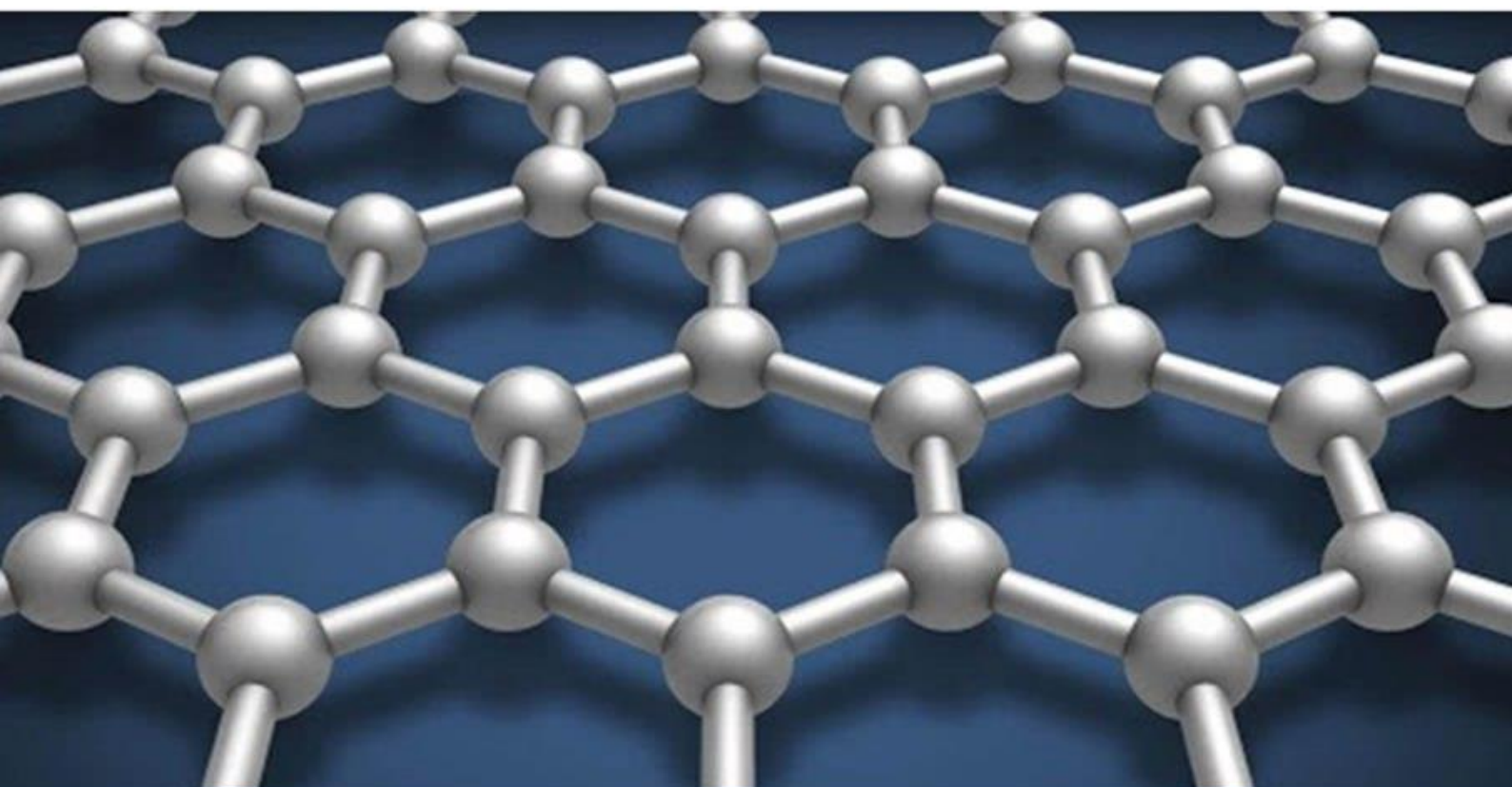


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

- полимерных, эмалированных и лакокрасочных покрытиях/ Композиционные материалы, -Ташкент, 2021, -№2, -С. 100-104.
- 11.С.С. Негматов, Т.У. Ульмасов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов, М.Н. Негматова, С.С. Жовлиев, М.М. Садыкова, Т.С. Халимжанов, О.Х.Абдуллаев, Ф.М. Наврузов. Исследование адгезионно-прочностных и вязкоупругих свойств эпоксидных полимеров и их модификации // Композиционные материалы. Ташкент 2020-№2. - С. 226-228.
- 12.С.С. Негматов, Н.С. Абед, Р.Х. Саидахмедов, Т.У. Ульмасов, А.Я. Григорьев, В.П. Сергиенко, К.С. Негматова, С.С. Жовлиев, Ж.Н. Негматов, З.У. Махаммаджонов, М.М. Садыкова, М.Н. Негматова, О.Х. Абдуллаев, Ф.М. Наврузов. Исследование вязкоупругих и адгезионно-прочностных свойств и разработка эффективных вибропоглощающих композиционных полимерных материалов и покрытий машиностроительного назначения // Пластические массы, №7-8, 2020, -С.32-36.
- 13.Ю.А. Евдокимов, И.Е. Семизоров. Результаты лабораторных исследований пар трения сталь-поликапролактам при сухом трении в присутствии абразива// Строительные, транспортные и погрузочно-разгрузочные машины. - Ростов н/Д, 1968.- С. 61-66.
- 14.Т.У. Улмасов, З.У. Махаммаджонов, Б.Б. Эшмурадов, С.С.Жовлиев, М.Ш. Тухлиев, Б.Ю. Рузиева, А. Саттаров, Ф.М. Наврузов, О.Абдуллаев. Исследование влияния надмолекулярной структуры адгезива на адгезионную прочность при формировании покрытий/ Материалы Международные НТК «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение», -Ташкент, 2021, -С. 155-156.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИОНООБМЕННЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПУЛЬПЫ

С.С. Негматов, Н.Б. Эрниезов, А.Н. Бозоров, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Н.С. Абед,
З.А. Субанова, Д.Н. Раупова, Ж.Н. Негматов

Введение. В последнее время для селективного извлечения металлов из растворов и пульпы в металлургии благородных и редких металлов широко применяется специально разработанные ионообменные смолы, способные селективно извлекать металла из растворов и пульпы. В настоящее время ионообменная смола (композиционный химический реагент – сорбент) широко применяется в металлургии цветных, благородных и редких металлов. Целью данной работы является разработка новых, перспективных ионообменных сорбентов(иониты) для благородных и редких металлов из пульпы и очищенных растворов, а также десорбция их элеюатамы.

Ионный обмен широко применяется в технологии химического разделения, извлечения, удаления, концентрирования ионов цветных металлов. Это связано с распространением методов, использующих различные ионообменные смолы, которые незаменимы во многих областях химической и металлургической промышленности. Можно извлекать и обогащать тяжелые, благородные и редкие металлы из сложных технологических растворов с высоким выходом при использовании ионообменных сорбентов [1-4].

Целью данной работы является обзор литературных данных и патентное исследование по этой области и разработка новых, перспективных, химических устойчивых и

механических прочных импортозамещающих ионообменных сорбентов на основе органоминеральных ингредиентов из местного сырья. Для получения полимерных комплексообразующих полимеров выгодно использовать реакции химических превращений.

Технология получения ионообменных смол путем химической модификации полимеров также связана с рядом трудностей, к которым относятся многостадийность химических превращений и необходимость использования высокотоксичных активных реагентов, таких как монохлордиметиловый эфир, хлористый сульфурил, различные амины, в количествах, намного превышающих стехиометрическое соотношение.

В настоящее время в промышленности в качестве ионитов используют такие соединения как цеолиты (природные алюмосиликаты); природные угли, обработанные серной кислотой (сульфоугли); искусственные высокомолекулярные органические соединения (смолы). Последние получили наибольшее распространение в производстве цветных, редких и благородных металлов.

Макромолекула ионообменной смолы состоит из гибких переплетающихся нитей полимерных молекул, углеродные цепи которых имеют поперечные связи – «мостики», образующие сетчатую структуру, так называемую матрицу. Матрица содержит

неподвижные заряженные группы, природу и количество которых можно регулировать при синтезе смол.

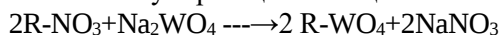
Большую проблему представляют собой хвостохранилища горно-обогатительных комбинатов. В настоящее время первичное извлечение полезных компонентов из руд не является полным. Накопления отходов в хвостохранилищах возрастает с каждым годом, увеличивается объем стоков, содержащих большие концентрации цветных металлов. Остро стоит проблема повышения коэффициента извлечения и комплексности использования природных ресурсов.

Для извлечения цветных металлов из многокомпонентных растворов в различных диапазонах концентраций могут быть использованы сульфокатионит КУ-2-8 и его зарубежные аналоги. Преимуществом катионитов является возможность их использования в широком диапазоне pH = 0-14. Процесс регенерации прост и не требует дорогих реактивов. Способность использовать сорбент многократно обеспечивает его экономичность и перспективность.

К главным недостаткам следует отнести низкую селективность по отношению к цветным металлам при их совместном присутствии.

Анализ литературных данных показывает, что в настоящее время проводится большое количество исследований по разработке технологических схем сорбционного извлечения цветных металлов из многокомпонентных растворов. Однако из-за сложного состава многокомпонентных растворов вопрос сорбционной переработки остается недостаточно изученным.

Объект и методики исследования. Для разделения, выделения и извлечения цветных металлов из растворов различного состава проводится сорбция с использованием сильнокислотного КУ-2-8 и его зарубежных аналогов. Однако процесс сорбции ионов цветных металлов катионитом КУ-2-8 из многокомпонентных растворов остается недостаточно изученным. Ионообменная смола ВП-14К применяется в производстве получения вольфрамого ангидрида. Из насыщенных растворов вольфрамата натрия – 120 – 180 г/л, сорбируют вольфрамовых ионов до остаточного содержания - 0,05г/л. Сорбция иона вольфрамата натрия соответствует реакции замещения:



Катионит КУ-2-8 использует в двух формах: в водородной (H⁺-форме) и натриевой (Na⁺-форме). Сорбцию проводят из сульфатных, хлоридных, фосфатных, аммиакатных и других растворов. Описаны [5] процессы сорбции и

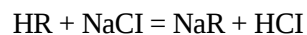
десорбции ионов Cu²⁺, Zn²⁺ и Ni²⁺ на катионите КУ-2-8 в H⁺- форме из сульфатных модельных растворов, которые имитируют сточных и промышленные воды металлообрабатывающих предприятий. Наибольшее значение общей обменной динамической обменной емкости ионообменника было достигнуто при пропускании через сорбционную колонну модельных растворов концентрацией 0,02 н и составило в среднем 2140 мг-экв/дм³. Наиболее эффективной оказалась десорбция ионов тяжелых металлов 10 %-ной серной кислотой. После проведения исследований была предложена технологическая схема очистки промывной воды от ионов тяжелых металлов, в том числе меди, цинка и никеля.

