

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ АБС КОМПОЗИЦИИ

Аннотация

Показана возможность применения порошков различных металлов в качестве наполнителей для полимерной композиции на основе АБС. Изучены реологические и электропроводящие свойства полученных композиций на основе АБС, наполненных мелкодисперсными порошками металлов: алюминия, свинца и меди. Определены наиболее подходящие по технологическим характеристикам объемные доли порошков металлических наполнителей в полимерных композициях для переработки с помощью 3D-печати.

Ключевые слова: АБС, металлонаполнители: алюминий марки ПАД-4, медь марки А-2, свинец марки ПС 1, 3D-печать.

Акрилонитрил бутадиен стирол (АБС-пластик) обладает высокими физико-механическими свойствами, находит самое широкое применение в автомобильной промышленности, производстве бытовых приборов, канцелярии, изготовлении детских игрушек, медицинском оборудовании. Благодаря долговечности, прочности материала, использование его в технологии 3D-печати является перспективным направлением и позволяет создавать различные 3D-модели и прототипы [1,2].

Целью данной работы являлось получение полимерных материалов на основе АБС, наполненного различными порошками металлов, и изучение их реологических и электрических характеристик.

При этом решались следующие задачи:

Получение полимерных композиций на основе АБС, наполненного порошками меди, алюминия и свинца.

Определение полимерных композиций с показателями текучести расплава от 2 г/10 мин.

Изучение электрических свойств полученных полимерных материалов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исходные вещества и реактивы: сополимер акрилонитрил бутадиен стирола марки 0809М (АБС), алюминий марки ПАД-4, медь марки А-2, свинец марки ПС 1.

Композиции на основе АБС-сополимера готовили путем смешения в металлическом цилиндре в течение 5 мин при скорости перемешивания 440 мин⁻¹.

Получаемые порошкообразные композиции гранулировали на лабораторном одношнековом экструдере при температуре 190-220°C с последующим дроблением экструдата. Характеристики шнека экструдера: D/L=15 см, глубина витка 16,5 мм, ширина гребня 20 мм.

Реологические свойства полимеров изучали методом капиллярной вискозиметрии на приборе ИИРТ в интервале температур 200-230°C при нагрузке 49Н. Показатель текучести расплава ПТР (г/10мин) вычисляли по формуле:

$$\text{ПТР} = 600 \cdot m/t \quad (1)$$

где m – масса расчётного отрезка экструдированного полимера, г;

t – время истечения полимера, с.

Измерение электрических свойств полимерной композиции проводили на цилиндрических образцах длиной 10мм и диаметром 3мм контактным способом. Расчет удельной электропроводности проводили по формуле:

$$\rho = \frac{\pi \cdot R \cdot r^2}{l} \quad (2)$$

где: ρ – удельное сопротивление, Ом*м

R – сопротивление образца, Ом

r – радиус образца, см

l – длина образца, см

Логарифм удельной электропроводности (σ) рассчитывается по формуле:

$$\lg \sigma = \lg \frac{1}{\rho} \quad (3)$$

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Введение металлических наполнителей в состав полимеров изменяет весь комплекс их технологических и физико-механических свойств: существенно повышает электропроводность полимерных композиций, но влияет на вязкость расплавов [3].

Металлические наполнители при введении их в полимерную матрицу значительно снижают электрическое сопротивление композиционного материала по сравнению с сопротивлением исходного полимера. В связи с этим изучены электрические свойства полученных композиций (рис. 1).

Материал считается проводником в пределах $\lg(\sigma)$ – логарифма электропроводности от -3 до 2.

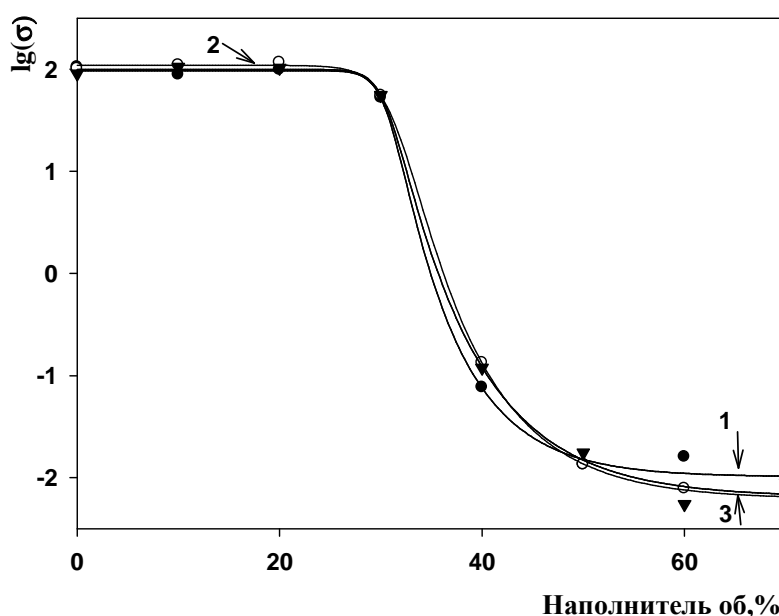


Рис. 1. Зависимость электропроводности металлонаполненных полимерных композиций от природы наполнителя: 1 - свинец; 2- медь; 3 – алюминий

На основе экспериментальных данных установлено, что рассмотренные металлонаполнители полимерной композиции АБС являются проводниками.

Установлено, что введение металлического наполнителя в состав полимерной композиции приводит к резкому увеличению электропроводности (рис. 1). Причем зависимость электропроводности от содержания наполнителя имеет обратный S характер.

