

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 622.765.622.2

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ-ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ С ЧАСТИЦАМИ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ**А.Х. Хурсанов, С.С. Негматов, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Ж.Н. Негматов, Х.Ю. Рахимов, А.Н. Бозоров, Д.Н. Раупова**

Введение. В практике флотации в настоящее время, особенно широкое применение, нашли неионогенные пенообразователи как более сильные при одинаковом углеводородном радикале. Их пенообразующее действие фактически не зависит от значения рН среды жидкой фазы пульпы. Они более приемлемы с точки зрения санитарно-гигиенических требований и в меньшей степени взаимодействуют с минеральной средой [1].

Широко применяются флотореагенты с гидроксильной полярной группой, содержащие различные спирты. Эта группа реагентов слабо закрепляется на минералах, что благоприятно влияет на избирательность флотации. Присутствие в молекуле пенообразователя одной-двух полярных групп вполне достаточно для их активного действия. Свойства пенообразователей во многом зависят от строения и размеров гидрофобного радикала. Молекулы пенообразователя, адсорбируясь на пузырьке воздуха, повышают устойчивость гидратных слоев оболочек пузырьков благодаря тому, что гидрофильная группировка атомов обращена в жидкую фазу и активно взаимодействует с молекулами воды. Это приводит к увеличению механической стойкости оболочек пузырьков и препятствует разрушению их при столкновении [2].

Целью исследования является исследование механизма взаимодействия композиционных химических флотореагентов-вспенивателей в процессах флотации руд частицами цветных и благородных металлов в металлургии.

Объекты и методики исследования. Объектами исследования является композиционный химический флотореагент – вспениватель типа КХФ-ВС, медно-молибденовая руда месторождения «Кальмакыр», бутиловый ксантогенат калия, веретенное масло, окись кальция и отходы спиртовых и масложировых заводов.

Для исследования механизма взаимодействия композиционных химических флотореагентов-вспенивателей типа КХФ-ВС с частицами цветных и благородных металлов в процессе флотации, были использованы современные методы физико-химического

анализа и флотационный метод обогащения руд цветных и благородных металлов.

Результаты исследований и их анализ. На основе комплексного анализа результатов предварительно проведенных исследований, выявлено, что взаимодействие химических флотореагентов-вспенивателей с частицами металлов в основном зависит от природы и поверхности руды и от физико-химических свойств органо-неорганических ингредиентов в составе композиционного химического флотореагента-вспенивателя типа КХФ-ВС.

В этом плане важным физико-химическим свойством твердых тел является способность к смачиванию жидкостями, в частности, к смачиванию водой. Это различие в смачиваемости минералов водой и заложено в основу флотационного метода обогащения полезных ископаемых. Различие в смачиваемости обусловлено природой химической связи кристаллической решетки. Минералы, хорошо смачиваемые жидкостью, относятся к группе лиофильных (буквально – любящие растворяться). Леофильные вещества активно взаимодействуют с растворителями. В условиях флотации жидкой фазой является вода, поэтому используется термин гидрофильность [3].

Основная масса минералов с различной смачиваемостью водой (гидрофильностью) входит в промежуточную группу. Способность твердой фазы смачиваться жидкостями на границе трех фаз (твердое тело–жидкость–газ) характеризуется краевым углом смачивания (рис. 1)

Векторы поверхностных энергий образуют краевой угол смачивания, который измеряют как угол между касательными к границе раздела фаз через жидкую фазу: $\sigma_{ж-г}$ – вектор поверхностной энергии или поверхностная энергия на границе Ж–Г; $\sigma_{г-г}$ – вектор поверхностной энергии на границе Г–Г и $\sigma_{г-ж}$ – вектор поверхностной энергии на границе Г–Ж; θ – краевой угол.

Флотационная система состоит из трех фаз: жидкой – Ж (вода), твердой – Т (минералы руды) и газообразной – Г (воздух). В водной фазе осуществляется разделение по смачиваемости минералов обогащаемой руды; твердая фаза – объект обогащения, газовая фаза – основное транспортное средство для выноса гидрофобной

твердой фазы в виде тонкодисперсных зерен, закрепившихся на поверхности пузырьков [4].

