

Управление образования города Пензы  
МКУ «Центр комплексного обслуживания и методологического обеспечения  
учреждений образования» г. Пензы  
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №7 Г. ПЕНЗЫ»

XXIV научно-практическая конференция школьников г. Пензы  
«Я исследую мир»

## **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

**«ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА  
СКОРОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК»**

**(СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»)**

**Работу выполнила:**

К. А. Огурцова,  
ученица 9 «А» класса  
МБОУ «СОШ №7 г. Пензы»

**Научный руководитель:**

Н.В. Мельникова,  
учитель химии  
МБОУ «СОШ №7 г. Пензы»

**ПЕНЗА  
2019**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава 1. Основные характеристики полимеров (Теоретическая часть)</b>	
1.1 Особенности строения полимерных молекул.....	4
1.2 Основные виды и химический состав полимеров, идущих на получение пакетов.....	5
1.3 Экологические аспекты разложения полимерных пленок.....	6
<b>Глава 2. Определение влияния факторов окружающей среды на скорость разложения полимерных пленок (Экспериментальная часть)</b>	
2.1 Социологический опрос .....	8
2.2 Изучение разложения полимерных материалов под действием факторов окружающей среды....	9
2.3 Определение характера влияния факторов окружающей среды на пакеты.....	9
2.4 Анализ зависимости скорости разложения полимеров от факторов окружающей среды.....	10
2.5 Рекомендации по утилизации пакетов.....	12
<b>Заключение</b> .....	13
<b>Список литературы</b> .....	14
<b>Приложения</b> .....	15

## Введение

В магазине мы складываем покупки в пакет. С помощью полиэтиленового пакета легко и удобно хранить вещи, переносить любые товары. После использования возникает вопрос, что с ними делать дальше. Хранить их незачем – мешки отправляются в мусор.

Удобная вещица, но не экологичная: выброшенный на свалку пакет разлагается **более века!** Получается, что каждый пакет, который мы однажды использовали, будет существовать еще много десятилетий. А теперь представим: в год по всему миру используется около **четырёх триллионов пакетов**. Их уже накопилось столько, что можно обернуть всю Землю, и даже не одни раз.

Загрязнение пластиковой упаковкой является глобальной проблемой, угрожающей жизни на Земле. Уменьшить вред пластика можно используя биоразлагаемые материалы.

**Цели работы:** исследовать влияние факторов окружающей среды на скорость разложения полимерных плёнок

### **Задачи работы:**

1. Рассмотреть теоретические аспекты понятия полимер
2. Изучить особенности разложения полимерных пакетов разных по химическому составу.;
3. Сравнить эффективность разложения пакетов под действием различных факторов окружающей среды.
4. Провести социологический опрос с целью выявления уровня осведомленности одноклассников о пакетах и их процессах разложения .

**Объект исследования:** различные виды пакетов как пример полимерных пленок..

### **Предмет исследования:**

1. Физико-химические аспекты полимеров
2. Аспекты изменения скорости разложения пакетов под влиянием факторов окружающей среды.

**Методы исследования:** социальный опрос; изучение литературы; эксперимент.

**Актуальность темы исследования** определяется тем, что в современном обществе назревшей необходимостью является развитие и совершенствование различных источников информации. При этом следует учитывать факт того, что полимерные пленки имеют широкое распространение в различных областях жизни, и в непосредственном контакте с ним находятся как дети, так и взрослые. В связи с этим актуальной задачей, является построение такой технологической схемы переработки пакетов, которая будет направлена на получение готовой продукции с высокими показателями качества информации и безопасности для здоровья человека.

**Практическая значимость** работы, несомненно, велика. Результаты могут явиться основой для дальнейших исследований, а материалы исследования могут быть использованы как при проведении факультативных и классных часов, так и, на уроках в разделе органическая химия.

Работа носит **исследовательский характер**, так как в ходе проведения химического эксперимента, социологического опроса и визуального осмотра полимерных плёнок, были получены результаты неочевидные до ее выполнения.

**Научность** исследования обоснована наличием ряда научных работ, в которых авторы предлагают альтернативные варианты полимерных пленок, а также рассматривают новые области применения и полимерных пакетов, и механизмы влияния продуктов переработки на организм человека.

