

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО "ЗНАНИЕ"

Научно-методический совет по пропаганде химических
знаний

Московский ордена Ленина химико-технологический
институт им. Д.И. Менделеева

А.Б.ДАВАНКОВ, профессор

**ИОНООБМЕННЫЕ СМОЛЫ
В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Издательство "Знание"

Москва - 1968

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО "ЗНАНИЕ"

**Научно-методический совет по пропаганде химических
знаний**

**Московский ордена Ленина химико-технологический
институт им. Д.И. Менделеева**

А.Б.ДАВАНКОВ, профессор

**ИОНООБМЕННЫЕ СМОЛЫ
В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Издательство "Знание"
Москва - 1969**

Одним из замечательных достижений современной химии является синтез ионообменных смол или ионитов.

Синтетические ионообменные смолы представляют собой твердые гелеобразные /аморфные/ вещества кислого или основного /щелочного/ характера, не растворимые в воде и в органических растворителях. Они обладают достаточной устойчивостью к действию кислот, щелочей и окислителей, а некоторые из них – к температурному воздействию.

Физические свойства ионообменных смол – твердость, нерастворимость, набухаемость, отсутствие способности плавиться при нагревании – результат высокого молекулярного веса и сетчатого строения молекул этих соединений. В числе прочих важных свойств необходимо отметить также мелкопористую /капиллярную/ структуру ионитов с сильноразвитой внутренней поверхностью, образованной порами.

Химическая активность ионитов объясняется присутствием в "скелете" смолы специальных химических групп кислого или щелочного характера. С их помощью иониты способны вступать в химические реакции с другими веществами подобно тому, как это наблюдается при взаимодействии между собой веществ, находящихся в растворе.

Следует заметить, что, вступая в реакцию с растворенными в воде веществами или с другими растворителями, сами иониты при этом не растворяются, а только набухают.

Поэтому ионообменные смолы или иониты можно рассматривать, как особую группу нерастворимых высокомолекулярных электролитов, то есть высокомолекулярных кислот или оснований /щелочей/. Первые называются – катионитами, а вторые – анионитами.

Иониты предназначены главным образом для извлечения из растворов составных частей солей, кислот и оснований /ионов/.

По внешнему виду иониты представляют собой зерна белого, светло-желтого, коричневого или черного цвета, неправильной или правильной сферической (шарообразной) формы.

Зерна ионитов сферической формы имеют существенные преимущества перед зернами неправильной формы с острыми и ребристыми краями. Это преимущество выражается в более компактном размещении шарообразных частиц смолы в поглотительных колоннах, равномерном распределении жидкости, подаваемой в колонну, минимальном гидродинамическом сопротивлении и большей устойчивости сферических зерен смолы при эксплуатации.

В отдельных случаях /электродиализ/ иониты могут иметь форму пленок или мембран, стержней и т.д.

Синтетические ионообменные смолы, как и большинство высокомолекулярных веществ (полимеров), получаются в результате реакции полимеризации или конденсации простейших, то есть низкомолекулярных веществ, например, фенолсульфокислот, мочевины, меламина и других соединений с формальдегидом. Иониты могут быть получены также соответствующей химической обработкой готовых феноло-формальдегидных или полистирольных смол.

Впервые синтетические ионообменные смолы были получены в 1935 году. Однако широкое распространение в промышленности они получили только после второй мировой войны.

В Германии ионообменные смолы называют "вофатитами", а в США - "амберлитами".

В Советском Союзе создано более 40 марок отечественных ионообменных смол. Многие из них выпускаются в производственных масштабах. Из ионитов наибольшее распространение получили сильнокислотные катиониты КУ-1, КУ-2, КУ-5, СДВ-3, а также сульфоугли и слабокислотные катиониты КБ-2, КБ-4, СГ-1 и др.

Из слабощелочных - ЭЛЭ-10П, АН-2Ф, Н-О, ММГ-1, а из сильнощелочных - АВ-17, АВ-18, СДП и другие.

Кроме твердых ионитов, известны также жидкие ионообменные материалы.

Для практической оценки качества ионообменных смол и их поведения в процессах ионного обмена очень важно знать химическое строение и свойства испытуемых смол. Однако изучение химического строения многих ионитов (в силу их высокого молекулярного веса и нерастворимости) представляет большие трудности.

Значение ионообменных смол настолько велико, что трудно перечислить все области народного хозяйства, где они находят или могут найти применение. Примером может служить разделение сложнейших смесей веществ, близких друг другу по составу и свойствам, получение в чистом виде редких и рассеянных металлов - лития, рубидия, целия, ванадия, ниобия, германия, галлия, индия, рания, радиоактивных элементов - радия и полония, ядерного горючего - урана, тория и т.д.

