

страны из полученного медного порошка. Применение этого порошка для производства целесообразно, т.к. себестоимость его на порядок ниже, а по эксплуатационным свойствам он практически не уступает стандартному электролитическому.

#### Список использованных источников

1. Ковчур, А. С. Разработка процесса получения медного порошка из отходов гальванического производства и изделий на его основе : автореф. дис. ... канд. тех. наук / А. С. Ковчур. – Минск, 1997. – 16 с.
2. Васильев, И. Д. Новая технология извлечения металлической меди из жидких промышленных отходов и её вторичного использования в производстве / И. Д. Васильев, А. С. Ковчур, А. А. Трутнёв // Современные энергоресурсосберегающие технологии в машиностроении и лёгкой промышленности : сб. науч. трудов, ВГТУ, Витебск, 1998. – С. 11-13.
3. Васильев, И. Д. Оптимизация процесса осаждения медного порошка из отходов гальванического производства / И. Д. Васильев, А. С. Ковчур, А. А. Трутнёв // Современные энергоресурсосберегающие технологии в машиностроении и лёгкой промышленности : сб. науч. трудов, ВГТУ, Витебск, 1998. – С. 47-50.

#### SUMMARY

The investigation of galvanic waste containing copper composition were carried on and the technology for its extraction was worked out. The research physicochemical, mechanical and technological properties of copper powder was done.

Matching of the obtained dust with high-quality electrolytic demonstrates shortage of the common content of copper approximately on 1,5 % and two-triple exceeding on oxygen content. However the carried out researches have allowed to use the obtained copper powder for production of electrotechnical product, and its cost is much less, than that of standard electrolytic one.

УДК 621.798.1

### ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ПЛЕНКА ДЛЯ УПАКОВКИ ШТУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*В.В. Копытков*

К середине XX в. упаковка выдвинулась в число приоритетных отраслей экономики индустриально развитых стран. Состояние упаковочной отрасли и потребительские свойства упаковок для промышленных товаров в значительной мере характеризуют культуру товарного производства и торговли. В последние десятилетия интенсивно растет потребность в гибкой полимерной упаковке, которая имеет ряд технико-экономических и эстетических достоинств [1].

Пленочная полимерная упаковка имеет предельно короткий жизненный цикл и после завершения назначенного применения переходит в разряд отходов, требующих утилизации. В результате интенсивного наращивания объемов тароупаковочного производства в конце XX - начале XXI в. в угрожающем для экологии масштабе возросло количество отходов бытового потребления. Внимание к защите окружающей среды от засорения отходами полимерной упаковки стало фундаментальной долговременной тенденцией упаковочной индустрии [2].

В начале XXI века актуальным направлением снижения остроты проблемы, возникшей при утилизации отходов полимерной упаковки, являлось компостирование (способ обезвреживания отходов с помощью компостов – органических удобрений) и изготовление упаковки из биоразлагаемых и



биоразрушаемых полимерных композитов. Последние чаще всего представляют собой полимерные связующие, наполненные органическими веществами, которые являются питательной средой для бактерий, грибов, дрожжей и др. Такие пластики ускоренно разрушаются под воздействием микроорганизмов и факторов окружающей среды [3,4].

Проведенные ранее эксперименты [5] показали, что при попадании упаковки в почвенный слой, прочность при разрыве, как основной показатель её биоразложения, после упрочнения, длящегося несколько месяцев, экспоненциально снижается вследствие обрастания микроорганизмами, утилизации ими частиц наполнителей и биодеструкции макромолекул [6]. В принципе, за промежуток времени, исчисляемый десятилетиями, биоразрушаемая пленка должна деградировать полностью, превратиться в воду и углекислый газ [5].

В последнее время наметилась тенденция изготовления многослойной упаковки из водорастворимых полимеров [7, 8]. Такая упаковка позволяет пленки в почвенном слое за счет наличия влаги быстро растворяться, а сами водорастворимые полимеры, являясь экологически безопасными, способны удерживать влагу, тем самым, улучшая в засушливых районах водно-воздушный баланс почвы. Изучению водорастворимых полимеров посвящена не одна монография [9, 10]. Но в связи с тем, что физико-механические свойства водорастворимых пленок во многом зависят от времени их выдержки после налива соответствующих растворов на инертные подложки, температуры и влажности окружающей среды, то целью работы являлся сравнительный анализ свойств различных водорастворимых полимеров и их смесей в одинаковых условиях с целью определения оптимального состава для экологически безопасной упаковки.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовали поливиниловый спирт (ПВС), натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ), полиакриламид-гель (ПАА) и крахмал картофельный.

