

Таблица 1. Схема ступенчатого прессования

| № | Образец                        | Удельное давление, МПа |    |    |
|---|--------------------------------|------------------------|----|----|
|   |                                | 1                      | 2  | 3  |
| 1 | ПТФЭ +<br>5 % MoS <sub>2</sub> | 500                    |    |    |
| 2 |                                | 15                     |    | 50 |
| 3 |                                | 10                     | 30 | 50 |

ется снизить скорость перед смыканием прессы. Оптимальная нагрузка прессования варьируется от 25 до 75 МПа в зависимости от сложности профиля изготавливаемого изделия. За базовое давление принимается 50 МПа [3].

Для определения влияния ступенчатого прессования на физико-механические свойства изделий были проведены исследования образцов, изготовленные при варьировании этого фактора по схеме, приведенной в таблице 1.

Ступенчатое прессование проводилось до достижения заданной нагрузки, с последующим увеличением давления. Выдержка при 50 МПа составляет 2 мин.

**Обсуждение результатов.** В таблице 2 представлены результаты исследования деформационно-прочностных свойств ПКМ.

### Список литературы

1. Люшкин Б. А. Дисперсно-наполненные полимерные композиты технического и медицинского назначения / Б. А. Люшкин [и др.]; отв. ред. А. В. Герасимов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. – 311 с.
2. Бузник В. М. Металлополимерные нанокompозиты (получение, свойства, применение) / В. М. Бузник, В. М. Фомин, А. П. Алхимов;

Таблица 2. Физико-механические свойства

| № | $\sigma_{pp}$ , МПа | $\varepsilon_{pp}$ , % | $\rho$ , г/см <sup>3</sup> |
|---|---------------------|------------------------|----------------------------|
| 1 | 22                  | 574                    | 2,24                       |
| 2 | 24                  | 456                    | 2,21                       |
| 3 | 24                  | 510                    | 2,21                       |

Примечание:  $\sigma_{pp}$  – прочность при разрыве,  $\varepsilon_{pp}$  – относительное удлинение при разрыве,  $\rho$  – плотность.

В образцах № 2 и № 3, полученных ступенчатым прессованием, наблюдается некоторое повышение прочности при разрыве на 10 % при одновременном снижении относительного удлинения при разрыве на 20 % по сравнению с образцом без ступенчатого прессования. Плотность первого образца выше, чем у образцов № 2 и № 3 на 1,5 %.

**Заключение.** Выяснено, что изменение параметров прессования, введение ступенчатого прессования в процесс переработки ПКМ, приводит к увеличению прочности на 10 %, некоторому снижению эластичности и плотности относительно образца, полученного при прессовании с постоянной величиной удельного давления.

под редакцией Н. З. Ляхов. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2005. – 260 с.

3. Рекомендации по применению фторопластовых композитов для уплотнительных устройств / О. А. Адрианова, А. В. Виноградов, Ю. В. Демидова [и др.]. – Якутск: изд. ЯФ СО АН СССР, 1988. – 56 с.

## ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

А. С. Троян

Научный руководитель – к.х.н., доцент А. А. Троян

МАОУ Средняя общеобразовательная школа № 50 г. Томск  
634012, г. Томск, ул. Усова, 68, aatroyan@tpu.ru

В последние годы темпы роста производства полимерных материалов неуклонно возрастают. Причем, наиболее быстро развивающимся сегодня является рынок полиэтилентерефталата (ПЭТ). Полиэтилентерефталат прекрасно подходит для изготовления различных пленок, упаковок и емкостей [1]. Увеличение спроса

на производство упаковки из ПЭТ приводит к образованию большого количества отходов использованной тары и упаковки после истечения срока эксплуатации [2].

Вторичный материал на основе ПЭТ достаточно легко поддается переработке. В настоящее

время разрабатываются различные технологии рециклинга ПЭТ-материалов.

Цель работы заключалась в том, чтобы создать информационный стенд, отражающий путь рециклинга отходов ПЭТ (пластиковой тары) с использованием наиболее перспективного способа переработки.

Для достижения поставленной цели были выполнены ряд задач:

1. Определен объем образования отходов упаковки ПЭТ в России.
2. Выбран наиболее подходящий способ переработки ПЭТ.
3. Определены основные этапы переработки упаковки ПЭТ.
4. Определены области использования вторичного материала.

Для изучения способов переработки ПЭТ-флексов изучали химический (гидролиз) и термомеханический способы. Щелочной гидролиз измельченных ПЭТ-флексов осуществляли в присутствии водного раствора NaOH (5–20 %). При выборе интервала концентрации раствора щелочи руководствовались выбором низких концентраций, так как нейтрализация остаточного количества NaOH в конечном итоге приведет к снижению потребления серной кислоты в конце реакции, и уменьшению стадий промывки ТФК для получения чистого продукта. В результате химического превращения продуктами гидролиза ПЭТ являются этиленгликоль и терефталевая кислота (ТФК). В качестве основных параметров для определения оптимальных условий использовали выход ТФК (%) и степень деградации ПЭТ (%). Оценить степень чистоты полученной ТФК можно с помощью ИК-спектроскопии, а чистоту – по температуре плавления. Температура плавления полученной ТФК составила 295–297 °С (температура плавления справочная – 300 °С).

