

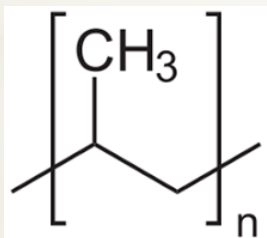
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра высокомолекулярных соединений и общей химической технологии  
Кафедра биохимии и биотехнологии  
Базунова А.А., Григориади А.С., Цветков В.О., Захаров В.П.

**Изучение процесса биодеструкции полимерных композитов на основе вторичного полипропилена и растительных наполнителей**

Проблема биоразлагаемости синтетических полимерных материалов, в том числе полипропилена (ПП), может быть решена введением в материал наполнителей растительного происхождения. Наполнение полимера природными компонентами повышает межфазную границу контакта, через которую в полимер могут проникать влага и агрессивные химические вещества.

Цель работы: исследование влияния степени биодеструкции на изменение деформационно-прочностных характеристик полимерных композиционных материалов на основе образцов вторичного ПП и природных наполнителей растительного происхождения (древесной муки и рисовой шелухи) и оценки возможности вторичной переработки данных материалов.

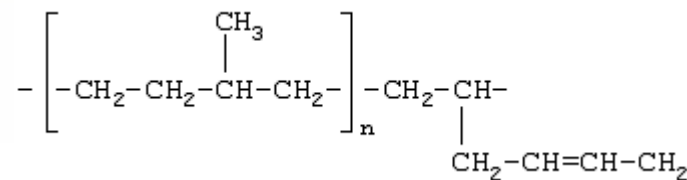
**ИСХОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ:**



Образцы вторичного ПП, соответствующего ПП марки Н-350FF/3 (далее - ПП 350 дробл. Октябрьск), представляют собой дробленый материал из некондиционных изделий, производимых методом литья под давлением в технологическом производстве ООО «ЗПИ Альтернатива» (г. Октябрьский).



Измельченная рисовая шелуха (РШ), предоставленная ООО «ПЛАСТ-СЕРВИС», имеет средний размер частиц 0,2 мм. Содержание целлюлозы составляет 40-45%, лигнина - 20-25% гемицеллюлозы - 15%.



тройной этилен-пропилен-диеновый каучук

## Методы, используемые в работе:



Получение полимерных материалов осуществляли в расплаве на лабораторной станции (пластограф) «Plastograph EC» (Brabender, Германия) в течение 15 мин при нагрузке 200 Н при 180°С с последующим прессованием на автоматическом гидравлическом прессе «Auto MH-NE» (Caver, США) при 210°С и выдержке под давлением 7000 кгс в течение 3 мин. Количество загруженного полимера составляло 25 г.

Деформационно-прочностные свойства материала определяли на прессованных образцах материала толщиной 1 мм согласно ГОСТ 11262-80 на разрывной машине «Shimadzu AGS-X» (Shimadzu, Япония) при температуре 20°С и скорости движения подвижного захвата разрывной машины 1 мм/мин.

### Почвенный тест в восстановленном грунте.

Метод испытания заключался в погружении полимерных образцов вертикально в грунт с последующим экспонированием в течение 2-5 месяцев. Грунт для испытаний был приготовлен из конского навоза, садовой земли и песка, взятых в равных массовых соотношениях. Грунт помещался в ящики, толщина слоя составляла 30±5 см. Ящики с грунтом хранились в лабораторных условиях при комнатной температуре.

По истечении 120 суток после начала эксперимента визуальных изменений в образцах, помещенных в почву, не выявлено, наблюдается лишь исчезновение блеска, но зафиксирована потеря масс во всех исследуемых образцах (до 4 %). Низкие значения потери массы исследуемых образцов при максимальном изученном периоде контактирования с почвой (120 суток) могут свидетельствовать о том, что на данном этапе наблюдается лишь незначительное биологическое разрушение растительного компонента без химической и механической деструкции полимерного связующего.