Реологические свойства водных растворов изучали с помощью вискозиметра Cap 2000+ в системе цилиндров "конус-плита".

Для измерения концентрации ионов водорода использовали рН-метр рН-150М. Измерения проводили согласно ГОСТ 8.134-98, погрешность измерений составляла  $\pm 0,2$  рН.

Для изучения пленки получали методом налива на полиэтиленовую (инертную) подложку, адгезия к которой минимальна. Время от момента налива водных растворов на инертную подложку до проведения испытаний – 3 суток. Температура окружающей среды  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , влажность –  $83 \pm 2\%$ .

Поверхность пленок исследовали с помощью оптического микроскопа Intel P1ay.

Изучение структуры пленок проводили методом ИК спектроскопии на спектрофотометре «Nicolet 2400». Оптическую плотность характеризовали интенсивностью поглощения D, определенной методом базовой линии. В качестве характеристических полос использовали полосу  $3350\text{ см}^{-1}$ , которую можно отнести к внутримолекулярным водородным связям, и полосы  $3405$  и  $3305\text{ см}^{-1}$ , относящиеся к межмолекулярным водородным связям [11].

Полученные результаты обрабатывали методами математической статистики с надежностью 0,95. Повторность опытов – трехкратная.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для исследований были приготовлены водные растворы ПАА и NaКМЦ, их смеси, а также водные растворы ПВС, отличающиеся между собой концентрациями второго матричного полимера и наполнителя (таблица 1).

Вследствие химического строения и особенности процесса получения водные растворы ПАА и ПВС имеют слабокислую реакцию, а водный раствор NaКМЦ – щелочную, что оказывает заметное влияние на их свойства (таблица 1).



Таблица – Исследуемые водные растворы и их свойства

Соотношение ингредиентов, масс.ч.	pH	Динам. вязкость Па·с (при градиенте сдвига $133 \text{ с}^{-1}$ )	Прочность при разрыве, МПа
100H <sub>2</sub> O+10ПВС+5крахмал	6,13	341	40
100H <sub>2</sub> O+10ПВС+5NaКМЦ	7,05	2075	60
100H <sub>2</sub> O+10ПВС+1,5 ЖС	6,33	80	15
100H <sub>2</sub> O+10ПВС+5 ПАА	6,76	150	23
100H <sub>2</sub> O+10ПВС	6,30	487	44
100H <sub>2</sub> O+5NaКМЦ	9,60	170	30
100H <sub>2</sub> O+5ПАА	6,50	65	20
100H <sub>2</sub> O+5ПАА+5NaКМЦ	8,48	190	35

Проведенные реологические исследования позволили установить, что вязкость всех растворов с увеличением скорости сдвига монотонно уменьшается. При этом все составы обладают высокой текучестью, за исключением состава на основе смеси ПВС и NaКМЦ. Уже спустя полчаса с момента добавления NaКМЦ в порошкообразной форме в водный раствор ПВС и его набухания состав приобретает гелеобразные свойства, а его реологическая кривая хотя и имеет такую же зависимость, но значения почти на порядок выше (рис. 1).

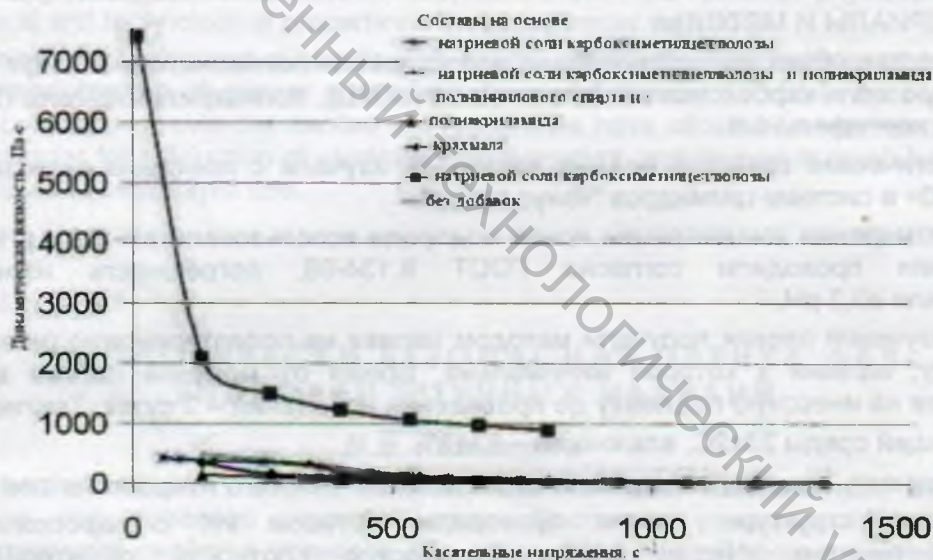


Рисунок 1 – Зависимость динамической вязкости исследуемых составов от приложенных касательных напряжений

