

УДК 669.2

Арипов А. Р. PhD, доц  
Сафоева М. У. Магистрант  
Муродуллоева С. О. Студент  
Сайфуллаев Ф. И. Ассистент  
Курбонов М. Н. Ассистент

Кафедра «Металлургия», Навоийский государственный  
горно-технологический университет, Узбекистан, г.Навои.

## ВОЗДУШНАЯ СЕПАРАЦИЯ ВЕРМИКУЛИТОВЫХ РУД ТЕБИНБУЛАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Аннотация:* В статье указаны основные свойства природного вермикулита, рассмотрены анализы минералого-технологических особенностей вермикулитового сырья. Приведены сведения о вермикулитовых рудах Тебунбулакского месторождения. А также рассмотрены вопросы разработки схемы обогащения, целью которой является получение сырья для теплоизоляционных и облицовочных плиток.

*Ключевые слова:* минералы, вермикулит, выхретоковой сепаратор, пневматический сепаратор, дробление, грохочение, сушка, теплоизоляция, температура, извлечения.

## AIR SEPARATION OF VERMICULITE ORES OF THE TEBINBULAK DEPOSIT

*Abstract:* The article indicates the main properties of natural vermiculite, analyzes the analysis of the mineralogical and technological features of vermiculite of sungulite raw materials. Information is given that the first

*appeared vermiculite ores of the Karauzyaksky deposit, as well as the development of a beneficiation scheme, the purpose of which is to obtain raw materials for heat-insulating and facing tiles.*

*Key words: minerals, vermiculite, effluent separator, pneumatic separator, crushing, screening, drying, thermal insulation, temperature, extraction.*

Вермикулит имеет малый объемный вес, пористость, низкий коэффициент теплопроводности, а также минеральный состав, обеспечивающий высокую огнестойкость и биостойкость, ставят его на одно из первых мест среди других теплоизоляционных материалов. Из него готовят сухие строительные смеси, производят огнезащитные плиты и краски, применяется для изоляции тепловых агрегатов, для звукоизоляции помещений, при разливке стали и т.п. В промышленности экономически развитых стран вермикулит применяют для производства более ста наименований продукции.

Методы и результаты исследований. Вермикулитовые руды Тебунбулакского месторождения являются типичными образованиями коры выветривания. В приповерхностной части они представлены рыхлыми мелко-среднезернистыми породами, часто с комковатой структурой. Комки имеют размер 3–7 см и легко рассыпаются на мелкие частицы. На глубине породы более плотные, но также слабо сцементированные.

Гранулометрический состав руд непостоянный (табл. 1). В целом преобладает фракция менее 5мм (от 55 до 98%, в среднем около 83%). Содержание фракции более 10мм (в основном мягкие комки) - от нескольких процентов до 15-30%, фракции 5-10 мм - в основном на уровне 2-5%, содержание фракций 5-0,6 и 0,6-0 мм примерно равное.

Таблица 1

## Гранулометрический состав руд Тебинбулакского месторождения

№ п\п	№ проб	Фракции, мм, %					
		+10	-10+5	+5	-5+0	В том числе	
						-5+0,6	-0,6+0
1	П-01г	31,2	24,8	56,0	44,0	39,5	4,5
2	П-02г	0,7	1,2	1,9	98,1	42,9	55,2
3	П-03г	2,0	2,8	4,8	95,2	45,9	49,3
4	П-04г	2,2	4,0	6,2	93,8	52,8	41,0
5	П-35	-	-	33,6	66,4	41,6	24,8
6	П-36	-	-	2,2	97,8	62,1	35,7
7	П-41	-	-	14,9	85,1	58,2	26,9
8	П-49	-	-	45,0	55,0	40,7	14,3
9	П-48	-	-	22,5	77,5	42,1	35,4
10	П-50	3,3	2,3	56	94,4	46,1	48,3

Главными минералами руд являются вермикулит, пироксен, амфибол, второстепенные - карбонат, титаномагнетит, иллингсит, гидрохлорит, монтмориллонит, хризотил - асбест, гипс, окислы железа. Титаномагнетит в значительной степени мартитизирован. Содержание его колеблется от 0,5-1,0 до 5-10%, реже 15-20%. По минеральному составу руды преимущественно вермикулит-пироксеновые с содержанием пироксена от 60 до 90% .