Очищенная ионитами морская вода пригодна для питья. Деминерализованной водопроводной или речной водой питаются паровые котлы высокого давления (60-120 ат.), электродизеры, полимеризаторы и другие производственные агрегаты. С помощью

ионитов очищают свекловично-сахарные и плодово-ягодные соки, извлекают из растительных материалов хинин, морфин, никотин, а из культуральных жидкостей - пенициллин и другие антибиотики.

В химической промышленности иониты применяются для получения химически чистых реактивов, а также в качестве новых видов катализаторов при синтезе эфиров, спиртов, альдегидов и кислот. Ионитами консервируют кровь, улучшают питательные свойства молока. Их применяют для диагностических и лечебных целей при желудочных заболеваниях, гипертонии, лучевой болезни и т.д.

Самым замечательным свойством ионитов (помимо возможности их многократного использования) является способность извлекать ионы из растворов с ничтожно малой концентрацией вещества и накапливать (концентрировать) их в порах и на своей поверхности в больших количествах. Так, например, при извлечении алкалидов (морфина) концентрация последних на ионите в 150-200 раз выше, чем в исходном сырье. Гораздо более разительные примеры могут быть приведены из опытов советских ученых, извлекавших золото из морской воды. При первоначальном содержании золота $2\text{-}5 \text{ mg/m}^3$, то есть $5 \cdot 10^{-8} - 2 \cdot 10^{-8}$ в искусственно приготовленной морской воде и пробах воды, взятых в 1958 году в средней части Тихого океана, поглощение золота ионитами было практически полным. Аниониты избирательно поглощают драгоценные металлы, не затрагивая при этом других солей, содержание которых в морской воде в несколько миллионов раз превышает концентрацию золота. Эти обстоятельства дают основание полагать, что решение проблемы извлечения золота и других драгоценных металлов из морской воды, а тем более из морского ила с помощью ионитов - дело недалекого будущего.

Гораздо проще решается проблема извлечения благородных металлов ионитами из производственных отходов - отработанных золото-, платино- и серебросодержащих электролитов и промышленных сточных вод, содержащих драгоценные металлы в значительно больших количествах, чем морская вода. В настоящее время большинство ювелирных фабрик, монетных дворов, аффинажных и других заводов СССР оснащены специальными уловительными установками, позволяющими сократить потери драгоценных металлов при их переработке. Экономичность такого способа вполне очевидна, если принять во внимание, что расход пылевидных ионитов

при осаждении ими металлических взвесей из шлифовальных растворов не превышает 0,1% от объема обрабатываемой жидкости. Для извлечения благородных металлов из солевых растворов особенно удобно заполнять поглотительные колонны ионитами, имеющими правильную сферическую (шарообразную) форму.

Большую выгода сулит применение ионитов на медеэлектролитных заводах. Потери драгоценных и редких металлов при переработке шламов на этих предприятиях продолжают оставаться высокими. Опыт, проведенный на одном из уральских заводов в производственных условиях, дал неплохие результаты. Вместе с извлечением драгоценных металлов с помощью ионитов достигалось одновременно полное осветление медного электролита за счет удаления шлама. Это позволило резко улучшить качество меди, отлагающейся на катоде, и удлинить срок работы гальванических ванн.

Широкие перспективы для применения ионитов открываются в гидрометаллургии цветных и благородных металлов. Однако применение ионитов в этих областях весьма ограничено из-за сравнительно высокой стоимости ионитов и недостаточной изученности многих процессов их технологического использования. А между тем лабораторные исследования говорят о больших потенциальных возможностях, связанных с использованием ионитов.

Методические указания лектору.

Современные достижения науки и техники в области создания и применения новой группы синтетических ионообменных полимерных материалов /полиэлектролитов/ имеют огромное значение. Полимерные материалы решат по-новому многие проблемы в народном хозяйстве.

Рассматривая структуру и принципы получения полимерных ионообменных смол, лектор должен подчеркнуть одно из главных свойств нерастворимых ионитов: дислоцирование /распадение/ в водной среде на высокомолекулярные нерастворимые и неподвижные, положительно или отрицательно заряженные ионы и растворимые, подвижные ионы, способные в растворах обмениваться на другие ионы одноименного заряда.

