

УДК: 544.2;536.46;662.983

МЕХАНОАКТИВАЦИЯ СУЛЬФИДНЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ**А.Б. Сейсенова, А. Сулейменова, О.С. Байракова, О.Ю. Головченко, С.Х. Акназаров
Н.Ю. Головченко, Б.С. Садыков**Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби,
Институт проблем горения МОН РК
Казахстан, Алматы, Богенбай батыра 172, sestager@mail.ru**Аннотация**

Широкая распространенность сульфидов металлов в природе и использование их в качестве исходных материалов для получения многих металлов представляют постоянный интерес к исследованию и поиску новых способов обессеривания. Традиционный обжиговой способ обессеривания связан со сложной технологической цепочкой процесса, требующий обеспечения улавливания токсичного двуоксида серы и его утилизации. Для ускорения процессов растворения и выщелачивания использована механическая активация сульфидов, а также их смесей с другими веществами в напряженных измельчительных аппаратах. Механическая обработка минерального сырья с целью диспергирования – одна из важнейших механических операций. Конечная крупность измельчаемого минерала является одним из определяющих факторов, влияющих на технологические показатели при гидрометаллургических и пирометаллургических процессах, определяющий степень извлечения целевого металла. В процессе механоактивации за счет комплексного механического воздействия происходит нарушение идеального строения вещества, создание различных дефектов кристаллической решетки твердого вещества. В процессе обработки тонкоизмельченные вещества приобретают новые свойства, и претерпевает химические превращения. В работе исследовано влияние механоактивации и тонкого измельчения на изменение физико-химических свойств сульфидов. Исследованы влияния параметров обработки на степень обессеривания арсенопирита и молибденита. Проведена сухая активация образцов в различных временных режимах на планетарно-центробежной мельнице с различным нагружением. Установлено, что активация исследуемых сульфидов в сухом режиме приводит к повышению их химической активности, что выражается в понижении температуры термического окисления.

Ключевые слова: сульфиды, механоактивация, обессеривание, мышьяк, арсенопирит

Введение

Казахстан располагает богатой минерально-сырьевой базой. Большая часть месторождений молибдена, золота, меди и олова представлена сульфидными рудами, которым для получения товарного продукта (оксидов, металлов) необходимо обессеривание. Наличие сульфидного сырья, требующего удаления серы, а также экологические факторы при ее удалении традиционным обжиговым способом, определяют актуальность технологии обессеривания.

Руды многих металлов, таких как медь, золото, молибден, свинец, олово и другие представляют собой сульфидные соединения. Наличие в рудах и концентратах серы вызывает трудности в ходе металлургических процессов. Широкая распространенность в природе и использование их в качестве исходных материалов для получения многих металлов и серной кислоты представляют постоянный инте-

рес к исследованию и поиску новых способов обессеривания.

Основным способом обессеривания является обжиг сульфидных руд. В основе этого способа лежит высокотемпературная окислительная деструкция сульфидных минералов. При таком способе вскрытия сульфидных руд и минералов используются обжиговые печи различной конструкции. Самые распространенные вращающиеся печи, многоподовые и печи с кипящим слоем. Для всех перечисленных способов обжигового обессеривания необходима система улавливания отходящих газов и их утилизация. Огарки полученные таким способом обессеривания при однократном цикле содержит до 1,8% серы [1,2].

Несмотря на то, что технология переработки сульфидных руд методом обжига достаточно рациональна, развитие науки и совершенствование техники выдвигают новые идеи и технические решения, которые в той или иной мере могут изменить сложившийся технологический процесс.

С целью ускорения процессов растворения и выщелачивания может быть использована механическая активация сульфидов, а также их смесей с другими веществами в напряженных измельчительных аппаратах.

Механическая обработка минерального сырья с целью диспергирования - одна из важнейших технологических операций. Конечная крупность измельчаемого минерала является одним из определяющих факторов, влияющих на технологические показатели при гидрометаллургических и пирометаллургических процессах, определяющим степень извлечения целевого металла.

С позиции строения твердого вещества под механохимической активацией понимают процесс нарушения идеального строения вещества, создание различных дефектов кристаллической решетки твердого вещества [3,4].

Тонкоизмельченные вещества приобретают новые свойства. Принят различать химические превращения, протекающие во время приложения механических сил - «механохимические реакции» и «эффекты последствий», являющиеся следствием механической активации вещества.

Наиболее полно механохимические эффекты проявляющиеся в случае использования современных аппаратов для сверхтонкого измельчения, в частности, планетарно-центробежных мельниц, отличающихся наиболее высокой энергонапряженностью.

В качестве исходного сульфидного сырья для проведения исследования о возможности обессеривания безобжиговым способом сульфидов использовались арсениопирит и сульфид молибдена.

