

№12 2023

научно-технический и производственный

ГОРНЫЙ

ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

Қазақстанның кен журналы



Код МРНТИ 52.45.21

*А.В. Рудицкий, С.П. Блискун

ООО НПФ «Магнитные и гидравлические технологии» (г. Днепр, Украина)

ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ЛИНИЯ ОБОГАЩЕНИЯ КВАРЦ-ГЛАУКОНИТОВЫХ ПЕСКОВ

Аннотация. Настоящая работа выполнена специалистами ООО НПФ «Магнитные и гидравлические технологии» с целью получения глауконитового концентрата из кварц-глауконитовой руды сухим методом обогащения. В статье описаны свойства глауконита. Приведены результаты лабораторных исследований, гранулометрический, минералогический и магнитный анализы. Достигнуты необходимые показатели концентратов для применения в качестве удобрения, кормовых добавок, адсорбента радиоактивных изотопов и нефтепродуктов. Разработана технологическая схема обогащения: сушка, измельчение, классификация, высокоградиентная магнитная сепарация. Разработана схема цепи аппаратов линии обогащения. Предложена оригинальная концепция построения фабрики, ее конфигурация и компоновка.

Ключевые слова: Глауконит, концентрат, обогащение, классификация, магнитная сепарация, барьерный магнитный сепаратор, удобрение, кормовая добавка, адсорбент.

Кварц-глаукониттік құмдарды байыту технологиясы және кешенді желісі

Анотація. Бұл жұмысты «Магниттік және гидравликалық технологиялар» ЖШС жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің мамандары құрғақ байыту әдісімен кварц-глауконит кенінен глауконит концентратын алу мақсатында жүргізді. Мақалада глаукониттің қасиеттері сипатталған. Зертханалық зерттеулердің, гранулометриялық, минералогиялық және магниттік талдаулардың нәтижелері берілген. Тыңайтқыш, жемдік қоспалар, радиоактивті изотоптарды адсорбент және мұнай өнімдері ретінде пайдалану үшін концентраттардың қажетті көрсеткіштеріне қол жеткізілді. Байытудың технологиялық сұлбасы әзірленді: кептіру, ұнтақтау, жіктеу, жоғары градиентті магниттік сепарация. Байыту желісі құрылғыларының схемасы әзірленді. Зауыт салудың, оның конфигурациясы мен схемасының түпнұсқа тұжырымдамасы ұсынылған.

Түйінді сөздер: Глауконит, концентрат, байыту, классификация, магниттік сепаратор, тосқауыл магниттік сепаратор, тыңайтқыш, жемдік қоспа, адсорбент.

Technology and complex line for enrichment of quartz-glaucanite sands

Abstract. This work was carried out by specialists from NPF Magnetic and Hydraulic Technologies LLC with the aim of obtaining glauconite concentrate from quartz-glaucanite ore using the dry enrichment method. The article describes the properties of glauconite. The results of laboratory studies, granulometric, mineralogical and magnetic analyzes are presented. The necessary indicators of concentrates for use as fertilizer, feed additives, adsorbent of radioactive isotopes and petroleum products have been achieved. A technological scheme for enrichment has been developed: drying, grinding, classification, high-gradient magnetic separation. A circuit diagram of the enrichment line devices has been developed. An original concept for building a factory, its configuration and layout is proposed.

Key words: Glauconite, concentrate, enrichment, classification, magnetic separation, barrier magnetic separator, fertilizer, feed additive, adsorbent.

Введение

Казахстан обладает значительными ресурсами глауконит-содержащих пород.

Разведаны месторождения кварц-глауконитовых песков Кызылсайское (Мугоджары), около 100 тыс. м³. Прогнозные запасы Селетинского месторождения равны 722 млн т. Запасы Тыкбутакинского месторождения, расположенного в Западном Примугоджарье, составляют 350 млн т. Содержание глауконита в песках 50-95%. Выявлены новые месторождения глауконита в Западном, Северном и Южном Казахстане [1].

Глауконит («зеленая земля», от др.-греч. γλαυκός «светло-зеленый») – минерал, водный алюмосиликат железа, кремнезема и оксида калия непостоянного состава, относится к группе гидрослюд. Известен с 1828 года по работе Х. Керферштейна, давшего ему название¹.