## Глава 1. Основные характеристики полимеров (Теоретическая часть)

### 1.1 Особенности строения полимерных молекул

Полимер – вещество, характеризующееся многократным повторением одного или более составных звеньев, соединенных между собой в количестве, достаточном для проявления комплекса свойств, который остается практически неизменным при добавлении или удалении одного или нескольких составных звеньев. Олигомер – вещество, молекулы которого содержат составные звенья, соединенные повторяющимся образом друг с другом, комплекс свойств которого изменяется при добавлении или удалении одного или нескольких составных звеньев.

Полимеры обладают рядом особенностей:

- 1) Существуют либо в конденсированном твердом, либо в жидком состоянии, при этом невозможен переход в газовую фазу без разрыва молекул;
- 2) Растворы полимеров обладают высокой вязкостью, значительно превышающей вязкость концентрированных растворов низкомолекулярных соединений;
- 3) Полимеры обладают низкой скоростью растворения, и как правило, растворению предшествует набухание, при этом существуют полимеры, которые не растворяются совсем, но набухают;
- 4) В случае удаления растворителя полимер выделяется в виде пленки, а низкомолекулярные соединения – в виде кристаллов;
- 5) Полимеры можно переводить в ориентированные состояния, например, продавливанием полимера через фильеру можно получать волокна;
- 6) Свойства полимеров сильно меняются при действии даже малых количеств реагента;
- 7) Для эластомеров (каучуки, резины) характерны обратимые деформации, которые значительно превосходят упругую деформацию низкомолекулярных веществ.

По происхождению полимеры делятся на природные, искусственные и синтетические. Природные полимеры получают в процессе биосинтеза в клетках живых и растительных организмов. Из них получают высокомолекулярные соединения с модифицированными свойствами, однако, не смотря на это, производство природных полимеров значительно уступает производству синтетических. Искусственные полимеры получают путем химической модификации природных полимеров. Например, продуктами химического превращения природного полимера целлюлозы являются метилцеллюлоза, ацетилцеллюлоза и нитроцеллюлоза. Синтетические полимеры получают путем синтеза из мономеров. Основным сырьем для получения мономеров являются природные и нефтяные газы, углекислый газ, водород, аммиак и многие другие вещества. Синтетические полимеры делятся на полимеризационные и поликонденсационные.

Мономер – вещество, каждая молекула которого может образовать одно или несколько составных или повторяющихся составных звеньев. Полимеризационные полимеры образуются в том случае, если при взаимодействии мономеров не выделяются побочные низкомолекулярные вещества. К таким полимерам относятся, например, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол. Поликонденсационные полимеры образуются в том случае, если при взаимодействии мономеров выделяются низкомолекулярные вещества. К таким полимерам относятся, например, фенолоформальдегидные смолы, полиэферы, полиуретаны.

В зависимости от поведения при повышенной температуре синтетические полимеры разделяют на термопласты и термореактопласты.

Термопласты при нагревании размягчаются и становятся вязкими, а при охлаждении переходят в твердое состояние, при этом их первоначальные свойства не изменяются.

Термореактопласты при сильном охлаждении или нагревании (если были в твердом состоянии, сначала размягчаются) превращаются в твердые неплавкие и нерастворимые материалы. По строению основной цепи полимеры делятся на органические, элементоорганические и неорганические. По строению макромолекулы полимеры делятся на стереорегулярные (изотактические и синдиотактические) и стереонерегулярные (атактические).

Таким образом, полимеры - органические вещества, сырье для упаковочных пакетов, которые являются частным случаем полимерных пленок.

### 1.2 Основные виды и химический состав полимеров, идущих на получение пакетов

Способы производства полимеров могут быть синтетическими (химическими) или биотехнологическими (под воздействием 27 микроорганизмов или ферментов). К наиболее широко используемым способам производства относятся:

1) Производство пластиков из природных полимеров посредством механической или химической обработки (например, пластики, получаемые из деструктурированного крахмала).

2) Производство полимеров биотехнологическим способом из возобновляемых источников сырья. Например, ферментация сахаров, в процессе которой природные микроорганизмы синтезируют термопластические алифатические полиэферы, такие как полилактид, полигидроксibuтират.

3) Химический синтез полимеров из мономеров, получаемых в свою очередь путем биотехнологического превращения возобновляемых источников сырья (например, использование молочной кислоты, получаемой путем ферментации сахаров, для производства полимолочной кислоты химическим путем).

