

УДК 678.8

*Ветошкина А.Е.,
студентка Кузбасского государственного технического
университета
им. Т.Ф. Горбачёва института химических и
нефтегазовых технологий кафедры углехимии пластмасс и инженерной
защиты окружающей среды гр.ХПб-191 III курс,
Кемеровская область – Кузбасс
г. Кмерово ул. 50 лет октября 17,
Научный руководитель: Третьяков В.Н., к.т.н., доцент*

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

***Аннотация:** В статье рассматривается способ придания крупнотоннажным полимерам биоразлагаемости с минимальными потерями прочностных качеств. Данная разработка поможет уменьшить долю полимерных отходов бытового назначения посредством внедрения агроотходов сельского и лесного хозяйства в состав полимерного композита. Что поможет снизить загрязнение планеты пластмассой и увеличит безотходность производства в данной сфере. Это позволит улучшить экологическую обстановку планеты с сохранением производства необходимого количества полимерной тары бытового назначения.*

***Ключевые слова:** Агроотходы, полимерные композиционные материалы, полимеры, разлагаемость, экология, полимерные отходы.*

***Abstract:** The article discusses a method for making large-tonnage polymers biodegradable with minimal loss of strength qualities. This development will help to*

reduce the share of polymer waste for household purposes by introducing agricultural and forestry waste into the polymer composite. That will help reduce the pollution of the planet with plastic and increase the waste-free production in this area. This will improve the ecological situation of the planet while maintaining the production of the necessary amount of polymer containers for household use.

Keywords: *Agricultural waste, polymer composite materials, polymers, decomposability, ecology, polymer waste.*

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. Анализ жизненного цикла показывает, что биопластик может сократить выбросы CO₂ на 30-70% по сравнению с обычной пластмассой (в зависимости от материала и области применения). Более того, увеличение использования биомассы в биопластике

имеет явное преимущество: возобновляемость и доступность.

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.

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).



а

б

в

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

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

Существующими аналогами данного проекта является синтез пластмасс из растительного сырья и введение оксо-добавок. Недостатками этих методов является отсутствие освоенных технологий, не стабильность свойств получаемых материалов, сложность подбора компонентов и высокая цена на готовые изделия и узкий спектр применения.

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 г/см³, 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 °С. Время сушки определялось экспериментально по кинетической кривой сушки до постоянной массы, которое составило 2 ч.

Свойства композиционного материала во многом определяются сродством полимера и наполнителя, которое оценивается по краевому углу смачивания (θ) 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, лучшее взаимодействие наблюдается у исследуемого наполнителя с ПЭВД (минимальный угол) [5].

В связи с этим далее исследовались композиции ПЭВД, содержащие 20, 30 и 40 % измельченной скорлупы. Композиции были получены смешением с последующей грануляцией на лабораторном экструдер ЧП-32, температура по зонам составляла 150 - 190°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 ³	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 - 190⁰С, температура формы - 20⁰С, 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. - P76М., 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.