Содержание вермикулита в рудах крайне неравномерное - от первых десятых долей процента до 35-38%, в жиллообразных скоплениях до 50-65%. Отчетливой закономерности распределения вермикулита на глубину не наблюдается.

Большая часть проб проанализирована с применением специальной аппаратуры (трубчатая виброэлектродпечь ЛВЭ ТП-1, виброэжекционный

воздушный сепаратор ВЭП-1), что значительно повысило точность анализов.

По содержанию вермикулита руды можно условно подразделить на 3 типа: бедные руды с содержанием 5-10%, средние (10-20%) и богатые (более 20%). Однако оконтуривание руд с различным содержанием вермикулита из-за неравномерности его распределения не представляется возможным.

Для создания оптимальной схемы обогащения вермикулитовая руда Тебунбулакского месторождения с содержанием вермикулита в нём 10,16% была испытана на обогатимость по разработанной схеме (рис. 1).

Технологическая схема включает одностадийное дробление, извлечение из руд железосодержащих, цветных металлов и других примесей, сортировку на грохотах на получаемые фракции и воздушной сепарацией.

Для отделения фракции более 4мм руду подвергли грохочению. Фракция более 4мм подается в дробилку для дробления с последующим возвращением дробленного продукта на грохочения. При механическом воздействии зерна вермикулита легко раскрепляются по плоскостям спайности, образуя очень тонкие слабо вспучивающиеся чешуйки, поэтому при дроблении необходимо исключить и чрезмерное расщепление вермикулита.

По своей структуре и свойствам вермикулит существенно отличается от других природных каменных материалов, дробление которых с успехом может вестись на молотковых, щековых и валковых дробилках. Способность вермикулита расслаиваться на тонкие пластинки и, в ряде случаев, довольно высокая вязкость не позволяет использовать существующие дробильные установки для его дробления.

