

УДК 678.8

## **ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Ветошкина А.Е., студентка гр.ХПб-181, III курс

Научный руководитель: В.Н. Третьяков, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва  
г. Кемерово

В настоящее время полимерные отходы потребления являются одним из основных источников загрязнения Земли. Угроза нарушения биосферного равновесия на планете полимерными отходами показала всю сложность проблемы использования полимеров, инертных к окружающей среде и способных сохранять присущие им свойства неизменными в течение длительного времени. Одним из путей решения данной проблемы является получение пластиков, которые сохраняют эксплуатационные характеристики только в течение периода потребления, а затем претерпевают физико-химические и биологические превращения под действием факторов окружающей среды и легко включаются в процессы метаболизма природных биосистем. Вот почему за последние несколько лет значительно повысился интерес к композитам, армированным агроотходами [1]. Сочетание агроотходов с термопластом становится одним из важнейших направлений исследований. Агроотходы характеризуются многообразием, низкой стоимостью, они возобновляемы и полностью биоразлагаемы. Биопластики способны улучшить баланс между экологическими выгодами и воздействием пластмасс на окружающую среду.

Среди различного растительного сырья лесного и сельского хозяйства, большой интерес представляет скорлупа различных орехов [2]. Ореховые скорлупы – это один из источников возобновляемых лигноцеллюлозных материалов, которые могут быть получены в качестве побочных продуктов сельского хозяйства. Подобные композиционные материалы по свойствам практически не отличаются от полимеров, на основе которых они получены. Используемое растительное сырьё (биомасса) является отходами лесного и сельского хозяйства, поэтому стоимость композиции незначительно отличается от традиционных полимеров. Помимо этого, использование этих материалов в качестве наполнителей включает в себя их более низкую удельную плотность, относительно минеральных наполнителей, биоразлагаемость и отсутствие токсичности, что делает их более экологически безопасными с точки зрения утилизации.

Подобным материалом, произрастающим в Сибири, является кедровый орех. По некоторым оценкам, возобновляемые биологические ресурсы кедрового ореха на территории Российской Федерации достигают 10-15 млн. т в год, реально добывается десятки тысяч тонн [3]. При этом при переработке кедрового ореха образуется скорлупы в среднем 51-59%, которая в настоящее

время в основном сжигается для получения тепла, что приводит к выбросам углекислого газа в атмосферу. Только в Кемерово количество скорлупы кедрового ореха в качестве отхода составляет более 500 тонн.

Целью данной работы является оценка возможности использования скорлупы кедрового ореха в качестве наполнителя для термопластичных композиционных материалов.

Скорлупа кедрового ореха для исследований была взята на ООО «Кедр Экспорт» (г. Кемерово), который занимается заготовкой и переработкой кедрового ореха. Предварительно материал был измельчен и просеян. Для дальнейшей работы использовалась фракция с размером частиц менее 0,15 мм (Рисунок 1).

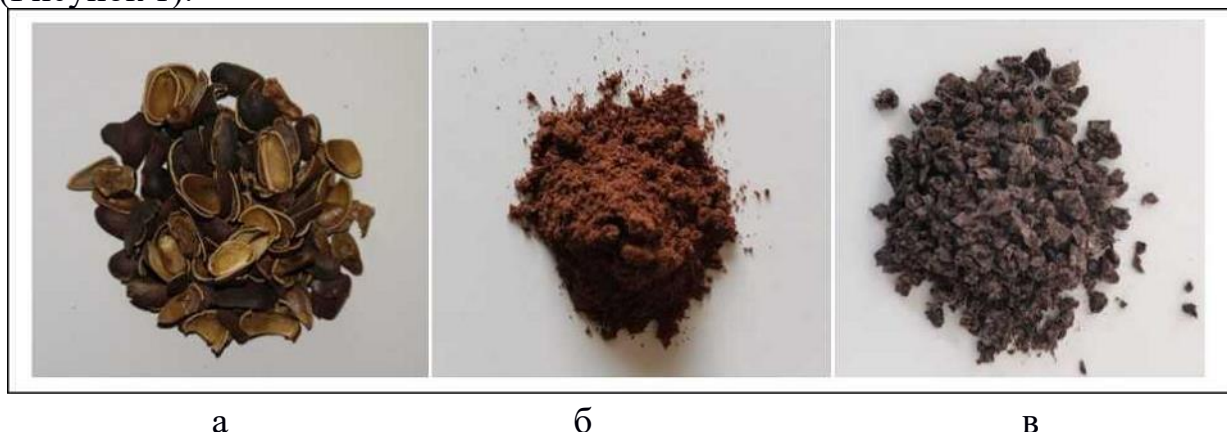


Рис.1 Фотографии скорлупы кедрового ореха (а), порошка скорлупы кедрового ореха (б) и гранулированного экструзионного композиционного материала на основе порошка (в).