При постановке задач, связанных с исследованием особенности поведения сульфидов при механохимической обработке в планетарно-центробежной мельнице, исходили из того, что нарушение целостности их кристаллической решетки при механическом активировании облегчает диффузию кислорода в нее, а так же обратную диффузию серы на поверхность раздела фаз, что может сильно проявляться при нагревании и химическом воздействии. Знание фазовых превращении сульфидов в процессе механической обработке необходимо для выбора технологических схем их дальнейшей переработки.

Под воздействием механической активации, действующая сила на реальную структуру твердого тела, изменяет его дефектность, то есть состав кристаллической решетки изменя-

ется в пределах области гомогенности соединения [5]. Мерой активности кристаллического тела, которое находится в нормальном состоянии и дефектность которых обусловлена собственной разупорядоченностью решетки, являющейся, в свою очередь, однозначной функцией параметров состояния [5,6], является избыток свободной энергии, по отношению к фазе тоже действенного состава[7]:

$$\Delta G_{\text{шт}} = G^0_{\text{т}} - G_{\text{т}}, \quad (1)$$

где $G^0_{\text{т}}$ и $G_{\text{т}}$ - энергия Гиббса, фазы в нормальном и активном состояниях, соответственно.

Реакционная активность реальных кристаллов тем выше, чем больше энергия их решетки отличается от энергии решетки идеального кристалла [8]. Энергия накопленная веществом во время диспергирования проявляется в повышенной реакционной способности тонко диспергированных веществ.

Методики эксперимента

Проведена сухая активация образцов в различных временных режимах на планетарно-центробежной мельнице с различным нагружением. Определены гранулометрический состав образцов и их удельная поверхность до и после активации. Изменение химической активности образцов определялось дифференциально-термическим методом. Активированные образцы исследовались РФА и РСА методами.

Для проведения экспериментальных исследований обессеривания сульфидного сырья методом механической активации и поведения сульфидов при высокоэнергетическом воздействии использовались планетарно-центробежная мельница (ПЦМ) рисунок 1.

В проводимой работе в качестве механического активатора используются планетарная мельница «Пульверизетте 5» для сухого и мокрого помола.

Вращающаяся платформа оснащена гнездами для двух размольных стаканов. Измельчаемый материал дробится и растирается измельчающими шарами в стаканах. На содержимое размольного стакана, состоящее из измельчаемой массой и мелющих шаров, действует как центробежная сила вращения стаканов вокруг собственной оси, так и центробежная сила вращающегося опорного диска. Так как направление вращений размольных стаканов и опорного диска противоположны друг другу, центробежные силы действуют то

в одинаковом, то в противоположных направлениях.



Рис. 1 – Планетарно-центробежная мельница

При этом происходит процесс перекаты-вания мелющих шаров по внутренней крошке стакана –(измельчение трением) а затем отрыв и свободное движение шаров и измельчаемого материала через размольный стакан с последующим ударом о противоположенную внутреннюю стенку (ударное воздействие). Благодаря результирующей центробежной силе мелющие шары достигают 40-кратного ускорения силы тяжести.

Скорость вращения вращающегося опорного диска 380 об/мин.

В ходе сверхтонкого изменения происходит деформации и разрушение твердых тел и накопление дефектов различного рода, образующиеся дефекты, а диспергирование и связанное с этим образование новой поверхности является главным факторами, приводящими к изменению реакционной способности твердого тела.

Исходным сульфидным сырьем при проведении работы взяты арсенопирит-1, арсенопирит-2 и сульфид молибдена. А также проведен ситовый анализ исходного сырья.

Результаты и обсуждения

При проведении работы исходным сульфидным сырьем при проведении работы взяты арсенопирит-1, фазовый состав, %: FeAsS-29,2; кварца – 21,5; KSiO_3O_8 - 16,0; мусковит – 18,9; альбит -7,3; каолин- 7,1; арсенопирит-2, фазовый состав, %: FeAsS-64,1; FeS_2 -27,8; CaCO_3 -5,3; SiO_2 - 2,8; сульфид молибдена, фазовый состав, %: MoS_2 -76,7; FeS_2 -8,09; SiO_2 -12,1; CaCO_3 -4,2. Фазовый состав образцов представлены по данным РФА.

Проведен ситовый анализ исходного сырья. Образцы арсенопирита представляют полидисперсную смесь с максимальной долей частиц (70%) 0,63 мкм для арсенопирита-1 и 38% частиц размером 0,08 мкм и 55% до 0,071 мкм для арсенопирита -2. Исходный гранулометрический состав MoS_2 0,2% частиц 0,63 мкм, 68% 0,08 мкм.