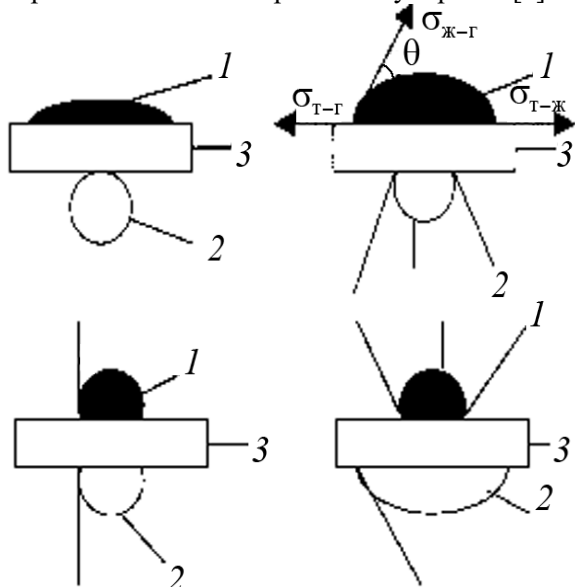


Рис. 1. Избирательное смачивание в условиях: минерал (3); вода (1); углеводород или воздух (2)

Флотация – метод извлечения твердых минеральных частиц (реже – жидких) из тонкодисперсных трехфазных систем, основанный на различиях разделяемых частиц по смачиваемости водой. Трудносмачиваемые водой частицы при столкновении с воздушными пузырьками концентрируются на поверхности раздела фаз Ж–Г и выводятся из пульпы в пену. В условиях флотации несмачиваемые или трудносмачиваемые водой зерна минералов закрепляются на воздушных пузырьках, которые в соответствии с законом Архимеда выносятся к разделу фаз Ж–Г (рис. 2)



Рис. 2. Агрегаты минеральных частиц и пузырьков, образующихся в пульпе при флотации

Минерализованные пузырьки воздуха скапливаются на поверхности жидкой фазы и образуют минерализованную пену (рис. 3)

Содержание твердого во флотационной пульпе достигает 40...45 %, в пенном продукте – 50...60 %. Таким образом, тонкоизмельченная руда (крупностью менее 0,2...0,15 мм), находящаяся в виде водной суспензии (пульпы), делится с помощью флотационного метода на две

части: несмачиваемые водой частички – пенный продукт (концентрат) и смачиваемые водой частички, оставшиеся в камере обогащительного аппарата, – отходы [5].

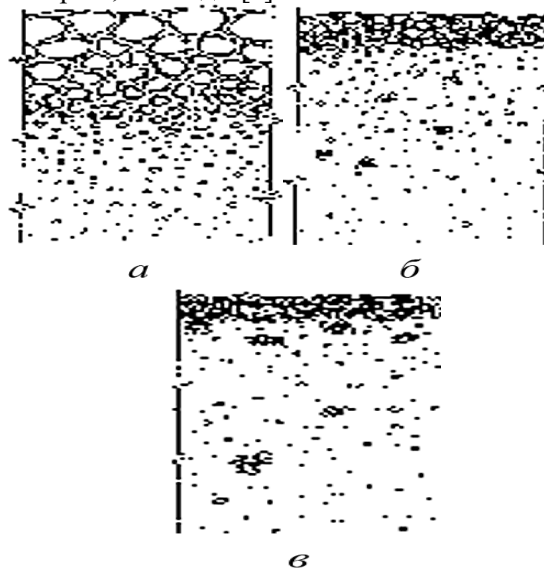
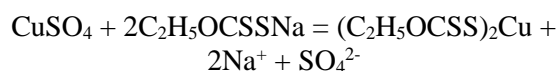


Рис. 3. Строение пенного слоя: а – пленочно-структурная пена; б – агрегатная пена; в – пленочная пена

Механизм взаимодействия флотореагентов-вспенивателей в процессе флотации сульфидных руд цветных металлов (на примере медно-молибденовой руды) для извлечения меди можно представить следующим образом: для успешной флотации сульфидных руд цветных и благородных металлов их поверхность гидрофобизируется сульфгидрильными собирателями (ксантогенатами, аэрофлотами). Для химического закрепления анионов ксантогената на минеральной поверхности необходимо, чтобы на сульфидной поверхности начались процессы окисления серы. Все эти процессы происходят с помощью воздушных пузырьков, которые образуются при добавлении флотореагента-вспенивателя. Тогда происходит обменная реакция, которая имеет следующий вид [6]:



Анионы ксантогената химически связываются с ионами металлов, входят в кристаллическую решетку минерала. Закрепление собирателя и вспенивателя носит мозаичный характер. Он закрепляется на наиболее активных участках энергетически неоднородной поверхности минералов с помощью флотореагента-вспенивателя. После обработки вспенивателем на поверхности сульфидов образуются гидрофобные нерастворимые соединения. Флотационные

реагенты-вспениватели являются основным средством воздействия на физико-химические свойства поверхности пузырька и частицы. В процессе флотации выход извлечения ценных компонентов зависит от размера пузырька и устойчивости пены в водной среде [7].

Процесс флотации основан на различии в смачиваемости разделяемых компонентов. В связи с этим, все минералы делятся на две группы: гидрофильные, которые смачиваются водой и гидрофобные – несмачиваемые водой. При этом разделение металлических или других минеральных частиц происходит в водной среде, где кроме твёрдой фазы непосредственно обогащаемого материала присутствует, и газообразная фаза [8].

