

Гусев А.Д., канд. техн. наук, инженер-исследователь ИНТЦ ПГУАС,
Петухова Н.А., канд. техн. наук, доц.,
Самошин А.П., канд. техн. наук, доц.,
Карпухин Г.А., студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ РЕЗИНЫ И ОТХОДОВ ПЛАСТИКА

Naderevnydeduschke@yandex.ru

Изучен процесс изготовления композиционного материала на основе регенеративной резины и отходов пластика, исследовано влияния технологических факторов и методов переработки отходов резины на физико-механические характеристики резинопластов.

Ключевые слова: резиновая крошка, отходы пластика, композит, резинопласт, прочность, деформативность, технология изготовления.

Ежегодно в России и за рубежом образуется огромное количество полимерных отходов (пластики, резины). Отходы резинотехнических изделий (РТИ) ввиду своего сложного химического строения долгое время были не перерабатываемыми. Но в последние десятилетия появилось ряд технологий по их переработке. Наиболее экологичным и эффективным признается измельчение механическим способом, поскольку этот процесс не загрязняет окружающую среду и позволяет максимально сохранить первоначальные свойства резины. В то же время механическое измельчение РТИ необходимо классифицировать по температуре, способу и методам воздействия [1,2,3]. Известные сегодня технологические решения по переработке РТИ позволяют получать регенеративную резину, отличающуюся дисперсностью, формой и морфологическим строением поверхности, что затрудняет ее применение в связи со сложностью прогнозирования характеристик изготавливаемой из нее конечной продукции [3,4].

В то же время существует ряд технологий по изготовлению на основе регенеративной резины (травмобезопасные покрытия) и пластиков (полимер-песчаная плитка, брусчатка, черепица) материалов. В процессе их производства необходимо затратить значительное количество энергии и сырья, что приводит к повышенной себестоимости. К тому же производители продукции из полимер-песчаного композита сталкиваются с проблемой быстрого износа оборудования (песок обладает высокими абразивными свойствами), а получаемая на его основе черепица очень тяжелая и не технологичная [5]. Производители резиновой плитки из регенеративной резины сталкиваются с другими, но не менее важными проблемами. Для склейки резиновой крошки (РК) используется дорогостоящее полиуретановое связующее, что в общей стоимости готовой продукции занимает 40-45%, а в объеме сырья 8-10% [6]. К тому же полиуретановое свя-

зующее содержит в своем составе токсичные и вредные элементы.

Рентабельность подобных производств не высокая и составляет 8-11%, что не позволяет переработчикам создать и внедрить систему по централизованному сбору, сортировке и переработке полимерных отходов.

Для решения перечисленных выше проблем необходима разработка разработала и внедряет совершенно новый продукт - резинопласт, ключевыми показателями которого становятся конкурентоспособность (внешний вид, долговечность, качество), низкая себестоимость (использование отходов, малая материала - и энергоемкость), способность к последующей переработке в новый продукт высокой стоимости.

Для создания резинопластов необходимо определить границы термопластичной матрицы. Эти границы лежат в пределах начала размягчения пластика (нижняя температурная граница) и начала деструкции резиновой крошки (верхняя граница). В ранее проведенных работах говорить о том, что окисление резинового гранулята, вызванное действием температуры начинается в пределах 170-180 °С. Это верхняя граница матрицы. Нижнюю возможно ограничить минимальной температурой начала плавки пластика (в данной работе изучаются отходы изделий из пластика низкого давления (ПНД)), она находится в пределах 110-120 °С. Гранулометрический состав используемой резиновой крошки полученной после механической переработки изношенных автомобильных шин двумя способами – методом фризowego среза (МФС) (установка КПШ-1, г. Пенза) и упруго-деформационное измельчение (УДИ) (АТМ-500, г. Новокузнецк) представлен в таблице 1.

В ходе исследования использовалась наименее востребованная в настоящее время на рынке регенеративная резина размером частиц менее 2-х мм.

