

УДК 678.027.3

**Л.Е. Макарова, А.И. Дегтярев, В.А. Москалев,**

**Д.М. Караваев, А.А. Нестеров**

**L.E. Makarova, A.I. Degtyarev, V.A. Moskalev, D.M. Karavaev, A.A. Nesterov**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет  
State National Research Politechnical University of Perm

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА К ЭКСТРУДИРОВАНИЮ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА И ПОЛИМЕРНОЙ СВЯЗКИ**

## **PRIOR PREPARATION OF COMPOSITION TO EXTRUDING ON THE BASIS OF EXPANDED GRAPHITE AND POLYMERIC SHEAF**

Получена возможность экструдирования порошковой композиции, содержащей терморасширенный графит и реагент на силиконовой основе.

**Ключевые слова:** смесь порошков, влияние пластификатора на смесь порошков, гранулирование, гранулы.

The extruding powder composition possibility containing expanded graphite and silicon basis reagent is received.

**Keywords:** powder mixtures, influence of plasticizer, granulation, granules.

Для промышленных целей в настоящее время производятся термореактивные графитопласты на основе терморасширенного графита (ТРГ) и фенолформальдегидной новолачной смолы. Получаемый при этом композиционный материал в виде спрессованных изделий используется как антифрикционный материал в подшипниках скольжения и как футеровочный материал в теплообменниках [1]. Известен способ экструдирования предварительно подготовленной смеси порошков путем обратного прессования (экструдирования) с одновременным нагреванием [1, с. 646–651, 2–4]. В данной работе приведены результаты качественного исследования влияния компонентов порошковой композиции на результаты экструдирования.

Смесь порошков исходных материалов в сухом виде не позволяет осуществлять процесс экструдирования [2], так как в этом случае прямое прессование приводит к укладке частиц графита перпендикулярно оси прессования и не удается переориентировать слои в направлении экструдирования, поэтому возникает необходимость в предварительном пластифицировании исходной смеси. Проведенные исследования показали, что в качестве пластификатора рассматриваемой смеси наиболее пригоден ацетон. Использование других пластификаторов оказалось менее эффективным:

- вода работает в смеси как смазка и хороший конгломератор смеси. Гранулирование происходит с малыми усилиями формирования, но гранулы имеют менее прочную связь между элементами (рис. 1);

- спирт, как и вода, смачивает смесь, но не конгломерирует ее. Водный раствор спирта затрудняет формирование гранул;

- смесь спирта с ацетоном затрудняет коагулируемость смеси: через перфорированную фильеру выходила смесь в виде россыпи частиц размером несколько более крупным, чем размер исходных чешуек (рис. 2).



Рис. 1. Гранулирование частиц графита (ТРГ). Увлажнение порошка графита и встряхивание смеси после гранулирования в шнеке,  $\times 10$



Рис. 2. Гранулирование смеси порошка из графитовых (ТРГ) частиц размером 0–400 мкм после увлажнения спирто-ацетоновой смесью,  $\times 10$

Применение ацетона в качестве пластификатора позволило получить на стандартной лабораторной установке шнекового типа с фильерой, состоящей из множества отверстий, хорошо сформированные гранулы. Ацетон усиливает конгломерацию смеси порошков посредством пластификации полимерной составляющей смеси и тем самым облегчает формирование гранул при малых усилиях (рис. 3).

Другим направлением создания нужного состава гранулированной смеси был подбор оптимального соотношения образующих композит компонентов.

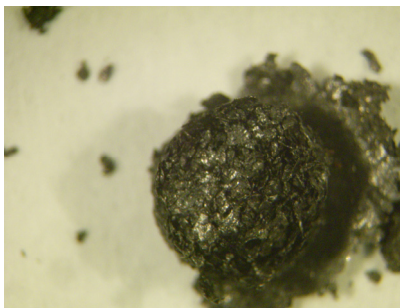


Рис. 3. Гранула сферической формы, полученная при наличии ацетона в смеси порошков,  $\times 10$

При соотношении графита к связующему в пропорции 2:1 для осуществления процесса экструдирования потребовалось значительное усилие выдавливания, которое привело к деформированию гранул (рис. 4) или уплотнению смеси перед выходом из экструдера (рис. 5).