Существует в виде маленьких, округленных зеленоватых зерен, цвет от оливкового до темного, черно-зеленого. Сингония моноклинная. Плотность 2,2-2,9. Твердость 2-3. Цвет зеленый, блеск матовый. Высокомагнезиальные разновидности называют селадонитом, высокоглиноземистые – сколитом.

Химическая формула $(K, H_2O) (Fe^{3+}, Al, Fe^{2+}, Mg)_2 [Si_3AlO_{10}] (OH)_2 \times nH_2O$.

Химический состав непостоянен: (K_2O) 4,4 – 9,4 %, (Na_2O) 0 – 3,5 %, (Al_2O_3) 5,5 – 22,6%, (Fe_2O_3) 6,1 – 27,9 %, (FeO) 0,8 – 8,6 %, (MgO) 2,4 – 4,5 %, (SiO_2) 47,6 – 52,9 %, (H_2O) 4,9 – 13,5 %².

Глауконит применяют как кормовые добавки и удобрение. Глауконитовые пески обогащены калием (K_2O), магнием (MgO), что обуславливает возможность замены традиционных калийных удобрений.

Глауконит применяется в производстве цветного силикатобетона, для изготовления масляных и алкидных красок, при очистке стоков горнопромышленных предприятий, сахарных заводов, сточных шахтных вод и бытовых стоков.

Глауконит хорошо сорбирует радиоактивные изотопы, тяжелые металлы. Используется для обустройства инженерно-геохимических барьеров на загрязненных нефтепродуктами территориях, что способствует полному разрушению нефтепродуктов. Применяется при ликвидации запасов химического оружия и высокотоксичных промышленных отходов³.

Получение товарного глауконитового концентрата и его производных – основная задача обогащения кварц-глауконитовых песков. Силами специалистов ООО НПФ «Магнитные и гидравлические технологии» (г. Днепр, Украина) были исследованы на обогатимость кварц-глауконитовые пески Каринского месторождения Челябинской обл. РФ, Бондарское месторождение Тамбовской обл. РФ, Адамовское месторождение Хмельницкой обл., Украина.

Методы исследования

Результаты химического анализа рядовых и технологической проб, отобранных на стадии предварительной разведки Адамовского месторождения Хмельницкой обл. (Украина), приведены в таблице 1 [5-6].

¹ Википедия – свободная энциклопедия. – <https://uk.wikipedia.org/wiki> (на украинском языке)

² Геологический словарь: – <https://geodictionary.com.ua/> (на украинском языке)

³ Геологический словарь: – <https://geodictionary.com.ua/> (на украинском языке)

Таблица 1

Химический анализ рядовых и технологической проб, отобранных на стадии предварительной разведки Адамовского месторождения Хмельницкой обл. (Украина)

Кесте 1

Хмельницький ауданы лысындагы Адамовское кен орнының алдынан ала барлау сатысында алған қарапайым және технология үлгілердің химиялық талдауы

Table 1

Chemical analysis of ordinary and process samples taken at the stage of preliminary exploration of the Adamovskoye field in the Khmelnytsky region (Ukraine)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	ппп	Сумма	H ₂ O
51.12	8.94	18.16	2.02	0.15	0,02	1.26	3.13	0.49	8.16	0.19	0.01	6.38	100	4.33

Гранулометрический состав руды и раскрытие зерен минералов

Кварц-глауконитовые пески вмещают промышленно ценные минералы – глауконит и кварц. Гранулометрическая характеристика руды Адамовского месторождения Хмельницкой обл. (Украина) с разделением глауконита по классам крупности приведена в таблице 2.

Таблица 2

Результаты минералогического анализа продуктовой пробы глауконитовых песков Адамовского месторождения Хмельницкой обл. (Украина) после обесшламливания

Кесте 2

Хмельницький облысы, Адамовское кен орнының глауконит құмдарының елеулісінің өнімдерін минералогиялық талдау нәтижелері. (Украина) делимациядан кейін

Table 2

Results of mineralogical analysis of the products of a sieving sample of glauconite sands from the Adamovskoye deposit, Khmelnytsky region. (Ukraine) after desliming

	Содержание, %			
Продукты	+0,25	-0,315+0,14	-0,14+0,071	-0,071
Глауконит св.	-	15-16	25-27	80
Глауконит в сродках	80-82	5-7	зн	-
Кварц	18-20	74-77	70	60-62

В классе -0,071 мм содержание свободного глауконита составляет от 60 до 90%. В классе -0,140 + 0,071 и в классе 0,315 + 0,14 мм содержание глауконита в виде сродков достигает 30%. В классе +0,315 мм содержание свободного глауконита менее 2%, а основной материал – это обломки песчаника с глауконитом, который трудно удалить без предварительного измельчения, поэтому в схеме обогащения с помощью измельчения и классификации выделяется до 20-25% породы, которая не содержит глауконит и минерал, подготовленный для магнитного обогащения.