Для оценки возможности использования скорлупы в качестве наполнителя для пластмасс, предварительно были определены ее технологические свойства, такие как плотность и содержание влаги и летучих. Плотность составила  $1,3 \text{ г/см}^3$ , а содержание влаги и летучих 3,34%.

У материалов, используемых для наполнения термопластичных полимеров, последний показатель должен быть не более 0,1%, т.к. в противном случае в изделиях будут образовываться пустоты и раковины [4]. Поэтому измельченную скорлупу необходимо сушить. Сушку осуществлялась при температуре  $150^\circ\text{C}$ . Время сушки определялось экспериментально по кинетической кривой сушки до постоянной массы, которое составило 2 ч.

Свойства композиционного материала во многом определяются средством полимера и наполнителя, которое оценивается по краевому углу смачивания ( $\theta$ ) полимером поверхности наполнителя. Поэтому для выбора полимерной матрицы экспериментально был определен данный показатель с полиэтиленом высокого давления (ПЭВД) марки 10803-020, полипропиленом (ПП) марки РРН030 и ударопрочным полистиролом (УПС) марки УПМ 0508 и получены следующие значения  $\theta_{\text{ПЭВД}} = 150$  град,  $\theta_{\text{ПП}} = 130$  град,  $\theta_{\text{УПС}} = 110$  град. Как видно, луч

шее взаимодействие наблюдается у исследуемого наполнителя с ПЭВД (минимальный угол) [5].

В связи с этим далее исследовались композиции ПЭВД, содержащие 20, 30 и 40 % измельченной скорлупой. Композиции были получены смешением с последующей грануляцией на лабораторном экструдер ЧП-32, температура по зонам составляла 150 - 190<sup>0</sup>С, частота вращения шнека - 30 об/мин.

Для гранулированных композиций были определены технологические свойства: плотность, показатель текучести расплава, содержание влаги и летучих. Значения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технологические свойства композиций

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя при содержании наполнителя, %			
		0	20	30	40
1	Показатель текучести расплава, г/10 мин	2,0	1,87	1,5	1,1
2	Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,928	0,962	0,992	1,007
3	Содержание влаги и летучих, %	0,1	0,09	0,092	0,1

Анализ полученных результатов показывает, что все исследуемые материалы можно перерабатывать в изделия традиционными для термопластов методами, такими как литье под давлением, экструзия и др.

Из полученных композиций методом литья под давлением получали стандартные образцы с целью определения деформационно-прочностных характеристик. Литье под давлением осуществлялось при следующих параметрах: температура материального цилиндра - 190<sup>0</sup>С, температура формы - 20<sup>0</sup>С, давление литья - 90 МПа.

Для указанных выше композиций определялись следующие характеристики: разрушающее напряжение при растяжении, относительное удлинение при разрыве, значения которых приведены в таблице 2.

Таблица 2

Деформационно-прочностные свойства композиций

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя при содержании наполнителя, %			
		0	20	30	40
1	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	5,32	3,37	3,09	2,61
2	Относительное удлинение при разрыве, %	100	71,6	60	45

Как видно, введение в качестве наполнителя скорлупы кедрового ореха приводит к снижению исследуемых показателей, однако они остаются на уровне, позволяющим отнести их к материалам конструкционного назначения [4] и, соответственно, пригодны для изготовления изделий неответственного назначения, например, полимерной тары.

Таким образом, можно констатировать, что композиты с агроотходами, к числу которых относится и скорлупа кедровых орехов, обладают необходимыми техническими характеристиками и представляют собой надежное экологическое решение для утилизации сельскохозяйственных отходов. Отходы сырья и низкие расходы при их производстве делают эти материалы перспективными для дальнейшего применения.

### Список литературы

1. Abba H. Review of agro waste plastic composites production/ Abba H., Nur I., Salit S., // *Jornal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*/ - 2013. - V.1 – P.271-279
2. Арзуманова Н.Б. Экологически чистые полимерные композиты на основе скорлупы лесного ореха и полиолефина / Арзуманова Н.Б., Кахраманов Н.Т. // *Химия и химическая технология: достижения и перспективы: материалы V Всероссийской конференции*. Кемерово. 2020. С. 68.1-68.4.
3. Российский статистический ежегодник. 2021: Стат.сб./Росстат. - Р76 М., 2021 – 692 с.
4. Калинин, Э.Л. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий [Текст]: Справ. изд./ Калинин, Э.Л., Саковцева, М.Б. - Л.: Химия, 1987. - 416 с.
5. Термопласты конструкционного назначения / под ред. Е.Б. Тростянской. - М.: Химия. 1975. - 240 с.
6. Крыжановский, В.К. Инженерный выбор и идентификация пластмасс / В. К. Крыжановский. - Санкт-Петербург : Научные основы и технологии, 2009.- 204 с.