В работе [6] авторы изучали адсорбцию ионов тяжелых металлов (Cu²⁺, Cd²⁺, Pb²⁺) из водных растворов (исследуемые концентрации 0,1-1,0 М) при разных температурах (293-323 К) на сорбентах КБ-4, КУ-1, КУ-2-8, Amberlite, сульфоугле и целлюлозе. Авторы сделали вывод о достаточно высоких сорбционных достоинствах катионитов, благодаря найденным значениям сорбционной емкости по ионам Cu²⁺, Cd²⁺ и Pb²⁺.

Другим аналогом катионита КУ-2-8 является Purolite C-100. Было установлено [7] адсорбционное поведение его по отношению к Се (IV), Fe (III), и Pb (II), содержащимся в загрязненных сточных водах. Авторами было установлено, что явления адсорбция зависят от плотности заряда и диаметра гидратированного иона. Согласно исследованиям равновесия, последовательность ионов металлов может быть представлена как Се (IV) > Fe (III) > Pb (II).

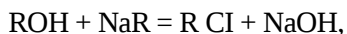
Ионообменные процессы извлечения и очистки металлов от примесей основаны на способности ряды твердых веществ (иониты) обмениваться ионами с растворами электролитов.

Иониты - природные или искусственные высокомолекулярные органические соединения, практически не растворимые в воде и водных растворах кислот, щелочей солей, содержащие ионогенные группы, способные к обмену с ионами, растворенными в электролите. В зависимости от вида ионогенной активной группы иониты подразделяют на два класса - катиониты и аниониты. Первые при контакте с растворами извлекают из них катионы, по реакции.



где R – каркас катионита, представляющей собой макроанион.

Вторая группа при контактировании с раствором электролита извлекает из него анионы по реакции:



где R – каркас анионита, представляющий собой макрокатион.

Применение ионного обмена для извлечения золота из растворов связано с успехами в области синтеза специфических ионитов. На ряде обогащательных фабрик СНГ осуществлена сорбционная технология извлечения золота и серебра из цианистых пульп различного состава с помощью макропористого анионита АМ-26, содержащего сильноосновные и слабоосновные функциональные группы в различных соотношениях и проявляющие свойства сильного и слабого оснований с изменяющейся ионообменной активностью в зависимости от величины pH раствора. Установлено, что сложный состав жидкой фазы пульп ухудшает процесс: емкость анионита по золоту может снизиться в три раза. Работы по повышению извлечения золота из сложных цианистых пульп, ведутся в основном в двух направлениях: синтез новых селективных сорбентов и разработка эффективных схем их регенерации.

Синтез ионообменных смол рассматривается как новый этап получения и применения ионитов. Преимущества синтетических смол по сравнению с ионитами других типов (алюмосиликатами, природными и сульфированными углями и др.) заключаются в их значительно более высокой механической прочности и химической устойчивости, а также в высокой обменной емкости. Чрезвычайно важно то обстоятельство, что наряду с катионообменными появились также и анионообменные смолы, пригодные для промышленного применения.

Предлагается технология получения эффективных ионообменных сорбентов из местного и вторичного сырья, применяемых для извлечения благородных и редких металлов в заводах металлургической промышленности.

Технология получения ионообменных сорбента путем химической обработкой полимера, не обладающего свойствами ионита.

Лабораторные исследования по определению оптимального варианта технологической схемы получения ионообменных сорбентов в крупном опытно-промышленной установке.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ существующих сорбентов для извлечения благородных металлов.

Ионообменные материалы принято разделять на три большие группы: нерастворимые иониты, ионитовые мембраны и растворимые полиэлектролиты.

Ионообменные материалы имеют в своей макромолекуле ионогенные группы, которые способны диссоциировать и обмениваться подвижными ионами с различными соединениями в растворе.

К ионитам также относят окислительно-восстановительные полимеры, способные обменивать электроны. Их называют электроноионообменными полимерами.

Ионитовые мембраны – это пленки, которые состоят из инертного связующего и ионита или из нерастворимого ионита.

Растворимые полиэлектролиты имеют линейное строение, растворимы в воде или в органических растворителях за счет особого характера ионогенных групп.

Основными показателями свойств ионитов считаются концентрация ионогенных групп и объемная емкость. Второй показатель определяется количественным составом функциональных групп, которые могут обмениваться ионами, в единице массы либо воздушно-сухого, либо единице объема набухшего ионита.

ПОЕ – полная обменная емкость – наивысшая способность к ионному обмену ионита в соответствии с концентрацией функциональных групп в полимере; постоянная величина для данного ионита.

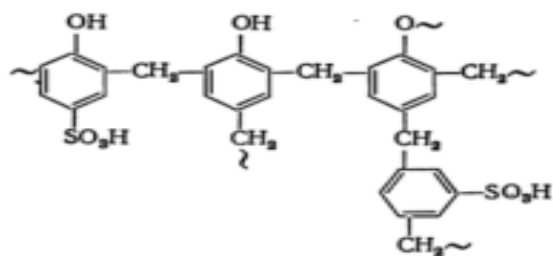
Равновесная обменная емкость не является постоянной величиной для конкретного ионита, так как ионообменный процесс является равновесным.

Устойчивость к радиации определяется количеством поглощенного излучения, при котором необратимые изменения никак не влияют на свойства рассматриваемого материала.

Сильнокислотные катиониты. Достаточно широким методом получения сильнокислотных сульфокатионов в промышленности считается ПК п-фенолсульфокислоты или ее натриевой соли с формальдегидом. Эту кислоту получают путем сульфирования фенола олеумом или серной кислотой в процессе производства сульфокатионита; под действием избытка серной кислоты, являющейся катализатором, п-фенолсульфокислота конденсируется с формальдегидом.