Таблица 1

Гранулометрический состав регенератной резины

Фракция, мм	Метод переработки	1.25-1.6	1.0-1.25	0.63-1.0	0.4-0.63	0.31-0.4	0.2-0.31	0-0.2
Содержание, %	МФС	0,4	2,8	18,3	32,4	21,3	18,4	6,4
	УДИ	0,9	2,9	20,4	31,6	20,1	16,4	7,7

Композиционный материал на основе регенератной резины и гранулята на основе отходов ПНД изготавливали на стандартном экструдере двумя способами. Первый способ заключался в предварительном расплавлении полимерной матрицы и смешиванием в ней наполнителя при

температуре 145-155 °С. При втором способе изготовления композита все компоненты совместно измельчались. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики композита на основе резиновой крошки и ПНД

Соотношение РК/ПЭНП	Прочность при разрыве (МФС/УДИ), МПа		Относительное удлинение при разрыве (МФС/УДИ), %	
	Способ получения композиционного материала			
	Метод совместного измельчения	Метод предварительного расплава полимера	Метод совместного измельчения	Метод предварительного расплава полимера
40/60	6,31/6,34	5,98/6,00	52,5/51,2	48,9/48,7
50/50	4,82/4,93	4,11/4,15	60,8/59,9	52,6/52,1
60/40	3,71/3,92	2,82/3,14	69,6/68,2	57,4/56,8
70/30	2,91/3,41	2,39/2,85	72,5/70,4	60,1/59,1
80/20	2,41/2,69	1,86/2,26	74,2/72,1	62,1/60,7
90/10	2,16/2,61	1,61/2,01	75,1/73,6	64,2/62,4

По результатам эксперимента можно заметить, что композиционный материал полученный методом совместного измельчения регенератной резины и ПНД обладает более высокими упруго-деформационными и прочностными характеристиками. Исследование срезов образцов резинопластов показало, что в процессе совместного измельчения смешивание компонентов матрицы происходит более равномерно. При этом установлено, что образцы изготовленные на основе резиновой крошки, полученной методом фризирования среза имеют меньшие физико-механические показатели, чем образцы с использованием резиновой крошки получаемой упруго-деформированным способом. И это

наиболее отчетливо прослеживается при использовании для изготовления резинопластов метода предварительного расплава полимера, что вероятно обусловлено отсутствием дополнительных деформирующих воздействий на регенератную резину, а крошка получаемая методом фризирования имеет более ровную структуру.

Для установления влияния качества смешивания наполнителя и матрицы на физико-механические характеристики резинопластов были изготовлены образцы композиционного материала в соотношении РК/ПНД: 80/20, методом предварительного расплава полимера. При изготовлении образцов смесь несколько раз пропускалась через экструдер (табл. 3).

Таблица 3.

Характеристики композита на основе РК и ПНД при различном режиме смешения

Соотношение РК/ПЭНП	Кол-во пропусков через экструдер	Прочность при разрыве (МФС/УДИ), МПа	Относительное удлинение при разрыве (МФС/УДИ), %
80/20	1	1,82/2,23	61,2/60,3
	2	1,86/2,25	62,1/61,7
	4	1,88/2,29	62,3/60,1

Результаты исследования показали, что увеличение количества смешивания до четырех не влияет на упруго-деформационные и прочностные показатели резинопластов. Следовательно, повышенные свойства композитов на основе регенератной резины и ПЭНП, изготовленных методом совместного измельчения компонентов в меньшей степени зависят от качества смешивания.

Данное исследование позволяет нам предположить, что различия физико-механических характеристик резинопластов вероятнее всего связаны с размерами РК, находящейся в композите. Для изучения этого влияния были изготовлены двумя способами образцы композита, содержащие в своем составе резиновую крошку с фракцией 1,2-1,6 мм.

После изготовления образцов в прозрачных пленках были определены размеры частиц рези-

нового наполнителя содержание которого составляло 2% по объему (табл. 4).

