

Известны данные о способности накапливать кадмий льном до 4,7 мг/кг [6] на почвах с загрязненными соединениями кадмия. Способны накапливать кадмий до уровня ПДК также соя, подсолнечник и мягкие сорта пшеницы [12, 14].

В данное время агропроизводители, в основном канадские и американские, инициируют вопрос о внесении изменений в нормы ЕС повышающие ПДК кадмия с 0,1 до 0,3 – 0,5 мг/кг в семенах льна. Они аргументируют это природной способностью льна к накоплению кадмия.

Для снижения аккумуляции кадмия используют внесение цинковых удобрений [15].

Отметим также, что при анализе методом ААС производится определение суммарного количества кадмия и не производится его дифференциация по степени биологической активности в растительном сырье и доступности организму человека.

Таким образом, плоды облепихи крушиновидной на определенных нами территориях Алтайского края за период с 2005 по 2011 г. соответствуют показателям безопасности по содержанию тяжелых металлов. Что же касается семян льна, то необходимо провести дополнительные исследования по оценке накопления тяжелых металлов в зависимости от сорта льна, а также вида и нормы внесения минеральных удобрений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Наука, 1991. 150 с.
2. Барков, Л.В. Содержание тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственного назначения Кемеровской области / Л.В. Барков, О.И. Просяникова // Вестник Российской Академии Естественных наук (Западно-Сибирское отделение), вып. 6. - Кемерово, 2004. - С. 80-83.
3. Покровская С.Ф. Регулирование поведения свинца и кадмия в системе почва – растение. М.: Наука, 1995. 51 с.
4. Baker A.J.M. Accumulators and excluders strategies in the response of plants to heavy metals // J. Plant Nutr. 1981. V. 3, N 1/4. P. 643–654.

5. Antosiewicz D.M. Adaptation of plants to an environment polluted with heavy metals // Acta Soc. Bot. Pol. 1992. V. 61. P. 281–299.

6. Syc M., Behavior of Heavy Metals in Steam Fluidized Bed Gasification of Contaminated Biomass/ M. Syc, M. Pohorely, M. Jeremias, M. Vosecky, P. Kamenikova, S. Skoblia, K. Svoboda, M. Puncocchar // Energy and Fuels. 2011. V.25 N5, P. 2284–2291.

7. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. Введ. 01.01.1996. М.: Изд-во стандартов, 1995. 16 с.

8. ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-адсорбционный метод определения токсичных элементов». Введ. 01.01.1998. М.: Изд-во стандартов, 1997. 13 с.

9. Евразийская экономическая комиссия. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Утверждены Решением Комиссии таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299. Для семени льна глава II раздел 1п 7.4, для плодов облепихи сухих глава II раздел 1 п 6.1.[электронный ресурс] // tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2\_299.aspx.

10. Grant C.A. Influence of Phosphate Fertilizer on Cadmium in Agricultural Soils and Crops // Pedologist. 2011, P.143-155.

11. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. 1989 г. 448 с.

12. Li, Yin-Ming Screening for low grain cadmium phenotypes in sunflower, durum wheat and flax/ Yin-Ming Li, R.L. Chaney, A.A. Schneiter, J.F. Miller, E.M. Elias, J.J. Hammond // Euphytica 1997. V.94. P. 23–30.

13. [Cunnane, S.C.](#) High  $\alpha$ -linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans /S.C. [Cunnane](#), S. [Ganguli](#), C. [Menard](#), A.C. [Liede](#), M.J. [Hamadeh](#), Z.Y. [Chen](#), T.M. [Wolever](#), D.J. [Jenkins](#) // Br. J. Nutr. 1993. V.69. P. 443-53.

14. Grant C.A., Selection and breeding of plant cultivars to minimize cadmium accumulation /C.A. Grant, J.M. Clarke S. Duguid, R.L. Chaney // Science of the Total Environment. 2008. V. 390. P. 301 – 310.

15. Rojas-Cifuentes, G.A. Zinc fertilization effects on seed cadmium accumulation in oilseed and grain crops grown on North Dakota soils / G.A. Rojas-Cifuentes, B.L. Johnson, M.T. Berti, W.A. Norvell // Chilean Journal of Agricultural Research. 2012. V.72. N1. P.117-124.

