

Таблица 2

**Коэффициент смачивания  $Sb_2O_3$ , обработанного аппретами**

Аппрет	<i>K</i>	Аппрет	<i>K</i>
АНП (1%)	1,56	Олеиновая кислота (1%)	1,00
АНП (2,5%)	1,80	Олеиновая кислота (2,5%)	0,71
АНП (5%)	1,67	Олеиновая кислота (5%)	0,75
АНП (7%)	1,57	Олеиновая кислота (7%)	0,80
АНП (10%)	1,73	Олеиновая кислота (10%)	1,00

Результаты эксперимента, полученные с олеиновой кислотой, свидетельствуют о нерациональном ее применении в качестве аппрета для  $Sb_2O_3$ , т. к. коэффициент смачивания не превышает 1 (табл. 2).

В результате проделанной работы были сделаны следующие выводы:

1. Определены удельные седиментационные объемы всех порошкообразных компонентов, входящих в полимерную композицию, в жидкостях различной полярности. Найдено, что гидрофобной поверхностью обладает стеарат кальция и ирганокс 1010, остальные компоненты имеют гидрофильную поверхность.

Эффективность модификаторов предложено определять по коэффициенту смачивания *K*, рассчитываемому по отношению удельных седиментационных объемов порошков в полярной и аполярной среде.

Произведена гидрофобизация поверхности антипирена  $Sb_2O_3$  двумя модификаторами: аминотропарафином и олеиновой кислотой. Наиболее эффективным аппретом является АНП, оптимальный расход которого составляет 11,5 мг/г порошка.

Результаты работы имеют практическую значимость и могут быть использованы в производстве высоконаполненных концентратов полиолефинов для изоляции кабелей, для изготовления водопроводных и канализационных труб, в автомобилестроении и др. Кроме того, они могут быть использованы при решении других задач, связанных с гранулированием тонкодисперсных частиц аналогичной природы.

**Литературы**

1. Бабенко С.А., Семакина О.К. Поверхностные явления в гетерогенных системах с твердой фазой. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 210 с.
2. Пат. № 2573517 Россия МКИ 08 J 3/20. Способ получения электроизоляционной композиции / Семакина О.К., Бабенко С.А., Денисова С.А. и др. Заявлено 30.05.14; Опубл. 20.01.2016, Бюл. № 2. – 5 с.
3. Фоменко А.Н., Николаев Н.В., Семакина О.К. Исследование поверхностных свойств наполнителей для полимерной композиции // Химия и химическая технология в XXI веке: Материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. -Халилова М.И., Халилов Я.Х., Аббасова Н.И., Ахмедов М.М. Исследование особенностей адсорбционного взаимодействия гидрофобизатора и частиц кальцитосодержащих пород // Химия и химическая технология. – 2013. – Т. 6. – № 8. – С. 47 – 49.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ НАНОСЕКУНДНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА СУЛЬФИДНУЮ РУДУ****В.В. Крымский, Ю.Г. Мингажева***Научный руководитель профессор В.В. Крымский**Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, Россия*

В настоящее время извлечение тонкодисперсных, вкрапленных микро- и наночастиц благородных металлов из упорных сульфидных руд представляет сложную задачу. Для решения этой задачи применяют все чаще нетрадиционные способы энергетических воздействий, такие как: электроимпульсный, магнитно-импульсный, лазерный, плазменный, электрохимический, ультразвуковой, воздействие наносекундные электромагнитные импульсы (НЭМИ). Применение НЭМИ как способ быстрого разрушения тонкодисперсных минеральных комплексов при переработке труднообогатимой упорной руды представляет собой особый интерес. Руда имеет непостоянный состав, разную электропроводность и собственные дефекты, что затрудняет однозначную интерпретацию результатов при электроимпульсной обработке.

Применение электрических разрядов для разрушения горных пород встречается в работах Л.А. Юткина [6,7]. Им же предложены и запатентованы способы дробления монолитных объектов электрическим тепловым взрывом, извлечения токопроводящих включений из полезных ископаемых. Все устройства основаны на электрогидравлическом воздействии на вещество. Технологическая возможность применения электрогидравлического эффекта основана на возникновении сверхдлинных искровых разрядов, мощных инфра- и ультразвуковых колебаний в обрабатываемой среде. При данном воздействии происходит резонансное разрушение крупных объектов на отдельные кристаллы, которые в свою очередь вступают в интенсивную химическую реакцию с другими компонентами, происходит процесс полимеризации, разрыв сорбционных и химических связей [5].