Таблица 4

Гранулометрический состав РК в композите, полученном различными методами формования

Размер РК, мм	Содержание (МФС/УДИ), %	
	Метод совместного измельчения	Метод предварительного расплава полимера
Исходная фракция: 1,2-1,6	100	100
1,5-2,0	1/0	80/80
1,0-1,5	8/4	15/15
0,5-1,0	18/19	2/2
0,25-0,5	63/66	2/2
Менее 0,25	10/11	1/1

Из таблицы можно видеть, что изготовление резинопластов методом совместного измельчения компонентов количество регенеративной резины с размером менее 1,0 мм значительно увеличивается в независимости от метода получения резиновой крошки. Данное явление можно объяснить тем, что в процессе соизмельчения происходят дополнительные деформации

сдвига расплава в момент резкого охлаждения, а это приводит к доизмельчению РК.

На рисунке 1 и 2 представлены упругодеформационные и прочностные характеристики резинопластов, полученных различными методами смешивания компонентов с использованием резиновой крошки, получаемой упругодеформированным способом.

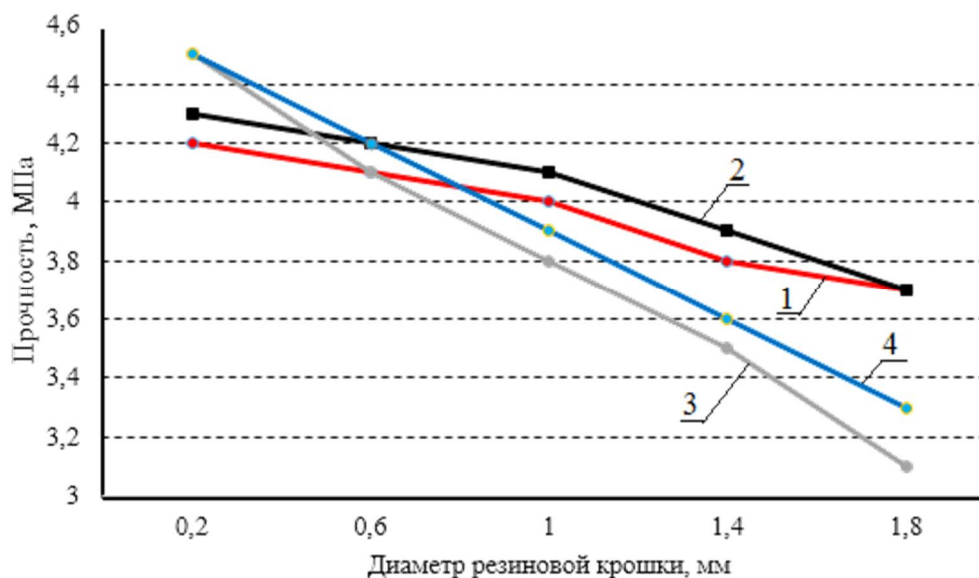


Рис. 1. Зависимость прочности композиционного материала на основе регенеративной резины и отходов ПНД с содержанием 50% резиновой крошки, в зависимости от диаметра РК

На графиках видно, что физико-механические показатели образцов полученных методом совместного измельчения в незначительной степени зависят от размеров используемой резиновой крошки. При изготовлении резинопласта методом смешивания в расплаве вышеуказанные показатели увеличиваются практически пропорционально уменьшению размеров резинового гранулята.

Из данных видно, что на прочностные и деформационные характеристики резинопласта не влияет отношение L/d . Это позволяет сделать вывод, о том, что эластичный наполнитель в виде резиновой крошки, имеющий значительно большие размеры по сравнению с твердыми

наполнителями (песок, дерево и т.д.), позволяет получить композиционные материалы имеющие толщину соизмеримую с диаметром применяемой резиновой крошки.

В целом можно сделать выводы, что физико-механические характеристики композиционного материала на основе регенеративной резины и отходов пластика в большей степени зависят от способа их изготовления (смешивания). Наиболее эффективным является метод совместного измельчения, что позволяет получать материал, на свойства которых не влияет размер и способ получения резиновой крошки. А это позволят с наименьшими затратами переналадить существующие и наиболее распространен-

ные линии по выпуску полимер-песчаной брусчатки и черепицы на выпуск более технологич-

ной продукции на основе резинопolyмеров.