УДК 546.3:664.85(0.45)

## РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ФЛЕКСОГРАФИИ

Ю.С. Лазуткина, О.М. Горелова, М.А. Компанец

*В работе представлены результаты изучения процесса флексографии. Рассмотрены виды флексографической печати, применяемые растворители, способы регенерации отра*  
**ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1 2013**

## ЭКОЛОГИЯ

*ботанных растворителей. Изучены основные физико-химические свойства индивидуальных компонентов растворителя и его бинарных составляющих.*

*Ключевые слова: флексография, ректификация, сольвент*

Флексография - это способ высокой прямой ротационной печати с эластичных рельефных печатных форм, которые могут крепиться на формных цилиндрах различных размеров. В качестве материала для изготовления форм используются гибкая резина, фотополимеры и другие материалы. С помощью валика или растриванного цилиндра, взаимодействующего с ракелем, они покрываются жидкой или пастообразной быстровысыхающей печатной краской и переносят ее на запечатываемый материал любого вида, включая и непьющие материалы.

В настоящее время данный способ применяется в печати на картонных коробках, на гофрированном картоне, при запечатывании гибких полимерных упаковок и даже в газетном производстве. Это связано, прежде всего, с экономичностью самого процесса, с возможностью получения многокрасочной продукции высокого качества, невысокий выход макулатуры, невысокие инвестиции и многое другое.

Разнообразие ассортимента современных жидких красок для флексографии и глубокой печати ставит нелегкую задачу их выбора. В основном применяются спирто-, водоразбавляемые или УФ-отверждаемые краски.

Краски на основе растворителей и водоразбавляемые краски на 40–60% состоят из соответствующих органических растворителей или воды. К прочим составляющим относятся связующие (15–25%), красящие вещества (10–15%) и добавки (5%). Краска УФ-отверждения не содержит растворителей и состоит из четырех компонентов: связующее (55–80%), красящее вещество (10–20%), фотоинициаторы (5–15%) и добавки (5–10%).

Наиболее распространенными растворителями являются спирты (этанол, изопропанол), производные гликолей (этоксипропанол, метоксипропилацетат), кетоны (ацетон, метилэтилкетон), углеводороды (бензин, циклогексан) и эфиры (этилацетат, изопропилацетат). Водоразбавляемые краски наряду с водой часто содержат незначительное количество (до 5%) спирта (этанол или изопропанол).

Краски на основе растворителей содержат наибольшее количество разнообразных типов связующего: природные смолы (шеллак), модифицированные природные смолы

(нитроцеллюлоза, канифоли, алкидные смолы) и искусственные смолы (полиамиды, сополимеры винила, полиэфиры, полиуретан, кетоновые смолы).

В качестве связующего материала для водоразбавляемых красок применяют главным образом кислые смолы (акрилаты, полиакрилаты, в редких случаях малеинаты либо уретан) или водные дисперсии кислых смол. Кислые смолы нерастворимы в воде, поэтому их необходимо переводить в водоразбавляемую форму с помощью омыления в аммиаке или аминах. Водные дисперсии после нанесения краски высыхают значительно быстрее смол, однако растворенные в воде смолы лучше работают в процессе печати, поскольку вновь размягчаются свежей краской.

Утилизация непригодных к дальнейшему использованию остатков растворителей и смывок может осуществляться с помощью установок регенерации, если уровень содержания растворителей достаточен для процесса дистилляции. В иных случаях остатки красок и дистиллятов утилизируются как специальные отходы.

Непригодные к дальнейшему использованию УФ-краски уничтожаются термическим способом в специальных установках сжигания.

Утилизация водоразбавляемых красок и смывок в этом отношении гораздо сложнее и связана с более высокими затратами. Широко распространенная физико-химическая технология утилизации основана на том, что сначала растворенные остатки красок осаждаются путем введения солей металлов при определенном значении pH и отфильтровываются. Затем осажденный продукт утилизируют как специальные отходы, а фильтрат и соответствующим образом проверенная вода отводятся в канализацию.

