

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ ФЛОТАЦИИ И ПЕННОЙ СЕПАРАЦИИ МЕЛКИХ КЛАССОВ АЛМАЗОВ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ

Е.Г. Коваленко, А.Д. Бабушкина, В.А. Чуть-Ды

Институт «Якутнипроалмаз» АК «Алроса», г. Мирный, Российская Федерация

Установлена эффективность модифицирования флотского мазута, применяемого в процессах флотации и пенной сепарации алмазов в качестве собирателя, добавками дизельной технической фракции нефтепереработки, а также лёгкой нефти с высокой массовой долей среднемoleкулярных фракций.

Одним из перспективных направлений при выборе состава многокомпонентных собирателей является применение разбавления мазутов средне- и низкомолекулярными фракциями нефтепереработки.

Разбавление мазутов способствует переводу асфальтен-смолистых фракций мазутов в растворенное и тонкодисперсную форму, эффективно закрепляющуюся на алмазах и обеспечивающую их гидрофобизацию и флотацию.

Применяемые в качестве реагентов-собирателей при флотации и пенной сепарации нефтепродукты характеризуются сложной структурой, включающей кристаллические и коллоидные фазы высокомолекулярных компонентов (смола и асфальтенов), распределённые в жидкой среде, представляющей собой смесь средне- и низкомолекулярных фракций. Распределение высокомолекулярных углеводородов по кристаллической, коллоидной и растворенной формам определяется компонентным и фракционным составом (соотношением низко-, средне и высокомолекулярных фракций), а также температурой среды.

Исследования структуры нефтепродуктов, проведённое с применением метода комбинированной оптической микроскопии и визометрического анализа показали, что добавление фракций нефтяных масел и лёгких дистиллятов в мазут приводит к уменьшению количества крупных кристаллов или агломератов асфальтенов и смол за счёт их перехода в коллоидную форму и последующего растворения. Так доля асфальтено-смолистых фракций с размером более 0,1 мкм при разбавлении до 30 % дизельной технической фракции уменьшается с 25 до 4,5 % (рисунок 1).

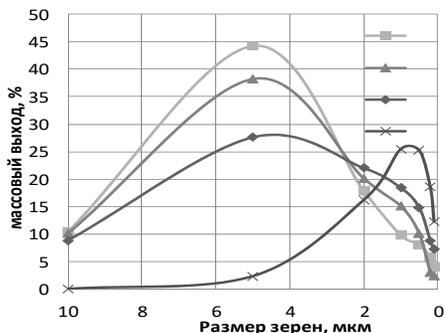


Рисунок 1. Гистограммы массового распределения твёрдой фазы асфальтено-смолистой фракции по классам крупности при визометрическом анализе мазута флотского Ф-5:

1 – до разбавления дизельной технической фракцией (ДТФ); 2, 3, 4 – после разбавления на 10; 20 и 30 % ДТФ

В качестве источника низкомолекулярных фракций могут быть использованы добавки лёгкой нефти. Требуемое изменение фазового состава мазутов, заключающееся

"Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья"

в переводе асфальтен-смолистой фракции в форму истинного и коллоидного раствора, было достигнуто добавлением Маччобинской нефти.

Маччобинская нефть состоит из фракций средних и лёгких дистиллятов, не растворившихся в них парафинов и дисперсной фазы асфальтенов и нефтяных смол. После смешивания мазута и дегазированной нефти наблюдается уменьшение массовой доли асфальтенов и парафинов.

Такие изменения связаны с растворением асфальтенов в низкомолекулярных фракциях нефти, а парафинов – в среднемoleкулярных фракциях мазута. Анализ парафинов был проведён с использованием программы для анализа изображений «ВидеоТест-2» по обнаружению и измерению доли выраженных структурных образований со средней энергии светового излучения между АСФ и низкомолекулярными углеводородными компонентами.

Анализ полученных результатов, приведённых в таблице 1, показал, что при смешивании мазута и нефти происходит взаимное растворение фракций, о чем говорит снижение объёмных концентраций асфальтено-смолистой фракции (АСФ), а также парафинов относительно значений, рассчитываемых как средневзвешенные, при отсутствии взаимодействия указанных компонентов при смешивании.

Таблица 1. Изменение массовых долей компонентов в мазуте, нефти и продуктах их смешивания в соотношении 1:1 при 24 °С

Нефтепродукты	Массовая доля фракций, % / Mass prpportion of fractions, %			
	Парафины	АСФ	Низкомолекулярные компоненты	Итого
Мазут Ф-5	6,4	24,0	69,6	100,0
Нефть Маччобинская /	18,6	6,2	75,2	100,0
Смесь 1:1 расчетная	12,5	15,1	72,4	100,0
Смесь 1:1 измеренная	2,5	9,2	88,3	100,0

Результаты флотационных исследований, проведённых в трубке Халлимонта, показали увеличение флотируемости алмазов при разбавлении мазута Ф-5 дизельной фракцией на 10-15 % (рисунок 2).

