

А.А. Нестеров, В.А. Москалев, Л.Е. Макарова
A.A. Nesterov, V.A. Moskalev, L.E. Makarova

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ТРГ-НАПОЛНИТЕЛЕМ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ

PREPARATION OF EXTRUDED POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS BASED ON EXPANDED GRAPHITE

Опробован способ получения прутков и труб из композиции на основе терморасширенного графита и различных полимерных материалов методом экструзии, определены прочностные характеристики композита при сжатии, рассмотрены особенности процесса разрушения образцов из ПКМ.

Ключевые слова: терморасширенный графит, экструзия, композит, реактопласт.

In work tested method of extrusion for rods and tubes of compositions based on expanded graphite and various plastics, determined the strength characteristics of composites in compression, the features of the destruction process of polymer composite samples.

Keywords: expanded graphite, extrusion, composite, reactive layer.

В настоящее время сохраняется устойчивый интерес к полимерным композиционным материалам, обусловленный сочетанием полезных свойств (упругих, прочностных и др.) составляющих их компонентов. Определенную практическую значимость представляют композиционные материалы на основе терморасширенного графита (ТРГ) и его производных для получения изделий, используемых в различных отраслях производства.

Практически все известные полимеры и их композиции перерабатываются методом экструзии, который позволяет получать готовые профилированные изделия с различной конфигурацией поперечного сечения [1, 2]. Для изготовления изделий мундштучным формованием были использованы двухкомпонентные смеси ТРГ-порошка с ПА 11 (полиамид 11) и с термореактивным материалом на основе силиконовой смолы. Содержание компонентов смеси варьировали по массе и объему. Дисперсность ТРГ-порошка 315–200 мкм, полимеров – 50–10 мкм.

Технология подготовки смеси для реактопласта и термопласта различна и для первого подробно описана в работе [3]. Для ПА 11 во введении пластификатора и проведении термостабилизации нет необходимости.

Изучение структуры полученных изделий показало, что вне зависимости от природы связующего, дисперсности компонентов и их соотношения в прутках и трубках образуются дискретные слоистые элементы в виде усеченного конуса («розетки», см. [3]), поочередно вставленные один в другой, в направлении экструзии. Данные геометрические особенности, возникающие при формировании структуры изделия, в нашем случае можно считать макродефектами [4].

В соответствии с ГОСТ 4651–82 и ГОСТ 14359–69 были подготовлены образцы для испытаний на сжатие – прямые цилиндры и трубки. Испытание проводили на испытательной машине МИ-40КУ с постоянной скоростью 1 мм/мин.

В ходе испытания была зафиксирована следующая особенность: разрушение образцов, как прутков, так и трубок, проходило дискретно с отделением конусообразных элементов по высоте образца, причем каждый последующий элемент разрушался аналогично предыдущему (с образованием в нем трещин), но с меньшим усилием нагружения (рис. 1, 2). В реальных конструкциях быстрое распространение трещин обычно приводит к разделению тела на части, что чаще соответствует разрушению конструкции в целом [4]. Наблюдаемая картина разрушения позволила предположить, что максимум дискретных нагрузок соответствует адгезионному разупрочнению дискретных элементов друг относительно друга (рис. 3, 4).

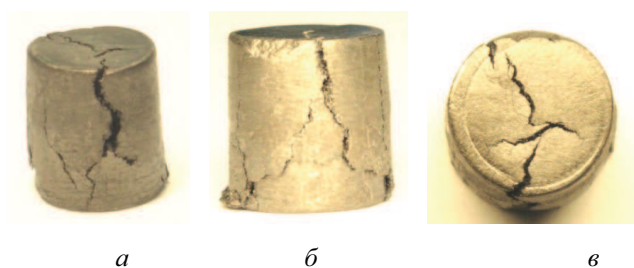


Рис. 1. Образец-пруток после испытания на сжатие:
а – общий вид; *б* – вид сбоку; *в* – вид сверху

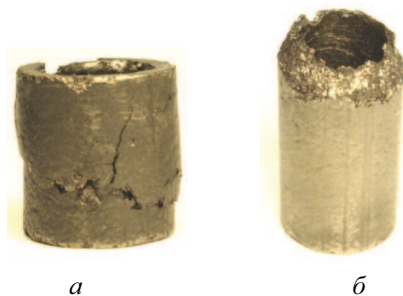


Рис. 2. Образцы-трубки после испытания на сжатие:
а – образец с дискретным элементом; *б* – образец с конусообразным торцом (без дискретного элемента)



Рис. 3. Зависимость нагрузки от деформации при сжатии образцов-прутков

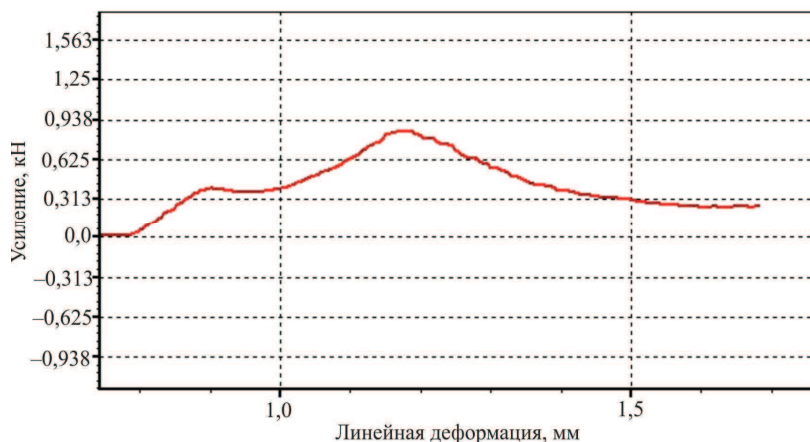


Рис. 4. Зависимость нагрузки от деформации при сжатии образцов-трубок

В результате проведенных испытаний были получены прочностные и упругие характеристики композитов: предел прочности на сжатие приблизительно до 32 МПа и модуль Юнга $E \approx 1200$ МПа для образцов-прутков и приблизительно в 5 раз меньшие значения для образцов-трубок. Представленные выше значения соответствуют величинам характеристик, полученным при испытании на сжатие композитных прессованных образцов того же состава.

Полученные результаты послужат основой для дальнейшего изучения механизма разрушения изделий из полимерных композиционных материалов на основе ТРГ.

Список литературы

1. Раувендааль К. Экструзия полимеров. – СПб.: Профессия, 2008. – 768 с.
2. Володин В.П. Экструзия профильных изделий из термопластов. – СПб.: Профессия, 2005. – 480 с.
3. Исследование процесса экструдирования графита, содержащего реактопласт / В.А. Москалев [и др.] // Молодые ученые Прикамья-2011: материалы I Междунар. науч.-практ. конференции, г. Пермь, 26 мая 2011 г. – С. 254–261.
4. Либовиц Г. Разрушение, т. 7, ч. 1: Разрушение неметаллов и композитных материалов. – М.: МИР, 1976. – 641 с.

Получено 27.04.2012