Таблица 1- Элементный состав исходных минералов по данным PCA

Минерал	Элементы, %											
	O	Al	Si	S	K	Ca	Fe	Cu	Mo	As	Ti	Na
Арсенопирит-1	31,79	6,18	23,69	6,86	3,89	2,05	13,96	-	-	10,66	0,28	0,65
Арсенопирит-2	14,34	0,93	2,83	21,88	0,43	-	32,70	2,07	-	27,29	-	-
Молибденит	7,37	0,92	3,67	37,62	0,59	1,04	1,66	0,55	46,57	-	-	-

Основными параметрами определяющими эффективность процесса механоактивации в планетарно-центробежной мельнице являются время обработки активируемого минерала и количество мелющих тел воздействующих на измельчаемый материал. Образцы исследуемых минералов помещались в размольные стаканы объем 300 мл. Варьировалось соотношение шаров и твердого тела и время обработки. Режимы обработки соотношение Т:Ш = 1:2,

Т:Ш= 1:4. Время обработки от 5 минут до 30 с шагом 5 минут.

Параметрами, характеризующими степень диспергирования являются удельная поверхность полученного порошка и гранулометрический состав, который задается обычно в виде функции распределения частиц по фракциям. Для характеристики наиболее удобна удельная поверхность, так как она сравнительно легко поддается измерению различными методами адсорбции газов. Грануло-

метрический состав определяется ситовым анализом. На рисунке 2 и 3 даны графические изображения изменения дисперсности от времени активации. При механоактивации арсенопирита-1 с увеличением времени активации

произошло выравнивание гранулометрического состава. Основными стали фракции от 0,160 до 0,080 мкм (90%).

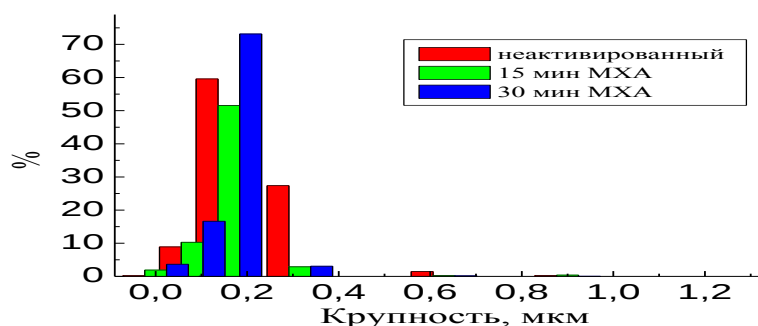


Рис. 2 – Гистограмма арсенопирита-1 до и после активации 15 и 30 мин

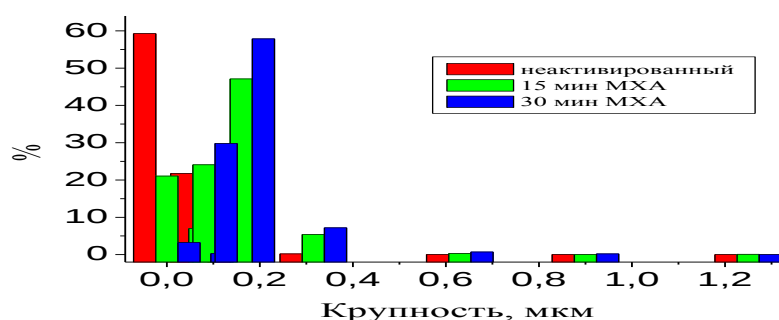


Рис. 3 – Гистограмма арсенопирита-2 до и после активации 15 и 30 мин

Удельная поверхность арсенопирита -1 достигает весьма высоких значений. Его поверхность достигает максимального значения при 25 минутной активации.

Дальнейшая обработка приводит к снижению удельной поверхности. Для арсенопирита-2 максимальные значения удельной поверхности получены при 10 минутах активации.

Увеличение времени обработки приводит к самофутовке сосуда и резкому сниже-

нию удельной поверхности, что связано с исходным их состоянием и составом. В арсенопирите-1 присутствуют примеси кварца, которые предотвращают его агрегацию, характерную для слоистых материалов[9]. В таблице 2 приведены данные экспериментов.

При сухом режиме активации, оптимальные условия обработки по данным экспериментов: для арсенопирита-1 20-25 минут, для арсенопирита-2 10 минут, для молибденита 10 минут, соотношение шаров Т=4:1.