С развитием электроники, появились новые виды генераторов электромагнитных импульсов, отличающихся

параметрами выходных сигналов: длительность, частота, амплитуда, мощность излучателей электромагнитных импульсов. В работах [1,2] рассмотрено применение мощных наносекундных электромагнитных импульсов (МЭМИ) для обработки золотосодержащих руд. В исследованиях использовались импульсы длительностью 1-50 нс, амплитудой до 50 кВ, длительностью фронта 1 нс, частота повторения 10-1000 Гц. В качестве формирователей импульсов были использованы специальные разрядные устройства разных видов. В работах [3-5] отмечается, что при предварительной обработке золотосодержащей руды МЭМИ можно достигнуть прирост извлечения золота при цианировании на 4-12 %, из концентратов на 10-45%, из хвостов обогатительных фабрик на 30-80 %. Теоретически объяснение обогащения руды данным методом основано на образовании каналов пробоя и микротрещин во вмещающей минеральной матрице. Однако недостатком этого метода является большое потребление энергии.

В данной работе предлагается использование экономичных электронных генераторов. Они создают импульсы длительностью 1 нс с фронтом 0,1 нс, амплитуда импульсов 15 кВ, частота повторения 1 кГц, потребляемая от электрической сети мощность менее 100 Вт. Из-за малой длительности импульса, у нас не возникает электрический пробой. Изменяется принцип воздействия на измельченную руду. Для обработки используется специальный излучатель. Он может иметь форму стержня или пластины. Фактически используется принцип излучения импульсного электромагнитного поля.

Нами были проведены экспериментальные исследования по воздействию НЭМИ на водные растворы с золотосодержащей рудой в процессе извлечения золота. Опыты проводились в сертифицированной лаборатории ЗАО НПФ «БЗК» в Республике Башкортостан.

Для обработки использовалась сульфидная измельченная руда ПЗ-2 с содержанием золота и серебра 2,80 и 9,00 г/т соответственно. Размер частиц порядка 50 мкм.

В центр сосуда помещался излучатель. Излучатель выполнен из графита с круглым сечением диаметра 6,5 мм, длина 85 мм. Один вывод генератора соединялся с излучателем. Второй вывод соединялся с сосудом.

Содержание металлов в руде и образцах определялось с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «Спектр 2А» в сертифицированной лаборатории. В табл. 1 приведена абсолютная погрешность  $\Delta$  измерений содержания металлов в суспензиях.

**Таблица 1**

**Абсолютная погрешность измерений содержания металлов**

Содержание, мг/л	1,00	3,00	5,00	10,00
Погрешность $\Delta$ , мг/л	0,08	0,20	0,30	0,50

**Опыт 1:** Суспензия готовилась из 250 г руды и 500 мл дистиллированной воды. Объем суспензии 550 мл. Обработка производилась в цилиндрическом металлическом сосуде из железа, диаметр 95 мм, высота 110 мм. Излучатель: стержень из графита, диаметр 6,5 мм, длина 85 мм. Время облучения: 20 минут.

После облучения в облученную суспензию залили водный раствор из цианида натрия с концентрацией 12 г/л и гидроксида натрия – 0,6 г/л. Время выдержки в цианиде 6 часов.

Проводился анализ следующих проб: «Исходная 0» - сухая руда; «Исходная 1» - суспензия с добавлением дистиллированной воды; «Облученная 1» - облученная суспензия.

При обработке руды НЭМИ, процесс извлечения серебра и золота улучшается:

- в сухой пробе «Исходная 0» извлечение Au=0,56 г/т, Ag=3,34 г/т.
- в залитой водой, пробе «Исходная 1» извлечение Au=0,52 г/т, Ag=3,16 г/т.
- в облученной пробе «Облученная» – Au=1,25 г/т, Ag=3,52 г/т.

Для удобства представляем результаты проведенных опытов в табл. 2.

**Таблица 2**

**Содержание элементов**

Исходная 0		Исходная 1		Облученная	
Au, г/т	Ag, г/т	Au, г/т	Ag, г/т	Au, г/т	Ag, г/т
0,56	3,34	0,52	3,16	1,55	3,52

Также исследовалась сульфидная измельченная руда ТЮК 4 с содержанием золота и серебра 2,22 и 22,68 г/т соответственно. Размер частиц порядка 50 мкм.

**Опыт 2:** Суспензия готовилась из 250 г руды и 500 мл дистиллированной воды. В суспензию добавлено 30 г раствора NaCl. Объем суспензии 560 мл. Обработка при тех же условиях, как и в опыте 2. Время облучения: 20 минут. После облучения в облученную суспензию залили водный раствор из цианида натрия с концентрацией 12 г/л и гидроксида натрия – 0,6 г/л. Время выдержки в цианиде 6 часа.

Проводился анализ следующих проб: «Исходная 0» - сухая руда; «Исходная 1» - суспензия с добавлением дистиллированной воды; «Облученная 1» - облученная суспензия, «Облученная 2» - облученная суспензия с предварительным добавлением NaCl.

