

распугивание животных, нарушение путей их миграции; изменение гидрогеологического режима; изменение напряженного состояния пластов Земли и другие прямые и косвенные эффекты.

Анализ экологических свойств материалов позволяет сформировать систему показателей их экологической оценки. Работа в этом направлении является актуальной задачей, позволяющей реализовать процесс экологической сертификации продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Кричевский Г.Е. Опасность и безопасность изделий из текстиля. – М.: Текстильная промышленность, 2006.

2 Киселев А.М. Экологические аспекты отделки текстильных материалов. – Текстильная химия, 2002.

УДК 502.3

А. В. Лихачева, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г.Минск)

### **ПЕРЕРАБОТКА АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ**

В настоящее время фольга широко используется в качестве изоляционного и конструкционного материала, а также для упаковки пищевых продуктов. Наиболее распространенной в использовании, является алюминиевая фольга. Она представляет собой плоский алюминиевый прокат толщиной до 0,2 мм, может иметь разную ширину, которая определяется ее назначением.

По данным американской алюминиевой ассоциации более чем четвертая часть мирового производства алюминия идет на производство упаковки (контейнеры, банки, крышки, колпачки, фольга бытового назначения, ламинаты на основе фольги), а в некоторых странах со слабо развитыми машиностроительными отраслями хозяйства и индустрией стройматериалов, доля производимых из алюминия упаковочных средств достигает 75 %. В 2011 г. производство первичного алюминия составило 46 млн. т.

Сегодня алюминиевая фольга используется едва ли не во всех областях упаковочной промышленности, являясь материалом, подходящим практически для любых пищевых продуктов, напитков, косметики, медицинских препаратов. Основными свойствами алюминиевой фольги, выделяющими ее из ряда других упаковочных материалов, являются: герметичность, коррозионная стойкость, теплоустойчивость, гибкость, стойкость к низким температурам, декоративные возможности, физическая безопасность, электропроводимость, совместимость с продуктами питания и медикаментами, пригодность к переработке для вторичного использования.

Наибольший эффект использования алюминиевой фольги в качестве гибкой упаковки достигается в сочетании с другими пленочными или лакокрасочными материалами. В этом случае упаковка представляет собой многослойный композиционный материал, обладающий комплексом свойств, присущих каждому составляющему слою материала, что в значительной степени повышает эксплуатационные свойства упаковки и придает фольге новые потребительские свойства.

Многослойные композиционные материалы по сочетанию слоев подразделяют на: двухслойные (Ф/Б - фольга, кашированная бумагой, или др. материалом); трехслойные (ПЭ/Ф/ПЭ - фольга, с двух сторон соединенная с полиэтиленовой пленкой или с др. материалами); четырехслойные материалы (ПЭТ/ПЭ/Ф/ПЭ - полиэтилентерефталатная пленка - полиэтиленовая пленка - фольга - полиэтиленовая пленка). Порядок чередования слоев, т. е. структура композиционного упаковочного материала, определяется его функциональным назначением. Внешний слой (субстрат) осуществляет защиту от внешнего воздействия, а также служит основой для нанесения красочной печати, внутренний слой обеспечивает герметизацию упаковки, средний или внешний слой - барьерные свойства.

Сегодня упаковка используется не только для сохранения продукции, но и играет роль средства продвижения товара на рынок, является элементом рекламы. При таких требованиях фольга является наиболее подходящим материалом, который повышает привлекательность и маркетинговые возможности продукции.

Отходы упаковки образуются мгновенно, как только потребляется продукт. Наряду с отходами домашнего хозяйства отходы упаковки образуются во всех сферах производства и обслуживания, а также на отдыхе.

Из отходов упаковки можно извлечь и вторично использовать такие материалы как бумага, пластмасса, фольга. Однако, разделить компоненты, входящие в состав упаковки не всегда представляется возможным. Связано это, как правило, со специфическими свойствами материала, используемого в качестве упаковки. В соответствии с классификацией упаковочных материалов, содержащих алюминиевую фольгу, образуются следующие отходы:

1) фольги кашированной:

а) бумагой (упаковка из-под шоколада, конфет, жевательной резинки, сигарет);

б) пергаментом (упаковка из-под масла, маргарина, сырков, мороженого);

2) фольги, кашированной с полимерным покрытием (упаковка для сока, молока, кефира, полуфабрикатов);

3) фольги с полимерным покрытием (упаковка для соуса, майонеза, джема, специй, сырков);

4) фольги гладкой (упаковка из-под шоколада, сыра, фольга для выпечки);

5) фольги с тиснением (крышки из-под йогуртов, сметаны, десертов, бутылок).