Таблица 2 – Удельная поверхность сульфидов при различных режимах активации

Минерал	Удельная поверхность, м ² /г						
	Исход. удельная поверхность	Время активации, мин					
		5	10	15	20	25	30
Арсенопирит-1	2,8	12,7	20,4	24,7	28,5	28,9	23,8
Арсенопирит-2	7,4	21,7	27,4	18,1	10,1	-	-
Сульфид молибдена	2,3	6,8	9,4	-	-	-	-

С целью выявления условий возникающих при механической обработке арсенопирита-1 молибденита в планетарно-центробежной

мельнице был проведен математический расчет физических параметров (импульс давления и температуры), возникающих на ударном

контакте взаимодействующих частиц. Для этой цели в качестве модели использована методика авторов [10].

При механической обработке материалов на планетарно-центробежной мельнице происходит процесс частичной самофутеровки стенок барабана и шаров.

Базовые формулы для определения параметров ударного взаимодействия футерованного шара с плоским слоем обрабатываемого сырья:

$$t = 4.1 R_p^{0.4} \cdot Q_1^{0.4} \cdot W^{-0.2} \quad (2)$$

t – время взаимодействия шара с плоским слоем вещества, С;

$$f = 4.0 \cdot R^2 \cdot \rho^{0.6} \cdot \theta^{-0.4} \cdot W^{1.2} \quad (3)$$

f – максимальная сила взаимодействия шара с минералом.

$$P_n = 1.5 \cdot \rho^{0.2} \cdot \theta^{-0.8} \cdot W^{0.4} \quad (4)$$

P_n – максимальное нормативное давление в центре площади контакта, Па.

$$\langle P_n \rangle = 1.0 \cdot \rho^{0.2} \cdot \theta_1^{-0.8} \cdot W^{0.4} \quad (5)$$

$\langle P_n \rangle$ – среднее давление в контакте, Па.

$$r = 1.1 \cdot R_p^{0.2} \cdot \theta_1^{0.4} \cdot W^{0.4} \quad (6)$$

r – максимальный радиус площади контакта, м.

$$S = 4.1 \cdot R^2 \cdot \rho^{0.4} \cdot \theta_1^{0.4} \cdot W^{0.8} \quad (7)$$

S – максимальная площадь контакта, м².

$$\varepsilon = 1.3 \cdot R_p^{0.4} \cdot \theta_1^{0.4} \cdot W^{0.8} \quad (8)$$

ε – максимальная общая деформация, м.

$$\Delta T(0, t) = \varepsilon \langle P \rangle W_t (c \lambda \cdot \rho)^{0.5} t^{0.5} i E_{tc}[0] \quad (9)$$

где ΔT – температура на ударнофрикционном контакте, $i E_{tc}[0]$ равен 0.5642.

С целью выявления условий возникающих при механической обработке арсенопирита-1 молибденита в планетарно-центробежной мельнице был проведен математический расчет физических параметров (импульс давления и температуры), возникающих на ударном контакте взаимодействующих частиц. Для этой цели в качестве модели использована ме-

тодика авторов [11].

Результаты расчетов показывают, что при обработке арсенопирита-1 и сульфида молибдена в планетарно-центробежной мельнице развиваются высокие значения локальных температур и напряжений на площади деформации за сверхкороткое время взаимодействия, что указывает на возможность разрушения кристаллической структуры обрабатываемых минералов и осуществление химических превращений на поверхности минерала в зоне контакта.

Обработанные образцы анализировались на фазовый состав. Дифрактограммы исходных образцов и активированных приведены на рисунке 4.

В таблице 3 дан фазовый состав образцов исходных и активированных при различных временных режимах и соотношения мельющих тел и минерала 4:1

При достаточно высокой удельной поверхности арсенопирита-1 после механоактивации, глубоких фазовых изменений при механоактивации не произошло, вероятно, это связано со сложным составом минерала. Механическая активация привела к уменьшению кристаллов от 1040 до 971 Å. Появление фазе Fe₃O₄, вероятно связано с окислением нитрированного железа. При активации 30 минут образовалось незначительное количество арсенита.