Энергозатраты на сушку водоразбавляемых красок в процессе печати из-за низкой летучести воды неизмеримо выше, чем у спирторастворимых или УФ-красок.

В производстве красок на основе растворителей и водоразбавляемых красок нередко используется натуральное или модифицированное растительное сырье, что значительно повышает их экологичность, в то время как с УФ-красками это практически невозможно.

Еще одним источником негативного воздействия на окружающую среду при флексографической печати являются высокотоксичные отходы органических растворителей, используемых в подготовке флексоформ. Для этих целей используют сольвент нефтяной, нейлозольв, уайтспирит, толуол и другие продукты.

При изготовлении печатных форм на установках серий LF, LC, SERENA флексографическую фотополимерную пластину обрабатывают сольвентом. Образуются отходы, представляющие собой густую жидкость – раствор резины в сольвенте.

Данный отход может подвергаться термической деструкции с целью его обезвреживания. Однако переработка жидких отходов флексографии целесообразна ввиду возврата растворителя в производственный цикл и необходима для исключения попадания экотоксикантов в окружающую среду. Таким образом, регенерация растворителей будет решать вопросы ресурсосбережения и экологии.

Основным направлением исследований в области приготовления печатных форм является использование водовываемых пластин. Тем не менее, в типографиях на сегодняшний день сольвент является самым популярным реагентом.

Целью нашей работы является разработка ресурсосберегающих технологий рекуперации растворителей, входящих в состав красок и выделение сольвента из отхода производства флексографии – растворов вымывания флексопластин. Это позволит уменьшить расход растворителя, тем самым приведет к получению дополнительной экономической прибыли.

На российских предприятиях полиграфии регенерация отработанных растворителей практически не производится. Полученные отходы подвергаются термической деструкции и наносят ущерб окружающей среде.

Современные процессы химической технологии позволяют эффективно решать задачу регенерации растворителей. К ним относят методы адсорбции, абсорбции, экстракции, дистилляции и ректификации.

Одним из основных способов разделения многокомпонентных жидких смесей является ректификация, отвечающая специфике рассматриваемой отрасли промышленности. Однако этот процесс является очень энергоемким. При увеличении количества компонентов в смесях возрастает и число вариантов их разделения, отличающихся энергозатратами, а проблема разработки наиболее

экономичной, энергоэффективной технологии становится крайне актуальной.

Известна универсальная установка [1] для разделения ректификацией смеси органических растворителей. На ней можно производить выделение ацетона, изопропилового спирта, бензола, толуола, *n* – бутанола, изобутанола, этилацетата, *n* – бутилацетата и циклогексана из их смеси.

Установка конструктивно состоит из куба и насадочной ректификационной колонны периодического действия, которая составлена из четырех царг одинаковой высоты, герметично соединенных между собой, диаметром от 0,07 до 0,08 высоты колонны, при высоте последней от 3800 мм до 4200мм.

А. Ю. Соколов, В. Ю. Аристович, Ю. В. Аристович в работе [2] предлагают способ очистки органических жидкостей, который заключается в проведении процесса ректификации в присутствии химически активных веществ – реагента окислительного и/или основного характера. В качестве реагента окислительного характера используют, например, пероксид водорода, марганцовокислый калий, пербораты, персульфаты, также используют воздух с кислородом или озоном. В качестве реагента основного характера применяют гидроксид, карбонат, бикарбонат калия или натрия, аммиак. Разработанный способ обеспечивает повышение степени очистки (до 97%) от примесей, ухудшающих качество продукта, таких как серосодержащие, карбонилсодержащие и непредельные соединения.

В качестве объекта исследований нами были выбраны:

- отработанный сольвент, образующийся в типографии, расположенной в г. Барнауле;
- смесь углеводородов, полученная при сорбционном улавливании компонентов растворителей из выбросов вытяжной вентиляции.

На первом этапе исследований были изучены основные физико-химические свойства индивидуальных компонентов смеси, а также ее бинарных составляющих.

Сольвент представляет собой смесь ароматических углеводородов, таких как ксилол, толуол, триметилбензол, этилтолуол, бензол, псевдокумол и др.