Несмотря на то, что ионообменные смолы сетчатой структуры не растворяются, а только набухают в воде, они проявляют способность проводить электрический ток подобно растворам обычных солей и кислот /электролитов/. На этом принципе основано практическое применение ионообменных пленок /мембранны/ в качестве электродов при процессе электродиализа, а также применение топливных элементов, преобразующих химическую энергию в электрическую. Все эти свойства объясняются присутствием в структуре ионообменных смол так называемых активных ионогенных групп кислотного или основного характера.

С помощью ионитов совсем по-новому решаются многие сложнейшие проблемы в народном хозяйстве: например проблема получения чистой и сверхчистой воды, так необходимой энергетикам для питания котлов высокого давления /150-300 ат./, и проблема получения чистого пара, питающего турбины высоких мощностей. Становится понятным, почему паросиловое хозяйство /ТЭЦ/ является одним из крупнейших потребителей ионитов в СССР и зарубежных странах.

Важна роль ионитов и ионообменных мембранны в опреснении морской и океанской воды, предназначеннай для питья и технических целей.

Нельзя не отметить, что при процессе опреснения попутно или специально происходит извлечение из морской и океанской воды золота, серебра, калия, магния и других ценных элементов.

Большое значение приобретают иониты в атомной промышленности. В настоящее время не менее 80% мировой добычи урана из руд получают с помощью ионитов и экстракентов. Исследования в этой области были начаты в 1952-1953 году и удачно закончены в 1964 году. Теперь результаты

таты научной работы с успехом применяются в промышленности.

Следует обратить внимание слушателей на применение ионитов в химической промышленности для синтеза многих ценных веществ,

для очистки и обезвреживания различных промышленных сточных вод от фенола, солей ртути, мышьяка, цианистых веществ, радиоактивных продуктов распада и т.д.

Лектор должен рассказать о широком применении ионитов в медицине, в фармацевтической промышленности /особенно иониты нужны при получении и очистке антибиотиков/, в нефтехимии, сельском хозяйстве, при добыче и разделении редкоземельных элементов.

Нужно отметить работы по применению ионитов в гидрометаллургии цветных и благородных металлов /золота, серебра, платины и т.д./.

На лекции полезно демонстрировать образцы ионитов, технологические схемы и различные диаграммы.

Для лектора в конце брошюры приводится список популярной и научной литературы по синтезу и применению ионитов в различных отраслях народного хозяйства.

Л и т е р а т у р а :

Директивы XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966-1970 годы. М., Политиздат, 1966.

Об ускорении научно-технического прогресса на основе широкого развития научных исследований и быстрого использования их результатов в производстве. - с. I2-I3.

Гельферах Ф. Иониты. Основы ионного обмена. Пер. с нем. М., "Иностранная литература", 1962.

В монографии описывается строение, свойства и методы получения ионитов. Она предназначена для химиков, занимающихся применением ионного обмена в различных областях науки и техники.

Даванков А.Б. Волшебные зерна. М., "Молодая гвардия" 1960 .

Брошюра рассчитана на очень широкий круг читателей, на тех, кто не располагает какими-либо знаниями в области химии и сорбционной техники. Она написана в доступной и занимательной форме, с известной долей фантазии, отражая удивительные достижения современной химии и химической технологии, применительно к нуждам народного хозяйства. В брошюре раскрываются также перспективы дальнейшего развития одной из отраслей химической науки- сорбционной техники.

Даванков А.Б. Иониты. М., "Знание" 1962 .

Популярная брошюра для широкого круга читателей. В ней отражены новейшие достижения сорбционной техники в области гидрометаллургии цветных металлов, а также золота, серебра, урана и других элементов. В брошюре говорится также о применении ионитов в химии, медицине, фармацевтическом деле, сельском хозяйстве и т.д.

Обзорн Г. Синтетические ионнообменники. М., "Мир", 1964.

Монография предназначена для широкого круга работников промышленных предприятий и научно-исследовательских институтов, связанных с ионным обменом.

Салдадзе К.М., Титов В.С. и Пашков А.Б.
Ионобменные высокомолекулярные соединения. М., Госхимиздат,
1960.

Монография по вопросам теории и практики ионного обмена.
Книга рассчитана на научных работников, инженеров и техников,
работающих в области ионного обмена.

Титов В.С., Иониты. М., "Советская Россия", 1960.
Популярная брошюра, в которой рассказывается о применении
ионитов в химии.

АЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ ДАВАНКОВ

Ионообменные смолы в народном хозяйстве

Редактор Р.Коган

Корректор Н.Мелешкина

А 02028. Подписано к печати 5.XI-1969 г. Объем 0,75 п.л.

Учетно-изд. л. 0,88. Тираж 500 экз. Цена 8 коп. Заказ № 1256р

Типография издательства "Знание"

Цена 3 коп.