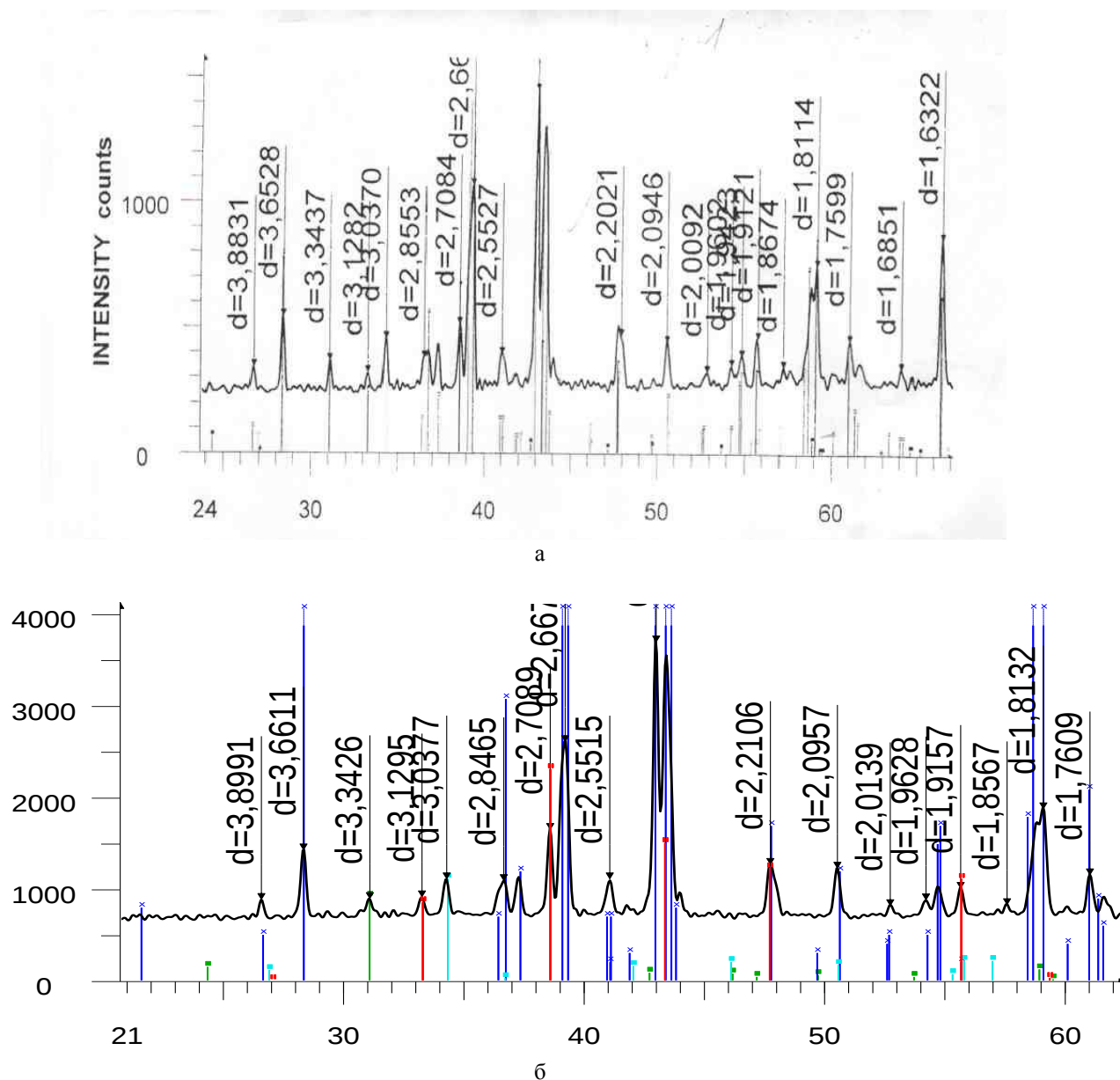
При активации арсенопирита-2 и молибденита в процессе обработки произошли более глубокие фазовые изменения образцов, что вероятно, объясняется тем что минералы состоят из основных составляющих и содержат незначительное количество SiO₂.

Механическое активирование арсенопирита -1 и 2 в воздушной среде приводит к уменьшению интенсивности некоторых линий уже через 10 минут обработки.

Более эффективно механическое активирование в воздушной среде при соотношении шаров и минерала 1:6. Все оставшиеся рефлексы аморфизуются и сильно уширяются. Линий новых фаз ни на одной дифрактограмме не обнаружено.

Это говорит о том, что отсутствие на дифрактограммах активированных образцов линий продуктов механохимического синтеза еще не является показателем устойчивости их кристаллической решетки.

На рисунке 5 приведены результаты рентгенофазового анализа арсенопирита – 2 активированного при 20 минутной механоактивации.



а - не активированный; б- активированный 10 минут
Рис. 4 – Дифрактограмма арсенопирита-2

Об изменении химических свойств исследуемых минералов позволяют судить данные дифференциального термического анализа (ДТА). Термический анализ применяется при диагностике горных пород, а в некоторых случаях при количественной оценке содержания минералов.

Термическим анализом представляется возможным выявить многие минералогические особенности, вызванные изменением химического состава, дефектностью тонкой кристаллической структуры, дисперсностью, изоморфизмом и некоторыми другими факторами [4].

Эндотермические и экзотермические эффекты, составляющие основу метода, обус-

ловлены разовыми превращениями и химическими реакциями в минералах при термическом воздействии. Эндотермические эффекты возникают в результате плавления, кипения, испарения и возгонки, полиморфных превращений, реакций разложения без выделения и выделением газообразных продуктов, деструкции кристаллической решетки. Экзотермические эффекты обусловлены фазовыми превращениями, твердофазными реакциями, окислительными и другими процессами [10, 11].