Компоненты растворителей, уловленных из выбросов относятся к разным классам органических соединений: спирты, эфиры, кетоны, ароматические углеводороды. Соответственно своим функциональным группам они различаются по полярности и физико – хими-

ческим свойствам (плотность, температуре кипения и т.д.). Основные физико-химические свойства индивидуальных составляющих сольвента и наиболее часто используемы в флексографии растворителей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства чистых веществ

Вещества	Плотность, г/см <sup>3</sup>	T <sub>кип</sub> , °С	T <sub>пл</sub> , °С
Толуол	0,8669	110,6	- 95,0
Этилацетат	0,9020	77,0	- 84,0
Этанол	0,7893	78,4	- 114,3
Этилцеллозольв	0,9310	135,6	- 70,0
Ацетон	0,7899	56,1	- 95,0
Бутилацетат	0,8800	126,0	- 74,0
Бензол	0,8786	80,1	5,5

В литературе [3] также найдены данные по равновесию жидкость пар в бинарных системах:

- этанол – бензол;
- бутанол – толуол
- этанол-ацетон;
- этилацетат-этанол;
- ацетон-бензол;
- этилацетат-толуол;
- этанол-толуол.

Анализ данных показал, что ряд бинарных систем образуют азеотропные смеси, и разделение их обычными методами ректификации невозможно.

Таким образом, необходимо рассмотреть специальные методы ректификации, в частности азеотропная ректификация с использованием полярных растворителей.

Регенерация сольвента также может быть проведена с помощью процесса экстракции неполярным экстрагентом – пентаном и полярным растворителем – диметилформамидом. Экстракт и рафинат в дальнейшем будут ректифицироваться с получением сольвента и регенерированных экстрагентов [4].

При разработке способов регенерации растворителей в флексографии нами будут рассмотрены и экспериментально изучены различные методы химической технологии. Выбор технологии будет основываться на ее экологических показателях и технико-экономическом обосновании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Пат. 2264840 РФ, МПК<sup>7</sup> В01D3/00, С07С9/00, С07С11/00, С07С13/00, С07С15/00, С07С49/00. Универсальная установка для очистки ректификацией растворителей, Вендело А.Г., Трохин В.Е., опубл. 27.11.2005.
- 2) Пат. 2104731 РФ, МПК<sup>7</sup> В01D3/14. Способ очистки органических жидкостей. Соколов А.Ю., Аристович В.Ю., Аристович Ю.В., опубл. 20.02.1998.
- 3) Справочник Равновесие жидкость – пар, Г. С. Людмирская, Т.А. Барсукова, А.М. Богомольный 1987г.
- 4) Патент на изобретение №: 2185416 Способ одновременного получения экологически чистого дизельного топлива и ароматического растворителя /Сомов В.Е., Гайле А.А., Залищевский Г.Д., Семенов Л.В., Варшавский О.М., Ерженков А.С., Колдобская Л.Л., Кайфаджан Е.А., опубл. 20.07.2002.

УДК 546.3:664.85(0.45)

## СТРУКТУРНЫЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОРБЦИИ ГАЗОВ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫМ СОРБЕНТОМ

О.В.Кибальникова

*Методом газовой хроматографии исследована сорбция газообразного пиридина нанокпозиционным сорбентом, представляющим собой электрохимически активную гетерограницу. Образующиеся в результате сорбции ионные пары A<sup>-</sup>H<sup>+</sup> (H<sup>+</sup> - карбкатион; A<sup>-</sup> - карбанион) исследованы методом Монте-Карло и методом пересекающихся парабол.. Образование ион-проводящих структур связывается с каталитическим процессом, протекающим по механизму Ленгмюра-Хиншельвуда. Дискретный характер специфически адсорбированных ионов на внутренней плоскости Гельмгольца объясняется эффектом Есина-Маркова.*

*Ключевые слова: нанокпозиционный сорбент; гетерограница, ионные пары, метод Монте-Карло; механизм Ленгмюра-Хиншельвуда; плоскость Гельмгольца; эффект Есина-Маркова.*