор и прочностными характеристиками. Стоит отметить, что применение азодикарбонамида встречает ряд проблем, так как он, разлагаясь, помимо безвредных для ПЭТ азота и монооксида углерода выделяет аммиак, который пагубно влияет на ПЭТ-пластик. Решением могло бы стать применение порофора 5-фенилтетразола (5-PT), однако на данном этапе исследования оно рассмотрено не было. Нами было решено опробовать внесение перед нагревом в смесь порофора и пластика водостойкого силикагеля МСМГ. Силикагели обладают высокой газовой адсорбцией и применяются в промышленности, например для улавливания бензола из газовых кокосовых печей. Помимо этого, силикагель достаточно стоек к высоким температурам, что позволит вносить его в состав разрабатываемого материала непосредственно перед термической обработкой.

В качестве ПЭТ-сырья нами была использована измельченная до необходимого размера частиц тара цилиндрической формы. После смешивания различных соотношений компонентов смеси производился нагрев в специально разработанном нами устройстве. К сожалению, точного контроля температуры на данном этапе разработки достичь не удалось, что вызвало неоднородность получаемого материала и сильно искажало прочностные характеристики. Обработка смеси производилась при различных температурах от 210 до 240 °С. После достижения однородного расплава смеси производилась ее экструзия в формы, однако полного заполнения форм не происходило, вследствие неоднородного температурного режима в печи (часть смеси недостаточно нагревалась, что вызвало ее преждевременное твердение).

На данном этапе разработки не удалось получить стандартные образцы для прочностных испытаний. Предлагается сравнить плотность полученного материала и плотность имеющихся сегодня на рынке подобных материалов (табл. 1). Стоит отметить, что наш материал, предположительно, в большей степени обладает повышенными прочностными характеристиками, вкупе с низкой теплопроводностью, в связи с чем также рационально сравнивать его характеристики с легкими бетонами (табл. 2).

Таблица 1

**Сравнение плотности полученного материала и его аналогов**

Название	Полученный материал из ПЭТ (ПЭТФ) 5–15 % ADC	Пеноплекс (Пенополистирол)	Cellu Cushion (Пенополиэтилен)	Polynor (Пенополиуретан)
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1161–723,12	22–47	63–82	45–60

Таблица 2

**Сравнение плотности полученного материала и легких бетонов**

Название	Полученный материал из ПЭТ (ПЭТФ) 5–15 % ADC	Керамзитобетон В 2,5	Шлакопемзобетон В 2,5	Автоклавный ячеистый бетон В 2,5
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1161–723,12	900	1400	700

*T.A. Polyakov, O.A. Povarova  
Cherepovets State University*

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING FOAMED STRUCTURAL PLASTIC FROM PET CONTAINERS**

This article reviews the intermediate results of the development of technology for obtaining structural porous plastic from PET containers. The comparative analysis of the results of research of new material samples and samples of traditional foamed materials used for construction, as well as an overview of such materials and methods for their production was conducted.

Foamed plastic, matrix, PET, research, foaming agent.

Подводя итоги данного этапа разработки, можно утверждать, что разрабатываемый нами материал имеет высокий потенциал применения в любых условиях. Полиэтилентерефталат водостоек, прочен и относительно легок. Следующим этапом нашего исследования станет доработка печи с установкой термостата для контроля температуры, а также измерение теплопроводности и проведение сравнительных прочностных испытаний материала и его аналогов. Полученная плотность материала зависит от количества добавляемого порофора и времени нагрева. Однако полученные результаты говорят нам о том, что, если прочностные характеристики и теплопроводность окажутся приемлемыми в сравнении с пластиками и бетонами, нами получен инновационный материал, сочетающий в себе повышенную прочность и низкую теплопроводность.

В ходе исследований мы добились прогресса в разработке технологии по получению вспененного пластика из полиэтилентерефталата, однако технология требует доработки. Полученная плотность материала позволяет сравнивать его с легкими бетонами, однако для точной оценки материала необходимы его прочностные характеристики и теплопроводность.

Хотелось бы отметить новизну разработанной технологии – ранее получение вспененного пластика из полиэтилентерефталата не рассматривалось. В перспективе нами планируется разработка технологии и получение патента.

**Литература**

1. Технология полимерных материалов : учебное пособие / Николаев А. Ф., Крыжановский В. К., Бурилов В. В. [и др.] ; под общей редакцией В. К. Крыжановского. – Санкт-Петербург : ЦОП Профессия, 2011. – 534 с.
2. Зелке, С. Пластиковая упаковка : перевод с английского / С. Зелке, Д. Кутлер, Р. Хернандес ; под ред. А. Л. Загорского, П. А. Дмитрикова. – 2-го изд. (Plastics Packaging) – Санкт-Петербург : ЦОП Профессия, 2011. – 560 с.
3. Брукс, Д. Производство упаковки из ПЭТ/ пер. с англ. (PET Packaging Technology) / Брукс Д., Джайлз Дж. А. ; под редакцией О. Ю. Сабая – Санкт-Петербург : ЦОП Профессия, 2010. – 368 с.