

*В. Л. Полуэктов\**

## **РАЗРАБОТКА СПОСОБА ТВЕРДОФАЗНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРОВ И КОМПОЗИТОВ**

Необходимым критерием для развития современного материаловедения является создание новых материалов, в нашем случае это системы на основе полимеров, которые позволят получать полуфабрикаты и готовые изделия требуемого качества в соответствии с международными стандартами. В связи с чем, целью данного проекта является разработка технологии получения нового класса композиционных полимерных материалов конструкционного и функционального назначения и изделий на их основе в условиях комбинированной твердофазной экструзии.

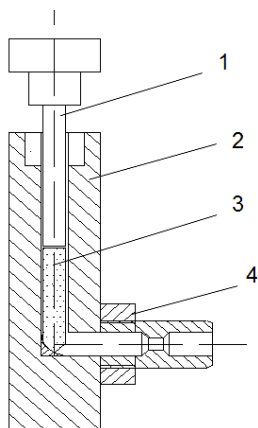
---

\* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2015 г. в рамках Десятой межвузовской научной студенческой конференции ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора Г. С. Баронина.

В общеизвестных методах переработки полимерных материалов используется энергоемкая стадия расплава материала и весьма длительная операция охлаждения в форме, что серьезно снижает производительность и увеличивает энергоемкость производства, ведущее к завышению себестоимости конечных изделий. Твердофазные технологии переработки полимеров, основанные на развитии направленной пластической деформации материала под действием высокого гидростатического давления, являются технологиями будущего, так как относятся к энерго- и ресурсосберегающим методам производства [1].

В рамках настоящей работы приведены результаты исследований реализации комбинированной твердофазной экструзии фторполимерных молекулярных композитов. Процесс твердофазной обработки полимерных композитов осуществлялся на специально изготовленной экспериментальной ячейке, с загрузочной камерой диаметром 5 мм и набором сменных фильер с различной степенью деформации материала при температуре ниже температуры плавления. Ячейка представлена на рис. 1 и состоит из пуансона (1), матрицы (2), заготовки полимерного материала (3), фильеры (4).

В качестве объекта исследования использовали политетрафторэтилен (ПТФЭ, ГОСТ 10007–08) в виде порошка. Модифицирующей добавкой служил продукт, полученный перегонкой шихты ПТФЭ 97% масс и  $(\text{NH}_4)_2\text{TiF}_6$  63% масс при температуре 575 °С с последующей десублимацией раствором аммиака – композит ПТФЭ с  $\text{TiO}_2$  (ТФП) и продукт, полученный путем посадки на микрочастицы фторполимерных порошков наноразмерных кобальтсодержащих кластеров (КоФП) [2].



**Рис. 1. Схема экспериментальной ячейки для комбинированной экструзии полимерных материалов:**

1 – пуансон; 2 – матрица;  
3 – заготовка полимерного материала; 4 – фильера [2]

Образцами послужили полученные монолитные прутки цилиндрического сечения диаметром 5 мм и длиной 20 мм. Системы (ПТФЭ + ТФП) были получены в результате смешения порошкообразного ПТФЭ с наноразмерным наполнителем с последующим таблетированием и спеканием полученных заготовок.

**1. Величины разрушающего напряжения  
в условиях среза полимерного композита ПТФЭ + ТФП  
в зависимости от содержания наполнителя переработанных  
комбинированной экструзией и жидкофазной технологией**

Содержание масс. части (ТФП, КоФП)	Прочность на срез $\sigma_{ср}$ , МПа			
	Жидкофазная технология		Комбинированная твердофазная экструзия	
	ПТФЭ + ТФП	ПТФЭ + + КоФП	ПТФЭ + ТФП	ПТФЭ + + КоФП
0	16,4	16,4	21,1	21,1
0,05	12,7	14,1	22,8	46
0,1	10,8	14,5	24,9	40
0,5	11,3	14,6	20,3	46
1	12,5	14,9	20,1	39
5	11,6	14,5	19,5	35

Работа по оценке прочностных показателей в условиях срезающих напряжений сравниваемых модифицированных и исходных образцов политетрафторэтилена, обработанных комбинированной экструзией, была проведена на машине УТС 101-5 (ГОСТ 17302–71).

В таблице 1 представлены данные изменения величины разрушающего напряжения в условиях поперечного среза исходных и модифицированных образцов на основе политетрафторэтилена. По полученным экспериментальным данным отмечена степень влияния вносимой добавки и предлагаемой обработки на прочность заготовок в условиях срезающих напряжений. К примеру, у композита ПТФЭ + 0,1 м. ч. ТФП  $\sigma_{ср}$  превышает более чем в 2 раза характеристики образцов, переработанных жидкофазной технологией или твердофазной плунжерной экструзией. Для композита ПТФЭ + 0,05 м. ч. КоФП отмечена та же тенденция, где аналогичные характеристики  $\sigma_{ср}$  повышаются в 3 раза в сравнении с исходным материалом и образцами, полученными в режиме жидкофазной технологии [3].

Экспериментально установлено, что образцы после комбинированной твердофазной экструзии, обладают более высокими значениями твердости, деформационной теплостойкости, прочности в условиях срезающих напряжений, снижения уровня остаточных напряжений по сравнению с аналогичными образцами, переработанными по жидкофазной технологии [3]. При разработке новых методов твердофазной технологии в дальнейшем планируется адаптировать комбинированный способ и устройство переработки полимерных материалов при

получении заготовок и изделий к условиям современного производства с целью уменьшения общей трудоемкости изготовления и повышения эксплуатационных показателей [1].

*Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки РФ в рамках базовой части Госзадания № 2014/219, код проекта 2079.*

### **Список литературы**

1. *Полуэктов, В. Л.* Разработка технологии переработки полимеров и композитов в условиях комбинированной твердофазной экструзии / В. Л. Полуэктов // Современные предпосылки развития инновационной экономики : II-я Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А. В. – 2014. – С. 12 – 14.

2. *Полуэктов, В. Л.* Особенности комбинированной твердофазной экструзии фторполимерных молекулярных композитов / В. Л. Полуэктов Г. С. Баронин // Вестник Тамбовского государственного университета им. Г. Р. Державина. – 2013. – Т. 18. – Вып. 4. – С. 1978 – 1980.

3. *Особенности* технологии комбинированной твердофазной экструзии, формирования структуры и свойств нанокompозитов на основе фторполимеров / В. Л. Полуэктов, В. М. Бузник, Г. С. Баронин, В. В. Худяков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2014. – Т. 20, № 3. – С. 564 – 572.

*Научно-образовательный центр «Твердофазные технологии»,  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*