

вод, на станциях обезжелезивания – для повышения эффективности и скорости окисления ионов двухвалентного железа.

Таким образом было установлено, что на водозаборе г. Ханты-Мансийска ежедневно образуются сточные воды объемом 150 м<sup>3</sup>, содержащие осадок массой около 300 кг (в пересчете на сухое вещество), который является отходом производства и сбрасывается в окружающую среду. Результаты титриметрического анализа

показали, что данный осадок на 70% состоит из гидроксида железа (III) и может использоваться для получения водорастворимых солей трехвалентного железа. Из осадка, содержащегося в сточной воде водоканала г. Ханты-Мансийска, были получены опытные образцы водных растворов хлорида железа (III) и сульфата железа (III), которые могут использоваться в качестве коагулянтов для очистки сточных вод.

### Список литературы

1. Алевкин О.А. *Гидрохимия*. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 44 с.
2. Алексеев В.С. // *Сооружение и эксплуатация водозаборов подземных вод: Мат-лы семинара*. – М., 1991. – С.790–84.
3. Менча М.Н. // *Водоснабжение и санитарная техника*, 2006. – №7. – С.25–32.
4. Нестеренко Б.М., Гамарник В.Г., Вольская О.Н. // *Альманах-2004*. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2004. – С.268–270.

## ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

А.В. Орехова<sup>1</sup>, А.С. Алексеев<sup>1</sup>, Н.Ю. Ильина<sup>1</sup>, К.В. Лазарев<sup>2</sup>  
Научный руководитель – к.х.н., доцент Т.Н. Волгина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Муниципальное автономное образовательное учреждение  
СОШ №32 имени 19-й гвардейской стрелковой дивизии  
634050, Россия, г. Томск, ул. Пирогова 2

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, volgina\_t@mail.ru

В настоящее время в производстве полимеров существует ряд факторов, которые в будущем могут привести к снижению уровня их производства. Главными из них являются ограниченность запасов природного сырья на углеводородной основе, используемого для синтеза синтетических высокомолекулярных соединений, и значительное обострение экологических проблем из-за больших количеств накопленных запасов полимеров, которые, в большинстве стран мира, не перерабатываются и не утилизируются. Вследствие этого наблюдается тенденция к увеличению чистоты производства и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Всё больше внимания уделяется полимерным продуктам на основе материалов, которые быстро разлагаются в объектах окружающей среды до безопасных продуктов.

Среди большого многообразия биоразлагаемых полимеров наиболее перспективным в настоящее время является полилактид (ПЛА) – биосовместимый термопластичный биоразлагаемый алифатический полиэфир, мономером которого является молочная кислота. Полилак-

тид более 30 лет по праву считается мировым лидером на рынке упаковочных материалов и других потребительских товаров. Кроме биоразлагаемости, к явным достоинствам полилактида можно отнести и то, что его получают из кукурузы и сахарного тростника, то есть из полностью возобновляемых растительных ресурсов. В окружающей среде полилактид разлагается до молочной кислоты, поэтому считается, что материалы на его основе не наносят ущерб биосфере. В настоящее время, ПЛА является перспективным материалом, позволяющим решить проблему утилизации отходов на основе синтетических полимеров.

Следует отметить, что синтез биоразлагаемых полимеров – многостадийный и дорогостоящий процесс. При их производстве образуются некондиционные отходы полимеров, которые могут быть переработаны. Также необходимо поступать и с вышедшими из строя изделиями или изделиями с истекшим сроком годности. Данные полимерные материалы могут быть переработаны, например, термическим способом,

который позволяет из отходов получить исходное сырье для дальнейшего синтеза полимеров.

Поэтому цель данной работы заключалась в исследовании термокаталитического метода получения лактида (исходного мономера для производства биоразлагаемых полимеров) из отходов на основе полилактида.

Объектами исследования являлись изделия, полученные из ПЛА и его смесей с неорганическими и органическими красителями. Процесс термической деструкции проводили на лабораторной установке для вакуумной перегонки в течение 30–45 минут при температуре 200–250 °С и давлении 10 мбар в присутствии оксида цинка (в количестве 2% от массы полимерных отходов). Эффективность процесса оценивали, определяя выход лактида-сырца и чистого лактида, чистоту мономера – по температуре плавления.

Проведенные исследования показывают, что в условиях данного эксперимента образуется несколько видов продуктов с разной температурой кипения. Первыми появляются пары молочной кислоты, которая отгоняется при 100–110 °С, наибольшее количество приходится на мономер лактид, пары которого выделяются из реакционной массы при температуре 115–130 °С. После, температура в реакторе резко падает и процесс

**Таблица 1.** Результаты термокаталитической деструкции полилактида сырца ( $\beta_{л-с}$ ), лактида ( $\beta_{л}$ ) и чистоту лактида

Продукты реакции	Исходный образец ПЛА	
	с органическим красителем	с неорганическим красителем
Молочная кислота	6 % масс.	9 % масс.
Лактид-сырец	85 % масс.	83 % масс.
Олигомеры молочной кислоты	9 % масс.	8 % масс.

прекращается, однако в реакционной колбе остается некоторое количество обугленного осадка или иными словами – пек, в состав которого входят красители, катализатор и полилактид. Выход данных продуктов зависит от состава перерабатываемых отходов (табл. 1).

Экспериментальные данные говорят о том, что в среднем мы получаем порядка 85% важного для нас продукта – лактида. Но на данном этапе переработке он представляет собой технический продукт – лактид-сырец. В таком виде мономер не может быть использован в синтезе полимера, поэтому рекомендуем для повышения его чистоты и качества предварительно проводить очистку от примесей методом перекристаллизации.

## НАБОР «ЮНЫЙ ХИМИК» ИЗ ПОДРУЧНЫХ СРЕДСТВ

М.В. Паутова, М.А. Петрунина

Научный руководитель – учитель химии Т.А. Дубок

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
«Итатская средняя общеобразовательная школа» Томского района*

*634542, Россия, Томская область, Томский район, с. Томское, ул. Маяковского 2, tomschool@mail.ru*

Мы учимся в пятом классе, у нас нет еще предмета «Химия», но мы хотим проводить опыты и эксперименты уже сейчас.

*Проблема* состоит в том, что для проведения опытов нужны реактивы и оборудование. Поэтому мы решили создать свою лабораторию, свой набор «Юный химик».

*Объект исследования:* самодельная химическая лаборатория.

*Предмет исследования:* возможность создания химической лаборатории из подручных средств.

*Цель работы:* создать из подручных средств домашнюю химическую лабораторию для изучения свойств веществ.

*Задачи исследования:*

1. Изучить литературу о содержании химической лаборатории.
2. Подобрать из подручных средств оборудование для лаборатории.
3. Подобрать реактивы для лаборатории из имеющихся веществ в быту.
4. Составить инструкцию по безопасному обращению с веществами, содержащимися в лаборатории.
5. Составить инструкции для проведения опытов.

*Гипотеза исследования* связана с предположением о том, что мы сможем найти подручные материалы и вещества в быту для создания самодельной лаборатории, позволяющей проводить эксперимент по изучению свойств веществ.