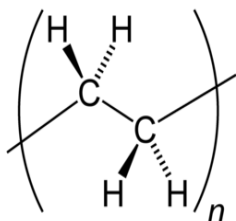
4) Химический синтез полимеров из продуктов, получаемых посредством переработки нефти и других невозобновляемых источников сырья.

В настоящее время полимеры производятся целым рядом фирм, и при этом количество производителей постоянно увеличивается. Пластики, получившие наибольшее распространение, условно можно разделить на несколько групп в зависимости от основы, на которой они производятся. Таким образом, пластики производятся на основе: - крахмала; - полимолочной кислоты; - полигидроксиалканоатов; - целлюлозы (целлофан и др.)

В отличие от полимеров, пластики содержат в себе также и другие компоненты (стабилизаторы, антиоксиданты, красители, различные наполнители и т.д.), которые определяют способы переработки пластиков и их конечные свойства. Для биоразлагаемых полимеров очень важным является условие, чтобы все добавляемые к пластику компоненты также являлись 28 не токсичными. Так, стандарты, касающиеся компостируемых пластиков, требуют тестирования не только самих пластиков, но и всех добавок или компонентов, добавляемых на финальном этапе в конечный продукт (например, красителей) для того, чтобы исключить негативное влияние данных добавок на компост.

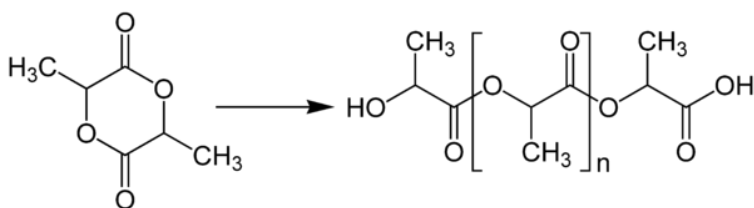
В настоящее время доступно более 30 различных полимеров, но самыми распространенными являются:

- Полиэтилен



— термопластичный полимер этилена, который относится к классу полиолефинов. Представляет собой массу белого цвета (тонкие листы прозрачны и бесцветны). Химически стоек, диэлектрик, не чувствителен к удару (амортизатор), при нагревании размягчается (80—120°C), адгезия (прилипание) — чрезвычайно низкая. Часто неверно называется целлофаном;

- полилактид



биоразлагаемый, биосовместимый, термопластичный, алифатический полиэфир, мономером которого является молочная кислота;

Итак, как мы выяснили, что пакеты, без которых не может существовать наша повседневная жизнь, состоят из полимеров, различных по строению, цвету и т.д. Благодаря полиэтилену существуют полиэтиленовые пакеты, самые распространённые и практически не разлагаемые. Полилактид – полимер, идущий на производство биоразлагаемых пакетов. Третьим исследуемым материалом является целлюлоза. Несмотря на то, что она не полимер, целлюлоза также является частью нашего исследования, т.к именно на основании результатов социологического опроса был отобран данный полисахарид.

### 1.3 Экологические аспекты разложения полимерных пленок

При работе с биоразлагаемыми материалами, возникает очевидный вопрос, почему одни полимеры разлагаются, а другие нет. Чтобы понять это, необходимо знать механизмы, по которым разлагаются полимерные материалы. Хотя биоразложение обычно определяется как разложение, вызванное биологической активностью (особенно ферментативным воздействием), оно, как правило, происходит одновременно, и иногда даже вызывается абиотическим разрушением, таким как фотостарение и простой гидролиз.

#### Небиологическое разрушение полимеров.

Огромное количество полимеров подвержено гидролизу, например полиэфиры, полиангидриды, полиамиды, поликарбонаты, полиуретаны, полиацетали и полиортоэфиры. Подробно рассмотрены различные механизмы гидролиза; при этом не только гидролиз основной цепи, но и гидролиз боковых групп. В отличие от ферментативного разрушения, где материал разлагается постепенно от поверхности внутрь (в первую очередь потому, что высокомолекулярные ферменты не могут диффундировать в глубь материала), химический гидролиз твердого материала может протекать по всему поперечному сечению за исключением очень гидрофобных полимеров.

Важными характеристиками, влияющими на химическое разложение полимера :

- 1) тип химической связи;
- 2) pH;
- 3) температуру;
- 4) состав сополимера;
- 4) водопоглощение (гидрофильность).