Первая стадия процесса подразумевает получение линейного продукта поликонденсации. Вторая же – получение сетчатого полимера. Происходит частичное отщепление сульфогрупп. Для уменьшения количества отщепляющихся сульфогрупп, п-фенолсульфокислоту частично заменяют свободным фенолом.

Ниже приведено строение катионита:



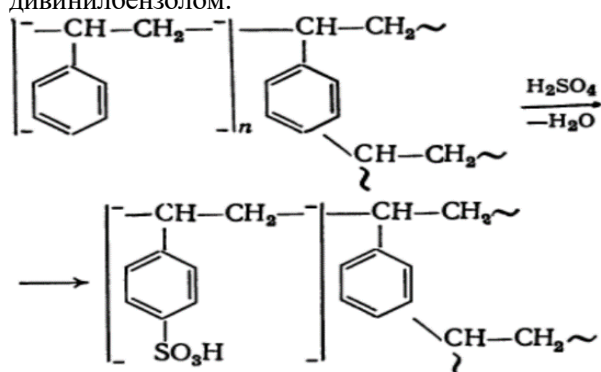
Катионит содержит активные кислотные группы SO_3H и фенольные OH , именно поэтому он является бифункциональным. данный катионит производили под маркой КУ-1.

Этот катионит отличается высокой механической прочностью, удовлетворительной химической стойкостью в условиях водоподготовки. В тоже время, рассматриваемое соединений не устойчиво к воздействию концентрированных щелочей и сильных окислителей при температурах, превышающих 50°C .

Сильнокислотные катиониты в промышленном масштабе получают из сополимеров дивинилбензола и стирола, в макромолекулах которых нет кислотных групп. Группы SO_3H и PO_3H_2 вводят в сополимер путем проведения реакций полимераналогичных превращений.

Катиониты полимеризационного типа. Катиониты данного типа возможно получать полимеризацией мономеров, в составе которых имеются кислотные группы, а также введением кислотных групп в макромолекулы сополимеров, получившихся из мономеров, в составе которых не содержатся ионогенные группы.

Сульфокатиониты. Сильнокислотные монофункциональные сульфокатиониты получают сульфированием сополимера стирола с дивинилбензолом:



Сульфогруппы в сополимер стирола и дивинилбензола проводят путем обработки H_2SO_4 ; сульфохлорированием и дальнейшим омылением.

Процесс состоит из следующих стадий:

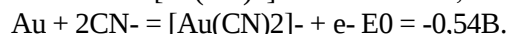
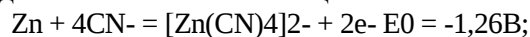
1. Подготовка исходного сырья;
2. Набухание сополимера стирола с дивинилбензолом в дихлорэтано;

3. Сульфирование сополимера;
4. Гидратация сульфированного продукта;
5. Фасовка и упаковка готового катионита.

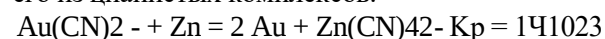
В настоящее время в металлургической промышленности благородные металлы извлекают методами: цементации цинковой пылью, сорбции активированным углем и сорбции ионообменной смолой.

Цементация: с начала развития цианистого процесса и до последнего времени основным и практически единственным методом осаждения благородных металлов из цианистых растворов была цементация цинком. В настоящее время этот метод сохраняет ведущее место в практике золотоизвлекательной промышленности.

Цементацией в металлургии цветных металлов называют процесс восстановления одного металла другим в водных растворах. В основе метода лежит вытеснение благородных металлов менее благородными в соответствии с рядом окислительных потенциалов металлов.



Потенциал цинка более отрицателен, чем потенциал золота, поэтому цинк легко вытесняет его из цианистых комплексов:



Следовательно, в термодинамическом отношении золото и серебро могут быть осаждены практически полностью.

Преимущества метода цементации:

- высокая степень осаждения золота (до 99,5 %).
- достаточно быстрое и полное осаждение золота.

К основным недостаткам этого метода относят высокий расход цинка (в 30-40 раз больше стехиометрии) и громоздкость аппаратуры. К тому же низкое содержание золота (не более 40 %) в цинковом шламе говорит о поиске более эффективного метода, коим и является сорбция

Сорбционные извлечения золота.

Сорбцию золота из цианистых растворов можно проводить как на активированном угле, так и на синтезированных ионообменных смолах.

Сорбция золота активными углями сопровождается окислительно-восстановительными процессами. Дицианоаурат-ионы, находящиеся в растворе, на поверхности угля преобразуются в цианокربонилы и восстанавливаются до металлического золота.

Преимущества:

- высокая удельная поверхность угля;
- низкая стоимость угля, по сравнению с ионитом;
- процесс регенерации угля занимает мало времени (6-7 часов).

Однако главным недостатком углей является их низкая механическая прочность. Да и

емкость по золоту у них значительно меньше, чем у тех же анионообменных смол [8].

Сорбцию благородных металлов ионообменными смолами можно осуществлять как из осветленных цианистых растворов, так и непосредственно из пульпы в процессе цианирования.

Анионообменная смола АМ-2Б, обладает наибольшей селективностью по отношению к золоту, по сравнению с другими ионитами.

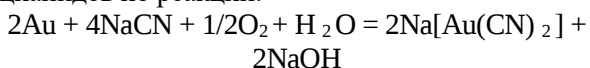
Первый способ предполагает извлечение золота из руды обычными приемами цианирования с тем лишь отличием, что извлечение золота из цианистого раствора осуществляют сорбцией его ионообменной смолой.