Раскрытие зерен глауконита начинается с класса менее 0,315 мм, где глауконит находится в свободном виде [6].

Магнитный анализ

Исходя из особенностей минерального состава глауконит-кварцевых песков, удельная магнитная чувствительность основных минералов, следующая:

- глауконит $150 \cdot 10^{-6}$ г/см³;

- кварц $<10 \cdot 10^{-6}$ г/см³;

Это позволяет с успехом применять магнитные методы обогащения.

Исследование на обогатимость кварц-глауконитовых песков сухим магнитным методом проводилось на классифицированной пробе на лабораторном электромагнитном барьерном сепараторе «Туркенич» (БСТ).

Электромагнитный барьерный сепаратор «Туркенич» разработан для сухого магнитного обогащения сыпучих материалов. Используется на стадиях магнитного обогащения глауконита, кварцевых песков, пегматитов, марганцевых руд, граната и других минералов с малой и низкой магнитной восприимчивостью. Надежен в эксплуатации и малозатратен в обслуживании.

Разработка технологии обогащения, требований к подготовке материала и подбор оборудования производилась на оборудовании и силами ООО НПФ «Магнитные и гидравлические технологии».

Наличие в исходном материале класса крупностью менее 0,071 мм не позволяет эффективно проводить сухую магнитную сепарацию. Поэтому при подготовке исходного материала к магнитной сепарации из исходного материала извлечены тонкие классы -0,071 мм. Содержание глауконита в классе -0,071мм 60-100%. Следовательно, извлеченный продукт класса -0,071мм – это глауконитовый концентрат, т.е. товарный продукт.

Результаты

Барьерная сепарация осуществлялась в два приема с перестройкой немагнитного продукта с постадиальным увеличением индукции. Схема проведения исследований на обогатимость кварц-глауконитовых песков Адамовского месторождения Хмельницкой обл. показана на рис. 1. Показатели обогащения продуктов деления приведены в таблице 3. На рис. 2-6 представлены продукты деления.

Схема обогащения кварц-глауконитовых песков

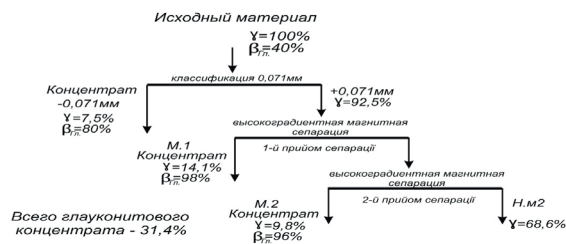


Рис. 1. Схема проведения исследований на обогатимость кварц-глауконитовых песков Адамовского месторождения Хмельницкой обл. Сурет 1. Хмельницкий облысы, Адамовское кен орнының кварц-глауконит құмдарын байыту бойынша зерттеулердің схемасы.
 Figure 1. Scheme of research on the beneficiation of quartz-glaucanite sands of the Adamovskoye deposit, Khmel'nitsky region.

Таблица 3

Результаты обогащения кварц-глауконитовых песков Адамовского месторождения Хмельницкой обл. магнитным методом

Кесте 3

Хмельницкий облысы Адамовское кен орнының кварц-глауконит құмдарын байыту нәтижелері магниттік әдіс

Table 3

Results of enrichment of quartz-glaucanite sands of the Adamovskoye deposit, Khmel'nitsky region magnetic method

	Исход- ный	-0,071 мм	M1	M2	Н.М ²
γ – выход продукта, %	100	7,5	14,1	9,8	68,6
β – содержа- ние Гл., %	40	80	98	96	2
ε – извлече- ние Гл., %	100	15	34,47	23,6	26,9

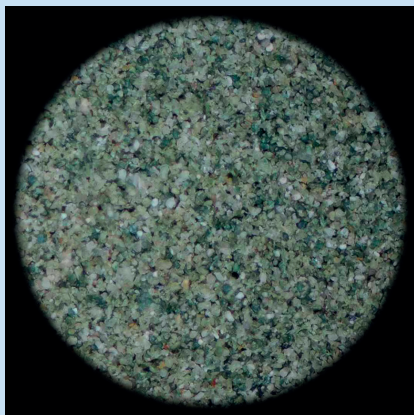


Рис. 2. Глауконитовый концентрат -0,071 мм.
 Сурет 2. Глауконит концентраты -0,071 мм.
 Figure 2. Glauconite concentrate -0,071 mm.

