

5. Никашина В. А., Гембицкий П. А., Кац Э. М., Бокша Л.Ф.// Изв. АН, Сер. хим., 1994, 1550-1953. [Russ. Chem. Bull., 1994, **43**, 1462 (Engl. Transl.)].
6. Никашина В.А., Кац Э.М., Гембицкий П.А. // Изв. АН, Сер. хим., 1994, 1554-1956.[Russ. Chem. Bull., 1994, **43**, 1466 (Engl. Transl.)].
7. E.M.Kats, V.A.Nikashina, // 2<sup>nd</sup> Inter. Congress « Water: Ecology and Technology» , Eswatech-96, Moscow, 17-21 Sept. 1996, 155-156.
8. Гембицкий П.А., Жук Д.С., Каргин В.А.// Полиэтиленмин , Наука, Москва, 1971, 202 с.
9. Унифицированные методы анализа вод, Химия, Москва, 1971, с.149.
10. Фритц Дж. Г, Поланд К.// Ионная хроматография, Мир, Москва, 1984, 221 с.
11. Шарло А. // Методы аналитической химии, Химия, Москва, 1965, 546 с.

## **ИОНИТНО-ЭКСТРАКЦИОННЫЙ СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ. ОПИСАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ**

**Парбузина Л.Р., Ферапонтов Н.Б., Горшков В.И., Трбов Х.Т., Струсовская Н.Л.,  
Гавлина О.Т., Гагарин А.Н.**

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Различие в сорбируемости веществ ионитами уже несколько десятков лет используют для выделения малых нейтральных молекул, а также для разделения сильных и слабых электролитов. Это – метод ион-эксклюзионной хроматографии [1-4].

В промышленности нашел применение простой метод разделения, который называют способом отстающего электролита (ion-retardation) [5]. Он основан на том, что вода элюирует электролиты после их абсорбции на так называемых замедляющих ионитах, которые являются аналогичными амфотерным полиэлектролитам "змея в клетке" (Snake-Cage), полученным химической модификацией обычных ионитов. Разделительный эффект достигается благодаря гетерогенной структуре образовавшегося ионита, содержащего противоположно заряженные полярные группы. Позже было показано, что подобный эффект может быть достигнут и при применении традиционных ионитов [6].

Идея безреагентного разделения электролитов постепенно находит применение в промышленности. В частности, в Канаде в бумажной промышленности и в Германии в металлургической работают установки для выделения кислот из растворов солей (серной кислоты из анодных ванн, азотной и соляной кислот из травильных растворов производства нержавеющей стали), выделения сульфатов никеля и меди, сульфатов меди и железа и т. д. из серной кислоты, разделения солей (выделение хлорида натрия из растворов с сульфатом и карбонатом натрия).

Полученные авторами результаты позволили на основании разработанного теоретического описания фазы раствора сшитого полиэлектролита (РСПЭ) установить причину разделительного эффекта, возникающего в результате контакта раствора с ионитом. Он основан на различиях в сорбируемости низкомолекулярных электролитов в фазе РСПЭ, что находит свое отражение в разных численных значениях констант распределения НМЭ ( $K_p$ ) между фазами раствора низкомолекулярного электролита (РНМЭ) и РСПЭ. Если раствор, содержащий два низкомолекулярных электролита (НМЭ) с общим ионом (АХ и АУ) привести в равновесие с раствором СПЭ (ионитом) в RA-форме, то соотношение электролитов в фазе РСПЭ будет отличаться от соотношения

концентраций в фазе РНМЭ. Если контактирующие фазы разделить, что нетрудно сделать, принимая во внимание практически нулевую текучесть СПЭ, и затем промыть ионит водой, то соотношение электролитов АХ и АУ в фильтрате будет отличаться от их соотношения в исходном растворе. На этом принципе и основано разделение НМЭ в описываемом способе. Как следует из вышесказанного, процесс разделения не сопровождается ионным обменом между раствором НМЭ и СПЭ, поэтому в таком способе разделения отсутствует стадия регенерации ионита. Кроме того, десорбция электролитов осуществляется водой, что еще более упрощает и удешевляет процесс. Для умножения однократного разделительного эффекта процесс удобно проводить в колоннах, заполненных гранулированным СПЭ. В этом случае можно добиться полного разделения компонентов смеси.

Авторами показано, что концентрации электролитов АХ и АУ в очищенных растворах зависят как от суммарной концентрации исходной смеси, так и от доли в ней каждого из компонентов и обычно больше их концентраций в исходной смеси. После вытеснения раствора АУ ионит находится в равновесии с водой (так же, как и в начале опыта), и разделительный цикл может быть повторен. Из сказанного выше следует, что для разделения смеси двух электролитов требуется только объем воды, необходимый для получения раствора АУ. Так как концентрация очищенного АУ всегда выше его концентрации в исходной смеси, этот объем всегда меньше объема разделенной смеси.

Объяснение причины возникновения разделительного эффекта позволило целенаправленно искать и создавать сорбенты с максимальным разделительным эффектом для конкретных систем. В частности, был предложен сорбент, позволяющий нацело разделять поливалентные кислоты и их соли.