При исследовании продуктов сверхтонкого измельчения могут использоваться любые термические установки для минералогических целей.

Таблица 3 – Условия активации и фазовый состав образцов

Минерал	Соотношение мельющих тел и минерала ш:т	Время активации, мин	Фазовый состав
Арсенопирит-1	Исходный	Исходный	FeAsS, SiO ₂ (кварц), мусковит, альбит
	4:1	5	FeAsS, SiO ₂ , мусковит, альбит
	4:1	10	FeAsS, SiO ₂ , мусковит, альбит
	4:1	15	FeAsS, SiO ₂ , Fe ₃ O ₄ , мусковит, альбит
	4:1	20	FeAsS, SiO ₂ , Fe ₃ O ₄ , мусковит, альбит
	4:1	30	FeAsS, SiO ₂ , Fe ₃ O ₄ , As ₂ O ₃ , мусковит, альбит
Арсенопирит-2	Исходный	Исходный	FeAsS, FeS ₂ , CaCO ₃ , SiO ₂
	4:1	5	FeAsS, FeS ₂ , CaCO ₃ , SiO ₂
	4:1	10	FeAsS, FeS ₂ , Fe _{1-x} S, CaCO ₃ , SiO ₂ , CaO
	4:1	15	FeAsS, FeS ₂ , Fe _{1-x} S, CaCO ₃ , SiO ₂ , CaO, As ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄
	4:1	20	FeAsS, FeS ₂ , Fe _{1-x} S, CaCO ₃ , SiO ₂ , CaO, As ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄
	4:1	30	FeAsS, FeS ₂ , Fe _{1-x} S, CaCO ₃ , SiO ₂ , CaO, As ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄
Молибденит	Исходный	Исходный	MoS ₂ , FeS ₂ , MgO, SiO ₂ , CaO, CuS
	4:1	5	MoS ₂ , FeS ₂ , MgO, CaCO ₃ , CuS
	4:1	10	MoS ₂ , FeS ₂ , следы х-фазы, MgO, SiO ₂ , CaCO ₃
	4:1	15	MoS ₂ , FeS, FeS _{1-x}
	4:1	20	MoS ₂ , SiO ₂ , х-фаза в небольшом количестве, MgO, CaO, CuS, Fe ₃ O ₄ , Fe ₂ (MoO ₄) ₃
	4:1	30	MoS ₂ , SiO ₂ , х-фаза в небольшом количестве, MgO, CaO, CuS, Fe ₃ O ₄ , Fe ₂ (MoO ₄) ₃