Микроорганизмы - деструкторы природных высокомолекулярных соединений способны разлагать не только природные полимеры и связанные с ними загрязнения, например в составе твердых отходов, но и синтетические полимерные материалы, попадающие в окружающую среду в большом количестве. Так как в качестве такой добавки выступает рисовая шелуха (целлюлозосодержащий субстрат), следует предположить, что на начальной стадии будет активно развиваться группа микроорганизмов, способные разрушать данный субстрат.

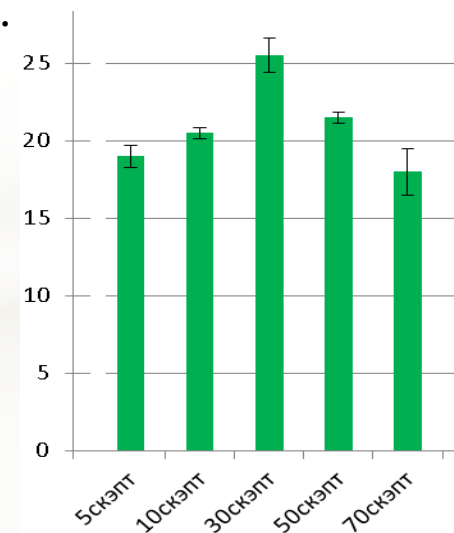
При деградации полимеров, содержащих в своем составе СКЭПТ, самая высокая численность

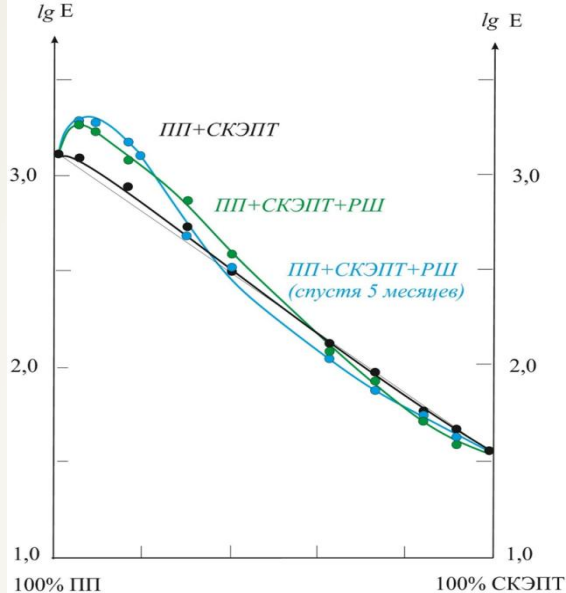
целлюлозолитических микроорганизмов наблюдалось в образцах почвы, содержащей композитный материал с 10 и с 50 массовыми частями каучука. Следовательно, данные образцы характеризовались высокой микробиологической активностью, с преобладанием тех групп микроорганизмов, которые теоретически способны к биодеструкции полимеров.

Как видно из представленной гистограммы, во всех почвенных образцах присутствует значительная целлюлолитическая активность. Наиболее высокая активность целлюлаз выявлена в образцах ПП, содержащего 30 м.ч. СКЭПТ. В присутствии ПНД целлюлолитические ферменты проявляли наибольшую активность при содержании в нем 10 м.ч. рисовой шелухи.

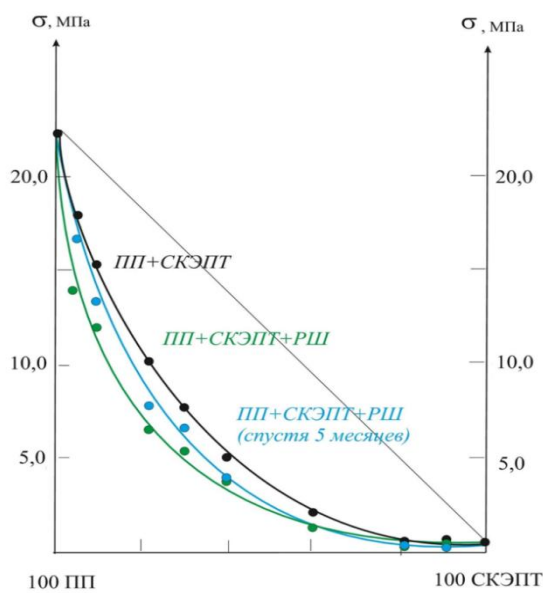
Табл. Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, культивируемых на твердой питательной среде

