

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ДИСПЕРСНОГО БАЗАЛЬТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИОЛЕФИНОВ

А.З. Бекешев, П.А. Бредихин, М.К. Акметова, Ю.А. Кадыкова, С.В. Арзамасцев

Анализ тенденций развития работ и технологий получения новых полимерных композиционных материалов показал, что традиционные методы синтеза полимеров — во многом исчерпали себя и вероятность появления полимеров с характеристиками, существенно превосходящими достигнутый известный уровень, значительно уменьшилась. Поэтому модификация полимерных композиционных материалов — интенсивно развивающееся направление, позволяющее на основе известных полимеров разрабатывать технологии получения качественно иных материалов с комплексом улучшенных физико-химических и эксплуатационных свойств [1]. Наиболее эффективным вариантом достижения поставленной задачи является создание полимерматричных композитов (ПМК) наполненных дисперсными минеральными наполнителями. Для создания конкурентоспособного ПМК необходимо его удешевление без ухудшения характеристик, что возможно за счет применения дешевых наполнителей, таких, как базальт и его производные. Базальт и изделия из него обладают повышенной прочностью, высокими химическими свойствами, огнестойкостью, долговечностью, звуко- и теплоизоляционными свойствами.

Ключевые слова: полиэтилен, полипропилен, дисперсный базальт, механические свойства, термостойкость, химический состав, электронная микроскопия.

В данной работе использован базальт Булатовского карьера Архангельской области, химический и фазовый состав которого, исследованный на рентген флуоресцентном спектрометре, приведен в табл.1 и 2.

Таблица 1 - Химический состав базальта

Компонент	Содержание, % масс.
Оксид кремния SiO ₂	47,0 – 47,5
Оксид железа Fe ₂ O ₃	10,3 – 10,4
Оксид железа FeO	0,16 – 0,20
Оксид магния, MgO	16,3 – 16,4
Оксид алюминия Al ₂ O ₃	11,2 – 11,4
Оксид натрия, Na ₂ O	1,53 – 1,55
Оксид калия, K ₂ O	0,33 – 0,34
Оксид кальция, CaO	8,94 – 9,23
Оксид серы, SO ₃	менее 0,05
Оксид титана TiO ₂	0,57
Оксид марганца MnO	0,19 – 0,20
П.п.п. (потери при прокаливании)	2,04 – 2,08

Дисперсный базальта исследован также на электронном микроскопе Рhenom с интегрированной системой энергодисперсионной спектроскопии, позволяющей проводить анализ химического состава. Из рисунка 1, что, измельченный на шаровой мельнице в течение 3 часов, базальт имеет разброс по размерам частиц от ~1 до 140 мкм, что подтверждается данными полученными на лазерном

дифракционном анализаторе размера частиц (рисунок 2).

Таблица 2 - Фазовый состав базальта

№	Минеральная фаза	Содержание, % масс.
1	Амфибол [Ca,Na] ₂ [Fe ²⁺ ,Fe ²⁺ ,Mg] ₂ [Si,Al] ₈ O ₂₂ [OH] ₂	62
2	Хлорит [Mg, Al,Fe] ₁₂ [Si,Al] ₈ O ₂₀ [OH] ₁₆	7
3	Гидрослюда K ₂ O•MgO•4Al ₂ O ₃ •7SiO ₂ •2H ₂ O	5
4	Плагиоклаз [Ca,Na][Al ₂ Si ₂ O ₈]	5
5	Пироксен Ca,Mg[Si ₂ O ₆]	5
6	Кварц SiO ₂	2
7	Гематит Fe ₂ O ₃	2
8	Рентгеноаморфная фаза	остальное

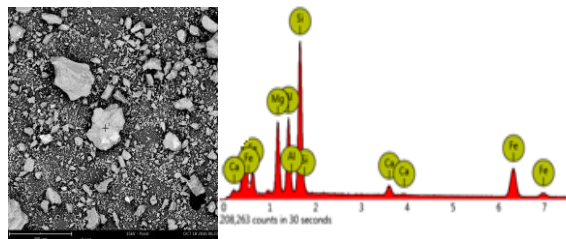


Рисунок 1 - Электронная микроскопия базальта с анализом его химического состава

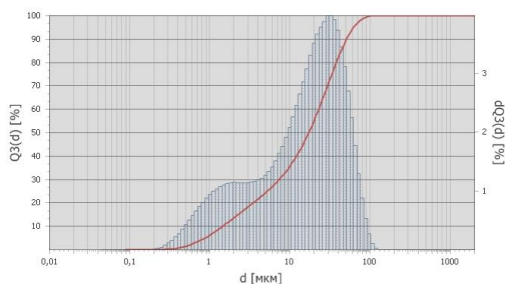


Рисунок 2 - Разброс частиц базальта по размерам.

Удельные поверхности частиц измельченного базальта, определенные многоточечным методом Брунауэра-Эммета-Тейлора, от степени измельчения существенно не зависят (таблица 3).