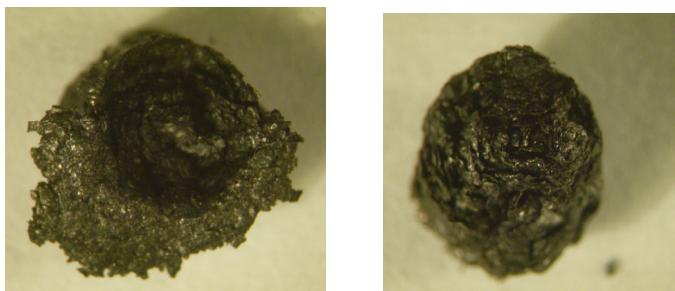


Рис. 4. Примеры гранулообразования

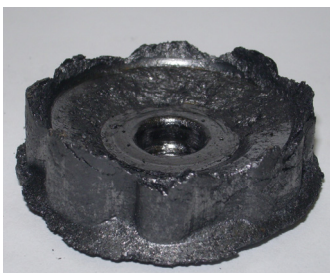


Рис. 5. Уплотненная смесь перед выходом из экструдера

При последующих исследованиях изменение соотношения компонентов смеси проводилось в сторону увеличения связующего. При этом сохранялось условие пластифицирования связующего ацетоном. При соотношении графи-

та к связующему в пределах 1:1 и 1:1,5 процесс грануляции ускорялся. Почти вся масса смеси переходила в гранулы.

Предложенный процесс предварительной подготовки исходной смеси ТРГ с реактопластом в качестве связующего позволяет осуществлять процесс экструдирования композиции с меньшими усилиями в местах перехода от одного сечения экструдера к другому. При этом полученная прямым прессованием масса в объеме цилиндрической части экструдера обладает минимумом анизотропных свойств, что, в свою очередь, улучшает условия формирования изделия в экструзионной головке.

Это особенно существенно при переходе от конусной к цилиндрической части установки, так как движущей силой формирования материала в мундштуке экструдера является сила трения взаимодействующих с материалом поверхности экструзионной головки компонентов смеси и компонентов той же смеси, пластифицированной ацетоном.

Сделаем следующие выводы:

1. Подготовительный период смеси порошков перед экструдированием играет наиважнейшую роль в деле формирования изделий из них мундштучным способом, так как грануляция способствует разориентации укладки структурных элементов – графита (ТРГ) при первичном прессовании, что упрощает и ускоряет дальнейший процесс переориентации их в экструдере.

2. Определен оптимальный состав порошковой композиции из ТРГ и реактопласта, позволяющий проводить процесс грануляции без больших усилий прессования.

3. Установлено соотношение компонентов исследуемой смеси, позволяющее гарантировать реализацию процесса гранулирования без уплотнения смеси в зоне перфорированного фильера и выходной торцевой части шнека.

### **Список литературы**

1. Энциклопедия полимеров / под ред. В.А. Каргина. – М.: Советская энциклопедия, 1972. – Т. 1. – С. 640–643.

2. А. с. № 1323408, МПК В 30 В 11/26. Лабораторный мундштучный пресс / Ю.М. Иванов [и др.]; опубл. 05.07.87, Бюл. № 26.

3. А. с. №686899, МПК В 30 В 11/26. Лабораторный поршневой пресс / Ю.Д. Бердонос [и др.]; опубл. 06.02.78.

4. А. с. №1214457, МПК Е 29 С 47/12. Экструзионная головка для полимерных материалов / В.М. Седлов [и др.]; опубл. 25.12.84.

Получено 6.09.2011