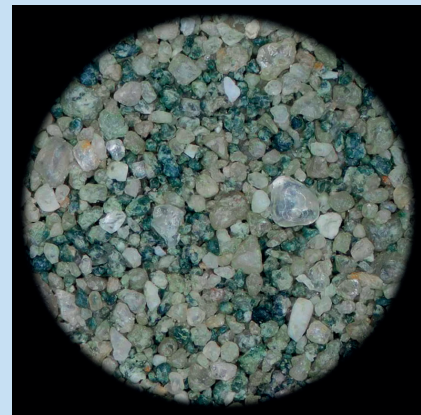


Рис. 3. Исходный материал -0,315+0,071 мм.
 Сурет 3. Бастапқы материал -0,315+0,071 мм.
 Figure 3. Source material -0,315+0,071 mm.

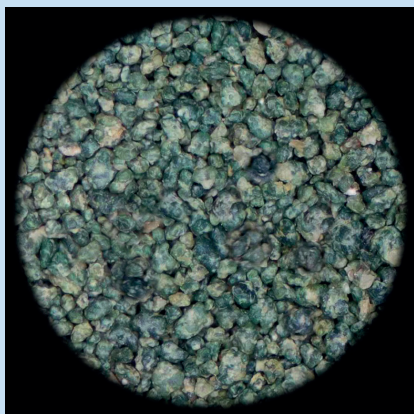


Рис. 4. Глауконитовый концентрат М.1.
 Сурет 4. Глауконит концентраты М.1.
 Figure 4. Glauconite concentrate M.1.

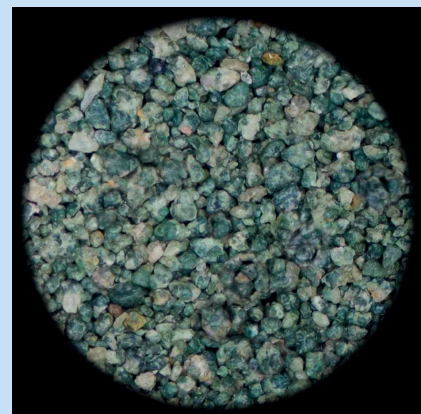


Рис. 5. Глауконитовый концентрат М.2.
 Сурет 5. Глауконит концентраты М.2.
 Figure 5. Glauconite concentrate M.2.

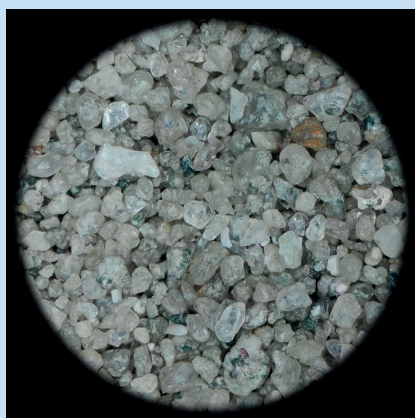


Рис. 6. Кварцевый концентрат Н.м.2.
Сурет 6. Кварц концентраты Н.м.2.
Figure 6. Quartz concentrate N.m.2.

На рис. 7 показана схема обогащения кварц-глауконитовых песков Бондарского месторождения Тамбовской обл. РФ. Результаты обогащения собраны в таблице 4 [7].

