

**А.М. Ханов, В.А. Москалев, Д.В. Смирнов, А.А. Нестеров, Д.А. Петров**

Пермский государственный технический университет

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ**

Приведены результаты экспериментального изучения процесса плунжерного прессования (экструзии) термопластичного композиционного материала с терморасширенным графитом в качестве наполнителя.

Одним из направлений комплексных исследований кафедры «Конструирование машин и сопротивление материалов» Пермского государственного технического университета, связанных с производством изделий из терморасширенного графита (ТРГ) и изучением его свойств, является оценка возможности изменения метода экструзии для получения уплотнений на основе ТРГ.

Предприятие «Новомет-Силур» (г. Пермь) производит и поставляет широкую гамму уплотнений из терморасширенного графита в виде ленты, фольги, уплотнительных колец, сальниковых набивок для обеспечения герметичности подвижных фланцевых соединений, используемых в запорной арматуре и многих других устройствах, применяемых в различных отраслях промышленности.

Технология получения терморасширенного графита содержит стадию интеркалирования (окисления) природного графита, например, серной кислотой. Интеркалированный графит подвергают термоудару при температуре 900–1500 °С. Молекулы серной кислоты мгновенно переходят в газообразное состояние, происходит смятие углеродных слоев графита в кристаллической решетке и образование тончайших червеобразных частиц ТРГ значительного объема с плотностью 1–4 г/дм<sup>3</sup> [1].

Существующий процесс производства уплотнительных колес из ТРГ включает формирование изделий путем прессования спирально навитой фольги или пакета из прокладочных материалов. Практика эксплуатации таких изделий в ряде случаев выявила нарушение сплошности уплотнений путем расслоений, что может вызвать потерю герметичности соединения.

Метод экструзии широко и успешно применяется для производства изделий различного профиля из термопластичных материалов, используемых

в кабельной технике, электротехнической промышленности и других отраслях [2, 3].

Наполненные графитом термопласты традиционно используются в качестве антифрикционного материала для деталей машин, работающих в узлах трения в условиях затрудненной смазки или без смазочного материала. По этой причине на начальном этапе исследований в качестве связующего компонента была выбрана одна из модификаций политетрафторэтилена – фторопласт-4. Этот материал обладает низким коэффициентом трения, свойством самосмазки, химической стойкостью. При температуре 415 °С разлагается, минуя жидкую фазу, что ограничивает диапазон рабочих температур изделий, содержащих фторопласт.

В настоящей работе опробован способ получения путем экструзии прутков или труб из композиции, в которой наполнителем являлся терморасширенный графит в порошкообразном состоянии, связующим компонентом – порошок фторопласта. Содержание последнего компонента варьировали в интервале 20–30 мас. %. Полученную шихту измельчали до дисперсности 30–50 мкм и тщательным перемешиванием доводили до однородного состояния.

На рис. 1 приведена схема получения образцов из ТРГ в виде прутков или труб малого диаметра путем выдавливания исходной шихты через коническую матрицу. Для изготовления прутков использовали пуансон с плоской рабочей поверхностью, для получения труб пуансон оснащали цилиндрической иглой.

Процессу экструзии предшествовали предварительное уплотнение смеси, нагрев и выдержка в печи заготовки вместе с оснасткой при температуре 300–350 °С. Деформирование заготовки осуществляли на универсальной испытательной машине УИМ-50 с постоянной скоростью 10 мм/мин. Степень деформации (коэффициент вытяжки) варьировали в пределах  $\lambda = F_0/F_k = 15 - 30$  (где  $F_0$  и  $F_k$  – начальная и конечная площади поперечного сечения заготовки). Рис. 2 дает представление о внешнем виде полученных образцов (изделий). На образцах малого диаметра получено удовлетворительное качество поверхности при постоянстве размеров поперечного сечения. На трубах большего размера наблюдается некоторое нарушение сплошности, проявляющееся в растрескивании и короблении полуфабриката.

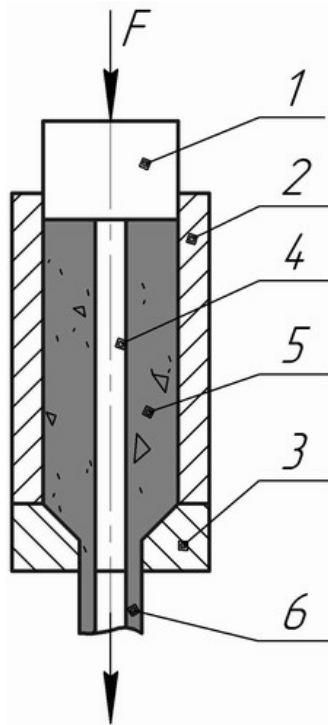


Рис. 1. Схема плунжерной экструзии:  
 1 – пуансон; 2 – контейнер; 3 – матрица;  
 4 – игла; 5 – заготовка; 6 – изделие (полуфабрикат)



Рис. 2. Экструдированные образцы из терморасширенного графита

Описанная технология в настоящее время реализуется в лабораторных условиях для выявления основных закономерностей формирования структуры материала и свойств изделий в зависимости от технологических параметров процесса. На рис. 3 представлена оснастка для проведения процесса экструзии.



Рис. 3. Оснастка для экструзии ТРГ

Опыты по экструзии термопласта с ТРГ-наполнителем подтверждают принципиальную возможность осуществления подобной технологии.

### **Список литературы**

1. Белова М.Ю., Малкова И.А., Исаев О.Ю. Эксплуатационные свойства изделий из терморасширенного графита с наноструктурными фазами // Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология: сб. тез. докл. 6-й междунар. конф., 28–30 окт. 2009 г. – Троицк, 2009. – С. 126–127.
2. Э. Фишер. Экструзия пластических масс. – М.: Химия, 1970. – 288 с.
3. Володин В.П. Экструзия профильных изделий из термопластов. – СПб.: Профессия, 2005. – 480 с.

Получено 23.03.2010