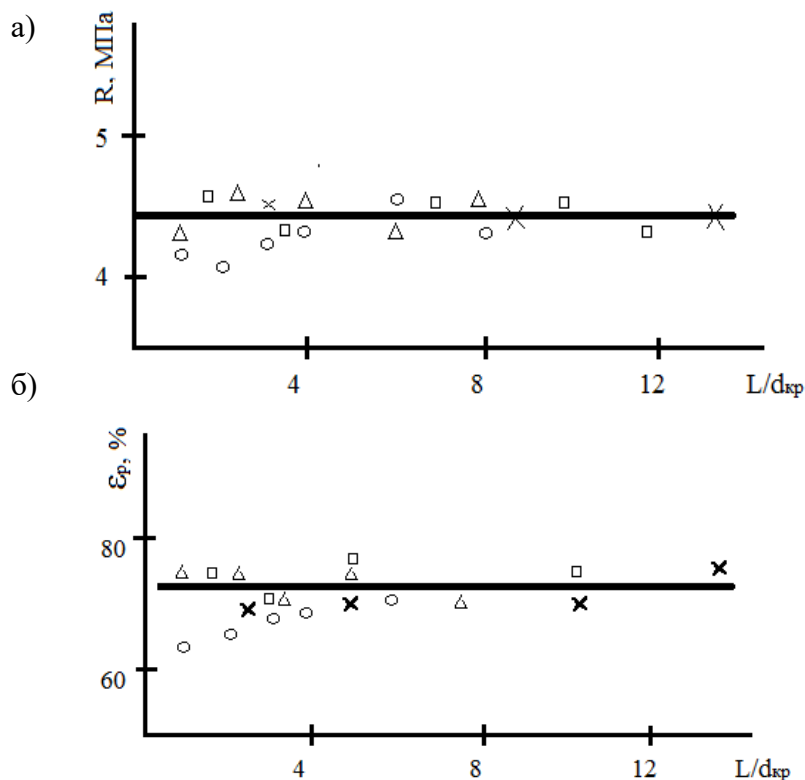


Рис. 2. Влияние соотношения толщины образцов к диаметру РК (0,165мм; 0,315 мм; 0,63мм; 04 мм) на показатели прочностных (а) и деформационных (б) характеристик композиционного материала на основе регенератной резины и отходов ПНД. Размер РК: о - 0.63 мм; - 0.4 мм; • - 0.315 мм; х - 0.2 мм

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Овчинникова А.А., Александрова А.В., Щербаков В.Г., Алешин В.Н. Аналитические, технологические и региональные аспекты рационального оборота вторичных материальных ресурсов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2011. № 4. С. 34-37.

2. Агаянц И.М., Оськин В.М., Корнев А.Е. Альбом технологических схем переработки эластомерных материалов (часть 2) // Учебно-методическое пособие. М.: ИПЦ МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 2010, С. 84

3. Хабилов Р.Р., Самигуллина Г.З. Переработка отхода на основе резины // Вестник КИГИТ. 2014. № S1. С. 53-56.

4. Демьянова В.С., Гусев А.Д. Перспективы рециклинга автомобильных шин. // «Научный Вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура». Воронеж, 2011. №4 С.74-80.

5. Манжуров И.Л., Астафьева О.В., Дерягина С.Е., Антонов К.Л. Внедрение системы сбора, извлечения и использования вторичных материальных ресурсов на территории ямало-ненецкого автономного округа // Экология и промышленность России. № 3. С. 27-31.

6. Гусев А.Д. Эффективные строительные материалы с использованием техногенных отходов/ А.Д. Гусев Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Пенза, ПГУАС. 2012. 20 с.

Gusev A.D., Petukhova N.A., Samoshin A.P., Karpukhin G. A. COMPOSITE MATERIAL ON THE BASIS OF REGENERATNY RUBBER AND WASTE OF PLASTIC

Process of production of composite material on the basis of regeneratny rubber and waste of plastic is studied, is investigated influences of technology factors and methods of processing of waste of rubbers on physico-mechanical characteristics of rezinoplast.

Key words: rubber crumb, plastic waste, composite, rezinoplast, durability, deformativnost, manufacturing techniques.