

**ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ
НА УСТАНОВКАХ ДЛЯ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРУЗИИ
ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ***

В настоящее время ультразвук имеет огромное количество сфер применения в различных отраслях промышленности, медицине и т.д. за счет своих уникальных свойств. В данной работе предложены варианты применения ультразвуковых излучателей к оснастке для твердофазной экструзии полимеров и приведены первые результаты исследований влияния ультразвука на процесс твердофазной экструзии и свойства получаемых экструдатов.

Установка представляет собой гидравлический пресс 1 нижнего давления усилием 40 тс, на нижней плите которого установлена ячейка высокого давления 2, оснащенная тремя ультразвуковыми излучателями 3 с суммарной выходной мощностью 0,4 кВт, выходной частотой 16...25 кГц, питающим напряжением блока управления 220 В. Давление создается гидроцилиндром 4 за счет нагнетания масла насосом 7 через управляющий золотник 5, имеющий два положения: подъем и опускание. Давление жидкости в гидросистеме измеряется образцовым манометром 6 типа МКД с точностью ± 1 бар, скорость повышения давления 17 МПа/с. Скорость движения плиты пресса – 0,006 м/с. На раме пресса установлен блок управления излучателями 8.

Ячейка высокого давления, оснащенная тремя ультразвуковыми излучателями, представлена на рис. 2.

Для термостатирования образца в испытательной ячейке служат электрический нагреватель 3 с нихромовой спиралью мощностью 1 кВт. Температура контролируется термопарой и регулируется прибором ТРМ-1.

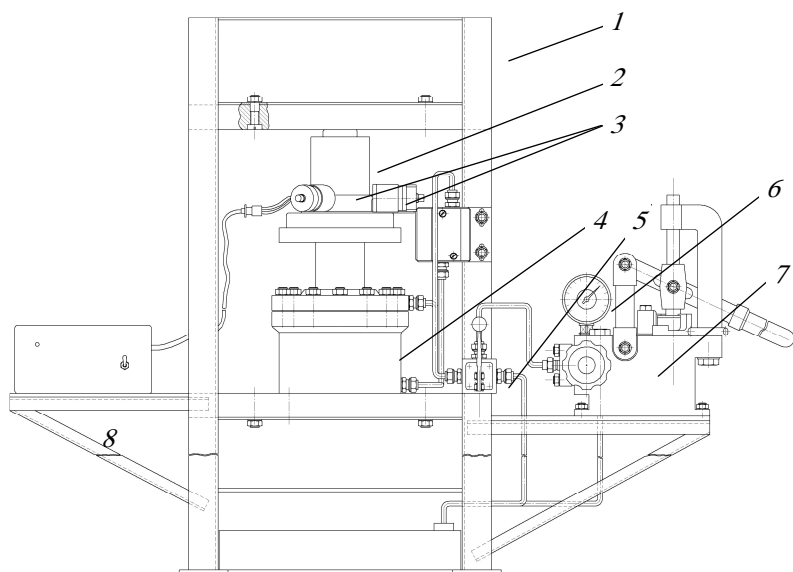


Рис. 1. Установка для твердофазной экструзии полимеров с использованием ультразвуковых излучателей

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. Г.С. Баронина, при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках аналитической ведомственной программы «Развитие научного потенциала высшей школы», код РНП. 2.2.1.1.5355; Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) в рамках российско-американской Программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (BRHE) на 2007 – 2010 гг.

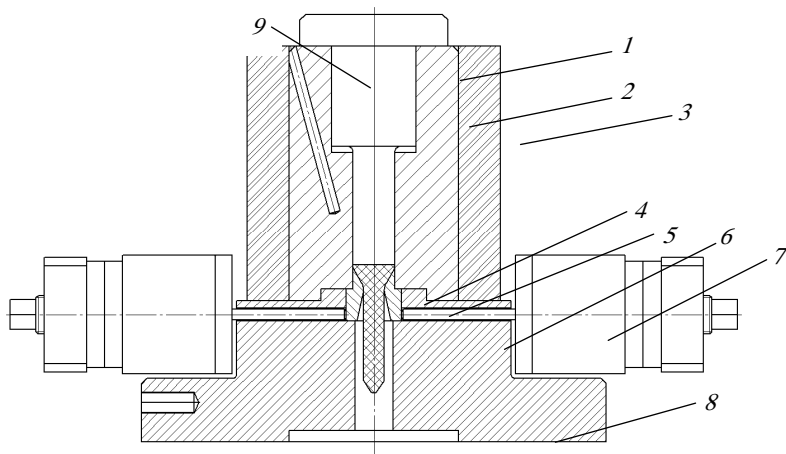


Рис. 2. Экспериментальная ячейка высокого давления с ультразвуковыми излучателями:

- 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – нагреватель; 4 – заготовка полимера (образец);
 5 – фильера; 6 – волнопроводящий стержень; 7 – ультразвуковой излучатель;
 8 – основание; 9 – карман для термопары

В испытательной ячейке можно формовать изделия при помощи высокого давления. С этой целью были изготовлены специальные полуформочки – вкладыши, помещаемые при формовании в матрицу ячейки. При замене фильеры на заглушку можно проводить опыты по таблетированию и горячему прессованию порошковых полимерных материалов с наложением ультразвуковых полей.

