

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛА ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА ПОРОШКООБРАЗНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Н.В. Николаев

Научный руководитель: доцент, к. т. н. О.К. Семакина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: drum.shmel@mail.ru

Современные полимерные композиции состоят, как правило, из смеси основного полимера с различными технологическими и функциональными добавками – наполнителями, смазками, антиоксидантами, антипиренами, пластификаторы, термо- и светостабилизаторами, красителями и т.д., которые упрощают процессы переработки и улучшают потребительские свойства готовой продукции.

Дисперсный состав порошковых материалов имеет большой разброс по величине. Высоко и низко дисперсные порошки имеют свои достоинства и недостатки. Высокодисперсные порошки быстрее сплавляются, но в отличие от низко дисперсных порошков они сильнее увлажняются. Предпочтение следует отдавать порошкам с узким фракционным составом.

Хорошая сыпучесть – одно из необходимых требований, предъявляемых к порошкам. Сыпучесть, как известно, зависит от внутреннего трения между частицами и оценивается чаще всего по скорости истечения порошка из отверстий или по углу естественного откоса, который колеблется в пределах 36–45°. При отсутствии требуемой сыпучести затрудняется дозирование порошков в полимерную матрицу.

Сыпучесть материалов зависит от дисперсности порошка; формы его частиц; электризации частиц порошка за счет сил трения, вызывающей прилипание частиц к стенкам воронки и друг к другу; влажности материала и др. [1]. Наихудшей текучестью обладают мелкодисперсные порошки с большой контактной поверхностью и с неправильной формой частиц, контуры которой создают возможность взаимных зацеплений. Негативным и нежелательным следствием неравномерности подачи добавок в основной полимер становится нестабильность свойств перерабатываемого компаунда и изготавливаемых из него изделий.

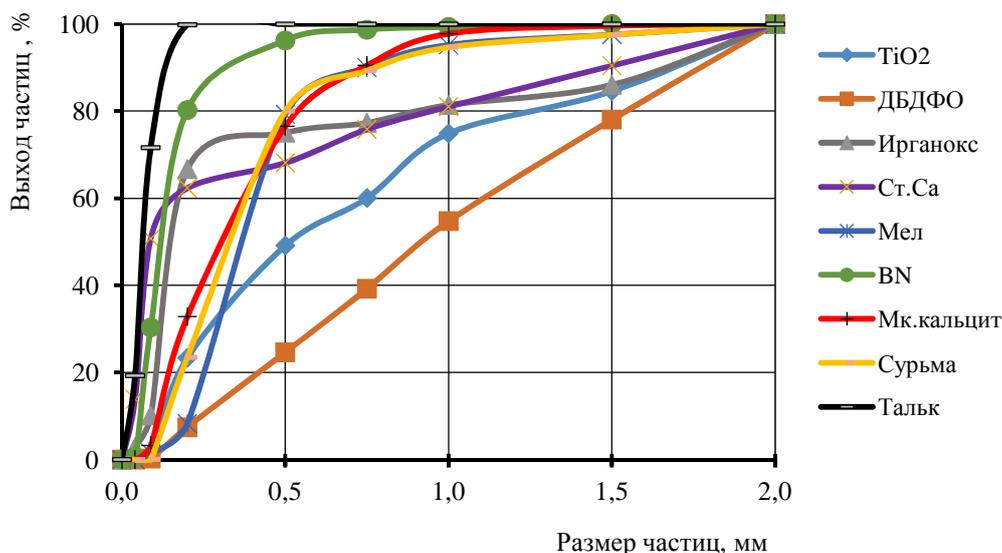


Рис. Фракционный состав порошков

Объектами исследования являлись порошки, добавляемые в полимерную композицию на основе полипропилена, применяемую для кабельной изоляции. В качестве наполнителя использовался мел, окись титана, тальк, микрокальцит и нитрид бора (BN); в качестве антипирена – оксид сурьмы (III) Sb_2O_3 и декабромдифенилоксид (ДБДФО); в качестве стабилизатора – ирганокс 1010 и стеарат кальция.

Целью работы является определение угла естественного откоса порошкообразных материалов естественной влажности, применяемых для получения кабельной полимерной композиции.

Фракционный состав исследуемых порошков представлен на рис., из которого видно, что самым тонкодисперсным материалом является тальк, размер частиц которого менее 0,25 мм. Самым крупными частицами обладает порошок ДБДФО: 50 % составляют частицы размером менее 1 мм и 50 % – частицы от 1 до 2 мм.

Угол естественного откоса определялся с помощью цилиндрической трубы, установленной вертикально на горизонтальной плоскости и заполненной испытуемым материалом. При медленном поднимании трубы

высыпавшийся материал располагался на плоскости под углом естественного откоса. Замеряется высота и диаметр основания конуса порошка относительно горизонтальной поверхности, и рассчитывается угол. Для исследования использовались трубы из стекла, алюминия и полипропилена. Засыпка порошка в трубу была свободная без уплотнения. Полученные результаты сведены в таблице 1.

Таблица 1. Насыпная плотность и угол откоса порошков при свободной засыпке

Вещество	Алюминиевая труба		Полипропиленовая труба		Стеклоанная труба	
	Насыпная плотность, г/см ³	Угол откоса, град	Насыпная плотность, г/см ³	Угол откоса, град	Насыпная плотность, г/см ³	Угол откоса, град
Микрокальцит	1,61	25	1,45	21	1,56	24
ДБДФО	1,07	35	0,97	32	1,03	28
Sb ₂ O ₃	0,89	35	0,77	30	0,88	31
TiO ₂	0,67	30	0,59	24	0,64	32
Ирганокс	0,55	29	0,49	24	0,54	22
Тальк	0,45	34	0,42	36	0,44	27
Стеарат кальция	0,42	35	0,38	30	0,32	32
Мел	0,31	40	0,27	36	0,31	38
BN	0,27	35	0,25	31	0,26	26

Анализируя полученные данные по углу естественного откоса, можно сделать выводы. Угол естественного откоса большинства порошков находится в пределах 22–35°, что говорит о хорошей и очень хорошей сыпучести. И только порошок мела обладает удовлетворительной степенью сыпучести. Поверхность труб также играет важную роль для угла откоса. Для порошков, высыпавшихся из стеклянной трубки, значительно меньше угла откоса для материала, высыпавшегося из алюминиевой трубки. Это объясняется различным коэффициентом трения порошка по поверхности трубы. Так как полипропиленовая и стеклянная поверхность обладает низким коэффициентом трения, то исследуемый материал быстрее высыпается, поэтому угол откоса уменьшается.

Насыпная плотность порошков также влияет на угол откоса: так для микрокальцита, обладающего самой большой насыпной плотностью, угол откоса составляет 25°, а для мела с малой насыпной плотностью угол откоса 40°.

В производственных условиях порошок, находящийся в бункере, под действием силы тяжести верхних слоев уплотняется, сила сцепления увеличивается и текучесть уменьшается, что приводит к увеличению насыпной плотности и числа точек контакта между частицами. Исследован угол откоса и насыпная масса уплотненного порошкообразного материала.

Список литературы

1. Першина С.В., Катамылов А.В., Однолько В.Г. и др. Весовое дозирование зернистых материалов. – М. : Машиностроение, 2009. – 260 с.