

УДК 622.7

Технология обогащения маложелезистых апатитсодержащих руд Ковдорского месторождения

В.И. Белобородов, И.Б. Захарова, Г.П. Андронов, Н.М. Филимонова
Горный институт КНЦ РАН

Аннотация. В статье представлены лабораторные исследования по обогащению маложелезистых апатитсодержащих руд (МЖАР) Ковдорского месторождения, основанные на применении магнитных и флотационных методов обогащения. Вовлечение в переработку всего объема МЖАР позволит увеличить выпуск концентратов. В результате исследований разработана технологическая схема переработки смеси текущей бадделеит-apatит-магнетитовой руды и МЖАР.

Abstract. The paper deals with the laboratory research on low-ferriferous apatite-containing ore concentration (LF AO) of the Kovdor deposit based on magnetic and flotation concentration methods. Processing the whole volume of LF AO will allow to increase concentration output. As a result of investigations the process flowsheet of baddeleyite-apatite-magnetite ore and LF AO in full volume recovery has been worked out.

Ключевые слова: ОАО "Ковдорский ГОК", маложелезистые апатитсодержащие руды, магнитная сепарация, флотация, магнетитовый концентрат, апатитовый концентрат

Key words: JSC "Kovdorsky GOK", low-ferriferous apatite-containing ore, magnetic separation, flotation, magnetic concentrate, apatite concentrate

1. Введение

Практически во всех месторождениях апатитсодержащих руд присутствуют в большей или меньшей степени железосодержащие минералы. К данному типу месторождений относится и ковдорское месторождение маложелезистых руд (МЖАР), представленное апатит-карбонатной (АК) и апатит-силикатной (АС) разновидностями. Первая разновидность развита в центральной части месторождения, апатит-силикатная находится в виде контактных зон с северо-запада и юго-востока залежи (рис. 1).

Практика обогащения МЖАР месторождения Сиилиярви, Финляндия (содержание апатита 8-10%), Сокли, Финляндия (5-10 % апатита), Белая Зима, Иркутская область (10 % апатита), месторождение апатитоносных карбонатитов (4-10 % апатита), апатит-штаффелитовых руд (10-20 % апатита) основана на использовании флотационных и магнитных методов.

Доля МЖАР в процессе обогащения на ОАО "Ковдорский ГОК" составляет до 20 %, вовлечение в переработку всего объема МЖАР позволит увеличить выпуск концентратов.

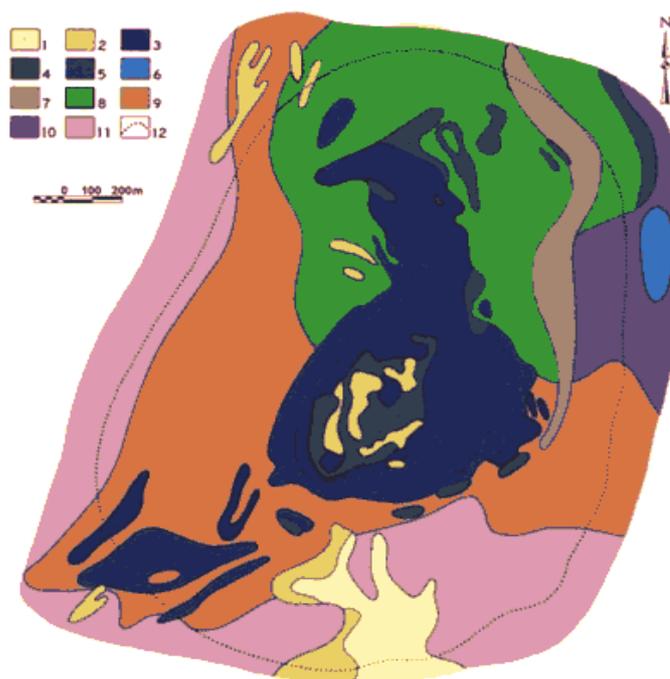


Рис. 1. Геологическая карта Ковдорского месторождения

- 1 – франколитовые руды,
- 2 – карбонатиты,
- 3 – апатит-форстерит-магнетитовые руды,
- 4 – апатит-кальцит-форстерит-магнетитовые руды,
- 5 – апатит-форстеритовые руды,
- 6 – мелилитовые породы,
- 7 – кальцит-флогопит-тремолитовые породы,
- 8 – пироксениты,
- 9 – ийолиты,
- 10 – оливиниты,
- 11 – фениты,
- 12 – контур карьера.

2. Разработка технологии обогащения

Исследования по обогащению смеси бадделеит-апатит-магнетитовой руды и МЖАР (20 %) выполнены на пробе руды, химический состав которой представлен в табл. 1.