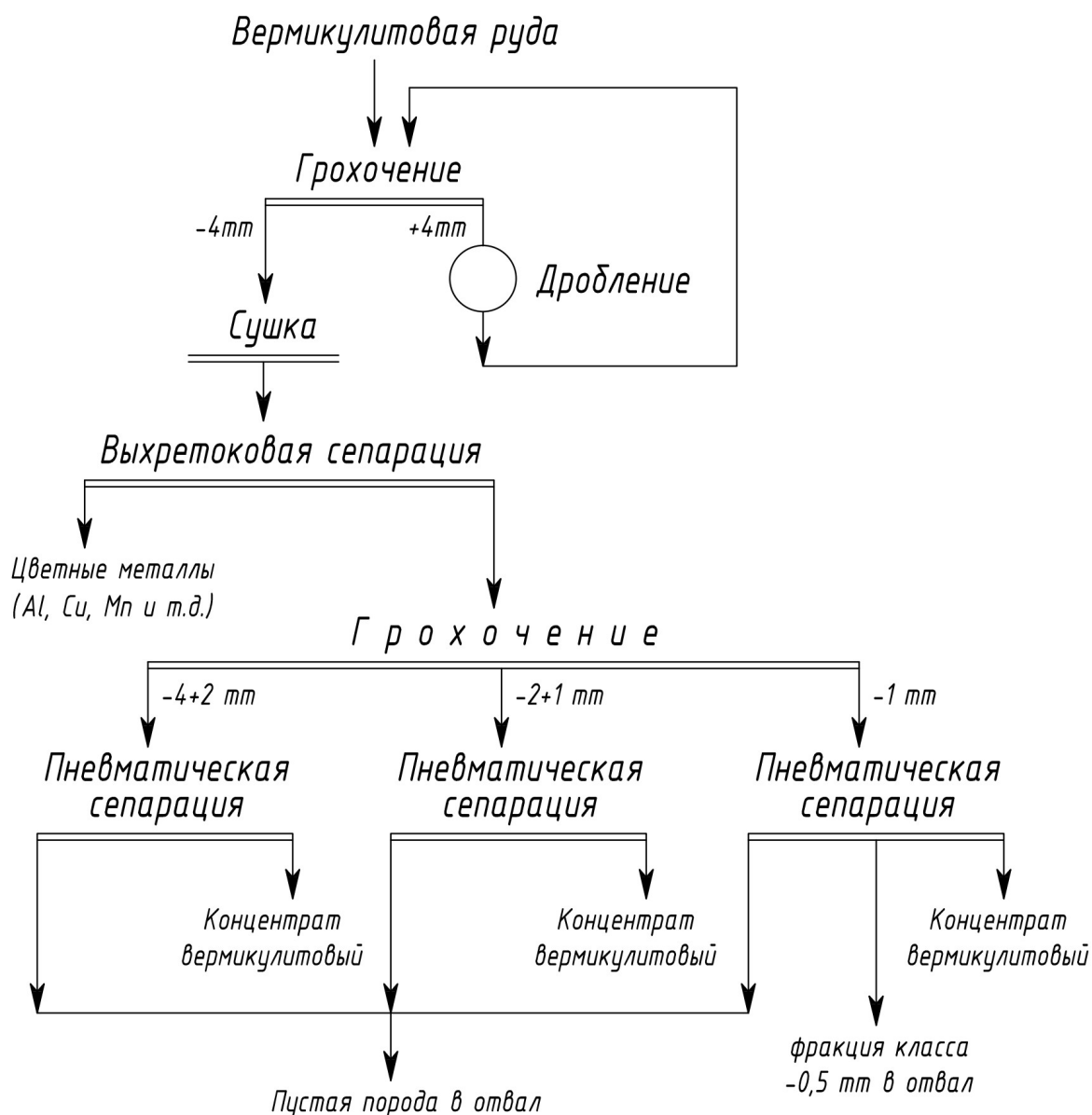


Рис. 1. Технологическая схема сухого обогащения вермикулитовых руд

Физические свойства вермикулита, а также указанные выше требования к дробленому материалу требуют, чтобы дробление вермикулита производилось не ударным или раздавливающим воздействием, а резанием или одновременно действующими резанием и ударом.

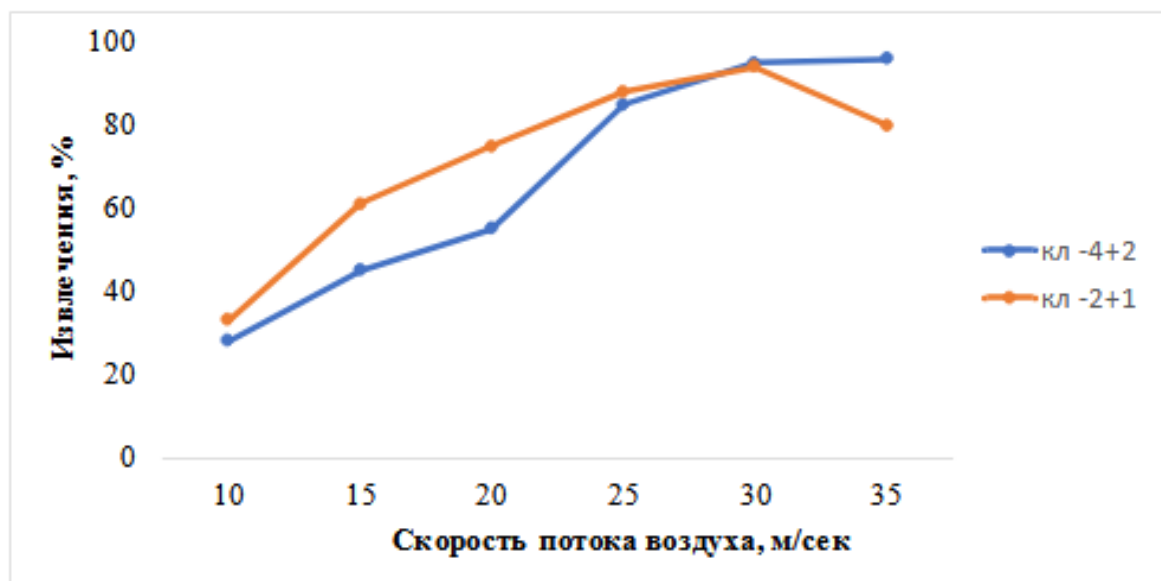


Рис. 2. Зависимость извлечения вермикулита в концентрат от скорости потока воздуха воздушного сепаратора

Сравнению чем других минералов в руде, уноситься потоком воздуха и попадает в дальний приёмник.

Результаты исследования показывают, что начальная скорость основной струи воздуха для разделения зерна вермикулита от пустой породы должна быть в границах 25-30 м/с.