Площадь поверхности пор дисперсного базальта высокая и составляет свыше 5 см²/г (рисунок 3), а объем пор достигает 0,016 см³/г (рисунок 4). Оба эти показателя лишь незначительно увеличиваются с увеличением диаметра пор.

Таблица 3 - Площадь удельной поверхности частиц базальта

Размер частиц базальта	Удельная поверхность частиц, м ² /г	Коэффициент корреляции определения удельной поверхности
50-140 мкм	8,82	0,999
менее 50 мкм	9,18	0,999

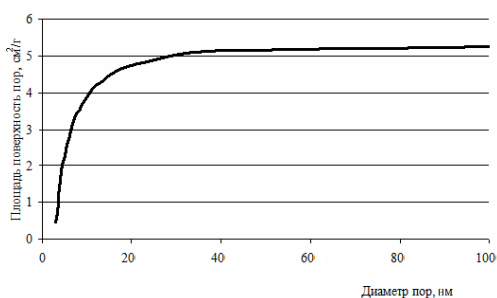


Рисунок 3 - Интегральная кривая зависимости площади внутренней поверхности пор базальта от их диаметра

Анализ дифференциальных кривых зависимости площади поверхности пор показывает наличие в составе базальта в основном микро- и мезопор с площадью поверхности от 0,2 до 0,45 см²/г (рисунок 5).

Химические и физические характеристики наполнителей влияют на прочностные показатели наполненных композиций.

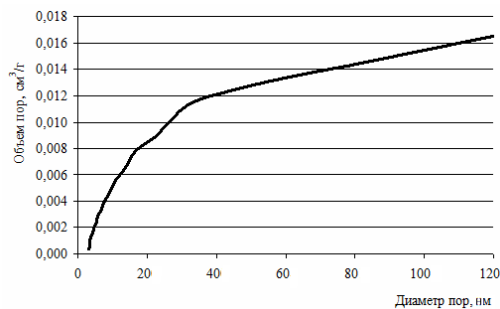


Рисунок 4 - Интегральная кривая зависимости объема пор измельченного базальта от их диаметра

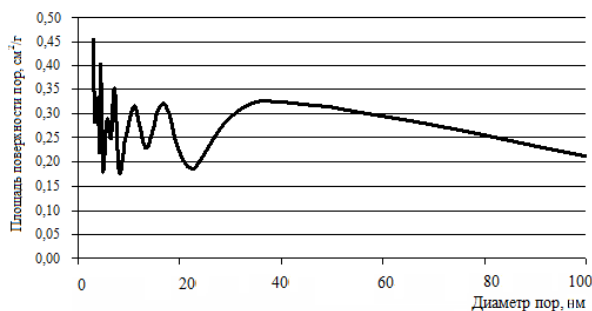


Рисунок 5 - Дифференциальная кривая зависимости площади поверхности пор от их диаметра для измельченного базальта

Для получения композиционного материала полиэтилен (ПЭ) и полипропилен (ПП) наполняли 40 масс.ч. базальта с размером частиц ≤140 мкм.

Как видно из рисунка 6 и 7, базальт равномерно распределяется внутри связующего, на поверхности полимерматричного композита обнаружен только углерод.

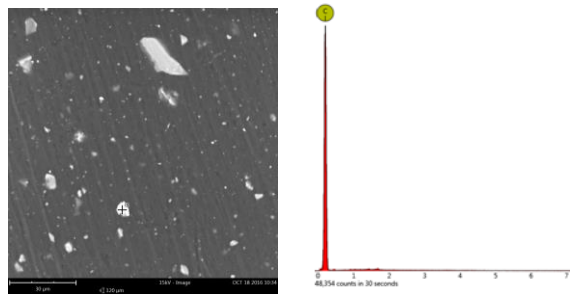


Рисунок 6 - Полипропилен, наполненный дисперсным базальтом

Проведенные испытания в режиме одноосного растяжения образцов термопластов на основе полиэтилена и полипропилена с 40 масс.ч. дисперсного базальта позволили определить модуль упругости E, предел пластичности σ_п, разрушающее напряжение при

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ДИСПЕРСНОГО БАЗАЛЬТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИОЛЕФИНОВ

растяжении σ_p и относительное разрывное удлинение ε_p . Полученные результаты представлены в таблице 4 и на рисунке 8 и 9.

