
I. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И СБЫТЕ ТОВАРОВ

УДК 66.022.38

Е. Л. Антонова (viramaina3@yandex.by),
магистр

В. Е. Сыцко (tovarovedenie123@gmail.ru),
д-р техн. наук, профессор
Белорусский торгово-экономический
университет потребительской кооперации

В. М. Шаповалов (v.shapovalov@tut.by),
д-р техн. наук, профессор, зав. отделом
Институт механики металлополимерных
систем имени В. А. Белого
Национальной академии наук Беларуси
г. Гомель, Республика Беларусь

И. М. Грошев (groshev.i@vitebskdrev.com),
канд. техн. наук, доцент,
начальник центральной заводской лаборатории
открытое акционерное общество «Витебскдрев»
г. Витебск, Республика Беларусь

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ

В статье рассматриваются возможности переработки полимерных материалов, являющихся отходами бытовой техники, с добавлением древесного волокна и антипиренов. Объектом выступают пластики и древесные отходы. Проведен научный эксперимент, изготовлены образцы плит (древесно-полимерный композит).

The article discusses the possibilities of recycling polymer materials, which are household appliance waste, with the addition of wood fiber and flame retardants. The object is plastics and wood waste. A scientific experiment was conducted, and samples of plates (wood-polymer composite) were made.

Ключевые слова: отходы; пластики; переработка; огнестойкость.

Key words: waste; plastics; recycling; fire resistance.

В Республике Беларусь задействовано достаточно большое количество предприятий по переработке древесины, а также производству строительных материалов и мебели на ее основе. По количеству получаемых отходов деревообрабатывающая промышленность стоит на одном из первых мест. Количество отходов в этой отрасли зависит от качества поставляемого сырья, типа и размера изготавливаемой продукции, используемой технологии и применяемого оборудования. Количество отходов, образующихся, например, на мебельной фабрике, достигает 60% от всей использованной древесины. Полимерные отходы также имеют большой объем в экономике страны, а их утилизация и переработка является трудоемким и дорогостоящим процессом.

В настоящее время во всем мире наблюдается устойчивая тенденция увеличения исследований использования вторичных полимерных материалов в различных отраслях промышленности. В связи с увеличением объемов отходов производства предприятий, отходов объектов общественного питания, учебных заведений, бытового сектора является особо значимым изучение новых технологий переработки. Процесс получения вторичных изделий представляет собой измельчение и дальнейшее смешивание переработанных материалов в различных пропорциях.

За рубежом большинство компаний используют свои технологии и практический опыт применения вторичных композиционных материалов для изделий гражданских отраслей.

В Республике Беларусь в большей степени используется импортное и дорогостоящее полимерное сырье. Разработка новых методов рециклинга вторичных полимеров внесет определенный вклад в национальную экономику страны. Развитие новых технологий переработки и их дальнейшего использования позволит реализовать ряд новых преимуществ: снижение потребности промышленности в первичных ресурсах, снижение объемов выбросов и отходов производства, а также экономическая эффективность производства.

Современные технологии позволяют использовать в композициях несовместимые полимеры при помощи специальных добавок-усилителей адгезии – компатибилизаторов, связующих агентов. В первую очередь эти добавки используются для обеспечения совмещения молекул полиолефинов и древесины. Оценка применимости закономерностей физической химии, физики и механики к полимерам имеет особое значение для правильного понимания и осуществления на практике способов их переработки в изделия. В частности, большое значение имеет изучение свойств растворов, расплавов полимеров и возможности формования из них изделий с заданными свойствами. Таким образом, химия и физика имеют непосредственное отношение к производству полимеров [1].

Продукция из пенополиуретана (ППУ) или на его основе представлена в широком ассортименте, активно используется в строительстве и благоустройстве дома, в мебельной и автомобильной промышленности. Свойства ППУ зависят от комплекса различных факторов. Главными из них являются состав, коэффициент смешивания всех компонентов, скорость протекания химических процессов после нанесения на рабочее основание. Выделяют следующие характерные параметры ППУ:

– Теплопроводность. Показатель зависит от процентного содержания газа в ячейках. У жестких вариантов показатель находится в пределах 0,019–0,035 Вт/м·К (у минеральной ваты это 0,045–0,056 Вт/м·К).

– Шумопоглощение. Выделяют следующие факторы: пористость, толщина покрытия, частота звуковых колебаний, жесткость каркасной конструкции. Оптимальным для улучшения акустических свойств помещения считается материал со средним уровнем эластичности.

– Химическая инертность. Реагенты, которые входят в состав строительных отделочных материалов, не способны оказывать разрушительное воздействие на полимерный утеплитель. Также ППУ способен защитить металлическое основание от агрессивных явлений, провоцирующих появление коррозии. Однако эффективность у разных образцов может отличаться. Также не все варианты выдерживают прямой контакт с концентрированными кислотами.