Таблица 2

Распределение вермикулитового концентрата по фракциям

Фракция	Выход концентрата, %	Содержание вермикулита в концентрате, %	Извлечение вермикулита в концентрат, %
-4+2 мм	4,0	85,0	33,46
-2+1 мм	3,97	85,0	33,21
-1+0 мм	3,50	85,0	29,28
Итого	11,47	85,0	95,95

Таким образом, в результате проведенных исследований по разработанной схеме был получен вермикулитовый концентрат фракций -4+2мм, -2+1мм и -1мм с извлечением вермикулита в концентрат 95,95%,

выходом концентрата 11,47% и содержанием вермикулита в концентрате 85%. Распределение вермикулитового концентрата по фракциям приведено в табл. 2.

#### **Использованные источники:**

1. Application of sand mold casting modelling for casting pump volute AR Aripov, BR Vokhidov, AA Asrorov, FI Sayfullaev and MN Kurbonov - Journal of Physics: Conference Series, 2024
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ PRO-CAST AP Арипов, ФИ Сайфуллаев, МН Курбонов - Universum: технические науки, 2024
3. TURLI XOM ASHYOLARDAN METALLASHGAN TEMIR OLISH TADQIQOTLARI AE Nurimov, MN Qurbonov, AR Aripov, II Majidova - Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2023
4. MURAKKAB OLTIN TARKIBLI RUDA VA KONSENTRATLARNING MAYDALANISH VA SIANLANISH QOBILIYATINI YAXSHILASH UCHUN MIKROTO 'LQINLI ENERGIYADAN FOYDALANISH AR Aripov, OU Fuzaylov, FI Sayfullayev, MN Qurbonov - Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2023
5. Изучение вещественного состава и разработка технологии переработки золотосодержащей пробы руды одного из месторождений Республики Узбекистан X Ахмедов, ОГ Хайитов, ЖМ Бекпулатов - Халқаро илмий-техник анжуман–Тошкент, ТошДТУ, 2018
6. Исследование повышения степени извлечения аффинированного палладиевого порошка из сбросовых растворов AC Хасанов, БР Вохидов, AP Арипов, AA Асроров... - Литьё и металлургия, 2020
7. Ўзбекистон шароитида ванадий ва палладий ажратиб олишнинг технологик жараёнасини тадқиқ қилиш AC Хасанов, БР Вохидов, AP Арипов... - Композицион материаллар Илмий-техникавий ва амалий журнали, 2019
8. Разработка технологии обогащения вермикулитовых руд караузьякского месторождения AP Арипов, ФЭ Ахтамов, AA Саидахмедов, БР Вохидов - ГОРНЫЙ Журнал Казахстана, 2022

9. Обогащение вермикулитовых руд Караузьякского месторождения республики Каракалпакистан АР Арипов, ДБ Холикулов, РК Гусейнов, ФЭ Ахтамов, - Universum: технические науки, 2021
10. Extraction of metals by using ozone from residue solutions of metallurgical production DB Kholikulov, AR Aripov, NB Khujakulov, AB Buronov - International conference on «Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects» Navoi, 2019
11. Современное состояние теории и практики подготовки шлаков медного производства ТТ Сирожов, АР Арипов, ШИК Уткирова - Academy, 2020
12. A research on the extraction of REE from a flotation concentrate NA Doniyarov, IA Tagayev, AA Asrorov, IN Murodov - International Journal of Advanced Research in Science, 2019
13. Research of technological processes of vanadium distribution in Uzbekistan BR Vokhidov, AR Aripov, SN Turobov, GF Mamaraimov - INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE, 2019
14. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕБИНБУЛАК АР Арипов, СЗ Намазов, ГФ Мамараимов - INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE, 2019
15. SIJAK KONI VANADIY TARKIBLI RUDALARNI KUYDIRISH JARAYONINING OPTIMAL PARAMETRLARINI O'RGANISH AS Hasanov, AR Aripov - International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 2023
16. VERMIKULITDAN TURLI MAHSULOTLAR OLIISH UCHUN DASTLABKI BOYITISH JARAYONLARI BR Voxidov, AR Aripov, FI Sayfullayev, AM Ikromov - Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2023
17. ОБОГАЩЕНИЕ ВЕРМИКУЛИТОВЫХ РУД ОЭ Тошев, ФЭ Ахтамов, АР Арипов, АБ Азимова - СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ИННОВАЦИИ В НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ, 2021
18. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ РУД СИДЖАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗБЕКИСТАНА АС Хасанов, БР Вохидов, ГФ Мамараимов, Фаррухжон Ибодович Сайфуллаев - Universum: технические науки, 2023