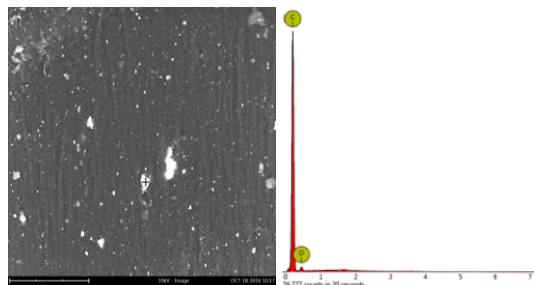


Рисунок 7 - Полиэтилен, наполненный дисперсным базальтом

Таблица 4 - Механические свойства ПМК на основе базальтонаполненных полиолефинов

Состав ПМК, масс.ч.	Свойства материала			
	E, МПа	σ_p , МПа	σ_r , МПа	ε_p , %
100 ПП	1290±221	-	24,8±4,71	6,2±0,71
100 ПП+40 баз.	1970±132	-	21,5±2,66	4,33±0,67
100 ПЭ	303±36	10±0,12	12,4±0,41	380±1
100 ПЭ+40 баз.	524±20	11,4±2,01	9,88±1,42	250±0,75

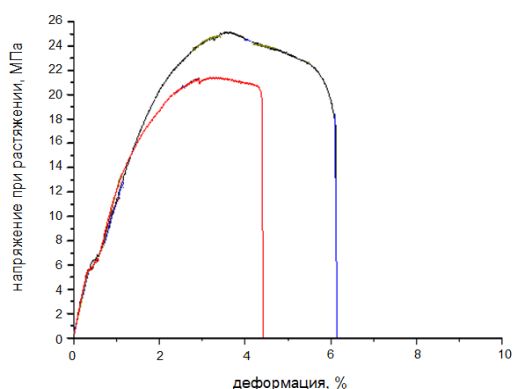


Рисунок 8 - Механические свойства базальтонаполненного ПП

Введение базальта в термопластичные полимеры приводит к повышению модуля упругости. При этом введение базальта в полиэтиленовые композиты наблюдается незначительное снижение деформации при разрушении. Так деформация до разрушения снижается от 380% характерного для исход-

ного полиэтилена до 250% для композита ПЭ+40масс.ч базальта. В случае полипропилена такой тенденции не наблюдается. Остальные механические характеристики полимерных композитов при введении частиц базальта изменяются мало.

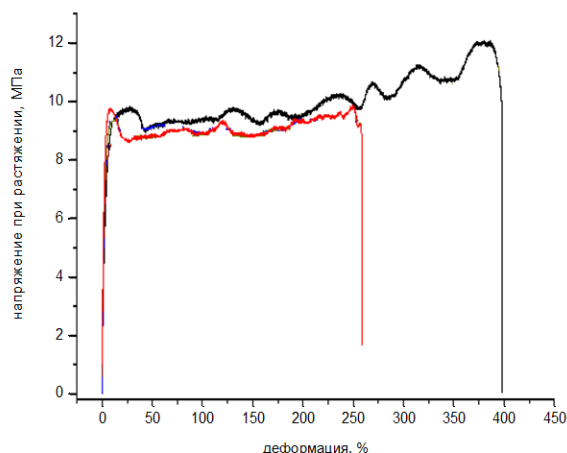


Рисунок 9 - Механические свойства базальтонаполненного ПЭ

Разработанные материалы исследовались на воспламеняемость методом кислородного индекса. При введении в ПЭ и ПП 40 масс.ч. базальта кислородный индекс возрастает и снижается время самостоятельного горения более чем в два раза, по сравнению с ненаполненными композициями (таблица 5), а также уменьшаются потери массы при поджигании на воздухе. Все показатели горючести изменяются аддитивно содержанию базальта, являющегося негорючим материалом [2].

Таблица 5 - Влияние базальта на термостойкость и горючесть ПМК

Состав ПМК, масс.ч.	Время самостоятельного горения, сек.	Потери массы при поджигании на воздухе, %	Кислородный индекс, об. %
100ПП	240	63	18
100ПП+40базальта	127	36	24
100ПЭ	240	58	19
100ПЭ+40базальта	115	27	25

Таким образом, базальт является эффективным наполнителем для полиэтилена и полипропилена, позволяющим повысить фи-

зико-химические и механические свойства полимерматричных композитов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунова, И.Ю. Модификация кристаллизующихся полимеров / И.Ю. Горбунова, М.Л. Кербер // Пластические массы. - 2000.- №9.- С.7-11.
2. Базальтовые технологии [Электронный ресурс] / <http://www.basalt.su>

Амирбек Зарлыкович Бекешев - к.ф.м.н., доцент, руководитель научной лаборатории «Нанотехнологии» Актюбинского регионального государственного университета им.К.Жубанова,
e-mail: xt.techn.sstu@yandex.ru.

Павел Александрович Бредихин – аспирант кафедры «Химические технологии»

Саратовского государственного технического университета имени Ю.А.Гагарина,
e-mail: pabredihin91@mail.ru.

Маржан Кушкинбаевна Акметова – магистр, сотрудник научной лаборатории «Нанотехнологии» Актюбинского регионального государственного университета им.К.Жубанова,
e-mail: xt.techn.sstu@yandex.ru.

Юлия Александровна Кадыкова – доктор технических наук, профессор кафедры «Химические технологии» Саратовского государственного технического университета имени Ю.А.Гагарина,
e-mail: kadykova06@yandex.ru

Сергей Владимирович Арзамасцев - доктор технических наук, зав. кафедрой «Строительные и дорожные машины и оборудование» Саратовского государственного технического университета имени Ю.А.Гагарина, e-mail: bort740@mail.ru