Получение железорудного концентрата по технологии действующего производства осуществлялось по следующей схеме: дробленая руда проходила I стадию мокрой магнитной сепарации с получением магнитной фракции, которую измельчали в шаровой мельнице до крупности (класс +0,2 мм – 2-5 %, -0,071 мм – 50 %) и направляли на II, III и IV стадию мокрой магнитной сепарации с получением магнетитового концентрата (рис. 2).

Полученный железорудный концентрат соответствует качеству концентрата, выпускаемого в настоящее время на ОАО "Ковдорский ГОК" (табл. 2).

Немагнитная фракция пробы руды (питание апатитовой флотации) при содержании 10,07 % P₂O₅ и MgO 22,0 % имеет модуль карбонатности CO₂ / P₂O₅ = 1,0.

Измельчение руды осуществляли в шаровой мельнице до необходимой флотационной крупности (класс +0,2мм 10-12 %, -0,071 мм 37-40 %). В качестве реагентов использовали соду, жидкое стекло, жирные кислоты талловых масел и модификатор. При оптимальном расходе и соотношении флотационных реагентов получен апатитовый концентрат с содержанием P₂O₅ 38,75 %. Технологическая схема получения апатитового концентрата представлена на рис. 3.

Анализ ситовой характеристики концентрата показал, что в классе крупностью -0,05 мм содержание P₂O₅ ниже, чем в верхних классах – 33,94 % (табл. 3). Снижение содержания P₂O₅ связано с недостаточной селекцией апатита и форстерита в тонких классах. Содержание MgO повышается от 0,85 % в верхних классах до 2,25 % в классе -0,05 мм.

В качестве собирателя при флотации апатита проводились исследования по использованию также МСТМ (мыло сырого таллового масла), МДТМ (мыло дистиллированного таллового масла) – смесь жирных и смоляных кислот, в сравнении с ЖКТМ (жирные кислоты талловых масел). На основании выполненных исследований по изучению влияния собирателей МСТМ, МДТМ и ЖКТМ при флотации

Таблица 1. Химический состав пробы руды

Fe _{общ}	CaO	MgO	P ₂ O ₅	ZrO ₂	CO ₂	SiO ₂
21,75	17,79	17,32	7,03	0,123	6,84	14,55

Таблица 2. Химический состав магнетитового концентрата

Компоненты	Fe _{общ}	P ₂ O ₅	S _{общ}	SiO ₂	MgO	MnO	ZrO ₂
Содержание, %	64,08	0,10	0,33	0,84	5,0	0,53	0,021

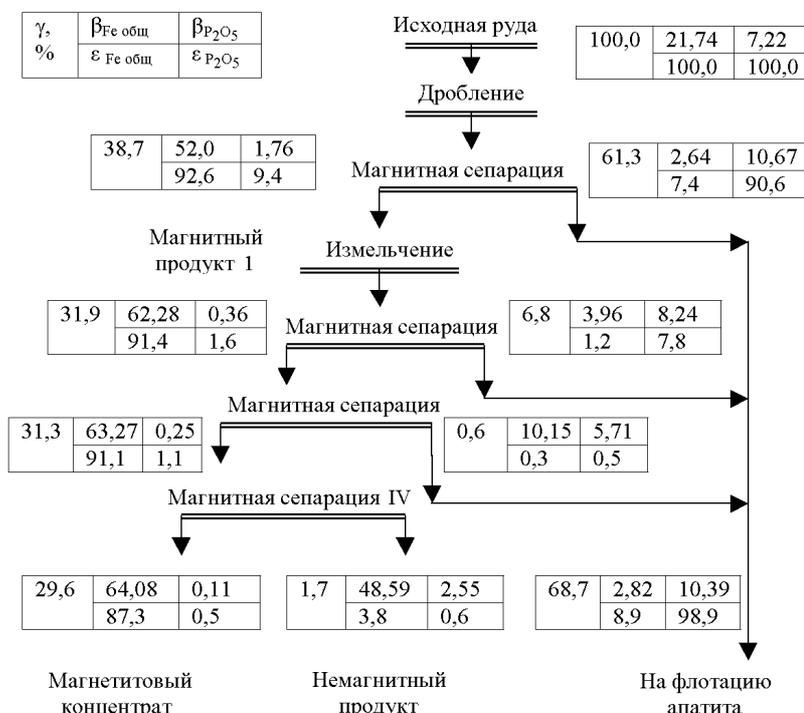


Рис. 2. Технологическая схема получения магнетитового концентрата

апатита, магний- и карбонатсодержащих минералов в основной операции можно сделать вывод, что наиболее селективен по отношению к апатиту собиратель ЖКТМ, менее МДТМ и МСТМ (рис. 4-7). При использовании реагентов МДТМ и МСТМ получены качественные апатитовые концентраты с содержанием 38,14-38,73 % P_2O_5 , но извлечение P_2O_5 ниже на 10-15 %, чем при флотации с собирателем ЖКТМ.