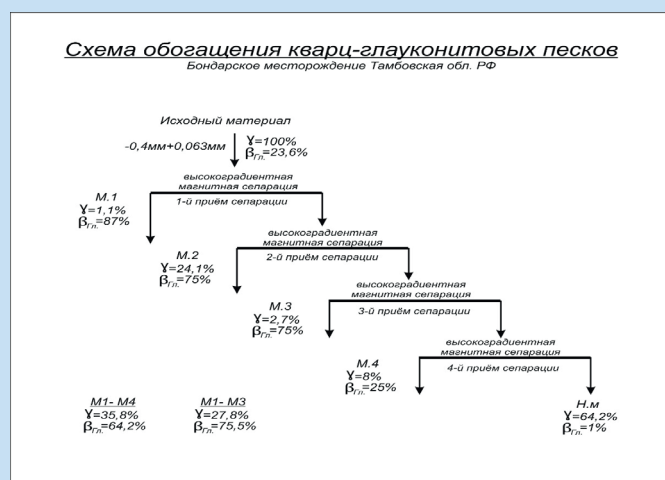


Рис. 7. Схема обогащения кварц-глауконитовых песков Бондарского месторождения Тамбовской обл.
Сурет 7. Тамбов облысы, Бондарское кен орнының кварц-глауконит құмдарын байыту схемасы.
Figure 7. Enrichment scheme for quartz-glaucanite sands of the Bondarskoye deposit, Tambov region.

Таким образом, исследования, проведенные на кварц-глауконитовых пробах разных месторождений, показали:

1. Качественное разделение исходных кварц-глауконитовых песков с получением товарных концентратов достигается при применении электромагнитного барьерного сепаратора «Туркенич». В отличие от других типов магнитных сепараторов, в барьерном сепараторе «Туркенич» сведен к минимуму эффект захвата немагнитных минералов магнитными минералами.

2. В схемах обогащения необходимо предусматривать операцию обеспыливания исходного продукта (классификацию) перед магнитной сепарацией. При этом выделенный классификацией тонкий продукт будет являться товарным глауконитовым концентратом.

3. В зависимости от требований, предъявляемых к качеству конечного продукта, для получения концентратов разного сорта возможно использование одноярусных, двухъярусных, трехъярусных барьерных сепараторов (БСТ) или их комбинации [8].

Технология обогащения

На основании проведенных исследований в качестве базовой принята технология обогащения кварц-глауконитовых песков, схема которой отображена на рис. 8.

Линия обогащения

Принятая технология является основой при создании линии обогащения кварц-глауконитовых песков, разработки цепи аппаратов по подготовке исходного материала для магнитного обогащения, подбор магнитных сепараторов и вспомогательного оборудования, рис. 4.

Для реализации этой схемы применяется как серийно выпускаемое оборудование, так и разработанное, производимое НПФ «Магнитные и гидравлические технологии».

В соответствии со схемой обогащения (рис. 3) и схемой цепи аппаратов (рис. 4) разработана и скомпонована линия обогащения кварц-глауконитовых песков с получением глауконитового и кварцевого концентратов производительностью 8-12 тонн в час.

Общий вид линии и компоновка оборудования представлена на рис.10.

Линия обогащения включает в себя:

- узел дробления и классификации исходного материала;

Таблица 4

Результаты обогащения кварц-глауконитовых песков Бондарского месторождения Тамбовской обл. магнитным методом

Кесте 4

Тамбов облысы, Бондарское кен орнының кварц-глауконит құмдарын байыту нәтижелері магниттік әдіс

Table 4

Results of enrichment of quartz-glaucanite sands of the Bondarskoye deposit, Tambov region magnetic method

	Исх	M1	M2	M3	M4	Нм	M1-4	M1-3
γ выход, %	100	1,07	24,06	2,67	8,02	64,17	35,83	27,81
β содерж., %	23,63	87	75	75	25	1	64,16	75,46
ε извлеч., %	100	3,94	76,37	8,49	8,49	2,72	97,28	88,8

- узел сушки;
- узел измельчения и магнитной сепарации;

