

Интенсификация деполимеризации полимеров энергией низкочастотного ультразвука

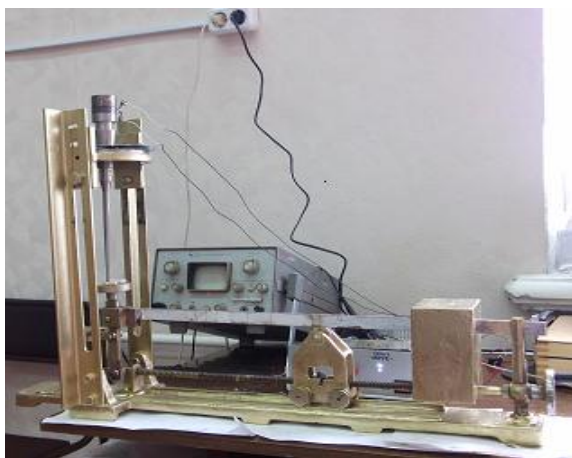
Д.А. Седых, А.М. Бадамшин, А.М. Жусанова, Е.А. Сутурина
Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация: В результате проведенных исследований показано, что использование высокоамплитудного низкочастотного ультразвука для деполимеризации полимеров перспективно. Время деполимеризации зависит, как от типа разрезаемого материала, так и от расстояния между зоной взаимодействия и ультразвуковым волноводом-инструментом.

Ключевые слова: ультразвуковая обработка, пьезоизлучатель, деструкция, полимерные изделия.

Благодаря научно-техническому прогрессу в последние годы получены различные синтетических материалы, как например: синтетические ткани, полимеры, термопласты, композиционные материалы, резины и изделия из них. Применение полимеров как конструкционных материалов, экономически целесообразно, что обусловлено наличием у них целого ряда уникальных свойств: высокая удельная прочность, коррозионная стойкость, антифрикционные свойства и т.д. Несмотря на все преимущества полимерных материалов, они обладают существенным недостатком – затруднённым и специфическим процессом обработки, что обусловлено резким отличием свойств полимеров от металлов.

Готовые полимерные изделия подвергаются дополнительной обработке, основание этих процессов составляет нагрев материала [3]. Эффективность использования ультразвука для работы с полимерами хорошо известна в различных технологических промышленных применениях.



а)



б)

Рисунок 1 – Испытательная установка а) и деполимеризация образца б)

Для проведения исследований была разработана и изготовлена испытательная установка (рис.1а). В качестве генератора ультразвуковых колебаний испытательная установка содержит одну из модификаций аппарата «Ярус», у которой цепи управления и силовой части разнесены по питанию. Излучатель использовался типовой от аппарата «Ярус» со стандартным инструментом ТЗ – двухполуволновое долото с коэффициентом усиления $K_u=4,7$, частота ультразвуковых колебаний – 42,5 кГц. [2]

В качестве образца для испытаний была выбрана форма параллелепипеда с прямоугольным основанием 6мм*10 мм и высотой 10 мм (табл.1). Параллелепипед укладывался на боковую сторону. (рис.1б)

Таблица 1

Классификация полимеров по способности доставлять энергию УЗК к зоне деполимеризации ультразвуком [1]

Наименование полимера	Модуль упругости $E \cdot 10^3$, МПа	Плотность ρ , г/см ³	Твердость по Брюнеллю, МН/м ²	Ударная вязкость, кДж/м ²	Предел прочности при растяжении, МПа
Винипласт	1,2-2,4	1,35-1,4	50-60	100-190	50-60
Полипропилен	0,7-1,1	0,9-0,91	60-80	33-85	25-30
Полиэтилен	0,65-0,75	0,94-0,95	45-58	2-120	22-23

В качестве переменных параметров является расстояние зоны деполимеризации от волновода-инструмента «долото». Расстояние зоны деполимеризации от контакта волновода с полимером до начала деполимеризации от 2 до 6 мм. После отключения ультразвука полимер проходил фазу отверждения в течение (4 – 5) секунд. Деполимеризация полимера характеризуется изменением прочности полимера.

В качестве оцениваемого параметра было использовано время деполимеризации, которое при постоянной толщине исследуемых образцов оценивалась как отношение толщины образца к скорости деполимеризации.

Полученные в результате исследования данные сведены в таблицу 2 и представлены в виде графиков на рисунке 2.