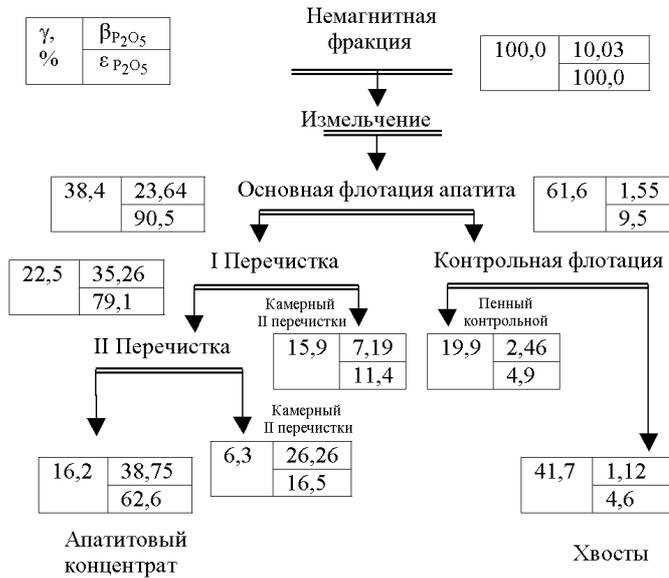


Рис. 3. Технологическая схема получения апатитового концентрата

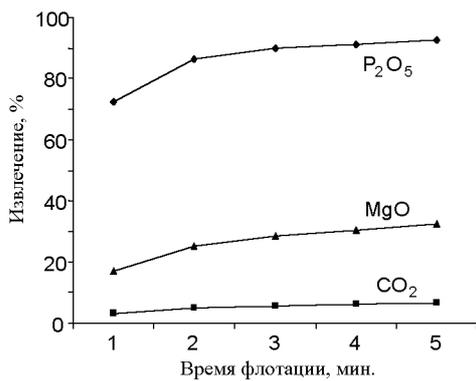


Рис. 4. Кинетика извлечения P_2O_5 , MgO, CO_2 в пенный продукт основной флотации собирателем ЖКТМ

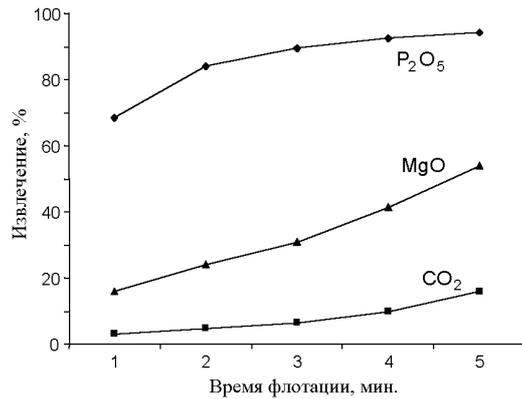


Рис. 5. Кинетика извлечения P_2O_5 , MgO, CO_2 в пенный продукт основной флотации собирателем МДТМ

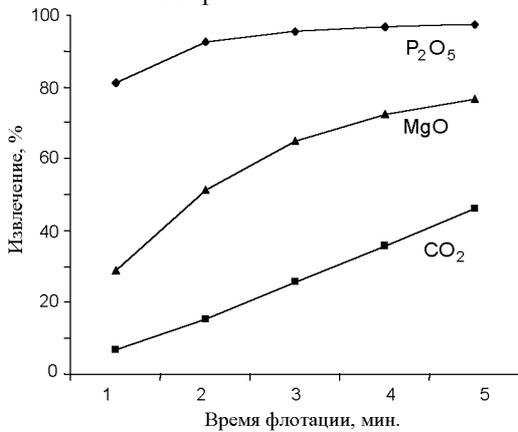


Рис. 6. Кинетика извлечения P_2O_5 , MgO, CO_2 в пенный продукт основной флотации собирателем МСТМ

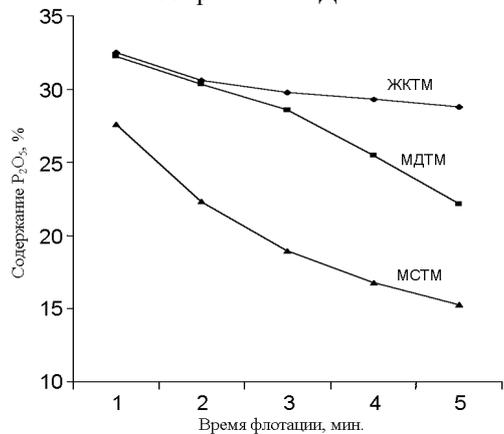


Рис. 7. Зависимость содержания P_2O_5 в пенном продукте основной флотации от времени флотации при использовании различных собирателей