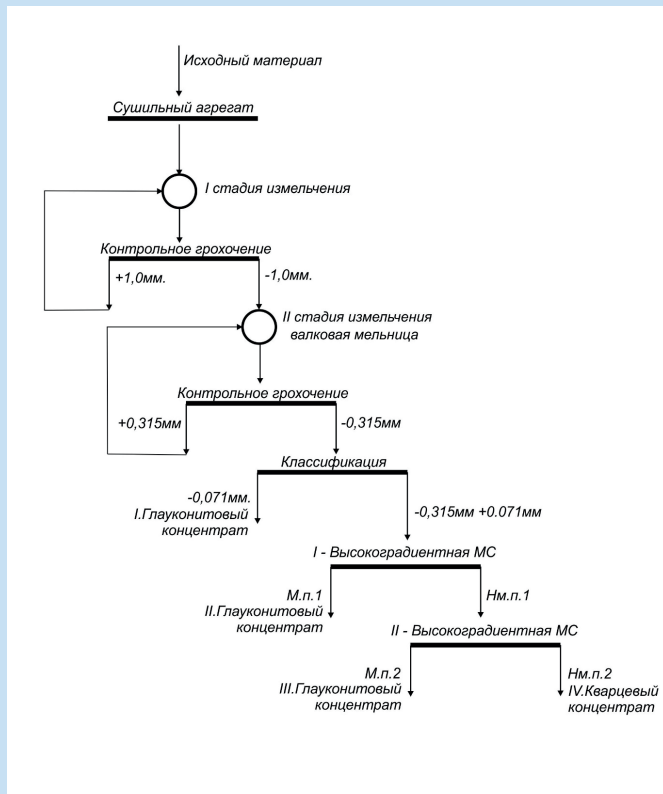


Рис. 8. Схема обогащения кварц-глауконитовых песков.

Сурет 8. Кварцты-глаукониттік құмдарды байыту схемасы.

Figure 8. Scheme of enrichment of quartz-glaucanite sands.

- транспорт конвейерный и элеваторы;
- кабину управления.

Работа линии автоматизирована и контролируется оператором из кабины управления.

Общие характеристики линии

Производительность по исходному питанию 8-12 т/ч.

Монтаж производится на спланированную горизонтальную площадку размером 17м x 19м.

Потребляемая электрическая мощность линии не превышает 300 Квт/ч.

Теплогенератор вибросушильного агрегата может работать как на любом твердом, жидком виде топлива или газе.

Линия состоит из унифицированных модулей, размеры которых дают возможность быстрого демонтажа линии, ее перевозки и монтажа на новом месте эксплуатации. Транспортировка осуществляется как авто-, так и железнодорожным транспортом [9].

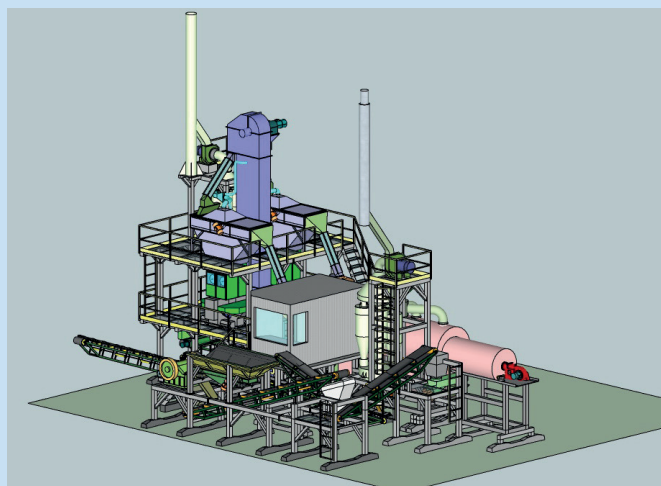


Рис. 10. Общий вид линии и компоновка оборудования.

Сурет 10. Желінің және жабдықтың орналасуының жалпы көрінісі.

Figure 10. General view of the line and equipment layout.

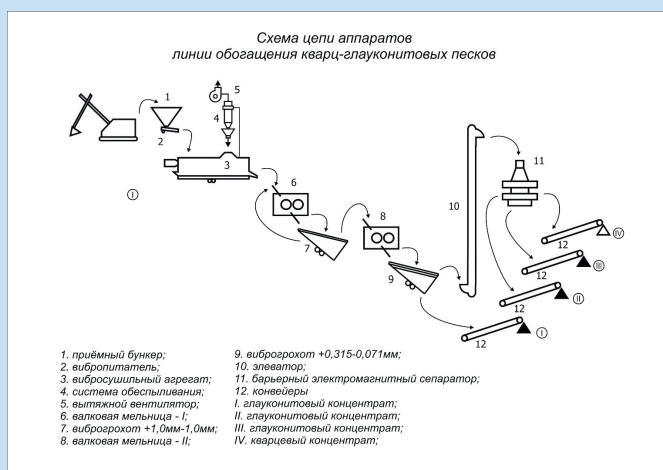


Рис. 9. Схема цепи аппаратов линии обогащения кварц-глауконитовых песков.