Вариант опыта	Численность целлюлозолитиков, $n \cdot 10^3$ КОЕ/г почвы	Вариант опыта	Численность целлюлозолитиков, $n \cdot 10^3$ КОЕ/г почвы
ПП + 10 м.ч.РШ + 5 м.ч.СКЭПТ	$117 \pm 11,8$	ПП + 10 м.ч.РШ + 5 м.ч.СВМПЭ	$86,3 \pm 13,3$
ПП + 10 м.ч.РШ + 10 м.ч.СКЭПТ	$165,7 \pm 15,6$	ПП + 10 м.ч.РШ + 10 м.ч.СВМПЭ	$108,3 \pm 12,2$
ПП + 10 м.ч.РШ + 30 м.ч.СКЭПТ	$143,3 \pm 16,7$	ПП + 10 м.ч.РШ + 30 м.ч.СВМПЭ	$165 \pm 15,6$
ПП + 10 м.ч.РШ + 50 м.ч.СКЭПТ	$171,3 \pm 15,9$	ПП + 10 м.ч.РШ + 50 м.ч.СВМПЭ	$115,3 \pm 14,3$
ПП + 10 м.ч.РШ + 70 м.ч.СКЭПТ	$29,7 \pm 2,3$	ПП + 10 м.ч.РШ + 70 м.ч.СВМПЭ	$92,3 \pm 10,3$

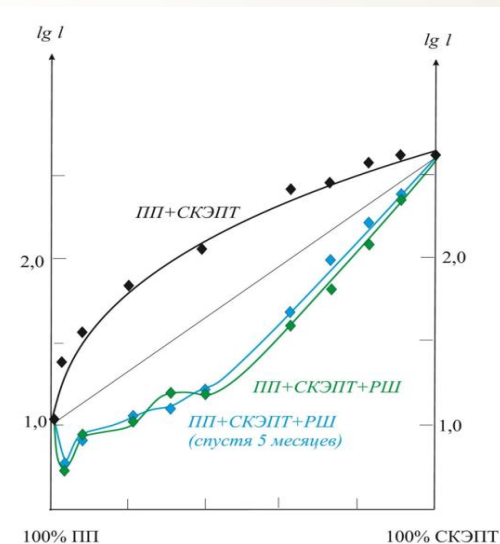




Зависимость модуля упругости для композиции вторичного ПП белый мастербач-СКЭПТ-РШ 10 м.ч. от соотношения полимеров в смеси до контактирования с грунтом и после 5 месяцев контактирования



Зависимость разрывного напряжения для композиции вторичного ПП белый мастербач-СКЭПТ-РШ 10 м.ч. от соотношения полимеров в смеси до контактирования с грунтом и после 5 месяцев контактирования



Зависимость логарифма разрывного удлинения для композиции вторичного ПП белый мастербач-СКЭПТ-РШ 10 м.ч. от соотношения полимеров в смеси до контактирования с грунтом и после 5 месяцев контактирования

Таким образом, при составлении технических условий на изделия, произведённые из полимерных композиций на основе вторичного полипропиленового сырья от разных производителей и природных наполнителей растительного происхождения (рисовой шелухи, 10 м.ч.) в присутствии второго полимера (СКЭПТ) следует указать невысокую степень биодеструкции изделий в условиях компостирования в почве по истечении 5 месяцев, что может быть объяснено невысоким содержанием растительного наполнителя.

Сохранение физико-механических параметров полимерного композита на основе вторичного полипропиленового сырья и рисовой шелухи в присутствии второго полимера при контактировании с почвенными микроорганизмами будет наблюдаться на протяжении 5 месяцев.