#### Биологическое разрушение полимеров.

Полимеры представляют собой основные составляющие живых клеток, которые являются наиболее важными для метаболизма (ферментные белки, соединения), для хранения генетической информации (нуклеиновых кислот), а также структуры клеток (составляющих клеточной стенки, белков). Эти полимеры должны разрушаться внутри клеток, чтобы быть подверженными изменениям окружающей среды, а также других организмов после клеточного лизиса. Поэтому не удивительно, что организмы в течение многих миллионов лет адаптации разработали различные механизмы, разложения природных полимеров. Для различных новых синтетических полимеров, которые попадают в окружающую среду только последние пятьдесят лет, эти механизмы до сих пор еще не разработаны.

Существует много различных механизмов разложения, которые в своем сочетании усиливают разложение в природе. Микробиологическое разложение может происходить под действием ферментов или побочных продуктов (таких, как кислоты и перекиси), выделяемых

микроорганизмами (бактерии, дрожжи, грибы и др.). Также микроорганизмы могут поглощать и, иногда, усваивать полимеры и вызывать механическое, химическое или ферментативное старение. В микробном процессе разложения полимера имеют место два ключевых этапа: первый – деполимеризация или стадия разрыва цепи, второй – минерализация.

Первый этап обычно протекает вне организма из-за размера полимерной цепи и неспособности многих полимеров растворяться в природе. За данный этап отвечают внеклеточные ферменты, действуя либо внутри (случайное расщепление внутренних связей полимерных цепей), либо снаружи (последовательное расщепление концевых мономерных звеньев в основной цепи).

Затем образуются олигомерные или мономерные фрагменты достаточно небольшого размера, они транспортируются в клетку, где минерализуются. На этом этапе клетка обычно получает метаболическую энергию от процесса минерализации. Продуктами этого процесса, помимо аденозинтрифосфата (АТФ), являются газы (например,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ), вода, соли и минералы, и биомасса.

На основе выше написанного можно сделать вывод о том, что существует несколько видов утилизации полимерных плёнок. Общими методами утилизации полимеров являются:

- предотвращение образования отходов и их сокращения;
- определение типа отходов и их сортировке на месте образования;
- переработка и повторное использование материалов;
- мероприятия, направленные на изменение отношения людей к окружающей среде, её чистоте.

## Глава 2. Определение влияния химических веществ на время жизни срезанных растений (Экспериментальная часть)

В практической части работы представлены концептуальные основания отбора содержания и конструирования комплекса способов разложения полимеров, рассмотрена теоретическая модель их осуществимости, предложены методические приемы и количественные схемы для оптимального способа переработки в зависимости от фактора окружающей среды, эффективность которых проверена экспериментально.

Таким образом, результаты исследования можно использовать:

- на уроках химии при решении теоретических и практических задач в курсе органической химии;

- при проведении факультативных занятий по курсу «Химия вокруг нас» или индивидуальной работе с учащимися; интересующимися химией

- возможно использование при проведении внеклассных мероприятий по теме «Химия и экология» в рамках предметных недель естественно - научного цикла;

Как можно представить из различных механизмов, описанных выше, биодegradация зависит не только от химического состава полимера, но и от наличия биологических систем, участвующих в процессе. При исследовании биодegradации материала, нельзя пренебрегать влиянием окружающей среды. На микробную активность, и, следовательно, биодegradацию, оказывают влияние следующие факторы:

- 1) наличие микроорганизмов;
- 2) наличие кислорода;
- 3) количество доступной воды;
- 4) температура;
- 5) химическая среда (рН, электролиты и т.д.)

Для упрощения общей картины, окружающие среды, в которых происходит биологическое разложение, в основном разделены на две среды: аэробную (с доступом кислорода), и анаэробную (без присутствия кислорода). Эти две среды, в свою очередь, могут быть подразделены на водную среду и среду с высоким содержанием твердых частиц.

### 2.1 Социологический опрос

Для очистки окружающей среды от пластмассовых отходов и снижения антропогенной нагрузки на человека и окружающую среду активно реализуются два основных подхода: захоронение (хранение отходов на свалках) и утилизация. Наиболее щадящим способом является утилизация полимерных отходов.

По мнению специалистов, радикальным решением проблемы “полимерного мусора” является создание и освоение широкой гаммы полимеров, способных при соответствующих условиях биодegradировать на безвредные компоненты.