Сурет 9. Кварцты-глаукониттік құмдарды байыту сызығының құрылғыларының схемасы.

Figure 9. Diagram of the circuit of devices for the enrichment line of quartz-glaucanite sands.

Закключение

Кварц-глауконитовая руда обогащается сухим магнитным методом.

Результат обогащения – товарный глауконитовый концентрат в виде крупки и в виде муки, а также кварцевый концентрат.

Обогащение на электромагнитном барьерном сепараторе позволяет получить концентрат с содержанием глауконита до 98%, при содержании глауконита в хвостах – 2%.

Данная технология сухого обогащения опробована и рекомендована для внедрения на месторождениях кварц-глауконитовых руд Казахстана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Курбаниязов С.К., Абдимуталип Н.А. Исследования в области естественных наук. Широкие спектры применения глауконитов и их роль в современном обществе. // Электронный научно-практический журнал. – 2012. – №5 (на русском языке)
2. Билецкий В.С., Суярко В.Г., Ищенко Л.В., Халиков Р.Х. Глауконит. // Минералогический словарь: в 2 т. / Харьков: Национальный технический университет «Харковский политехнический институт»; Киев: ФОР. Минералогический словарь. – 2018. – Т. I. – С. 444 (на русском языке)
3. Спектор Д.Р., Звенигородская Т.М. Изучение обогащения глауконит-кварцевой руды Адамовского месторождения Хмельницкой области. // Государственное региональное геологическое предприятие «Южгеология». – 2002 (на украинском языке)
4. Левченко М.Л., Григорьева А.В., Горностаева Т.А. Использование методов прикладной минералогии при изучении технологических свойств глауконит содержащих песков. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Текст научной статьи по специальности «Науки о Земле и смежные экологические науки». – 2009 (на русском языке)
5. Туркенич А.М., Рудицкий А.В. Барьерная магнитная сепарация зернистых слабомагнитных материалов. Способ, сепаратор, теория: Монография / Днепрпетровск: Национальный горный университет. – 2003 (на русском языке)
6. Туркенич А.М., Рудицкий А.В., Альтекс. М. Барьерный магнитный сепаратор для обогащения зернистых слабомагнитных руд. // V конгресс обогатителей стран СНГ; материалы конгресса. – 2005. – Т. IV. – Ч. I. – С. 28-30 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Құрбаниязов С.Қ., Әбдімұтәліп Н.Ә. Жаратылыстану ғылымындағы зерттеулер. Глаукониттерді қолданудың кең ауқымы және олардың қазіргі қоғамдағы рөлі. // Электрондық ғылыми-практикалық журнал. – 2012. – №5 (орыс тілінде)
2. Билецкий В.С., Суярко В.Г., Ищенко Л.В., Халиков Р.Х. Глауконит. // Минералогиялық және петрографиялық сөздік: 2 томда / Харьков: «Харьков политехникалық институты» Ұлттық техникалық университеті; Киев: ФОР 2018. Т.1: Минералогиялық сөздік. – 2018. – Т.1. – Б. 444 (орыс тілінде)
3. Спектор Д.Р., Звенигородская Т.М. Хмельницкий облысы, Адамовский кен орнының глауконит-кварц кенін байытуды зерттеу. // «Южгеология» мемлекеттік аймақтық геологиялық кәсіпорны. – 2002 (украин тілінде)
4. Левченко М.Л., Григорьева А.В., Горностаева Т.А. Құрамында глауконит бар құмдардың технологиялық қасиеттерін зерттеуде қолданбалы минералогия әдістерін қолдану. // Тау-кен ақпараттық-аналитикалық бюллетень (ғылыми-техникалық журнал). «Жер туралы ғылымдар және онымен байланысты қоршаған орта туралы ғылымдар» мамандығы бойынша ғылыми мақала мәтіні. – 2009 (орыс тілінде)
5. Туркенич А.М., Рудицкий А.В. Түйіршікті әлсіз магнитті материалдарды тосқауыл магниттік бөлу. Әдіс, бөлгіш, теория: Монография. / Днепрпетровск: Ұлттық тау-кен университеті. – 2003 (орыс тілінде)
6. Туркенич А.М., Рудицкий А.В., А.В. Альтекс. М. Түйіршікті әлсіз магнитті кендерді байытуға арналған тосқауыл магнитті сепаратор. // ТМД елдері байытушылардың V конгресс; конгресс материалдары. – 2005. – Т. IV. – Бөл. I. – Б. 28-30 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Kurbaniyazov S.K., Abdymutalip N.A. Issledovaniya v oblasti estestvennyh nauk. Shirokie spektry primeneniya glaukonitov i ih rol' v sovremennom obshhestve [Research in the natural sciences. Wide range of uses of glauconites and their role in modern society]. // Elektronnyy nauchno-prakticheskiy zhurnal = Electronic scientific and practical journal. – 2012. – No. 5 (in Russian)
2. Bileckij V.S., Sujarko V.G., Ishchenko L.V., Halikov R.H. Glaukonit. // Mineralogo-petrograficheskij slovar': v 2 t. / Har'kov: Nacional'nyj tehnikeskij universitet «Harkovs'kij politehnicheskij institut» [Mineralogical and petrographic dictionary: in 2 volumes / Kharkov: National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute»]. // Kiev: FOP. Mineralogicheskij slovar' = Kyiv: FOP. Mineralogical Dictionary. – 2018. – T. 1. – P. 444 (in Russian)
3. Spector D.R., Zvenigorodskaja T.M. Izuchenie obogashheniya glaukonit-kvarcevoj rudy Adamovskogo mestorozhdeniya Hmel'nickoj oblasti [Study of the enrichment of glauconite-quartz ore from the Adamovsky deposit, Khmel'nitsky region]. // Gosudarstvennoe regional'noe geologicheskoe predpriyatije «Juzhgeologija» = State regional geological enterprise «Yuzhgeology». – 2002 (in Ukrainian)

