ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/173

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ ПТФЭ/СЛОИСТЫЙ СИЛИКАТ+ШПИНЕЛЬ МАГНИЯ

¹Слепцова С.А., ¹Капитонова Ю.В., ¹Лазарева Н.Н., ^{1,2}Охлопкова А.А., ¹Григорьева Л.А.

¹Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия

²Институт проблем нефти и газа СО РАН, Якутск, Россия

Перспективными модификаторами ПТФЭ являются природные слоистые силикаты, которые благодаря своей структуре могут диспергироваться в среде полимера, а также благодаря высокой химической и термической стойкости, претерпевают жесткие условия переработки ПТФЭ. Но из-за низкой адгезии ПТФЭ и выраженной гидрофильности слоистых силикатов существует проблема их совмещения, что приводит к поиску новых технологических приемов. К числу таких приемов относится внешнее энергетическое воздействие, в частности, обработка композиционной смеси в поле ультразвука (УЗ). **Целью** работы является изучение влияния УЗ на эксплуатационные характеристики ПТФЭ, модифицированного флогопитом (Фл) и шпинелью магния (ШМ). Фл обычно плохо диспергируется в полимерах, образуя агломераты частиц. Поверхностная обработка частиц слоистых силикатов или введение функциональных добавок, активных на границе раздела «полимер-наполнитель», улучшает физико-механические свойства композиций на его основе вследствие повышения прочности адгезионного сцепления с полимерной матрицей. Поэтому в работе использована нанодисперсная ШМ в качестве функциональной добавки.

Анализ физико-механических характеристик композитов ПТФЭ-Фл, показал, что в целом введение Фл снижает предел прочности при разрыве (Табл.1). Дальнейшее увеличение концентрации Фл приводит к ухудшению значений данных показателей. Однако использование ШМ несколько улучшает ситуацию. Наибольшую эффективность оказывает введение НШ в количестве 0,1 мас. %: при таком содержании ШМ отмечаются максимальные показатели предела прочности. УЗ обработка приводит к некоторому улучшению прочности композитов.

Таблица 1.

Физико-механические характеристики композитов

Образцы			Е, МПа	σ, МПа	ε, %	Е, МПа	σ, МПа	ε, %
			без УЗ обработки			с УЗ обработкой		
ПТФЭ	ПТФЭ		278-331	20,3	328-380			
	0,5Фл	-	220-280	16,6	264-354			
		0,1НШ	250-293	18,8	303-356	263-283	17,4-19,1	290-312
		0,5НШ	309-381	16,1-18,1	253-357	276-418	18,9-20,3	318-422
		1НШ	372-420	14,5-16,8	220-302	211-301	13,6-15,6	396-447
	1Фл	-	350-440	14,9-15,9	274-348			
		0,1НШ	488-544	16,3-18,5	296-354	212-290	16,3-18,0	274-348
		0,5НШ	520-567	15,3-16,4	244-301	295-362	17,6-18,9	296-391
		1НШ	584-648	14,5-16,5	220-331	241-328	13,2-14,6	358-462
	2Фл	-	325-403	14,1-16,2	298-326			
		0,1НШ	377-567	16,5-17,1	254-350	221-300	15,9-17,3	286-387
		0,5НШ	439-555	15,3-16,4	255-332	294-384	16,1-17,1	287-362
		1НШ	478-533	14,7-15,9	220-331	265-350	11,3-13,2	297-368
	5Фл	-	272-391	10,4-12,5	279-297			
		0,1НШ	403-490	14,3-16,0	245-294	243-301	13,0-14,1	211-330
		0,5НШ	435-520	13,4-14,8	220-258	389-421	14,2-15,6	242-397
		1НШ	455-532	12,1-13,6	210-246	309-433	11,5-12,9	303-369

Примечание: σ – предел прочности при растяжении, МПа; ε – относительное удлинение при разрыве, %; Е – модуль упругости при растяжении, МПа.

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

Следует отметить, что введение ШМ способствует резкому увеличению модуля упругости, вплоть до значений, в 1,5-2 раза превосходящих значение модуля упругости ненаполненного полимера. Но после УЗ обработки происходит нивелирование модуля упругости композитов до уровня показателей ненаполненного полимера. Влияние УЗ на улучшение физико-механических характеристик композитов предположительно объясняется кристаллографическими свойствами самих наполнителей. На процессы, протекающие при механоактивации, значительную роль играет спайность – способность минерала при механическом воздействии раскалываться по определенным кристаллографическим направлениям [1]. Совершенная спайность Фл обусловлена его жесткой кристаллической структурой и слабыми связями между структурными пакетами. У ШМ спайность отсутствует, из-за чего она претерпевает многогранные структурно-механические преобразования в ходе механоактивации с получением частиц с большим количеством точечных дефектов, дислокаций, деформаций и искажений решетки. УЗ колебания, в первую очередь, оказывают влияние на места дефектов кристаллической решетки, сообщая им акустическую энергию [2]. В результате этого происходит локальный нагрев материала вокруг дефектных частиц, увеличивается подвижность макромолекул полимера, тем самым повышается активность частиц ШМ в процессах структообразования. Благодаря химическому сродству к Фл и повышенной структурной активности по отношению к полимерной матрице, ШМ принимает более активное участие в формировании граничных слоев на границе раздела «ПТФЭ-Фл».

Рис.1. Триботехнические параметры композитов в зависимости от содержания наполнителей и применения УЗ: а) скорость массового изнашивания; б) коэффициент трения.

Анализ триботехнических характеристик композитов показывает (Рис.1, а), что увеличение степени наполнения ПТФЭ флогопитом приводит к планомерному снижению скорости массового изнашивания. При введении ШМ наблюдается резкое повышение износостойкости композитов, однако, дальнейшее введение больших количеств НШ вызывает обратную тенденцию с ухудшением износостойкости. УЗ модифицирование обеспечивает с увеличением содержания ШМ постепенное повышение износостойкости композитов. Кроме того, УЗ модификация способствует снижению коэффициента трения, что может быть использовано для разработки антифрикционных материалов (Рис.1, б).

Работа выполнена с финансовой поддержкой СВФУ (дог №13-НИП) и МОН РФ (ГЗ № 11.1557.2017/4.6).

Литература

1. Т. С. Лаптева, Е.С. Юсупов, А. С. Бергер. *Физико-химические изменения слоистых силикатов в процессе механической активации*. Наука: Сибирское отделение, Новосибирск, 1982), 88 с.
2. Негров Д. А., Еремин Е. Н., Путинцев В. Ю., Передельская О. А., Андреева С. А. Влияние ультразвукового воздействия на механические свойства политетрафторэтилена, модифицированного нитридом бора // Омский научный вестник. 2014. №1. С. 127-132.