

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫХ УПАКОВОЧНЫХ ПЛЕНОК И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ИХ ЗАМЕНА

*Щиголев Владислав Дмитриевич – студент 4 курса колледжа многоуровневого профессионального образования Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации.*

*Научный руководитель – Кехарсаева Эльмира Романовна, к.х.н., доцент, преподаватель колледжа многоуровневого профессионального образования Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации.*

*Аннотация: разработан экспериментальный образец быстрорастворимого пищевого полимера, продукты разложения которого будут оказывать минимальное негативное влияние на окружающую среду. Также были проведены испытания разных свойств данного полимера и предложена практическое применение данных пленок.*

*Ключевые слова: биоразлагаемый полимер, утилизация отходов, защита окружающей среды, каррагинан, упаковочный материал, лабораторные испытания.*

В ходе проведения исследования была проведена сравнительная характеристика различных полимеров по следующим критериям: время биоразложения, способы утилизации, токсичность, которая представлена в таблице 1.

Таблица 1

### Сравнительная характеристика полимеров

Полимер	Время биоразложения	Способы утилизации	Токсичность
Поливинилхлорид (ПВХ)	от 500 лет	Сжигание, захоронение	Выделение хлорорганических веществ
Полистирол (ПС)	до 1000 лет	Сжигание, захоронение	Отсутствует
Полиэтилен	от 100 лет	Сжигание, захоронение	Выделение диоксидов и фуранов

Поликарбонат (ПК)	до 1000 лет	Сжигание, захоронение	Отсутствует
Целлофан	от 4-х лет	Сжигание, захоронение	Отсутствует
Полиуретан (ПУ)	от 500 лет	Сжигание, захоронение	Отсутствует
Полиамид (ПА)	от 500 лет	Сжигание, захоронение	Выбросы оксидов азота при производстве
Полиэтилентерефталат (ПЭТФ)	50-100 лет	Сжигание, захоронение	Отсутствует
Полипропилен (ПП)	от 100 лет	Вторичная переработка, сжигание, захоронение	Отсутствует
Бумага	от 1 месяца	Вторичная переработка, сжигание, захоронение	Отсутствует
Картон	от 2 месяцев	Вторичная переработка, сжигание, захоронение	Отсутствует

В связи с этим, решением проблемы скопления на полигонах и различных свалках упаковочных полимеров в нашей стране, а также в странах бывшего Советского Союза требует создание новых способов утилизации, кроме ранее использованных полигонов ТБО и мусоросжигательных заводов, а также необходимы исследования и реализации разработок по созданию новых биоразлагаемых материалов, не требующих огромных площадей, которые можно будет оставить где угодно, не боясь загрязнения окружающей среды.

В период 2020-2021 года был изготовлен экспериментальный образец биоразлагаемого пищевого полимера [1. С. 191-195], который предположительно будет оказывать минимальное негативное влияние на окружающую среду. Для оптимизации физико-химических свойств в период 2021-2022 года были проведены экспериментальные исследования для уточнения и улучшения свойств данного полимера.

Проведены исследования механических свойств, паропроницаемости литых пленок из крахмала/каррагинана, также были изучены реологические свойства смесей крахмал каррагинан при добавлении 0,5% глицерина в качестве пластификатора [2. С. 55-73].

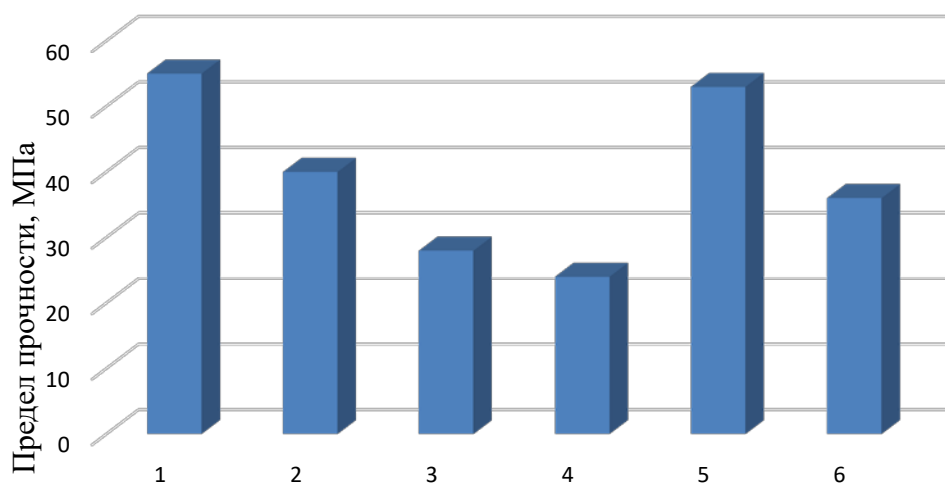
Результаты показывают:

- образцы ведут себя как неньютоновская псевдопластическая жидкость и подчиняются степенному закону соотношения;
- механические свойства и паропроницаемость литых пленок повышается с увеличением содержания каррагинана.

Также были проведены испытания данного полимера, на такие показатели как предел прочности, растяжимость, влияние концентрации каррагинана на вязкость, которые представлены в гистограммах (рис. 1, 2 и 3). Состав анализируемых полимеров представлены в таблице 2 [2. С. 87-91].

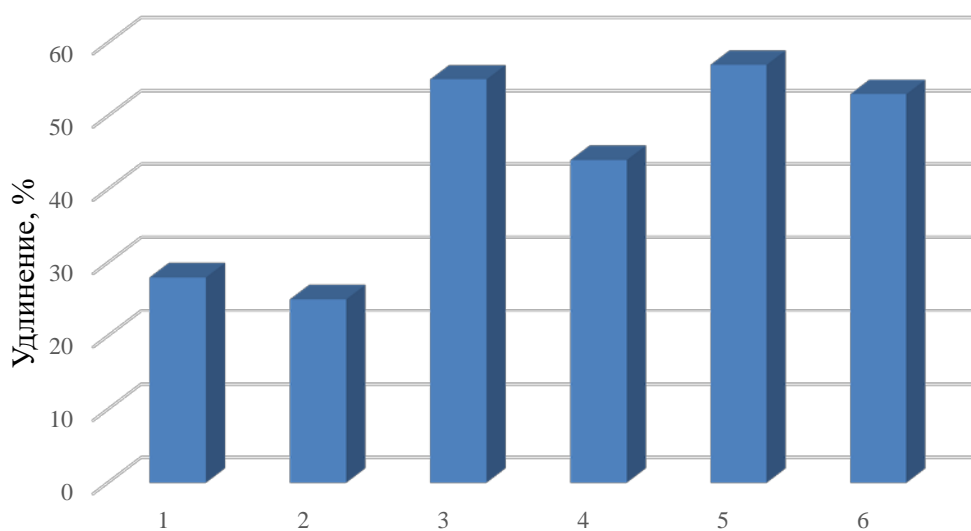
## Состав анализируемых полимеров

№ исследуемой полимера	1	2	3	4	5	6
Конц. крахмала(%)	0,75	0,75	1	1	1,25	1,25
Конц. каррагинана(%)	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5



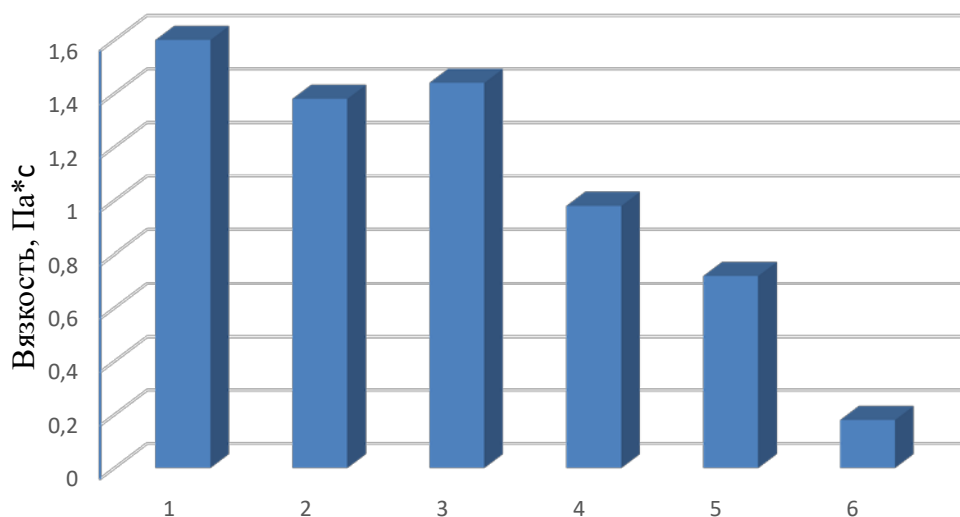
**Рис. 1.** Предел прочности пленок крахмала/каррагинана, %

В ходе исследования пределов прочнотчи данных полимеров можно сделать вывод, что наиболее прочными являются образцы 1 и 5.