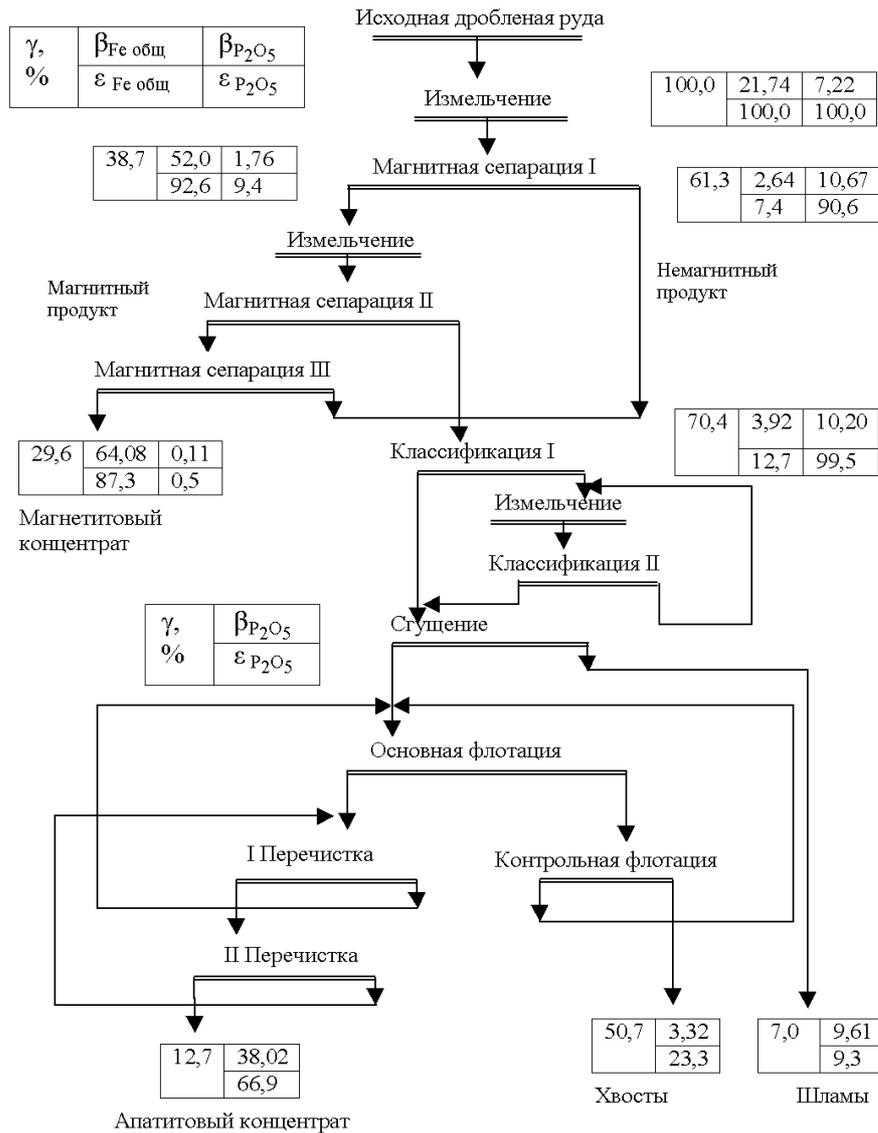


Рис. 8. Качественно-количественная схема обогащения смеси бадделейт-апатит-магнетитовой руды и МЖАР

Таблица 3. Гранулометрический и химический состав апатитового концентрата

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		P ₂ O ₅	MgO	P ₂ O ₅	MgO
+0,2	8,0	40,0	0,85	8,3	4,9
-0,2+0,16	15,6	40,19	0,86	16,2	9,8
-0,16+0,10	26,9	39,87	0,99	27,7	19,4
-0,10+0,071	11,4	39,64	1,62	11,7	13,4
-0,071+0,05	14,2	38,79	1,30	14,3	13,4
-0,05	23,9	35,64	2,25	21,8	39,1
Итого	100,0	38,70	1,38	100,0	100,0

3. Выводы

В результате лабораторных исследований разработана технологическая схема и реагентный режим переработки смеси бадделейт-апатит-магнетитовой руды и МЖАР в соотношении 4:1 (рис. 8). Получен железорудный концентрат с содержанием Fe_{общ} 64,08 %, при извлечении 87,3 % от руды и апатитовый концентрат с содержанием P₂O₅ 38,02 % при извлечении P₂O₅ от исходной руды 66,9 %.