4. Levchenko M.L., Grigor'eva A.V., Gornostaeva T.A. Ispol'zovanie metodov prikladnoj mineralogii pri izuchenii tehnologicheskikh svoystv glaukonit sodержashhih peskov [Using methods of applied mineralogy in studying the technological properties of glauconite-containing sands]. // Gornyy informacionno-analiticheskij bjulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). Tekst nauchnoj stat'i po special'nosti «Nauki o Zemle i smezhnye jekologicheskie nauki» = Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). Text of a scientific article in the specialty «Earth Sciences and Related Environmental Sciences». – 2009 (in Russian)
5. Turkenich A.M., Rudytskyi A.V. Bar'ernaja magnitnaja separacija zernistykh slabomagnitnykh materialov. Sposob, separator, teoriya: Monografija [Barrier magnetic separation of granular weakly magnetic materials. Method, separator, theory: Monograph]. // Dnepropetrovsk: Nacional'nyj gornyy universitet = Dnepropetrovsk: National Mining University. – 2003 (in Russian)
6. Turkenich A.M., Rudytskyi A.V., Al'teks. M. Bar'ernyy magnitnyj separator dlja obogashheniya zernistykh slabomagnitnykh rud [Barrier magnetic separator for the enrichment of granular weakly magnetic ores]. // V kongress obogatitelej stran SNG; materialy kongressa = V Congress of Concentrators of the CIS Countries; materials of the congress. – 2005. – Vol. IV. – Part 1. – P. 28-30 (in Russian)

Сведения об авторах:

Рудицкий А.В., Директор, научный руководитель ООО Научно-производственная фирма «Магнитные и гидравлические технологии» (г. Днепр, Украина), rudytskyi@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0009-8464-9184>

Блискун С.П., главный обогатитель-конструктор ООО Научно-производственная фирма «Магнитные и гидравлические технологии» (г. Днепр, Украина)

Авторлар туралы мәліметтер:

Рудицкий А.В., «Магниттік және гидравликалық технологиялар» ЖШС ғылыми-өндірістік компаниясының директоры, ғылыми директоры (Днепр қ., Украина)

Блискун С.П., «Магниттік және гидравликалық технологиялар» ғылыми-өндірістік компаниясы ЖШС бас байытушысы-конструкторы (Днепр қ., Украина)

Information about the authors:

Rudytskyi A.V., Director, scientific director of LLC Scientific and Production Company «Magnetic and Hydraulic Technologies» (Dnepr, Ukraine)

Bliskun S.P., chief enricher-designer LLC Scientific and Production Company «Magnetic and Hydraulic Technologies» (Dnepr, Ukraine)