Поднимаясь на поверхность пузырьки воздуха, сталкиваются с гидрофобными и гидрофильными частицами. Гидрофобные частицы – частицы металла прилипают к пузырькам воздуха и выносятся на поверхность камеры (рис. 4).

Гидрофильные частицы породы смачиваются водой и при этом не прилипают к пузырькам воздуха и остаются в объёме камеры. Минерализованные пузырьки воздуха скапливаются на поверхности жидкой фазы и образуют черновой концентрат минерализованной пены.

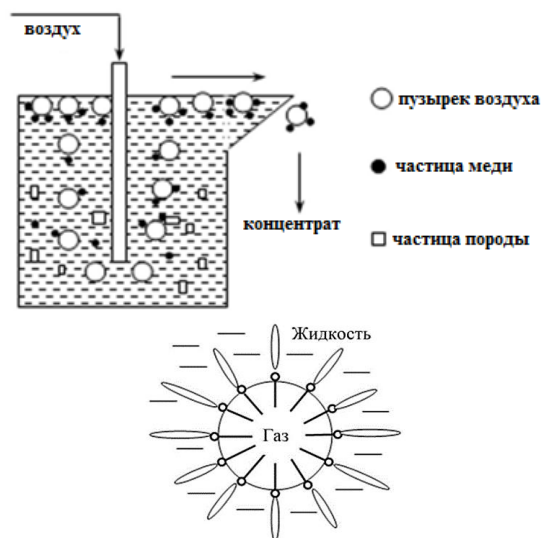


Рис. 4. Схема флотации и концентрация молекул пенообразователя на границе раздела жидкость – газ

Заключения. Таким образом, исследован и обоснован механизм взаимодействия композиционных химических флотореагентов-вспенивателей типа КХФ-ВС с частицами цветных и благородных металлов медно-молибденовой руды. При этом разделение материала на два продукта в процессе флотации происходит в результате различной смачиваемости частиц.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Григорьев А.А. Производство флотореагентов // Катализ и нефтехимия, 2001, №9–10. С. 53.
2. Рябой В.И. Проблема использования и разработки новых флотореагентов в России. // Цветные металлы. 2011. №3. С. 7-14.
3. Бухоров Ш.Б., Қодиров Х.И., Абдикамалова А.Б., Эшметов И.Д. Значения флотационного процесса, исследование флотационных реагентов и механизмов их действия на поверхности раздела фаз // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. Бухоров Ш.Б. [и др.]. 2020. № 9(75). – С. 57-63, URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/10620>.
4. Горячев Б.Е., Шальнов А.С., Мучиашвили В.М. Смачивание диксантогенидом химически неоднородных поверхностей // Цветные металлы. 2000. №11-12. С. 45-50.
5. Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю., Негматов Ж.Н. Исследование новых композиционных химических флотореагентов – вспенивателей на основе местного и вторичного сырья для применения в процессе флотации руд цветных металлов в АО «Алмалыкский ГМК» // Композиционные материалы. 2020. №2. С. 50-54.
6. Jaxongir Negmatov, Sayibjan Negmatov, Komila Negmatova, Mukaddas Ikramova, Abdulla Khursanov, Nodira Abed. Development of composite chemical flotation reagents and their application in the process of flotation of copper-molybdenum ores // UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. Выпуск: 10(91). Часть 5, Москва, Октябрь, 2021, - С. 32-38.
7. Родина Т.А. Флотационные реагенты. Благовещенск: АмГУ, 2015, с. 36.
8. Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю. Исследование новых композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе местного и вторичного сырья для применения в процессе флотации руд цветных и благородных металлов в АО «Алмалыкский ГМК» // Композиционные материалы. 2020. №2. С. 50-53.

Kalit so'zlar: flotatsiya mexanizmi, flotoreagentlar – ko'piklovchi moddalar, kaliy butil ksantogenat, chiqindilar, kompozitsiya, ruda flotatsiyasi, kimyoviy reagentlar, organomineral moddalar.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