Прежде, чем приступать в переработке алюминиевой фольги, содержащейся в отходах, ее необходимо из отходов извлечь. На основании изучения научно-технической литературы было установлено, что на практике это направление деятельности не реализовано.

Для определения содержания алюминия отходы промывали от остатков продуктов, высушивали, взвешивали на аналитических весах и измельчали до размеров 1 x 1,5 мм.

В работе извлечение фольги из отходов осуществляли двумя способами: термической обработкой отходов и расслоением отходов.

Расслоение отходов упаковки представляет собой многостадийный процесс, который состоит из простых операций, доступных для практической реализации на любом промышленном объекте. Однако этот процесс материалоемкий и продолжительный во времени. Способ включал следующие стадии: очистка отходов от оставшихся продуктов; размачивание отходов в воде; очистка фольги от краски; промывка фольги от растворителя; высушивание фольги.

По результатам проведенных нами исследований можно сделать вывод, что не из всех видов отходов можно данным способом извлечь алюминий. Лучшие результаты получены при обработке фольги с тиснением (содержание алюминия 72 % по массе). Снятие краски с данных видов отходов не вызвало никаких затруднений. А фольга с полимерным покрытием даже при десятидневном отстаивании, перемешивании и нагревании не поддается расслоению.

Способ термической обработки отходов более простой, он заключается в обжиге фольгированных отходов. При температуре 600 °С в течение 15 мин. часть органической составляющей отходов разлагается и выделяется в газовую фазу, а часть превращается в твердый остаток. После выдерживания отходов в печи при данных условиях в тигле остается чистая алюминиевая фольга.

Результаты термической обработки отходов показали, что содержание фольги в отходах разных видов колеблется от десятых долей до 99,2 %. По результатам исследований наибольшее содержание алюминия в отходах гладкой фольги - 99,2 % от массы отходов; в отходах кашированной фольги - 10-30 %, а в отходах фольги с полимерным покрытием, металлического алюминия было получено так мало, что его было невозможно отделить от пепла.

Различное содержание алюминия в отходах упаковки зависит от толщины фольги (0,006–2 мм) и каширующего материала (бумага, картон) содержащихся в упаковке.

Метод расслоения отходов для извлечения металлического алюминия оказался менее эффективным и более затратным по сравнению с методом термической обработки отходов. Алюминиевая фольга, полученная после термической обработки, практически подготовлена к переработке любым известным на данный момент способом.

УДК 628.316.6 + 639.331.5

В. Н. Марцуль, доц., канд. техн. наук; О. А. Самстыко, ассист.;

В. П. Капорилов, ст. преп.; А. М. Головач, ассист.;

Н. С. Черкес, ассист., магистр техн. наук (БГТУ, Минск);

Л. П. Пилиневич (БГУИР, Минск)

### **ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД**

На сегодняшний день, среди довольно большого числа предлагаемых безреагентных физических методов очистки сточных вод от органических соединений, фотокаталитический метод привлекает все большее внимание. Сущность этого метода заключается в использовании фотокатализатора на основе диоксида титана и обработке его ультрафиолетовым излучением.

Диоксид титана, обладая высокой фотохимической активностью, способен поглощать энергию УФ-излучения с длиной волны 370–380 нм. В мягких условиях в присутствии воды на поверхности диоксида титана образуются два вида соединений: активные радикалы  $[\text{OH}\cdot]$  и ионы кислорода  $[\text{O}^2\cdot]$ , которые активно окисляют органические вещества до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  [1]. Это свойство диоксида титана дает возможность использовать его при разработке технологий и оборудования для очистки воды от органических веществ, таких как углеводороды, спирты, эфиры, фенолы, альдегиды, кислоты и др.

УФ-технологии имеют следующие преимущества:

– не требуют введения химических реагентов;

– не приводят к вторичному загрязнению;

– отсутствует необходимость создания складов токсичных реагентов;

– оборудование компактно, требует минимальных площадей, его внедрение возможно в действующие технологические процессы очистных сооружений без их остановки, с минимальными объемами строительно-монтажных работ.