Анализ ИК-спектров пленок (рис.2), полученных из выбранных растворов, свидетельствуют об увеличении количества меж- и внутримолекулярных водородных связей при введении в водные растворы полимеров второго матричного полимера. Наибольшее количество меж- и внутримолекулярных водородных связей наблюдается в пленках, полученных на основе ПВС+NaКМЦ. На наш взгляд, это связано с тем, что именно в таком составе суммарно наблюдается наибольшее количество ионов гидроксила и атомов кислорода.



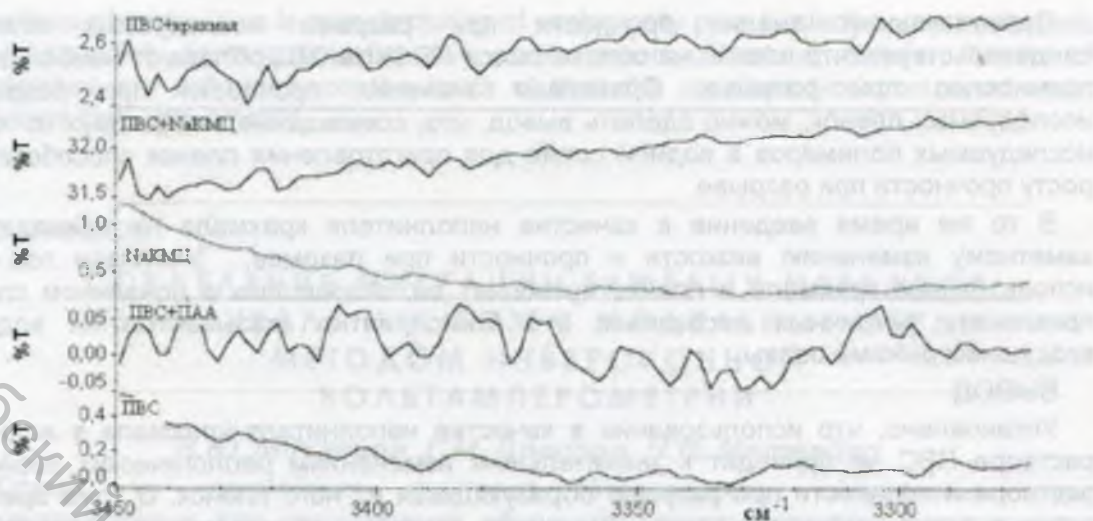


Рисунок 2 – ИК спектры исследуемых пленок

Сравнительный анализ морфологии поверхностей пленок из ПВХ, NaKMC и их смеси свидетельствует об образовании в водном растворе смеси ПВХ+NaKMC небольшого количества глобулярных структур, хотя сами пленки имеют фибриллярную структуру (рис. 3). Так как NaKMC является жесткоцепным полимером, то образование глобулярных структур в смеси ПВХ+NaKMC может свидетельствовать о больших значениях сил электростатического отталкивания между макромолекулами.