– Плотность. Диапазон значений – 30–80 кг/м³. Главными определяющими моментами являются технология производства и назначение готового материала.

– Водопоглощение. Показатель зависит от плотности конечного результата. Чем меньше пор, тем ниже способность впитывать влагу. Как правило, материалы способны поглотить в сутки не более 1–3% от общего объема образца. Существуют продукты с содержанием гидрофобизирующих добавок, которые снижают коэффициент водопоглощения (например, касторовое масло дает результат 0,25–1%).

– Горючесть. В состав ППУ могут входить антипиреновые добавки (например, состав на основе фосфора или галогена). Это позволяет производить огнестойкий продукт, который самостоятельно затухает и трудно воспламеняется. В помещениях с высоким уровнем пожарной опасности наносится два слоя ППУ: обычный и огнестойкий [2].

Полипропилен – полимерный материал, относящийся к группе термопластов. Он производится из пропилена – химического соединения, входящего в состав нефти или газа. Полипропилен обладает низкой плотностью, повышенной жесткостью и формоустойчивостью.

Выделяют следующие основные характеристики полипропилена:

– Плотность – 0,91 г/см³, что ниже, чем у полиэтилена и других пластмасс.

– Прочность на разрыв составляет 260–400 кг/см².

– Температура плавления – 170 °С, при 140 °С полимер начинает размягчаться.

– Температура стеклования (хрупкости) – от –5 °С до –15 °С.

– Низкая теплопроводность – 0,16–0,22 Вт/м·К.

– Стойкость к ультрафиолету. Может без ограничения использоваться для производства изделий, эксплуатируемых на открытом воздухе [3].

Авторами был проведен научный эксперимент. Были изготовлены образцы плит. Гранулы полипропилена и ППУ были измельчены. В состав было добавлено древесное волокно и антипирены для улучшения огнестойкости. Затем состав засыпали в формы 150×35 мм. Темпера-

тура пресса устанавливалась по датчику от 190 до 230 °С, данная температура выбрана исходя из анализа данных технологических регламентов производства. Плотность варьировалась от 15 до 50 ед. (0,7–2,2 Мпа), время выдержки составляло 3–5 минут. Полученные образцы остывали, в дальнейшем проводились физико-механические испытания. На нижеприведенном рисунке представлены смешанные измельченные гранулы ППУ и полипропилена.

Гранулы ППУ и полипропилена



Над образцами были проведены физико-механические испытания. Были проверены прочность на изгиб (Н/мм^2), модуль упругости (Н/мм^2). Прочность при изгибе является мерой, которая показывает, насколько гибок материал, или какова жесткость материала. Характерными показателями материала, подверженного изгибающим нагрузкам, выступают значения максимального напряжения и деформации на наружной поверхности образца. Еще одним испытанием было исследование образцов на горючесть. Для предварительной оценки горючести полимерных образцов был использован кинетический метод исследования («Определение стойкости к действию накала»). При данном методе горючесть полимерного образца определяется качественными показателями от 0 (горючий пластик) до 5 (негорючий), получаемыми замером длины обогреваемой части образца и потери массы образца, спустя 180 секунд соприкосновения с накалившимся стержнем [4–5].

Большой объем отходов пластиков идет на захоронение, что экономически не выгодно, а также наносится ущерб экологии, так как пластики разлагаются достаточно долго. Поэтому актуальной и значимой задачей является переработка данных отходов и выпуск в повторный оборот новой продукции, которая может применяться в строительной отрасли, в качестве перегородок в технологических помещениях, а также использоваться в настилах, благодаря их соотношению прочности к весу и устойчивости к влаге. Развитие технологий переработки полимеров и их вторичного использования позволит реализовать ряд преимуществ, среди которых снижение потребности промышленности в первичных ресурсах, экономическая эффективность производства, снижение объемов выбросов и отходов производства.

Список использованной литературы

1. **Сутягин, В. М.** Химия и физика полимеров : учеб. пособие / В. М. Сутягин, Л. И. Бондалетова. – Томск : ТПУ, 2003. – 208 с.
2. **Изделия** из жесткого пенополиуретана теплоизоляционные заводского изготовления, применяемые в строительстве. Общие технические условия : ГОСТ 56590-2015 ; введ. 01.04.2016. – М. : Стандартинформ, 2016. – 32 с.
3. **Полипропилен** и сополимеры полипропилена. Технические условия : ГОСТ 26996-86 ; введ. 01.01.1988. – М. : Изд-во стандартов, 2002.
4. **Пластмассы.** Методы определения стойкости к горению : ГОСТ 28157-2018 ; введ. 01.02.2019. – М. : Стандартинформ, 2018. – 8 с.
5. **Опилки** древесные технологические для гидролиза. Технические условия : ГОСТ 18320-78 ; введ. 01.01.1980. – М. : Изд-во стандартов, 1986.