Второй способ состоит в том, что в контакт с ионообменной смолой приводят не осветленный золотосодержащий раствор, а непосредственно пульпу в процессе цианирования. Растворяясь в цианистом растворе, благородные металлы переходят в жидкую фазу пульпы и, одновременно сорбируются ионитом.

После окончания выщелачивания и сорбции смолу отделяют, а обеззолоченную пульпу направляют после обезвреживания в отвал. Насыщенный золотом ионит регенерируют десорбцией золота и примесей и вновь направляют на сорбционное выщелачивание.

Преимущества сорбции извлечения золота из пульпы: Золото – рассеянный элемент, и его содержание в руде, как правило, невелико (обычно несколько грамм на тонну). Переработка руды с целью извлечения золота – видимо, самая трудо- и ресурсоемкая стадия процесса его добычи. В данной работе мы рассмотрим один из наиболее распространенных методов извлечения золота – цианидный.

Цианирование занимает особое место в золотодобывающей промышленности и основано на способности золота, а также серебра, растворяться в слабых растворах щелочных цианидов по реакции:



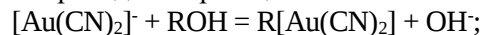
Относительная селективность растворителя, удачное сочетание процессов растворения и осаждения благородных металлов из цианистых растворов (цементация цинковой пылью, сорбция на ионообменных смолах и активированных углях и др.), простота аппаратного оформления и другие преимущества цианирования делают его весьма эффективным и производительным, обеспечивая возможность применения данной технологии не только к концентратам механического

обогащения, но и к рядовым золотым рудам и даже к хвостам обогащения, содержащим 1-2 г/т золота и ниже. В 2000 году цианидный метод применялся при обработке 90-95 % руд в мире, а доля металла, извлекаемого посредством цианирования, составляла 80-85 % [9].

В промышленности наиболее часто используют совмещение процессов цианирования и сорбции, так называемого сорбционного выщелачивания.

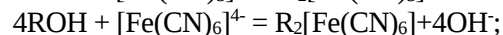
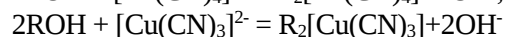
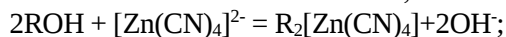
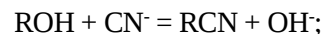
Для цианистого комплекса золота в качестве ионообменной смолы разработан на основе стирола и дивинилбензола бифункциональный макропористый анионный сорбент АМ-2Б. Он достаточно прочен, легко регенерируется, имеет высокую емкость и селективность. Расход смолы составляет 10...20 г/т. Противоионом в смоле является гидроксильный ион OH^- , который легко обменивается на золото-цианистый комплекс.

Взаимодействие цианистого комплекса со смолкой проходит по реакции:



где R - каркас ионита.

Извлечение золота из раствора определяется равновесной концентрацией его в растворе. Кроме золота на смоле собираются свободный цианид и цианистые комплексы других металлов.

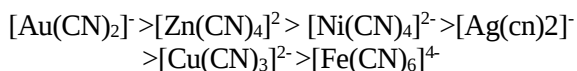


Проведенные реакции снижают емкость смолы по золоту. На смоле также собираются анионы Cl^- , SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. Механизм ионообменного процесса имеет три стадии:

- диффузия поглощаемых ионов из раствора к зерну смолы;
- диффузия поглощаемых ионов в объем смолы от поверхности зерна ионита вглубь и вытесняемых ионов во встречном направлении;
- диффузия вытесняемых ионов от поверхности ионита в объем раствора.

Скорость процесса определяется либо скоростью диффузии в зерне ионита, либо скоростью диффузии через пленку раствора у поверхности зерна ионита. В реальных условиях скорость невелика, а продолжительность измеряется десятками часов. Вначале сорбируются анионные комплексы металлов, обладающие малым сродством к иониту (Fe, Cu, Ag); с увеличением продолжительности контакта они вытесняются анионными комплексами Au, Zn, Ni.

Для большинства анионитов порядок сорбции комплексных анионов металлов следующий:



Основной фактор, определяющий место аниона в этом ряду, величина энергии гидратации иона: с ее уменьшением сродство аниона возрастает. Энергия гидратации зависит от заряда и радиуса иона: с уменьшением заряда и увеличением радиуса она уменьшается. Ряд сродства анионов металлов такой же, как и ряд сорбции.

В табл. 1 приведены физико-химические свойства анионитов для сорбции золота.

Сорбцию золота на анионитах ведут из цианистых пульп, содержащих обычно 2... 10 мг/л золота. Установлено, что бифункциональные аниониты АМ-2Б, АП-3х8П и АП-2х12П превосходят по емкости сильноосновной анионит АМ-П; наибольшую емкость имеет анионит АМ-2Б.

Таблица 1

Физико-химические свойства анионитов

Свойства	АМ-2Б	ФП-3х8П	АП-2х12П	АМ-П	АМ
Основность	Бифункциональный	Бифункциональный	Бифункциональный	Сильноосновный	Сильноосновный
Активные группы	-N(CH ₃) ₂ ; -N(CH ₃) ₃	-N(CH ₃) ₂ ; -N(CH ₃) ₃	-N(CN) ₂ ; -CH ₂ -N(CN) ₂	-N ⁺ 9CN ₃) ₃	-N ⁺ (CN) ₃) ₃
Структура	Макропористый	Макропористый	Макропористый	Макропористый	Гелевый
Содержание ДВП, %	10	8	12	10	10
Полная обменная емкость, мг-экв/г	3,2	3,5	3,1		
В том числе по сильноосновным группам	0,54	0,95	1,1	2,7	3,4
Насыпная масса, г/см ³	0,42	0,49	0,42	0,45	0,67
Удельная поверхность, м ² /г.	53	40	40	42	0,1

В табл. 2 приведены значения равновесных обменных емкостей и селективности анионитов различных типов.