С целью выявления уровня знаний о полимерных пленках, и возможных способов их переработки, нами был разработан небольшой опросник из 3 вопросов (*Приложение № 1*). Результаты опроса были подсчитаны и представлены в виде диаграмм (*Приложение № 2*). Для упрощения учета, анализа и обработки результатов мы свели все ответы в три наиболее популярных, которые охватывают все возможные варианты.

В рамках исследования было опрошено 67 учеников в параллели 9 классов МБОУ «СОШ № 7 г. Пензы», проанализировав полученные данные, мы пришли к выводу, что учащиеся школы знают, что такое биоразлагаемые полимеры, но в быту не используют, не обращают внимание на биополимеры в магазинах. Так же многие не знают о вредном влиянии на живой организм и окружающую среду обычных полимеров. Самыми используемыми являются пакеты полиэтиленовые и картонные.



## 2.2 Изучение разложения полимерных материалов под действием факторов окружающей среды

Далее мы решили экспериментально проверить влияние некоторых факторов окружающей среды на пакеты.

Для нашего исследования, на основании результатов социологического опроса, мы выбрали наиболее распространённые и знакомые каждому человеку факторы, такие как: вода, земля и воздух. (Приложение 3) На тех же основаниях были отобраны полимерные материалы – полиэтиленовые, биоразлагаемые и крафтовые пакеты (Приложение 4).

Отметим, что для исследования были взяты обычные пакеты, которые каждый может найти у себя дома.

Для того чтобы выяснить в каких же факторах окружающей среды произойдёт наиболее быстрое разложение полимерных материалов, нам потребовались следующие материалы:

- 3 полимерных материала (полиэтиленовый, биоразлагаемый, крафтовый пакеты)
- 3 пластиковых колбы;
- отстоянная водопроводная вода;
- земля
- воздух
- перчатки

Все колбы перед использованием тщательно вымыла. Затем мы подготовили полимерные материалы и поместили их в сосуды. В одну из колб добавили 100 мл водопроводной воды комнатной температуры, которую предварительно отстаивали., в другую 100 г земли, а в третьей колбе находится воздух. (Приложение 5)

## 2.3 Определение характера влияния факторов окружающей среды на пакеты

Способность полимерных материалов разлагаться под действием бактерий и грибов зависит от химических и физических свойств. Для всякого вида полимеров биологическое разложение протекает в два этапа:

1) под действием химических, биохимических и иных агентов происходит разрушение кристаллической макромолекулярной структуры, которое в некоторых случаях происходит вплоть до образования мономеров;

2) происходит усвоение остатков макромолекул биологическими организмами (бактерии, грибы и т. д.), которые разрушают вещество до воды, углекислого газа, метана (при анаэробном брожении).

Способность к биологическому разложению, прежде всего, обусловлена размером макромолекул: полимеры с большой молекулярной массой устойчивы к воздействию организмов. Чтобы ускорить разложение такого материала, необходимо добиваться снижения массы и размеров молекул с помощью термического и фотоокисления, механической деградации и т. д.

В течение одного года мы осуществляли ежедневный контроль и наблюдение за образцами (приложение б) и все происходящие изменения отмечали в таблице 1.

Таблица 1. Анализ характера влияния факторов окружающей на различные полимерные пленки в течении года

<b>Почва</b>			
Марка пакета	Внешний вид	Цвет	Запах
Биоразлагаемый пакет	Незначительные признаки разложения	Обесцветился	Нет
Крафтовый пакет	Незначительные признаки разложения	Потускнел	нет

Полиэтиленовый пакет	Без изменений	Стал более тусклым	нет
<b>Вода</b>			
Марка пакета	Внешний вид	Цвет	Запах
Биоразлагаемый пакет	Изменение размера	Обесцветился	Нет
Крафтовый пакет	Изменение размера	Посветлел	нет
Полиэтиленовый пакет	Без изменений	Без изменения	нет
<b>Воздух</b>			
Марка пакета	Внешний вид	Цвет	Запах
Биоразлагаемый пакет	Небольшое изменение размера	Обесцветился	нет
Крафтовый пакет	Небольшое изменение размера	Потускнел	нет
Полиэтиленовый пакет	Без изменений	Обесцветился	нет

Вывод:

- почвенная среда способствует разложению пакета, но для лучшего результата необходимо больше времени.

- вода не лучшая среда для разложения биопакета, но и нее самая худшая. Для разложения в воде необходим большой промежуток времени.

- воздушная среда не очень подходит для разложения пакетов, но следует учитывать факт погоды. Солнце способствовало изменению цвета и размера. В период бессолнечной погоды этот процесс замедлялся.