Таблица 2

Результаты исследования

Исследуемый образец	Расстояние зоны деполимеризации от волновода-инструмента, мм	Время деполимеризации, сек
Винипласт	2	1.5
	4	2
	6	3
Полипропилен	2	1
	4	1.5

	6	2
Полиэтилен	2	0.3
	4	1.5
	6	2

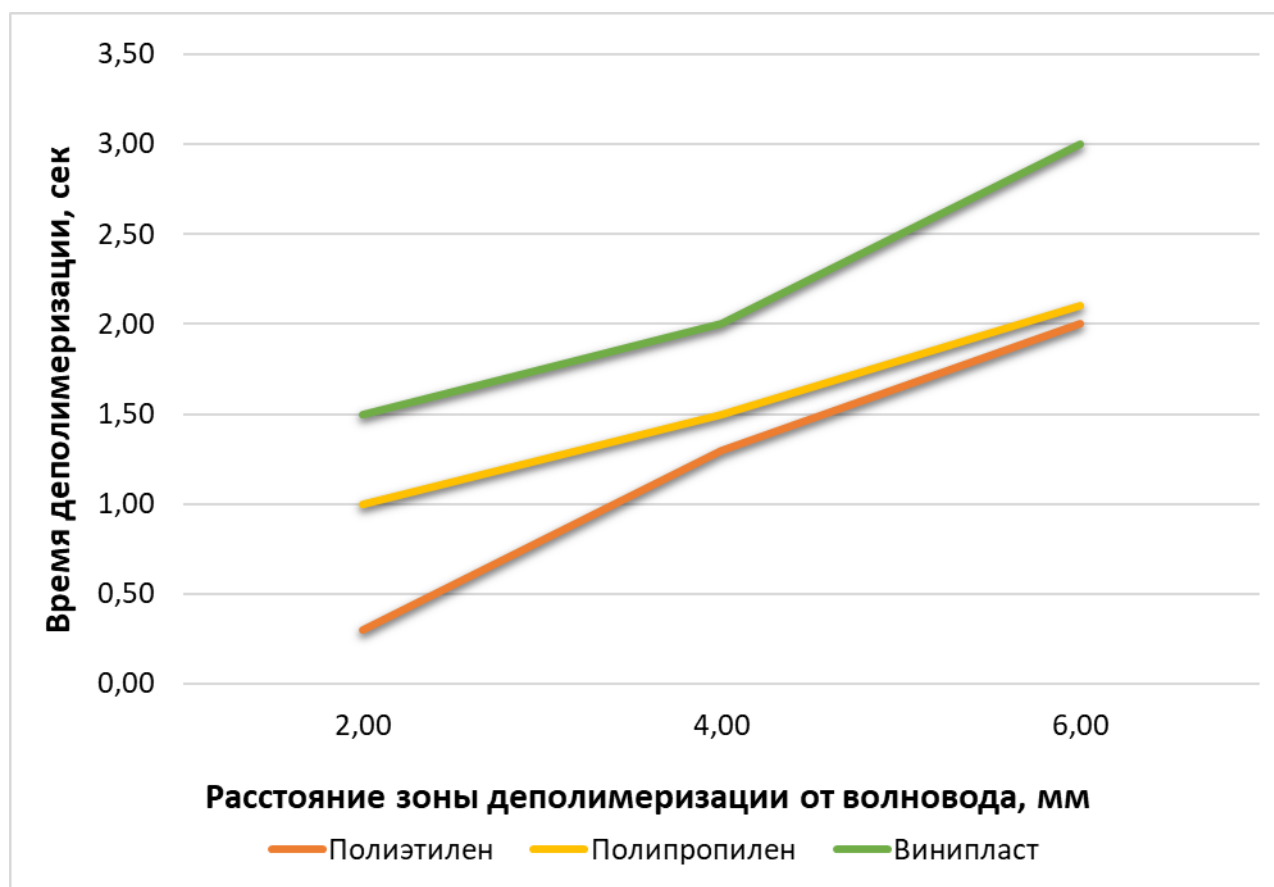


Рисунок 2 – Влияние расстояния зоны деполимеризации от волновода на время деполимеризации

Выводы.

1. На основании проведенных исследований, очевидно, что ультразвуковые инструменты могут с успехом быть использованы для деполимеризации термопластичных полимеров

2. Время деполимеризации зависит от типа полимера. Поскольку прочностные характеристики винипласта выше аналогичных для полиэтилена, для получения деполимеризации за одинаковое время, необходимо существенное (почти полуторакратное) превышение энергетических показателей ультразвукового воздействия.

Библиографический список:

1. Мозговой, И.В. Основы технологии ультразвуковой сварки полимеров / И.В. Мозговой. – Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1991. – 278с.
2. Новиков, А.А. Интенсификация резания полимеров энергией ультразвуковых колебаний / А.А. Новикова, Д.А. Лебедева, С.А. Андреева // Современ-

ные проблемы машиностроения: сборник научных трудов VII Международной научно-технической конференции. – Томск, 2013. – С. 338 - 342.

3. Новиков, А.А. Интенсификация резания полимеров энергией ультразвуковых колебаний / А.А. Новиков, Д.А. Лебедева, С.А. Андреева // Современные проблемы машиностроения: сборник научных трудов VII Международной научно–технической конференции / под ред. А.Ю. Арляпова, А.Б. Кима; Томский политехнический университет. – Томск: изд–во Томского политехнического университета. – 2013. – С. 338 – 342.