

*Д. В. Разинькова, Н. А. Кузнецова, О. С. Примеров, П. В. Макеев\**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ  
ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА  
НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА  
И НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОПИЛОК ЦСП**

Актуальной задачей становится создание модифицированных материалов с разными наполнителями. Композиционные материалы имеют ряд свойств и особенностей, которые отличают их от традиционных материалов.

В основе опытов был выбран материал вторичный ПП (полипропилен) и наполнитель из мелкодисперсных опилок ЦСП (цементно-стружечной плиты).

На данный момент полипропилен за счет своей универсальности является одним из распространенных материалов. Для устранения глобальной проблемы загрязнения окружающей среды используется вторичный полипропилен, который по своим свойствам мало отличается от аналога. Создание композита на основе вторичного полипропилена

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А. С. Клинова.

позволяет получить новый материал с улучшенными свойствами и минимальными затратами.

Существуют разные методы модификации вторичного полимерного сырья, такие как: химические, физико-химические, физические и технологические. Введением армирующих элементов в полимерную матрицу получают композит. Соотношение свойств армирующих элементов и матрицы, прочность связей между ними характеризуют механические свойства композиции.

В результате взаимодействия армирующих элементов и матрицы образуется композиция, обладающая ценным набором свойств. Данные свойства не только отражают исходные характеристики компонентов композита, но и включают новые свойства. Например, такие как наличие границ раздела между армирующими элементами и матрицей, что существенно повышает стойкость к растрескиванию материала. В отличие от исходных материалов, в композициях происходит повышение характеристик вязкости разрушения за счет повышения статической прочности.

В качестве армирующего элемента для получения композиционного материала на основе полипропилена можно использовать разные материалы. Проведенный ранее патентный поиск показывает, что самыми распространенными наполнителями являются: сажа, углеродные нанотрубки (УНТ) «Таунит», шунгит (ШН), органобентонит (ОБТ) и опилки ЦСП (цементно-стружечной плиты).

ЦСП является одним из распространенных материалов в строительстве. При его эксплуатации образуется много отходов в виде опилок (стружки). Учитывая дисперсность этих отходов, можно их использовать для создания новых материалов.

Возможными областями применения отходов производства ЦСП могут быть композиционные строительные материалы, в частности, пригодные для изготовления теплоизоляционных изделий для ограждающих конструкций (стен, чердачных перекрытий); конструкционно-теплоизоляционных изделий (стеновые блоки, перегородочные блоки, наполнитель для каркасно-щитового домостроения); звукоизоляционных изделий (перегородочные блоки).

Основными свойствами ЦСП являются: прочность, отсутствие ядовитых и канцерогенных веществ, обрабатываемость, сходная с лесоматериалом, огнестойкость, влагостойкость, стойкость к воздействию термитов, грибков, насекомых и грызунов, превосходная звукоизоляция, пригодность для внешнего и внутреннего применения; возможность использования многообразия обработки поверхности; пригодность для использования во всех климатических условиях.

Очень часто ЦСП используют в строительных целях. С помощью данного материала можно выполнять:

- внешнюю отделку домов;
- внутреннюю отделку помещений;
- обшивку сухих и влажных помещений;
- реставрационные и восстановительные работы.

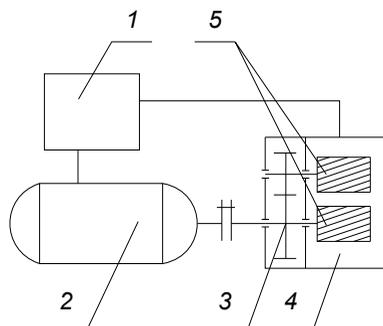
Для получения нового композиционного материала были проведены предварительные экспериментальные исследования.

Для введения во вторичный полипропилен мелкодисперсных опилок ЦСП использовали экспериментальную установку на основе пластографа типа «Брабендер».

Конструкция пластографа типа «Брабендер» представлена на рис. 1.