Анализируя полученные данные, и приняв три цвета за степень разложения, то сможем составить общую таблицу (таблица 2.) и определить более пригодную для разложения среду.

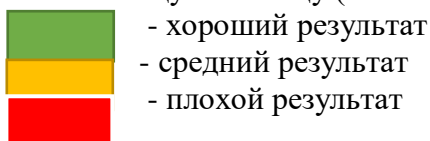


Таблица 2. Установление более пригодной среды для разложения

Среда разложения	Период разложения	Результат
Почва	12 месяцев	
Вода	12 месяцев	
Воздух	12 месяцев	

Исходя из полученных результатов наиболее высокой скоростью разлагаются биоразлагаемые пакеты. К сожалению, в России синтез полилактатов, являющиеся сырьем для биоразлагаемых пакетов, изучается недостаточно. Существуют научно-исследовательские институты, которые занимаются этой проблемой, но промышленного производства полимера молочной кислоты пока нет.

#### 2.4 Анализ зависимости скорости разложения полимеров от факторов окружающей среды

Проведенный ранее эксперимент показал, что разложению в большей степени подвергаются биоразлагаемые пакеты, на основе полилактида. Поэтому для дальнейшего исследования мы решили оставить пакеты только на основе данного полимера.

Учитывая тот факт, что полимолочная кислота обладает способностью к разложению под действием света, влаги и некоторых микроорганизмов. Как и все полимеры на основе гидроксикарбоновых кислот, она разлагается до воды и диоксида углерода.

Установить зависимость скорости разложения полимера от факторов окружающей среды можно на основании качественного определения оксида углерода (IV) за фиксируемое время эксперимента.

Для опыта мы взяли 3 образца биоразлагаемого пакета и поместили в те же среды, максимально приближенные к условиям природы (воздух, вода и почва). Собрали прибор (рисунок 1.)

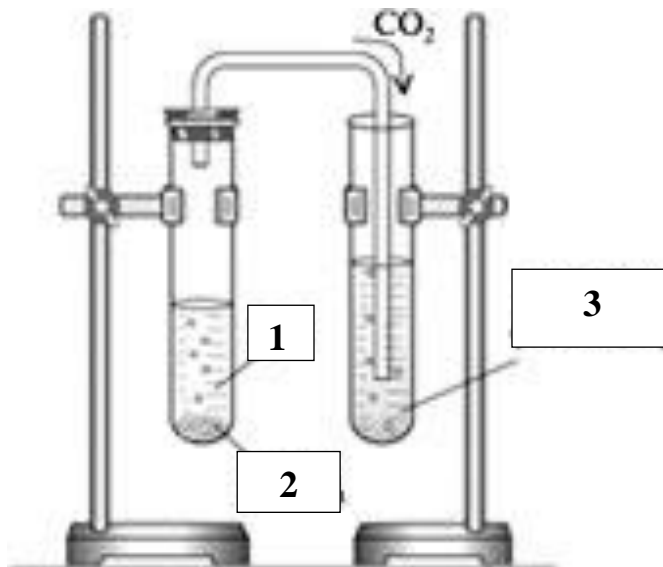


Рисунок 1. Прибор для демонстрации повышения концентрации углекислого газа по помутнению раствора известковой воды. 1-среда (вода/воздух/почва), 2- образец полимерной пленки, 3 - раствор известковой воды ( $\text{CaCO}_3$ )

По помутнению раствора известковой воды в пробирке отмечали повышение концентрации углекислого газа, а следовательно разложение полимера. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Изменение прозрачности раствора объясняется образованием нерастворимого карбоната кальция по уравнению:

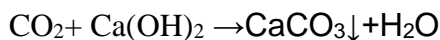


Таблица 3. Влияние факторов окружающей среды на повышение концентрации  $\text{CO}_2$  при разложении полимеров

	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
№1. Почва	-	-	Помутнение раствора	
№2 Вода	-	-	-	Помутнение раствора
№3. Воздух	-	-	-	-

1. Разложение полимера на воздухе. Концентрация углекислого газа не изменилась. Поэтому можно заключить, что полимолочная кислота не подвергается разложению на воздухе. (Конечно, на основании таких краткосрочных экспериментов нельзя делать подобные выводы, но они подтверждаются тем фактом, что полилактаты успешно используются для производства упаковок.)