Селективность оценивалась как отношение емкости смолы по золоту к суммарной емкости по металлам - примесям.

Таблица 2

Емкость и селективность анионитов

Ионит	Емкость E, мг/г					Селективность, E _{Au} /E _{прим.}
	Au	Zn	Ni	Cu	Fe	
АМ – П	8.1	4.3	5.5	25.6	13.5	0,2
АП – 3х8П	12.8	3.2	4.4	19.1	3.2	0,4
АП – 2Х12П	13.6	3.4	3.5	15.8	3.2	0,5
АМ – 2Б	15.3	3.1	3.5	4.7	1.3	1,2

Сорбционное выщелачивание проводят в агитаторах с пневматическим перемешиванием - пачуках. Перемешивание пульпы с ионитом осуществляется циркулятором. Для подачи пульпы в последующий аппарат, а смолы - в предыдущий служит аэролифт. Отделение смолы от пульпы происходит с помощью наклонно установленной сетки с отверстиями меньшего размера, чем размер зерен ионита, но большего, чем частицы руды.

Аэролифт подаёт пульпу на сетку; после разделения на сетке пульпа поступает по желобу в следующий аппарат. Гранулы смолы, оставшиеся на сетке, скатываются по ней в желоб и поступают в предыдущий пачук. В зависимости от объемов производства объем пачуков может быть до 500 м³.

При переработке золотосодержащих руд с рядовым содержанием металла (3...5 г/т) емкость насыщенного ионита находится в пределах 5... 20

мг/г. Плотность пульпы в этом процессе 50...60 % твердого. Процесс ведут при концентрации цианида 0,01...0,02 %, т.е. значительно ниже, чем при других способах цианирования. Процесс ведут при pH 10...11. В качестве сорбента на отечественных предприятиях применяют макропористый бифункциональный анионит АМ-2Б, который имеет повышенную емкость и селективность к золотоцианистому комплексу, легко регенерируется, обладает высокой механической прочностью. Расход ионита 10...20 г на 1 т выщелачиваемой руды.

Для дальнейшего использования в технологии получения ионообменных смол полимеризация в структуре указанных типов обычно осуществляется суспензионным методом в воде, в процессе которой образуются твердые сферические гранулы полимерной матрицы. Использование специальных технологических приемов на стадиях синтеза и выделения

позволяют получать так называемые «монодисперсные» формы ионообменных смол улучшенными химическими и эксплуатационными свойствами.

На рисунке 1 приведено распределение размеров и характер упаковки зерен, характерный для моно- и полидисперсных смол.

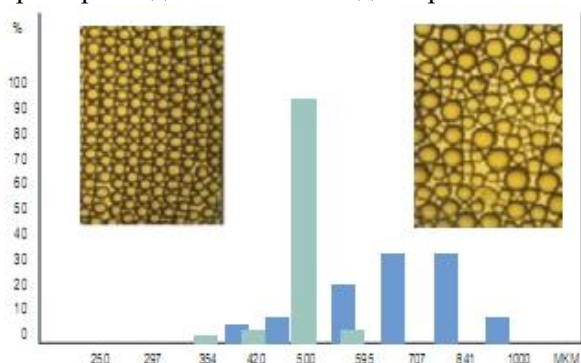


Рисунок 1. Зерновое распределение стандартных и монодисперсных смол

Внешний вид обычной и монодисперсной ионообменной смолы, а также характер кривых распределения зерен по размерам позволяет с высокой степенью вероятности определить, была ли рассматриваемая ионообменная смола получена по специальной технологии или путем отсева мелких и крупных фракций. Как правило, наличие острого пика свидетельствует о «технологической» природе монодисперсности, а пологий характер кривой – об использовании отсева. Однако объективное заключение о происхождении ионообменной смолы, обладающей однородным грануметрическим составом, может быть получено только на основе комплексного анализа её структуры и свойств.

Основным преимуществом монодисперсных смол по сравнению с полидисперсными является повышенная механическая прочность и более длительный срок службы, низкое гидравлическое сопротивление слоя и возможность реализации процессов при более высоких скоростях.

В настоящее время базовыми матричными структурами для химической модификации и получения ионитов являются сшитые дивинилбензолом стирольные и акриловые сополимеры. Регулируя условия сополимеризации, можно получить не только заданный размер, но и другие важные для синтеза ионитов параметры гранул исходного полимера, прежде всего пористость.

В качестве сшивающего агента при сополимеризации со стиролом или акрилатами используется дивинилбензол (ДВБ). В результате образуются неплавкие нерастворимые сополимеры с трехмерной структурой макромолекул. В зависимости от количества

ДВБ, участвующего в сополимеризации с моновиниловыми мономерами, в дальнейшем получаются иониты с различной способностью к набуханию и поглощению ионов различного размера.

Сополимеры стирола с дивинилбензолом являются универсальной матрицей для получения обоих основных классов ионитов катионитов и анионитов.

В последнее время ведется научно-исследовательская работа по разработке ионообменных сорбентов на основе местного и вторичного сырья. Особенно, практическую ценность представляют ионообменные полимеры на основе производных фурана, а в частности фурфурола, для производства которого в Узбекистане имеются огромные запасы растительного сырья, в том числе отходы хлопкоочистительной промышленности [10]. Это сырьё является одним из источников для получения фурфурола и его производных. Последний согласно работам, проводившимся в научно-исследовательском институте пластмасс г. Москва, московском химико-технологическом институте им. Д.И. Менделеева, в институтах Академии Наук Республики Узбекистан является сырьём для получения высоко термостабильных и химически стойких полимерных материалов.