На основании разработанной авторами теории растворов сшитых полиэлектролитов, предложен метод расчета производительности способа разделения электролитов. Для проведения расчета нужны численные значения констант распределения воды и разделяемых НМЭ, паспортные данные ионита, его количество и размеры колонны, в которой будет проводиться разделение. Разработанный метод расчета производительности процесса позволяет получить количества и объемы всех компонентов на каждой стадии разделительного процесса и зная скорость пропускания раствора, рассчитывать время проведения каждой операции.

Авторами экспериментально изучено разделение около 100 систем. Все опыты подтверждают высокую эффективность разработанного способа разделения, причем эффективность разделения возрастает с ростом суммарной концентрации разделяемой смеси. Предложенный метод позволяет разделять смеси с любым соотношением компонентов.

Подробное описание ионитно-экстракционного способа и примеры разделения электролитов представлены в [7-13].

Работа выполнена при поддержке гранта ВНИИ –00-15-97346.

### Литература

1. Wheaton R.M., Bauman W.C. Ion exclusion. A unit operation utilizing ion exchange materials.// *Ind. Eng. Chem.* – 1953. – V.45, №2. – P.228-236.
2. Бауман В.С., Уитон Р.М., Симпсон Д.В. Разделение ионизированных и неионизированных веществ.// В сб.: Ионнообменная технология./ Пер. с англ. – М.: Metallurg-издат. – 1959. – С.182-201.
3. Haddad P.R., Jackson P.E. Ion-chromatography principles and applications.// *J. Chromatogr. Library. Elsevier: Amsterdam-Oxford-New-York-Tokyo.* – 1990. – V.46. – P.195-222.
4. Шпигун О.А., Золотов Ю.А. Ионная хроматография и ее применение в анализе вод. – М.: Изд. МГУ, 1990. – 199 с.

5. Hatch M.J., Dillon J.A., Smith H.B. Preparation and use of snake-cage polyelectrolytes.// *Ind. and Chem.* – 1957. – V.49, №11. – P.1812-1819.
6. Hatch M.J., Dillon J.A. Acid retardation. A simple physical method for separation of strong acids from their salts.// *I&EC Process Design and Development.* - 1963. – V.2, №4. – P. 253-263.
7. Патент РФ № 2056899, МКИ С 1 В 01 D 15/04. Способ разделения растворов электролитов с одноименными ионами./ Ферапонтов Н.Б., Горшков В.И., Трбов Х.Т., Парбузина Л.Р.// *Приор.* 20.07.93. – Оpubл. 27. 03. 96 г. Бюл. изобр. № 9.
8. Трбов Х.Т., Ферапонтов Н.Б., Горшков В.И., Парбузина Л.Р. Экспериментальное изучение сорбции электролитов катионитами КУ-2.// *Деп. ВИНТИ.* - № 3119, В-93. - 21.12.1993.
9. Парбузина Л.Р., Трбов Х.Т., Ферапонтов Н.Б., Горшков В.И., Гавлина О.Т. Экспериментальное изучение сорбции электролитов анионитами АВ-17x8 и АРА с различной сшивкой.// *Деп. ВИНТИ.* - № 2512-В94. - 4.11.1994.
10. Ferapontov N.B., Trobov H.T., Gorshkov V.I., Parbuzina L.R., Strusovskaya N.L., Gavlina O.T. Reagentless separation of electrolyte mixtures using ion exchange resins.// *In: Progress in Ion Exchange. Advances and Applications./ Ed. A. Dyer, M.J.Hadson and P.A.Williams.* - UK, Wrexham: The Royal Society of Chemistry. Special Publ. - 1997. - № 196. - P.96-103.
11. Ферапонтов Н.Б., Горшков В.И., Трбов Х.Т., Парбузина Л.Р., Гавлина О.Т., Струсовская Н.Л. Безреагентное разделение электролитов на ионитах.// *Журн. физ. химии.* - 1996. - Т.70, №5. - С.904-907.
12. Горшков В.И., Иванов В.А., Ферапонтов Н.Б. Новые идеи в ионообменной технологии.// *Химическая пром.* - 1997. - № 6. - С.420-431.
13. Ферапонтов Н.Б., Горшков В.И., Парбузина Л.Р., Гавлина О.Т., Струсовская Н.Л., Трбов Х.Т. Ионитно – экстракционный способ разделения электролитов. Теория и эксперимент.// *В сб.: Теория и практика сорбционных процессов./Под ред. Г.А.Чикина.* – Воронеж: Изд. ВГУ. – 1998. – Вып.23. – С.10-24.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧИЩЕННОГО ЛИЗИНА В КАЧЕСТВЕ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Пашенко Л.П.\*, Тареева И.М.\*, Пашенко Л.Ю.\*, Стрыгин В.В.\*, Кулинцов П.И.,  
Бобринская Г.А., Аристов И.В., Бобрешова О.В.

\*Воронежская государственная технологическая академия  
Воронежский государственный университет

Здоровье каждого человека и нации в целом в значительной мере определяется рационом питания. Современное отношение к питанию - это итог многовековых наблюдений, констатаций, исследований, анализа, обобщений, в совокупности породивших осмысленную научную теорию питания. Продукты питания – важнейший источник жизненной энергии человека, основа становления и поддержания его физического состояния, один из важнейших факторов его интеллектуальной деятельности.

Современные представления о процессах ассимиляции пищи получили выражение в концепции сбалансированного питания, разработанной академиком АМН СССР А.А.Покровским. Согласно данной концепции условием нормальной жизнедеятельности является снабжение организма адекватными количествами энергии и