2. Разложение полимера в воде. Было отмечено увеличение содержания углекислого газа в реакционном сосуде и уменьшение механической прочности образца полимолочной кислоты. Т. е., в воде полилактаты подвергаются разрушению.

4. Разложение полимера в почве. Результаты определения изменения содержания диоксида углерода в реакционном сосуде можно видеть в *таблице 3*. Произошло увеличение концентрации углекислого газа. Т. е., можно сделать вывод, что полимер молочной кислоты подвергается биологической деструкции в присутствии микроорганизмов.

Как мы можем видеть из полученных данных, первые признаки разложения полимеров отмечаются через 20 дней в пробирке №1, а значит в почве пакеты разлагаются за наиболее короткое время. В колбе №2, в которой находилась вода, первые признаки разложения были заметны лишь на 25 день, и не были такими значительными как в предыдущей колбе. К сожалению, в последней пробирке №3, где был воздух, мы так и не видели процесс разложения.

### **2.5 Рекомендации по утилизации пакетов**

Казалось бы, самым простым решением является банальное сжигание. Пакеты можно собрать в кучу, поджечь, и от них не останется и следа. Но, такая процедура очень вредна для окружающей среды, так как в атмосферу выделяется большое количество токсических веществ.

В связи с этим, возникает потребность в менее вредных способах утилизации полиэтилена. Одним из них является рециклинг.

Этот процесс включает в себя следующие стадии:

- сбор пакетов и упаковок, и отделение их от прочего бытового мусора;
- промывка в специальных промывочных машинах;
- измельчение в дробильных аппаратах;
- удаление излишков влаги в центрифужных аппаратах;
- повторное промывание;
- сушка и термическая обработка сырья.

После этого сырье «варят» до получения однородной массы, затем резко охлаждают. После этого состав подсушивают, и он отправляется на грануляцию. Происходит этот процесс в специальном аппарате, который называется экструдер. Под давлением температуры образовывается специальный состав, который продавливают через специальные отверстия. В конце процесса получают нити. Их режут на гранулы, используя специальные ножи. После этого полученные гранулы фасуют в мешки.

Необходимо придерживаться строгих правил и норм переработки, чтобы не загрязнять окружающую среду. Для этого существует большое количество нормативных документов и актов.

#### *Способы утилизации бумаги*

Вначале макулатура помещается в гидроразбиватели, где она распускается на волокна путем вращения в водной среде. Там же от нее отделяются посторонние включения. На выходе получается суспензия, содержащая волокнистую массу и неразбитые куски бумаги. После чего смесь очищают от примесей. Скрепки и прочие тяжелые частицы оседают в грязесборнике при вращении специального барабана, легкий мусор отсеивается через сито.

Бумагу сложного состава и картон дополнительно подвергают термомеханической обработке, призванной нейтрализовать воздействие частичек парафина, клея, воска и пр. Затем бумажная масса измельчается на мельнице (производится дороспуск), к ней применяются методы тонкой очистки. Кроме того, для удаления печатной краски производится обесцвечивание.

На основе проведенного исследования была составлена памятка по утилизации мусора. (Приложение 7).

Итак, проведение исследования позволило научиться планировать и проводить химические эксперименты и получать достоверные результаты. Результаты опытов обрабатывали методами математической статистики.

## Заключение:

В настоящее время основным сырьем для производства большинства полимеров и пластмасс является сырая нефть, запасов которой при современном уровне ее потребления хватит до 2050 г. С тем, что запасы нефти на нашей планете рано или поздно иссякнут, согласны все, спор идёт лишь о том, как скоро это произойдёт. Поэтому скачки вверх и падение цены на нефть и газ – это объективная реальность. Именно эта реальность побудила инженеров и конструкторов всего мира всерьёз взяться за разработку таких технических решений, которые позволили бы, если и не совсем вытеснить ископаемые энергоносители, то, по крайней мере, сократить их потребление за счёт всё более широкого использования возобновляемых энергоресурсов.

На производство таких изделий, как пластиковая плёнка для теплиц или, скажем, пластмассовые бутылки и пакеты, расходуется изрядная доля невозобновляемых запасов нефти. Мало того, поскольку эти изделия практически не поддаются биологическому разложению, они требуют дорогой и сложной утилизации, в противном случае они попросту засорят окружающую среду на много столетий вперёд.

В ходе проведённого исследования опытным путём было установлено, что скорость разложения полимеров непосредственно зависит от природы сырья полимера и воздействия факторов окружающей среды.