Для получения регранулята термомеханическим способом осуществляли следующие стадии:

- измельчение ПЭТ-флексов;
- сушка измельченных ПЭТ-флексов (120 °С, 1,5 ч);

- экструзия (значения температур по зонам экструдера 230–250 °С, скорость вращения шнека – 60 об/мин;
- грануляция.

Получение гранул (для изготовления плиток) и нитки для 3Д-печати на основе ПЭТ-флексов осуществляли с использованием двухшнекового лабораторного экструдера Rondol и гранулятора. Оптимальными значениями температур по центральным зонам экструдера является диапазон 220–240 °С, скорость вращения шнека – 50–60 об/мин. Предварительно осуществляли измельчение отходов ПЭТ и сушку измельченных хлопьев, для того чтобы избежать гидролитической деструкции материала. В качестве наполнителей использовали фракцию золы ТЭЦ (20–40 мкм) и рубленое стекловолокно в количестве 5–20 %. Плитки получали путем прессования гранул под давлением.

В России сегодня есть предприятия, которые способны перерабатывать ПЭТ-бутылки, в основном это переработка в волокно, нетканые материалы и другие продукты [3].

Результаты проделанной работы показали, что термомеханический метод самый получения ПЭТ-гранулята является наиболее распространенным и экономичным методом переработки ПЭТ-флексов. Он включает технологическую цепочку таких последовательных операций как очищение, сушка, плавление и гомогенизация, экструдирование и грануляция. Данный способ можно отнести к крупнотоннажному способу. Тогда как химический способ позволяет сделать процесс производства ПЭТ по замкнутому циклу, но требует больших затрат на его проведение.

Таким образом, для создания информационного стенда был выбран термомеханический способ переработки ПЭТ-отходов, который позволяет получать гранулят для изготовления материалов для строительства (кровля, покрытия, плитка), ПЭТ-волокно, нитки, пленки.

Вторичный ПЭТ обладает многочисленными преимуществами, которые позволяют считать его удобным материалом для 3Д-печати. Изделия из ПЭТ прочны и устойчивы ко многим агрессивным средам.

## Список литературы

1. Алакаева З. Т. // *Современные проблемы науки и образования*, 2013. – № 3. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9279> (дата обращения: 28.02.2022).
2. Керницкий В. И. // *Полимерные материалы*, 2014. – № 8. – URL: <http://www.polymerbranch.com/magazine/magdocs/view/194.html/9279> (дата обращения: 28.02.2022).
3. *Российские инновации: роль ПЭТ-индустрии в повышении конкурентоспособности отечественной пищевой промышленности* // URL: <https://www.sibur.ru/upload/iblock/710/7107fa6622da1e1579d19507f6f015d0.pdf> (дата обращения: 28.02.2022).

## ЭФФЕКТ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО ВЕЩЕСТВА В ГИДРОГЕЛЯХ

С. А. Чередникова<sup>1</sup>Научные руководители – аспирант ТПУ Е. А. Хан<sup>2</sup>; PhD, доцент ТПУ А. Ди Мартино<sup>2</sup><sup>1</sup>МБОУ Лицей при ТПУ

634028, Томск, ул. Аркадия Иванова, 4

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

В наше время существует множество разнообразных лекарств, абсолютно по-разному влияющих на организм человека в целом, при этом большинство из них либо негативно влияют на окружающую среду, разлагаясь по тысяче лет, либо не успевают дойти до цели своего целевого воздействия, растворяясь в организме [1]. Это можно исправить, делая плёнки, которые будут покрывать эти формы лекарственных средств, усиливая и пролонгируя их свойства. Максимально эффективным вариантом будет делать их из биополимеров, т. к. они легко возобновляемы в живой природе, довольно доступны и биологически безопасны.

Целью работы было разработать лекарственную форму на основе целлюлозы и других биополимеров для пролонгированного действия лекарственного вещества.

Для начала мы приготовили саму плёнку в количестве двух штук из двух видов целлюлозы

и пары связующих компонентов (карбоксиметилцеллюлоза, гидроксиэтилцеллюлоза, поливинилпирролидон, глицерин, лимонная кислота и вода), затем ввели в них но-шпу, как препарат, высвобождение которого будем исследовать. После в одну из них добавили дополнительное покрытие Compact Cel, чтобы добиться большего эффекта длительного высвобождения.

Затем были проведен анализ релиза вещества с помощью УФ-спектростропа. С помощью анализа чистого дротаверина построили калибровочный график зависимости концентрации от оптической плотности, приведенный на рисунке 2.

Затем по полученному уравнению кривой, определили с какой концентрацией происходит выход дротаверина из гидрогелиевых пленок, путем измерения оптической плотности раствора. Данные приведены на рисунке 3.

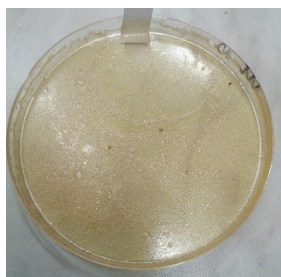


Рис. 1. Гидрогелиевая пленка, содержащая дротаверин (но-шпу)



Рис. 2. Калибровочный график