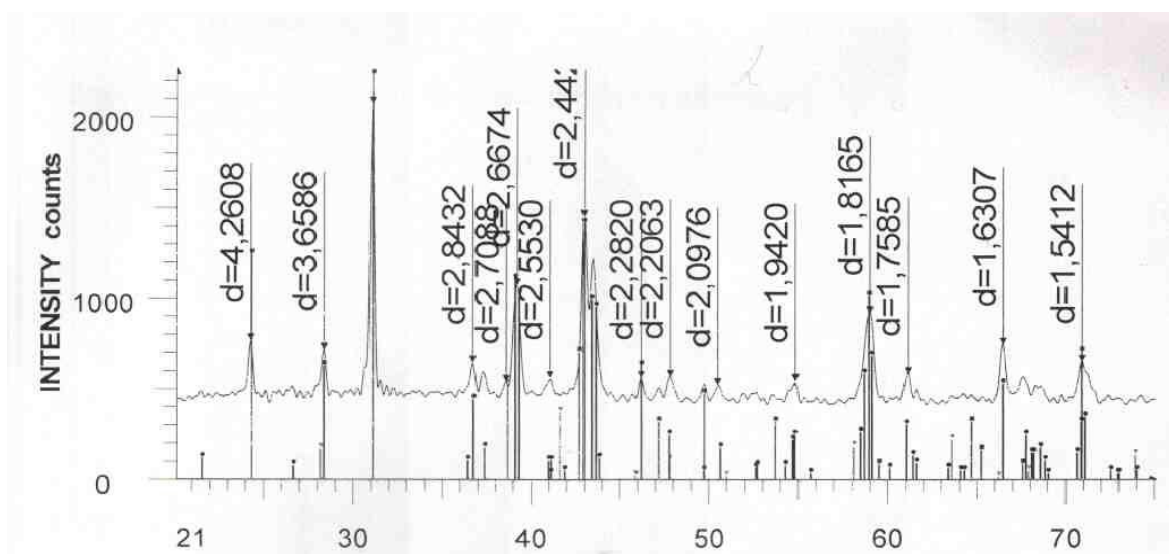


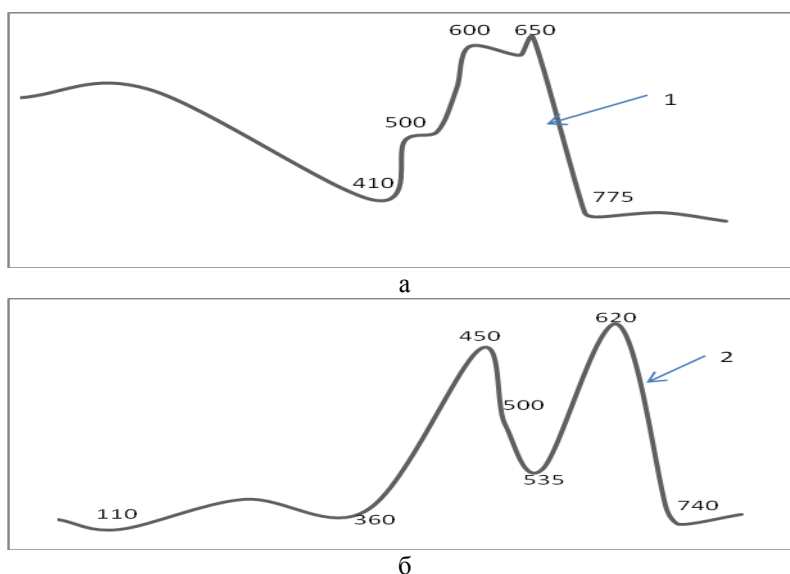
Рис. 5 – Результат рентгенофазового анализа активированного арсенопирита – 2

В нашей работе применялся дериватограф производства Венгрия, позволяющий получить дефференциальные кривые нагревания (ДТА), кривые потери массы (ДТГ) и простую материю массы (ТГ). Анализ этих кривых дает возможность устанавливать природу противоположных по знаку эффектов [11].

Метод позволяет определить фазовые изменения, происходящие с относительно большой скоростью. Температуре максимальная при анализе 1000°C, скорость нагрева 20% мин, S ленты – 2,5 мм/мин.

Обработка образца в планетарной мельнице приводит к изменению ДТА кривой на начальном участке в температурном интервале 160-320°C, что связано с превращениями элементарной серы, образующийся при обработке.

Механическая активация молибдена сильно влияет на его термические характеристики. После механоактивации скорость окисления минерала сильно возрастает. На кривых ДТА рисунок 6. Прослеживаются понижение температурных пределов окисления.



а – не активированный, б – активированный в воздушной среде 15 минут

Рис. 6 – ДТА кривые молибденита и продуктов его механической обработки

По данным [10, 11] конечным продуктом термического разложения молибденита является лишь оксид молибден (MoO_3). Эти превращения происходят при температурах 600-680°C экзотерма на рисунке (кривая 1). После активации в воздушной среде окисление молибденита происходит при 450-500°C пик на кривой 2.

Таким образом, используя метод дифференциально – термического анализа можно оценить влияние механоактивации на изменение физико-химических свойств сульфидов.

В результате механохимической активации снижен температурный порог начала окисления исследуемых сульфидных минералов.

Выводы

Установлено, что активация исследуемых сульфидов в сухом режиме приводит к повышению их химической активности, что выражается в понижении температуры термического окисления.

Установлено изменение фазового состава образцов после обработки.

Литература

- 1 Металлургия благородных. Под ред. Чугаева В.М. 1987, - 432с.
- 2 Б.Д.Мельник. Инженерный справочник по технологии неорганических веществ. М1945, - 544с.
- 3 Л.Н. Крылова, А.С. Медведев, Д.А. Рябцев Действие механоактивации на выщела-

чивание сульфидных медных концентратов // Цветная металлургия.-2009. №12, с. 17-20

4 В.А. Чантурия, В.Н. Бочаров. Новые технологии обогащения и космической переработки труднообогатимого природного и техногенного сырья // Цветные металлы. 2012. №2, С 25-27

5 Коцарь М.И., Болдырев В.А., Лазаренко В.В., Медведев А.С., Шаталов В.В. Применение механоактивации при вскрытии упорных ураново-золотых руд Эльконского рудного поля // Цветные металлы.-2008.- №5.- С. 11-14

6 Акопян А.А. «Химическая термодинамика» М: ВШ, 1963, - 527с

7 Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции. М: МГУ, 1963, - С303-307

8 Хайнике Г. Требохимия М: Мир, -1987, - 584с.