На основе экспериментальных данных установлено, что электропроводность композиций, наполненных металлическими наполнителями, не зависит от природы наполнителя (рис. 1). Так полимерные композиты на основе АБС наполненные алюминием, медью и свинцом демонстрируют практически близкие значения электропроводности при одинаковом содержании наполнителя.

Так при увеличении содержания металонаполнителя в составе полимерной композиции от 0 до 70об.% логарифм электропроводности $\lg(\sigma)$ полимерного материала увеличивается от 2 до -2. Причем целевое значение электропроводности менее 2 достигается при степени наполнения ниже 30об.%.

Одним из важнейших параметров предопределяющих возможность применения полимерных композиций в 3D-печати является ПТР - показатель текучести расплава. Наиболее оптимальными для применения в 3D- печати является ПТР от 0,5 г/10мин, что и является в данном случае целевым значением текучести. Экспериментальные данные свидетельствуют: АБС марки 0809М проявляет заметную текучесть при температуре выше 230°C, тогда как при температуре ниже 230°C наполненные полимерные композиции практически не обладают текучестью. Следует отметить, что текучесть полимерных композиций на основе АБС и порошков свинца, меди и алюминия практически одинаковы и сохраняется при введении до 50 об.% наполнителя. Однако, композиции, наполненные порошком меди сохраняют текучесть по сравнению с композициями, наполненными порошком свинца. (рис. 2). При этом целевое значение текучести 0,5 г/10мин металлонаполненные полимерные композиции демонстрируют при содержании наполнителя до 35 об.%.

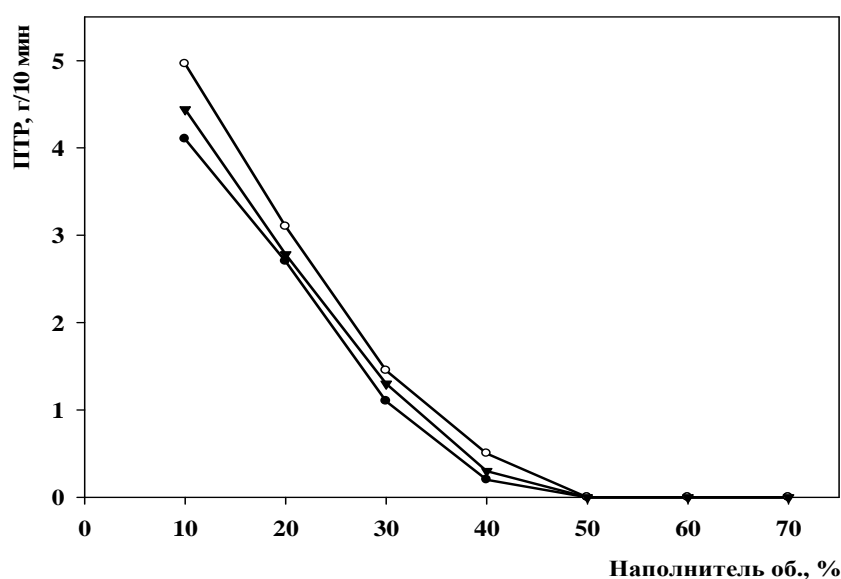


Рис. 2. Зависимость ПТР металлонаполненных полимерных композиций от природы наполнителя: 1- свинец; 2- медь; 3 — алюминий (49Н, 230°C)

Следует отметить, что текучесть полимерных композиций на основе АБС и порошков свинца, меди и алюминия сохраняется при введении до 50 об.%, При введении наполнителя более 50 об.% наблюдается полная потеря текучести полимерной композиции.

Таким образом, показана возможность получения металлонаполненных полимерных композиций на основе АБС и порошков свинца, меди и алюминия с целевым значением текучести расплава выше 0,5 г/10 мин с содержанием наполнителей от 10 до 35об.%. Показано что целевые значения электропроводности и текучести полимерной композиции могут быть достигнуты в узком интервале содержания наполнителя от 30 до 35об.%.

Выводы

1. Показана возможность получения металлонаполненных композиций на основе АБС с содержанием наполнителя от 10 до 70 об.%.
2. Установлено что целевое значение электропроводности полимерной композиции для 3D печати достигается при степени наполнения от 30об.%.
3. Показатель текучести расплава полимерной композиции, выше 0,5г/10мин, включающих металлонаполнитель может быть достигнута, при переработки полученных композиции составляет от содержания наполнителя до 35об.%. При этом рекомендуемая температура переработки 230⁰С.

Литература

1. Абдуллин М.И., Басыров А.А., Николаев С.Н., Колтаев Н.В., Кокшарова Ю.А. Определение условий 3D-печати АБС-пластиком // Отраслевой журнал European Reviews of Chemical Research, 2014, Vol. 1, № 1. с. 4-9.
2. Абдуллин М.И., Басыров А.А., Николаев С.Н., Гадеев А.С., Николаев А.В., Кокшарова Ю.А. Реологические свойства расплавов смесей АБС-пластика с техническими углеродами марок П805 и П803Э и Printex ХЕ-2В // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2014, Москва, № 4, с. 25-30
3. Абдуллин М.И., Басыров А.А. и др. Сравнение электропроводности токопроводящих полимерных композиций, наполненных техническим углеродом и углеродными волокнами // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – 2014. – Т.11. – С. 16-21.
4. Коваленко Н.А., Сыроватская И.К. Влияние технологии переработки дисперсных систем на стабильность электрических свойств композиций / Материалы науч.конф. «Коллоидная химия и физ.-хим. механика прир. диспер. систем» Одесса. - 1997 - С. 48-50.