По результатам можно сделать следующие выводы:

1. Обработка НЭМИ повышает эффективность извлечения:
  - в сухой пробе «Исходная 0» извлечение Au=1,27 г/т, Ag =8,43 г/т.;

- в залитой водой, пробе «Исходная 1» извлечение Au=1,24 г/т, Ag=8,45 г/т;
  - в облученной пробе «Облученная 1» – Au=1,48 г/т, Ag=9,24 г/т;
  - 2. При добавлении NaCl происходит самое большее извлечение золота и серебра:
  - в облученной пробе «Облученная 2» – Au=1,55 г/т, Ag=12,60 г/т.
- Для удобства представляем результаты проведенных опытов в табл. 3.

Таблица 3

Содержание элементов

Исходная 0		Исходная 1		Облученная 1		Облученная 2	
Au, г/т	Ag, г/т	Au, г/т	Ag, г/т	Au, г/т	Ag, г/т	Au, г/т	Ag, г/т
1,27	8,43	1,24	8,45	1,48	9,24	1,55	12,60

**Выводы.** По проведенным исследованиям можно сделать следующие выводы: воздействие НЭМИ является эффективным средством для изменения поверхности сульфидных золотосодержащих руд, в следствие которого повышается флотационные и физико-химические свойства обрабатываемого вещества. На примере упорных руд ТЮК 4 и ПЗ-2 показано, что облучение НЭМИ суспензии из руды и дистиллированной воды перед цианированием, увеличивает извлечение золота на 10-20%, серебра – до 50%.

Литература

1. Бунин И. Ж., Рязанцева М.В., Хабарова И. А. Воздействие высоковольтных наносекундных импульсов на сульфидные минералы и их технологические свойства // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. №4-2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/o-sposobah-povysheniya-effektivnosti-obogasheniya-vkraplennyh-medno-nikelevyih-rud> (дата обращения: 27.09.2016).
2. Бунин И.Ж., Бунина Н.С., Вдовин В.А. и др. Экспериментальное исследование нетеплового воздействия мощных электромагнитных импульсов на упорное золотосодержащее сырье // Изв. АН. Сер. Физическая. 2001. Т. 65. № 12. С. 1788 – 1792.
3. Чантурия В.А., Бунин И.Ж., Ковалев А.Т. Роль истечения газа из каналов наносекундного пробоя в процессе электроимпульсной дезинтеграции сульфидных минералов // Изв. РАН. Сер. Физическая. 2010. Т. 74. № 5. С. 714 – 717.
4. Чантурия В.А., Бунин И.Ж., Ковалев А.Т., Копорулина Е.В. О процессах формирования микро- и нанофаз на поверхности сульфидных минералов при воздействии наносекундных электромагнитных импульсов // Изв. РАН. Сер. Физическая. 2012. Т. 76. № 7. С. 846 – 850.
5. Чантурия В.А., Вигдергауз В.Е. Электрохимия сульфидов. Теория и практика флотации – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2008. – 272 с.
6. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в горном деле. – Строительные материалы, изделия и реконструкции, 1955, № 9, с.13 – 15.
7. Юткин Л.А. Электрогидравлическое дробление. Л.: ЛДНТП, ч.1, 1959. – 36 с.

**КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ГЛИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Е.В. Лаевская, Д.В. Чередниченко, П.Д. Воробьев, Ю.В. Матрунчик**

*Научный руководитель заведующая лабораторией Е. В. Воробьева*

*Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*

Суть процесса обогащения сильвинитовых руд сводится к отделению хлорида калия (KCl) от других составляющих (галит и глина), которые являются отходами производства. Глиносодержащие отходы, представляющие собой суспензию глины в концентрированном солевом растворе хлоридов калия и натрия, накапливаются в шламохранилищах, галитовые – складированы в отвалах на поверхности земли. Масштабная добыча и переработка сильвинитовых руд оказывают значительное отрицательное техногенное воздействие на экосистему региона, что проявляется, прежде всего, в оседании земной поверхности над отработанными подземными выработками и отчуждении больших площадей плодородных земель для хранения отходов обогатительных фабрик. Складирование глинисто-солевых шламов в накопителях приводит к химическому загрязнению подземных вод и почв, образованию избыточных рассолов, требует безвозвратного отчуждения значительных площадей сельскохозяйственных земель. Хранение огромного количества жидких отходов калийного производства, проблема их переработки и утилизации является чрезвычайно актуальной экологической проблемой, к решению которой в течение нескольких десятилетий привлечено внимание химиков и горняков.

Глинистую составляющую выделяют на начальных стадиях процесса обогащения сильвинитовой руды (до обработки флотационными, гидрофобизирующими и антислеживающими реагентами, необходимыми для получения калийных удобрений) [2]. В глиносодержащих отходах калийного производства содержится до 12 % KCl, 15–20 % NaCl, 35–40 % глинистых минералов, остальное – вода. Действующие технологии добычи и