Введением в структуру анионита на основе полиэтиленполиамина и фурфурола комплексообразующих веществ, таких как тетраметилдисульфид – тиурам, синтезирован анионообменник с сорбционной и избирательной способностью к ионам молибдена (350 – 400 мг/г)[11].

Поликонденсацией фурфурола с некоторыми ароматическими и алифатическими соединениями содержащие ионогенные группы, а также введением ионогенных групп в фенольно-фурфурольные, бромистобензилово-фурфурольные, феноксибромэтановые – фурфурольные полимеры, получен целый класс ионообменных полимеров содержащих сульфо-, фосфорнокислые, карбоксильные группы, а также слабоосновные аниониты с комплексообразующими свойствами к ионам меди, никеля, молибдена и др[12].

Предприятия химической, гидролизной и масложировой промышленности республики Узбекистан относятся к крупным источникам образования многотоннажных и дешёвых полупродуктов содержащие в своём составе ионогенные группы являющиеся перспективным сырьём для создания ионообменных материалов полифункционального назначения с улучшенными характеристиками и эксплуатационными свойствами.

Литература по синтезу и исследованию ионообменников на основе фурфурола и его производных ограничивается некоторыми работами, причём большинство из них носит патентный характер. Получены катиониты путём поликонденсации фурфурола и стирола с последующим сульфированием полимера серной кислотой, имеющие достаточно высокую обменную ёмкость к ионам кальция и магния.

Таким образом, из вышеприведённого литературного обзора по получению ионообменных полимеров следует, что ещё не исчерпаны все возможности получения ионитов с использованием в качестве исходных продуктов реакции, доступных и не дорогостоящих соединений с применением простых технологий их переработки. Следует также отметить, что проблемам получения ионитов уделяется большое внимание ввиду всевозрастающего значения ионообменной технологии в различных областях науки и народного хозяйства. Потребность ионитов в большом количестве делает актуальной и важнейшей задачей

модификацию и замену дефицитных и дорогостоящих химических соединений, являющихся до последнего времени основным сырьём при получении ионообменников.

Заключение. Проведен подробный анализ о современном состоянии синтетических ионообменных сорбентов для извлечения благородных металлов из пульпы в лабораторных и производственных условиях металлургической промышленности. Отмечены, что в настоящее время проводится исследование структуры и химического состава органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья и выбор их вида для разработки синтетических ионообменных сорбентов. На основе анализа выявленных результатов и механизмов взаимодействия компонентов композиции с ионами благородных металлов, показано возможности разработать более эффективных составов композиционных химических реагентов – синтетических ионообменных сорбентов, обеспечивающие высокие степени выхода благородных металлов в процессе их извлечения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Р.Д.Аллабергенов, Х.Т.Шарипов, В.П.Гуро, А.С.Хасанов, А.Н. Бозоров. Абдуллаев А.А. Утилизация техногенных молибден содержащих шламов АО «АГМК». «Композиционные материалы», Ташкент, 2019, №4, -С.39-41.
2. С.С. Негматов, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, А.Н. Бозоров. Физико-химические методы анализа исходных сорбентов и их комплексов с йодом. «Композиционные материалы». Ташкент, 2020, №2, - С.177-182.
3. A. Bozorov, M. Ernazarov, S.Negmatov, H. Sharipov. Development of an Environmentally Friendly Technology for Producing Ammonium Molybdenum Acid from Copper-Molybdenum Industrial Product. JOURNAL OF OPTOELECTRONICS LASER. ISSN:1005-0086. Volume 41 Issue 6, 2022. DOI: 10050086.2022.06.88. <http://www.gdzjg.org/index.php/JOL/article/view/608>. pp. 734-741
4. S.Negmatov, R.Mihridinov, H. Sharipov, A.Bozorov. Obtainment of molybdenum wire of heightened plasticity. THERMAM-2015 and 4th Rostocker international symposium. Thermophysical Properties for Technical Thermodynamics. 17-18 September 2015. Baku, Azerbaijan p.94
5. Аврукова Л.С., Белова Т.П. Сорбционное извлечение ионов цветных металлов из многокомпонентных растворов катионитом КУ-2-8 и его зарубежными аналогами. Успехи современного естествознания. -2021. -№ 6. –С. 42-48.
6. Металлургия благородных металлов. Учебник для вузов /Масленицкий И. Н., Чугаев Л. В., Борбат В. Ф. и др./Под редакцией Чугаева Л. В.— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1987, 432 с.
7. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии: справ. изд. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1989 – 448 с.: ил.
8. Плаксин И.Н. Металлургия благородных металлов. -М.: Металлургиздат. 1943.
9. В. В. Лодейщиков. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд: В 2х томах. – Иркутск: ОАО «Иргиредмет», 1999. Л. Т.2. 452 с. Табл.45, Ил.107, Прил.3, Библиогр.879 назв.
10. Джалилов А. Т, Аскарлов М. А, Мухитдинов М. А. «Механизмы образования и свойства полимеров». Издательства «ФАН» Узбекской ССР. Химия и технология молибдена и вольфрама. Тезисы и докладов IV всесоюзного совещания. (Ташкент, 22-24 сентября 1980 г.)
11. Пилипенко А. Т., Пятницкий И. В. Аналитическая химия: кн 2 – М.: Химия, 1990. С. 819 – 823.
12. Рахимова Л. С., «Очистка сточных вод от ионов тяжёлых металлов методом ионообменной хроматографии». Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент – 2010г., с. 24 -34.