**Рис. 2.** Растяжимость пленок крахмала/каррагинана, %

По результатам исследования можно сделать вывод, что образцы №3, № 5 и № 6 наиболее подвержены растяжимости, чем остальные.



**Рис. 3.** Влияние концентрации каррагинана на вязкость смесей

По итогам изучения вязкости данных полимеров наиболее вязкими являются образцы №1 и №3.

Для бытового потребления, по нашему мнению, наиболее подходящим является полимер с составом №3.

Были проведены лабораторные испытания в условиях, приближенных к международным туристическим тропам горы Эльбрус (антропогенные факторы: температура, влажность). Так как популярные места зачастую сопровождаются огромным количеством биологических отходов, в том числе состоящих из упаковочных полимерных материалов, мы можем сказать, что это проблема является наиболее значимой в мировом масштабе.

Как практическое применение данных пленок предлагается возможность:

- хранения сухих или сублимированных продуктов, не подвергающихся влажной обработке и не выделяющих воду/влагу в процессе хранения;
- создания индивидуально упакованных порционных пищевых сыпучих продуктов, с последующим быстрым разложением упаковочного материала (в том числе, в процессе приготовления);
- область применения данного полимера в качестве упаковки различных порционных твердых моющих средств, как водорастворимых, биоразлагаемых, не наносящих повреждений водопроводной системе и более органически-чистых в сравнение с представленными на рынке форм упаковки(полиарилат).

Преимуществами данного полимера являются:

- долгосрочность в сухой стабилизированной обстановке, что можно принять за нормальные условия;
- возможность бесосадной утилизации в бытовых нуждах, например, в общегородскую канализацию;
- выращивание ирландского мха для изготовления каррагинана-

гораздо менее затратное занятие, чем выращивание деревьев для производства бумаги;

– возможность замены мха на ламинарию (при этом содержание каррагинана меньше, но объём добычи выше в разы).

По предварительным данным, мы пришли к выводу, что использование упаковочного материала приведет к уменьшению количества неуплотненного и несортированного мусора, так как данный полимер будет разлагаться при естественном гниении во влажной среде в течение нескольких часов. Продуктами разложения данных пленок станут такие вещества, как глюкоза и её производные, а также глицерин, который является пищевой добавкой E422. Суммарное влияние данных веществ, окажет минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

### **Библиографический список:**

1. Abdou E.S. and Sorour M.A. Preparation and characterization of starch / carrageenan edible films – Giza, Egypt: Food Engineering and Packaging Department, Food Technology Research Institute, Agriculture Research Center International / E.S. Abdou and M.A. Sorour // Food Research Journal. – 2014 – 21(1). – С. 191-195.

2. Fabio Larotonda. Biodegradable films and coatings obtained from carrageenan from *Mastocarpus stellatus* and starch from *Quercus suber* / Fabio Larotonda – Porto: Departamento de Engenharia Química, 2007 – 281 с.

### **ENVIRONMENTAL PROBLEM OF RECYCLING AND DISPOSAL OF VARIOUS PACKAGING FILMS AND THEIR ALTERNATIVE**

**Vladislav Dmitrievich Shchigolev** – a 4th year student of the College of Multilevel Professional Education of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation. Russian Federation, Moscow.

**Scientific supervisor** – **Kekharsaeva Elmira Romanovna**, PhD in Chemical sciences, Associate Professor of the College of Multilevel Professional Education of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation. Russian Federation, Moscow.

**Abstract:** An experimental sample of a rapidly degradable food polymer has been developed. Its decomposition products will have a minimal negative impact on the environment.

**Keywords:** biodegradable polymer, waste disposal, environmental protection, carrageenan, packaging material, laboratory tests.