Объектами исследования служат композиты на основе полисульфона (ПСФ). Модифицирующей добавкой являлся углеродный наноматериал «Таунит».

Следующая установка представляет собой гидравлический пресс 4 нижнего давления усилием 4 тс, на нижней плите которого установлена малая ячейка высокого давления с электронагревателем 1, оснащенная тремя пьезокерамическими ультразвуковыми излучателями 3 с суммарной выходной мощностью 0,4 кВт, выходной частотой 16...25 кГц. Излучатели подключены к блоку управления с питающим напряжением 220 В (рис. 3).

На данной установке ультразвуковые колебания от излучателей 3 передаются с помощью пластины 2 к ячейке 1 и воздействуют на образец. Пластина, ячейка и сопутствующий крепеж изготовлены из стали и имеют незначительный коэффициент поглощения колебаний, что позволяет говорить о мощном энергетическом воздействии на образец в процессе экструзии.

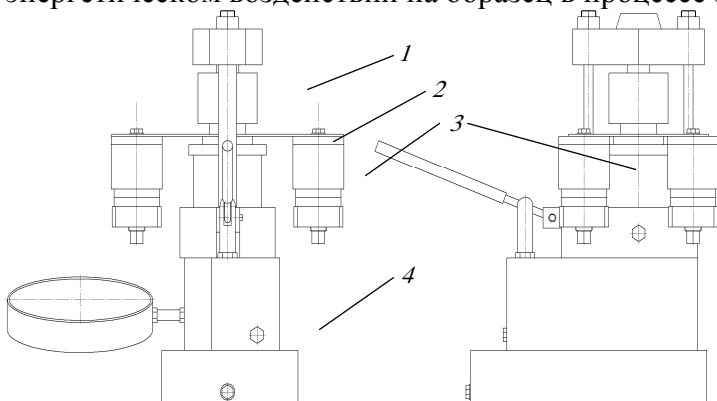


Рис. 3. Схема экспериментальной установки с ультразвуковыми излучателями на базе пресса усилием 4 тс:
 1 – ячейка высокого давления; 2 – передающая пластина;
 3 – ультразвуковые излучатели; 4 – пресс

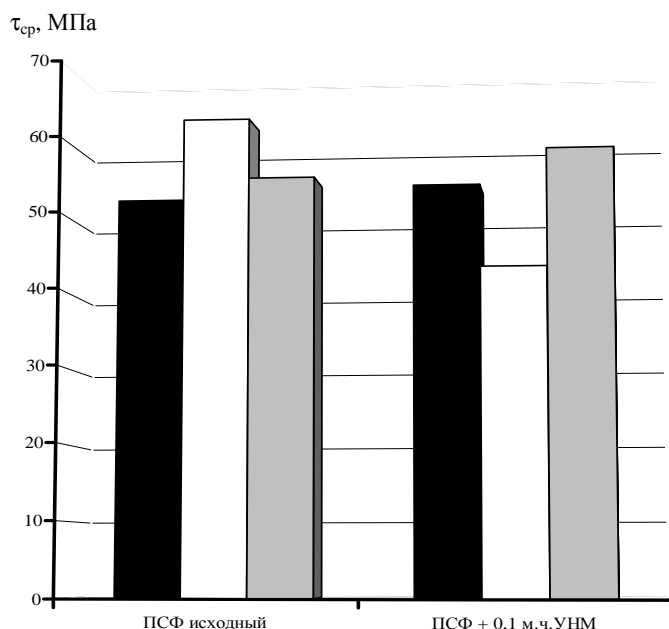


Рис. 4. Диаграмма изменения прочности в условиях среза $\tau_{ср}$ ПСФ-композитов, полученных ЖФЭ (■) и ТФЭ при степени деформирования $\lambda_{экс} = 2,07$ и температуре $T_{экс} = 463$ К без ультразвука (■) и с ультразвуком (□)

Первые эксперименты по твердофазной плунжерной экструзии с наложением ультразвуковых полей показали, что при отсутствии изменений необходимого давления экструзии наблюдается повышение прочности в условиях срезающих напряжений $\tau_{ср}$ исходного материала на 15 %, а композита ПСФ + 0,1 м.ч. УНМ соответственно снижение на 20 % (рис. 4). Этот факт пока не нашел объяснения, но само наличие эффекта изменения свойств композитов говорит о том, что ультразвуковые волны действительно оказывают влияние на формируемые физико-механические и другие свойства композитов, и это явление требует дополнительного исследования.

В результате исследования:

- 1) разработаны два варианта экспериментальной установки для проведения твердофазной плунжерной экструзии с наложением ультразвуковых полей на базе прессов усилием 4 и 40 тс;
- 2) установлен факт влияния ультразвуковых полей на формирование свойств экструдатов.