А.Х. Хурсанов, С.С. Негматов, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Ж.Н. Негматов, Х.Ю. Рахимов, А.Н. Бозоров, Д.Н. Раупова. Исследование механизма взаимодействия композиционных химических флотореагентов-вспенивателей с частицами цветных и благородных металлов в процессе флотации.....	3
Ф.Х. Нормаматов, А.У. Эркаев, З.К. Тоиров, Б.Х. Кучаров. Изучение процесса упарки маточных растворов при получении нитрата калия.....	6
Л.К. Уббиниязова, Г.Ж. Оразимбетова, А.Г. Нимчик. Химико-минералогические свойства андезибазальтовых пород Каракалпакстана.....	11
Г.А. Усманова, Ш.К.Тухтаев. Термолиз поликомплексных композиций на основе полиакриловой кислоты и сополимера мочевиноформальдегида.....	14
Л.А. Юсупова, Ҳ.Р. Махмадиева, У.Р. Азаматов, Э.Э. Машаев, О.О. Қодиров. Ацетилацетон асосида винил эфирлар синтези.....	17
D.A. Xandamov, A.SH. Bekmirzaev, S.A. Doniyorov, D.Y. Mamatqulov, A.S. Xoliqov. Aminlangan gil adsorbentlarga n-geksan bug'larini adsorbtsiyasi xossalari.....	23
А. Икрамов, А.Э. Зиядуллаев, Д.А. Хандамов, Б.М. Отабоев. Катализаторы на основе оксидов некоторых местных металлов, нанесенных на бентонит, для гидратации ацетилена.....	25
Ф.Т. Худойбердиев, Д.Р. Махмудов, А.Т. Джалилов, Ш.Д. Широин, К.С. Каландаров, З.Р. Буриева. Исследование основных параметров, влияющих на время набухания при изготовлении патронированной гидрогелевой забойки в разных условиях.....	29
И. Рузматов. Ингибирование коррозии трубной стали в водоугольных суспензиях и нейтральных средах.....	32
Р.М. Мирзахмедов, Н.К. Мадусманова, З.А. Сманова. Имобилланган висмутол-2 реагентининг рений иони билан комплекс ҳосил бўлишини ўрганиш.....	35
Т.С. Халимжонов, С.Н. Асатов. Влияние влажности водорода на грансостав порошка молибдена и свойства компактных заготовок.....	38
Л.А. Юсупова, С.Э. Нурмонов, Т.Т. Сафаров, О.О. Қодиров. Ацетилен ва ацетофенон асосида винил эфирлар синтези.....	40
К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Физико-химические свойства красящих композиций в процессе крашения белковых волокон.....	45
К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Исследование механизма процесса крашения белковых волокон красящими композиционными материалами на основе солей поливалентных металлов.....	48
Ш.Н. Жалилов, К.С. Негматова, Р.Х. Пирматов, Н.С. Абед, Д.К. Холмурадова, С.С. Негматов, Р.Х. Солиев, Д.Н. Ходжаева, М.Б. Бойдодаев. Исследование влияния модифицирующих реакционно-способных соединений на физико-химические свойства мочевиноформальдегидной смолы.....	52
2. Физико-механика и трибология композиционных материалов	
Р.Х. Сайдахмедов, А.М. Рахматов. Влияние технологических режимов получения твердосплавных пластин на их износостойкость.....	55
А.А. Юсупов, А.Х. Абдуллаев. Влияние режима температуры нагрева на свойства стали.....	58
Р.К. Ташматов. Увеличение стойкости штампов холодной штамповки листов термической обработкой.....	62
Л.К. Кабулова, Т.А. Атакузиев, Г.Ж. Оразимбетова. Исследование коррозионной стойкости цементов с новой гидравлической добавкой.....	65
A.A. Yusupov, T.N. Ibodullaev. Noan'anaviy termik ishlov berish tartibini po'latli ashyolarning yeyilishga bardoshlilikiga ta'siri.....	67
Н.Д. Тураходжаев, С.Т. Маткаримов. Ис газии (CO) ёрдамида мис шлаклари таркибидаги темир асосли бирикмаларни тиклашнинг термодинамикаси.....	71
Р.Х. Сайдахмедов, Г.Р. Саидрахмедова. Напряженное-деформированное состояние лопаток турбин ГТД с жаростойкими покрытиями.....	73
И.Н. Нугманов, Х.Х. Бобоев, З.С. Тураева. Использование эффекта сверхпластичности в обработке металлов давлением.....	79
М. Каршиев, М.Ю. Рахимов, К.И. Юнусалиева, С.П. Абдурахманова, Н.Г. Холматова, А. Етмишов. Исследование особенностей сегрегации частиц по размерам, форме и массе в зависимости от параметров вибрации.....	81
У.Н. Шабарова, Қ.А. Равшанов. Сувда эрувчан полимерлар билан гул босилган аралаш матоларнинг структура-механик ва колористик хossalari.....	83
Д.Ф. Ганиева, М.Б. Маматкулова, Р.М. Давлатов. Улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств шерсти при модификации.....	86
С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов. Теоретическая прочность адгезионного взаимодействия адгезив и субстрат.....	90
Т.У. Улмасов, С.С. Негматов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов. Способы повышения адгезионной прочности полимерных композиционных материалов и покрытий на их основе.....	91