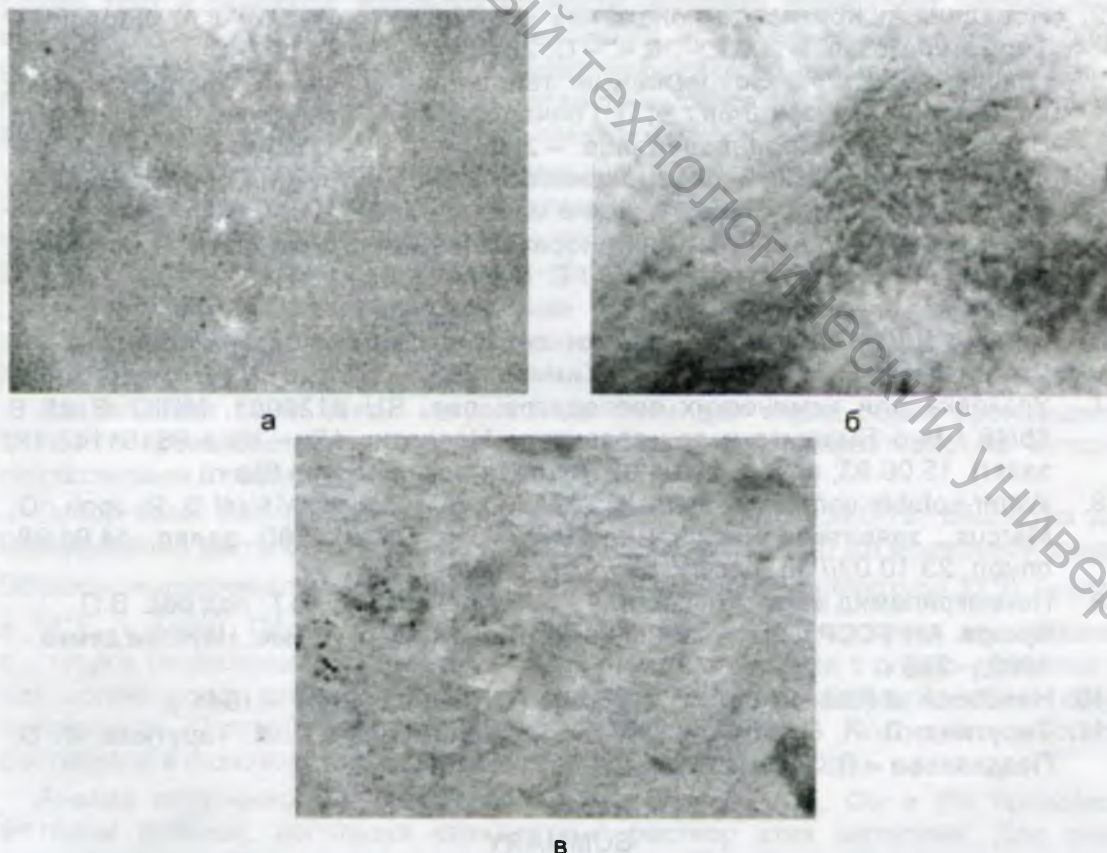


Рисунок 3 – Структура пленок, полученных из водных растворов на основе (×60)  
 а – NaKMC; б – ПВХ; в – смеси NaKMC и ПВХ (NaKMC: ПВХ = 1:2)



Сравнительный анализ прочности при разрыве исследуемых пленок свидетельствует, что пленки на основе смеси ПВС+NaКМЦ обладают наибольшей прочностью при разрыве. Сравнивая значения прочности при разрыве исследуемых пленок, можно сделать вывод, что, совмещение любых двух из трех исследуемых полимеров в водной среде для приготовления пленок способствует росту прочности при разрыве.

В то же время введение в качестве наполнителя крахмала не приводит к заметному изменению вязкости и прочности при разрыве. Учитывая то, что использование крахмала в пленке позволяет ей, оказавшись в почвенном слое, привлекать различных насекомых, это благоприятно сказывается на водно-воздушном режиме почвы.

#### ВЫВОД

Установлено, что использование в качестве наполнителя крахмала в водном растворе ПВС не приводит к значительным изменениям реологических свойств раствора и прочности при разрыве образующихся из него пленок. В тоже время, попав в почвенный слой, такая композиция способна одновременно удерживать влагу и привлекать насекомых, улучшая тем самым водно-воздушный режим.

В случае необходимости использования упаковочного материала на основе экологически безопасных водорастворимых полимеров с повышенной прочностью при разрыве целесообразно получать такой материал на основе водного раствора смеси ПВС и NaКМЦ.

Полученные результаты защищены поданными заявками на изобретения.