9 Кулебакин В.Г. Превращения сульфидов при активации. Новосибирск «Наука», 1985, -209с.

10 Молчанов В.И., Архипенко Д.К. Разложение воды продуктами тонкого измельчения минеральных веществ. – В кн. Физико-химические изменения минералов в процессе сверхтонкого измельчения. Новосибирск. 1966, - С88-104.

11 Иванова В.П., Розанова Е.Л. Исследование сульфидов и арсенидов скоростным микротермическим методом в воздушной среде. В кн: минералогический сборник. Львов. Высшая школа. 1973, -С 39-80.

MECHANICAL ACTIVATION OF SULFIDE ORES AND CONCENTRATES

**A.B. Seisenova, O.S. Bairakova, N.Yu. Golovchenko, A.S. Suleimenova, B.S. Sadikov,
S.Kh. Aknazarov, O.Yu. Golovchenko**

Al-Farabi Kazakh National University,
Institute of Combustion Problems,
172, Bogenbai batira str., Almaty, Kazakhstan, sestager@mail.ru

Abstract

The prevalence of metal sulfides in nature and their use as starting materials for the production of many metals are constant interest in the investigation and search for new ways of desulfurization. The traditional method of roasting desulfurization is connected with technological complex by chain of the process which requires recovery of toxic sulfur dioxide and disposal. To speed up the process of dissolution and leaching can be used mechanical activation of sulphide and their mixtures with other substances in intense grinding machines. Mechanical processing of mineral raw materials to disperse is one of the most important mechanical operations. The ultimate size of the crushed mineral is one of the locating factors which affect on the technological characteristics of hydrometallurgical and pyrometallurgical processes, as well as a factor determining the degree of extraction of the target metal. In the process of mechanical activation through complex mechanical action is a violation of the ideal structure of matter, the creation of various defects in the crystal lattice of the solid substance. During the processing of finely divided substances acquire new properties and undergo chemical transformations. In work explored influence of mechanical activation and fine grinding to modify the physico-chemical properties of sulfides. Also raw material processing parameters were investigated that influence the degree of desulfurization of arsenopyrite and molybdenite. Dry activation samples held in different time regimes on planetary centrifugal mill with different loading. Found that activation of the studied sulfides in dry mode leads to an increase in their chemical activity which results in lowering the temperature of the thermal oxidation.

МЕХАНОАКТИВАЦИЯ СУЛЬФИД КЕНДЕРІ МЕН ҚОЙЫРТПАЛАРЫ

**А.Б. Сейсенова, А. Сулейменова, О.С. Байракова, О.Ю. Головченко, С.Х. Акназаров
Н.Ю. Головченко, Б.С. Садыков**

Әл-Фараби даңғылы Қазақ Ұлттық университеті
Жану проблемалары институты, Қазақстан, Алматы, Бөгенбай батыра 172, sestager@mail.ru

Аннотация

Табиғатта металл сульфидтерді таралуы және көптеген металдар үшін материалдар-бастапқы ретінде оларды пайдалануға зерттеу және ғытталған жаңа жолдарын іздеуге тұрақты пайыздық болып табылады. Улы күкірт және оның кәдеге жарату dnuoksida басып алу үшін қажет кешенді технологиялық тізбекті процесін байланысты пеш ғытталған дәстүрлі жолы. Ерігенге және шаймалау процестерді жеделдету үшін шиеленісте тегістеу аппаратының басқа заттармен олардың механикалық активтендіру сульфидтер мен қоспалар пайдаланыңыз. Ең маңызды механикалық операциялар бірін - тарай минералдар өңдеу. Ұнтақ минералды қорытынды мөлшері мақсатты металл өндіру дәрежесін анықтау, гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық процестер технологиялық параметрлерін әсер ететін негізгі факторлардың бірі болып табылады. Күрделі механикалық іс-қимыл арқылы механикалық активтендіру процесінде заттар тамаша құрылымы, қатты кристалдық торда ақауларды түрлі құру бұзу болып табылады. Өңдеу барысында, микрондалған заттар жаңа сипаттарды сатып алуға және химиялық түрлендіруді ұшырайды. Сульфид физика сипаттарын өзгерту үшін ұнтақтау механикалық активтендіру және ұсақ әсері. Біз күкіртті қосылыстарды тазарту arsenopyrite және молибденит дәрежесіне өңдеу параметрлерін әсерін зерттеді. Түрлі жүктеу планеталық тепкіш диірмен үшін түрлі уақыт режимдерде үлгілерін құрғақ белсендіруді өткізіңіз. Бұл активтендіру жылу тотығу температурасын төмендету, нәтижесінде олардың реактивтілігіне арттыру әкеледі құрғақ режимінде сульфидтерді зерттелген деп құрылды.