- ◆ Фактор окружающей среды, который способствует более быстрому разложению полимеров – почва, за счет наличия микроорганизмов.
- ◆ Из всех представленных образцов полимерных пленок, только биоразлагаемый и крафтовый пакеты подверглись разложению в различной степени. Полиэтиленовый пакет на протяжении всего эксперимента практически не изменился.
- ◆ С помощью несложного оборудования и простейшего набора реактивов можно отследить кинетику процесса разложения полилактата

Как результат нашей работы, была выпущена «Памятка по утилизации мусора».

В заключение можно отметить, что не все полимеры, применяемые в промышленности, медицине и повседневной жизни человека, требуют замены на биodeградируемые. Но в производстве упаковок будущее, вне всякого сомнения, за биоразлагаемыми полимерами.

### Список литературы:

1. «Химия и бизнес», 2007, 2, с. 56-59.
2. *Macromolecules* 2009, 42, №4, 1058 – 1066.
3. В. А. Фомин, С. П. Синеокий, ... «Разработка технологического процесса получения биоразлагаемых полимеров на основе молочной кислоты». (Журнал «Экология и промышленность России», май 2010.)
4. С. И. Шкуренко, Е. В. Монахова, ... «Биоразлагаемые полимеры на основе полимолочной кислоты». (Журнал «Экология и промышленность России», май 2010.)
5. О. И. Богданова, Н. Г. Седуш, ... «Полилактид – биоразлагаемый, биосовместимый полимер на основе растительного сырья». (Журнал «Экология и промышленность России», май 2010.)
6. ГОСТ 4328-77 «Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия.»

## Приложения

### Приложение № 1. Вопросы социального опроса

1. Знаете ли вы, что существуют биоразлагаемые полимеры?

А) Да Б) Нет В) Не знаю

2. Упаковочные пакеты из какого материала вы используете чаще всего?

А) бумажные Б) полиэтиленовые В) биоразлагаемые Г) тканевые

3. Как вы думаете, в каких факторах окружающей среды разложение будет проходить быстрее?

А) В воде Б) В почве В) В песке Г) В воздухе Д) В огне

4. Продукты разложения пакетов оказывают негативное влияние на экологию?

А) Да Б) Нет В) Не знаю

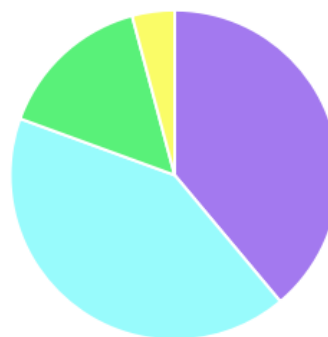
### Приложение № 2. Результаты социологического проса

№ 1. Знаете ли вы, что существуют биоразлагаемые полимеры?



■ Да ■ Нет ■ Не знаю

№ 2. Упаковочные пакеты из какого материала вы используете чаще всего?



■ бумажные ■ полиэтиленовые ■ биоразлагаемые ■ тканевые

№ 3. Как вы думаете, в какой среде разложение будет проходить быстрее?



■ В воде ■ В почве ■ В песке ■ В воздухе ■ В огне

№ 4. Продукты разложения пакетов оказывают негативное влияние на экологию?



■ Да ■ Нет ■ Не знаю

**Приложение № 3. Исследуемые факторы окружающей среды**



**Приложение 4. Исследуемые материалы – пакеты**



**Приложение 5 Процесс подготовки к исследованию**



**Приложение 6. Первый день эксперимента**





## Как производить меньше отходов и мусора



Необходимо соблюдать чистоту и порядок в общественных местах. Выбрасывать мусор только в урны!

Стараться меньше использовать одноразовую посуду, салфетки и полотенца.



Сдавать на утилизацию старую технику, энергосберегающие лампочки, батарейки.

Отдавать предпочтение стеклянной бутылке, а не пластиковой.



Ходить за покупками с сумкой, а не брать в магазине полиэтиленовые пакеты.



Делать меньше распечаток. Пользоваться электронными ресурсами.



Сортировать бытовые отходы для дальнейшей их переработки.

Часто мы даже не задумываемся о том, насколько велики масштабы мусорной проблемы, и о том, сколько отходов мы оставляем за собой в процессе жизнедеятельности. Конечно, главное правило: "Не мусорить!"