Калит сўзлар. ион алмашувчи сорбент, пулпа, қимматбаҳо металллар, камёб металллар, олтин, молибден, мис, концентрат, техноген чиқинди.

Л.А. Юсупова, С.Э. Нурманов, С.Ф. Қосимов, О.О. Қодиров, Ш.Ш. Валиева. Ацетилен асосида ингибиторлар ишлаб чиқариш	195
Р.Ф. Норхўжаева, А.А. Мухамедов, Ф.Р. Норхужаев. Металларга ишлов берувчи асбоблар учун металл қатламли композицияларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш	199
С.С. Негматов, Ф.Р. Тураев, Н.С. Абед, Б.Б. Эшмуратов, О.Х. Абдуллаев, С.К. Имомназаров. Исследование влияния температурно-временных условий формирования адгезионных и когезионных свойств композиционных металлополимерных материалов	201
6. Проблемные обзоры	
С.С. Негматов, Н.Б. Эрниезов, А.Н. Бозоров, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Н.С. Абед, Ж.Н. Негматов, З.А. Субанова, Д.Н. Раупова. Современное состояние ионообменных сорбентов для извлечения благородных металлов из пульпы	205
В.М. Saydumarov, T.N. Ibodullaev, N.M. Rizaeva. Ilashish yoyi bo'yicha teng bosimga ega bo'lgan sovuq holda prokatlashning soddalashtirilgan matematik modeli	213
7. Вести из лаборатории	
Б.Б. Юлдашев, С.С. Негматов, У.К. Кучкаров, К.С. Негматова, С.У. Султанов, Ш.А. Бозорбоев, Ш.Х. Жовлиев. Исследование влияния агрессивных сред и атмосферных факторов на защитные свойства термопластичных полимерных материалов, применительно для изготовления резервуаров ротационным способом.	215
С.С. Негматов, Б.Б. Юлдашев, Н.С. Абед, Ж.Н. Негматов, Б.Б. Эшмуратов, Т.С. Халимжанов. Технологические процессы производства получения резервуаров из композиционных порошковых полимерных материалов способом ротационного формования	218
Н.Х. Талипов, З.Х. Курбонов, Б. Эшмуратов, Н. Эшкулов. Адгезионные свойства клеевых растворов на основе цемента с низкой водопотребностью	219
Б.Б. Юлдашев, С.С. Негматов, Н.С. Абед, К.С. Негматова, Б.Б. Эшмуратов, Т.С. Халимжанов. Требования для разработки композиционных полимерных материалов для изготовления резервуаров по химической обработке хлопчатника и методика изучения их коррозионностойкости	221
С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Н.С. Абед, С.С. Жовлиев, Б. Хаминев, Б.Б. Эшмуратов, Ж.Н. Негматов. Исследование резонансных максимумов композиций на основе эпоксидных и полиуретановых полимеров	223
Ж. Бекпулатов, Х. Ахмедов, М.М. Якубов, Ш.А. Мухаметджанова. Исследование обогащения свежих и лежалых хвостов Агресской ЗИФ	224
С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ю.К. Рахимов, Х.Ю. Рахимов. Разработка научно-методических и технологических принципов получения композиционных гидрофобизирующих эмульсионных материалов из местного сырья и отходов производств	225
С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ю.К. Рахимов, Х.Ю. Рахимов. Разработка технологии получения композиционных гидрофобизирующих эмульсионных материалов на основе местного сырья и отходов производств..	227
С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ю.К. Рахимов, Д.Н. Раупова, М.Э. Икрамова, Х.Ю. Рахимов, Д.Х. Мусабеков. Анализ результатов, полученных по существующим технологиям, с целью разработки технологических процессов и режимов обезвоживания масла, отделения механических смесей и металлических примесей	229
Ф.Р. Тураев, С.С. Негматов, Н.С. Абед, Б.Б. Эшмуратов, О.Х. Абдуллаев, С.К. Имомназаров. Исследование влияния окислительных и термоокислительных процессов на прочностные свойства композиционных полимерных материалов и покрытий	230
М. Каршиев, Н. Жаббаров, Ж.М. Бегатов. Планирование эксперимента и построение математической модели процесса многократного осаждения частиц в пористую заготовку из газопылевого потока под воздействием вибрации.	232
С.С. Негматов, Н.О. Умирова, Б.И. Хотамкулов, К.С. Негматова, Н.С. Абед, Ш.А. Бозорбоев, Ж.Н. Негматов. Исследование и разработка эффективного способа измельчения и получения тонкодисперсных волластонитовых порошков применительно к созданию композиционных лакокрасочных материалов и линолеумов	234
Б.И. Хотамкулов, Н.О. Умирова, С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ш.А. Бозорбоев. О структуре, составе и свойстве волластонитовой руды койташского месторождения	238
T.O. Kamolov, Sh. Rasulova, D.O'. Mirxamidova, D.X.Xamdamiyov, M.A. Asadova, Sh.N. Jalilov, A.N. Bozorov. Oltin rudalardan oltinni bakteriyalar yordamida ajratish texnologiyasi	239
D.O'. Mirxamidova, T.O. Kamolov, Sh. Rasulova, D.X. Xamdamiyov, M.A. Asadova, Sh.N. Jalilov, A.N. Bozorov. Sul'fidli polimetall rudalarni yangi mahalliy reagentlarni qo'llab flotasialash texnologiyasi	241
Н.О. Умирова, Б.И. Хотамкулов, С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ш.А. Бозорбоев. Актуальность разработки и применения тонкоизмельченного волластонита в производстве линолеумов и лакокрасочных материалов	242
Юбилей. Абдуназаров Хасан Абдуназарович (к 85-летию со дня рождения)	243