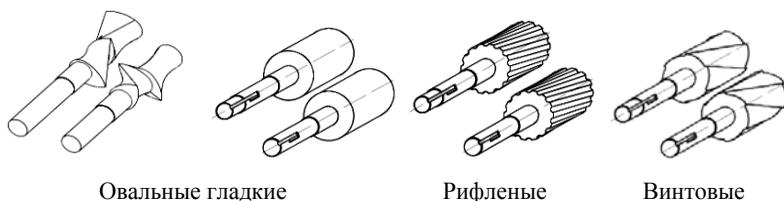
Экспериментальная установка на основе смесителя типа «Брабендер» – это устройство, позволяющее оценить и спрогнозировать показатели качества получаемого композита. На данном смесителе режимные и конструктивные параметры можно изменять в широком диапазоне. Установка (рис. 1) состоит из смесительной камеры 4, станины с приводом 2, 3 и электрооборудования. Два ротора 5 специального профиля, вращающиеся навстречу друг другу, являются смесительными органами. Вращение роторов осуществляет мотор-редуктор 2; второй ротор получает вращение от приводного через зубчатую передачу 3 с передаточным отношением 1,5. Частота вращения рабочих органов регулируется в диапазоне от 30 до 90 об./мин. Камера обогревается шестью трубчатыми электронагревателями.

Щит управления 1 (рис. 1) предназначен для управления электроприводом смесителя и поддержанием температуры в рабочей зоне.



**Рис. 1. Схема устройства:**

1 – шкаф управления; 2 – электродвигатель; 3 – фрикционные шестерни;  
4 – смесительная камера; 5 – смесительные роторы



**Рис. 2. Исследуемые различные фигурные части рабочих органов**

Разработаны рабочие органы с различной геометрической частью для интенсификации процесса диспергирования, смешения и изучения влияния различных конструктивных параметров на качество получаемого материала (рис. 2). Минимальный зазор при использовании любой из предложенных конфигураций составляет  $h_0 = 0,15$  мм, что обеспечивает высокую сдвиговую деформацию.

Благодаря конфигурации гладких рабочих органов за короткий промежуток времени можно достичь максимальной деформации сдвига. Это происходит благодаря тому, что зона с минимальным зазором составляет 70% общей траектории, которую проходит материал за один оборот ротора. Но данная конфигурация фигурной части ротора не обеспечивает продольного перемещения материала вдоль оси ротора. В результате чего происходит неравномерное распределение вводимого наполнителя.

Разработанные рабочие органы с наклонной нарезкой фигурной части позволяют обеспечить продольное перемещение материала. Различают следующие рабочие органы: рифленые (фигурная часть в виде рифленых валков) и винтовые многозаходные (фигурная часть в виде многозаходной винтовой нарезки) (рис. 2).

Геометрия фигурной части овальных рабочих органов (рис. 2) является наиболее распространенной в полимерной промышленности конфигурацией двухлопастных роторов. Данное обстоятельство позволяет исследовать процесс смешения и диспергирования на оборудовании, наиболее приближенном к промышленному.

Проведенные пробные испытания показали работоспособность установки и возможность получения различных композиционных материалов.

На основе всего сказанного можно сделать вывод о том, что из вторичного полипропилена с наполнителем из мелкодисперсных опилок ЦСП обладают повышенной плотностью и прочностью при изгибе, влажность и водопоглощение у полимера практически отсутствуют, разбухание по толщине одинаково.

## Список литературы

1. *Анализ* эффективности разработанных технологий утилизации отходов термопластов / П. В. Макеев, А. С. Клинков, И. В. Шашков, В. Г. Однолько // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 4. – С. 1002 – 1006.

2. *Методика* расчета величины сдвиговой деформации при получении профильных изделий заданного качества / П. В. Макеев, А. С. Клинков, Д. Л. Полушкин, П. С. Беляев // Вестник Тамбовского государственного университета. – 2012. – Т. 18, № 1.

3. *Клинков, А. С.* Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов / А. С. Клинков, П. С. Беляев, М. В. Соколов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 80 с.

4. *Инженерная* оптимизация оборудования для переработки полимерных материалов : учебное пособие с грифом УМО / А. С. Клинков, М. А. Шерышев, М. В. Соколов, В. Г. Однолько. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 320 с.

*Кафедра «Переработка полимеров и упаковочное производство»  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*