

## МЕТОДЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОТХОДОВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛЛОВ НА ОСНОВЕ ФТОРОПЛАСТА-4 С УГЛЕВОЛОКНИСТЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

*Руденко П. В., ассистент; Ермолина А. Н., студентка*

В отличие от переработки отходов термопластичных фторполимеров, которая осуществляется традиционными методами: измельчением их на дробилках или грануляцией с последующей экструзией на червячных прессах в изделие, - переработка отходов композитных материалов на основе фторопласта-4 является сложной технической проблемой. Основная сложность заключается в том, что для получения высококачественных вторичных изделий, которые по физико-механическим свойствам приближались бы к изделиям из первичного материала, необходима определенная степень измельчения отходов. Экспериментально было установлено, что размеры частиц измельченных отходов для изготовления вторичных изделий должны быть не более 200 мкм. Такая дисперсность обусловлена специфическими особенностями фторопласта-4: отсутствием перехода в вязко-текучее состояние, высокоэластическими свойствами полимера, сохраняющимися вплоть до криогенных температур (температура стеклования - 130 °С).

В настоящее время используются преимущественно два метода:

1. Криогенное измельчение отходов в среде жидкого азота или инертных газов.

2. Механическое измельчение отходов методом ударного действия.

Выбор способа измельчения отходов композитных материалов зависит от требований, предъявляемых к конечному продукту измельчения - порошку: его дисперсности, чистоте и размерам частиц, которые, как определено экспериментально, должны быть от 50 до 200 мкм.

В основе процессов измельчения материалов лежит способ последовательного приложения статических или динамических нагрузок, результатом которых явилось бы создание в нем таких напряжений, которые превышали бы внутренние силы сцепления частиц между собой и разрушали бы их.

В настоящее время экспериментально установлено, что для измельчения пластичных материалов, каковыми является фторопласт, необходимо не статическое приложение нагрузок - сжатие, а динамическое - удар.

В качестве исходного материала использовалась стружка полимерного композитного материала с основой фторопласт-4 и углеволокнистым наполнителем различных марок (средняя насыпная плотность  $\rho = 0,13-0,15 \text{ г/см}^3$ ). Предварительно из стружки при помощи электромагнитного барабанного отделителя удалялись металлические включения.

Измельчение отходов производили по двум технологическим схемам:

1. Прокатка стружки на двухвалковых вальцах с последующим измельчением на мельнице МРП-2М.

2. Измельчение стружки на мельнице МРП-2М.

По первой технологической схеме измельчение отходов стружки производили одноразовой прокаткой на двухвалковых вальцах без зазора при частоте вращения валков 30 об/мин и фракции 1:1. На следующей стадии технологического процесса полученный после прокатки агломерат измельчали на мельнице МРП-2М изменяя число оборотов рабочих ножей в диапазоне 1000-9000 об/мин, время измельчения для каждого эксперимента было постоянным - 360 секунд.

По второй технологической схеме измельчение отходов стружки производили на мельнице МРП-2М изменяя число оборотов рабочих ножей в диапазоне 1000-9000 об/мин, время измельчения для каждого эксперимента было постоянным - 360 секунд.

Образцы для испытания получали традиционным для переработки фторопласта-4 в изделия методом - прессованием (давление прессования  $P=60,0$  МПа, скорость прессования  $V=10$  мм/мин, время выдержки при максимальном давлении  $t=5$  мин, скорость снижения давления  $V=10$  мм/мин), оставались постоянными для всех получаемых образцов при всех видах испытаний. Спекание заготовок проводили в камерной печи. Для всех партий заготовок температурно-временные режимы спекания были постоянны -  $t=360\pm 5^\circ\text{C}$ .

В качестве контрольного образца использовался полимерный композит из порошка фторопласт-4 (80%) и углеродного волокна УТМ-8 (20%) (ТУ 6-09-321-86).

Результаты эксперимента показали, что при измельчении материала при  $n=6000-9000$  об/мин по первой технологической схеме наблюдается увеличение механических свойств композита и износостойкости. Это связано с тем, что в процессе измельчения происходит разрыхление плотной молекулярной упаковки полимера, которое может привести к образованию местных локальных дефектов в структуре путем разделения соседних цепей по линии межмолекулярного взаимодействия и, следовательно, к появлению «свободных» функциональных групп, некомпенсированных взаимодействием с группами соседних цепей. Следствием повышения концентрации таких некомпенсированных групп является возрастание химической активности полимера, его реакционной способности, что и приводит к увеличению механических свойств. С другой стороны, при увеличении оборотов измельчителя увеличивается массовая доля коротких волокон ( $L_b=10-60$  мкм), которые не несут армирующей композитный материал функции и снижают свойства материала.

Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів фак-ту технічних систем та енергоефективних технологій, м. Суми, 23-26 квітня 2013 р.: у 2-х ч. / Ред.кол.: О.Г. Гусак, В.Г. Євтухов. - Суми : СумДУ, 2013. - Ч.1. - С. 98-99.