#### Список использованных источников

1. Смиренный, И. Тенденции упаковочной индустрии / И. Смиренный // Тара и упаковка. – 2001. – № 1. – С. 4–7.
2. Порядин, А. Кризисное положение с отходами упаковки / А. Порядин // Тара и упаковка. – 2001. – № 4. – С. 28–32.
3. Гончарова, Е. П. Современные тенденции создания биоразлагаемых полимерных материалов / Е. П. Гончарова, О. А. Ермолович, Л. С. Пинчук, В. Е. Сыцко // Материаловедение. – 2006. – № 9. – С. 37–44.
4. Гумаргалиева, К. З. Биосовместимость и биодеструкция полиолефинов / К. З. Гумаргалиева // Пластические массы. – 2001. – № 9. – С. 39–43.
5. Гончарова, Е. П. Репелентная биоразрушаемая пленка для упаковывания текстильных и меховых изделий / Е. П. Гончарова // МТИ. – 2009. – № 2. – С. 51–54.
6. Пинчук, Л. С. Полимерные пленки, содержащие ингибиторы коррозии / Л. С. Пинчук, А. С. Неверов. – М.: Химия, 1993. – 176 с.
7. Упаковка для химических препаратов: пат. RU 2129081, МПК7 В 65 В 65/46 / Руо Ямашита и др.; заявитель Новартис АГ. – № а 96101147/13; заявл. 15.06.93; опубл. 20.04.99 // электронный ресурс fips.ru.
8. Water-soluble containers Pat. UK 2374580, МПК7 В 65 D65/46 / D. P. Jonh.; G. Marcus.; заявитель Reckitt Benckiser. – № GB2374580; заявл. 14.01.98; опубл. 23.10.02 // эл. ресурс <http://v3.espacenet.com>
9. Полиакриламид в животноводстве / Ф. Г. Фабурляк [и др.]; под ред. В.П. Кухаря. АН УССР, Инст-т химии высокомолек. соед. – Киев: Наукова думка, 1990. – 255 с.
10. Handbook of Fiber Chemistry / 3 Edition CRS Press 2007. - 1044 p.
11. Тарутина, Л. И. Спектральный анализ полимеров / Л. И. Тарутина, Ф. О. Позднякова – Л.: Химия, 1986

#### SUMMARY

Development of package industry is accompanied by continuous growth of household wastes, that became one of global problems of a modern society. One of actual



directions of its decision is manufacturing of ecologically pure biodecomposed polymeric packing, which decompose after use under action of natural factors. Results of researches are submitted, on the basis of their the repellent biodecomposed water solutions films was created.

УДК 543.253

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИГРАЦИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ КОЖ В МОДЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

*Н.Ю. Мухасева, Г.М. Власова, Н.П. Матвейко*

Одним из важнейших факторов безопасности натуральных кож, предназначенных для изготовления обуви, является химическая безопасность, суть которой в отсутствии недопустимого риска, который может быть нанесен токсичными веществами жизни, здоровью и имуществу потребителей.

Токсичные вещества, если они присутствуют в обувном материале, могут мигрировать из него во внутриобувное пространство, а затем в организм человека. Накапливаясь в организме, в течение периода сезонной носки, тяжёлые металлы могут привести к хроническим заболеваниям [1].

Важно отметить, что миграция тяжелых металлов нормируется для жидких сред. Во внутриобувное пространство, соприкасающееся непосредственно со стопой человека, может проникать вода в результате промокания обуви, вследствие этого тяжёлые металлы из обувной кожи способны проникать в организм человека. Кроме того в процессе жизнедеятельности человека происходит непрерывное выделение пота. Как показывают исследования, все части обуви, за исключением союзки, не выводят пот из обуви, а накапливают его во время носки. Выведение пота возможно естественной сушкой, когда обувь снята со стопы [2]. Очевидно, что возможна миграция тяжелых металлов также и в пот.

Миграция тяжелых металлов в модельные среды нормируется СанПиН 2.4.7.-2005 «Гигиенические требования безопасности к детской одежде и обуви». Для жидкой модельной среды миграция химических веществ не должна превышать: для Cu – 50 мг/дм<sup>3</sup>, Pb – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>, Cd – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Цель работы – определение миграции тяжелых металлов из натуральных кож для верха обуви в модельные среды (воду и пот) методом инверсионной вольтамперометрии.

Для анализа были взяты натуральные кожи для верха обуви производства Минского производственного кожевенного объединения, характеристика которых представлены в таблице 1.

Отбор проб был произведен в соответствии с ГОСТ 938.0-75. Вещества для исследования взяты в следующей пропорции: 1гр кожи на 10 мл модельной среды. Образцы выдерживали в модельных средах 24 часа при температуре 37°C (в поте) и 18°C (в воде). После этого образцы извлекали и осуществляли выпаривание растворов (модельных сред) до получения влажного остатка с целью удаления из них органических веществ. Затем остаток растворяли в бидистилляте и снова выпаривали. Последнюю операцию проводили три раза. После этого остаток растворяли в фоновом электролите (0,1 М муравьиной кислоты).

Анализ полученного раствора на содержание Zn, Cd, Cu и Pb проводили методом добавок, используя стандартный раствор этих металлов. Для этого регистрировали три серии вольтамперограмм. При этом были использованы следующие основные параметры методики измерений: 1) УФ-подготовка – 20 с; 2) потенциал накопления – -1,500 В; 3) время накопления – 30 с; 4) потенциал