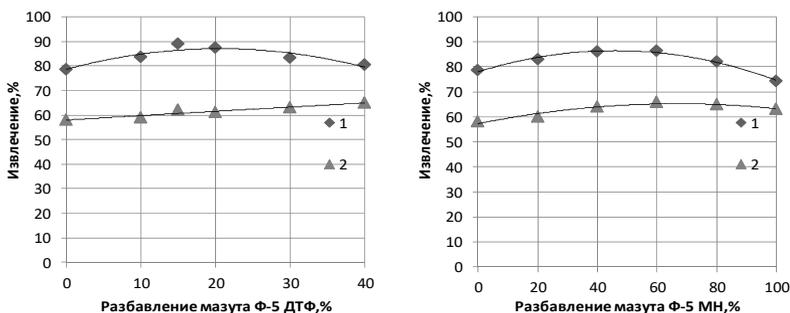


Рисунок 2. Изменение флотируемости алмаза и минералов кимберлита при разбавлении мазута флотского Ф-5 дизельной технической фракцией (а) и Маччобинской нефтью (б): 1 – алмаз; 2 – кимберлит (x10)

Результаты исследований компаундных собирателей на основе мазута Ф-5, проведённые на лабораторной установке пенной сепарации, показали, что выбранные

составы повышают извлечения алмазов в широком интервале температур процесса флотации 10–28°C (таблица 2).

Таблица 2. Извлечение алмазов с использованием различных собирателей при варьировании температуре пульпы при пенной сепарации

Собиратель	Температура							
	10°C		14°C		24°C		28°C	
	Извлечение в концентрат, %							
	алмазы	кимберлиты	алмазы	кимберлиты	алмазы	кимберлиты	алмазы	кимберлиты
Мазут флотский Ф-5	72,6	0,9	77,8	1,2	82,2	1,4	82,4	1,6
КМ-10 (мазут Ф-5+10 % ДТФ)	76,4	1,0	82,4	1,2	85,6	1,5	85,4	1,7
КМ-14 (мазут Ф-5+14 % ДТФ)	77,8	1,1	82,9	1,3	85,0	1,5	84,8	1,7
Нефть Маччобинская	68,6	0,8	72,6	1,4	75,7	1,7	75,2	1,9
Мазут Ф-5 + нефть «Маччобинская» 1:1	74,2	1,0	78,5	1,3	82,8	1,5	81,9	1,7

Рекомендуемый интервал температур в операции пенной сепарации при использовании компаундных собирателей составил 14–24°C.

Полупромышленное апробирование выбранных составов собирателей проводилось на автоматизированной установке пенной сепарации, работающей в близком к промышленному режиму (расход собирателя 1000 г/т, расход бутилового аэрофлота 50 г/т, расход вспенивателя – 150 г/т). Температура в операции кондиционирования составляла 30–40°C и в операции пенной сепарации 14–24°C.

При флотации алмазов трубки «Интернациональная» применение компаундированных мазутов КМ-10 и КМ-14 обеспечило прирост извлечения алмазов на 2,3–4,5 % (таблица 3) при высокой селективности процесса (S), рассчитанной по уравнению как функция извлечения алмазов (ε) и выхода кимберлита в концентрат (γ):

$$S = \varepsilon - 1.3 \gamma,$$

Заметный положительный результат – повышение извлечения на 3 % - был также получен в процессе пенной сепарации руды трубок «Айхал» и «Юбилейная» при применении в качестве собирателя смеси мазута Ф-5 и Маччобинской нефти в соотношении 1:1 (таблица 3).

Таблица 3. Основные показатели процесса пенной сепарации на стендовой установке

№	Реагент	Извлечение алмазов в концентрат	Выход кимберлита в концентрат, %	Селективность S, %
<i>На руде трубки «Интернациональная»</i>				
4	Мазут Ф-5	79,4	1,7	77,19
5	КМ-10	81,7	1,9	79,23
6	КМ-14	83,9	2,9	80,13
<i>На руде трубок «Айхал» и «Юбилейная»</i>				
8	Флотский мазут Ф-5	84,5	1,5	82,55
11	Компаунд мазута Ф-5 и нефти Маччобинской 1:1	87,5	1,9	85,03

Для промышленных испытаний на обогатительной фабрике №14 Айхальского ГОКа был рекомендован собиратель, представляющий собой смесь мазута Ф-5 и Маччобинской нефти. Испытания реагентного режима, включающего применение в качестве собирателя смеси мазута Ф-5 и Маччобинской нефти проводились на шихте руд трубок «Айхал» и «Юбилейная».

"Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья"

Во время проведения испытаний в процесс пенной сепарации в качестве основного реагента подавалась смесь мазута флотского Ф-5 и дегазированной нефти Маччобинского месторождения в соотношении 1:1. Результаты, представленные в таблице 4, показали, что применение компаундного собирателя выбранного состава обеспечивает высокое извлечение алмазов, равное или превышающее соответствующее значение для реагентного режима, предусматривающего использование мазута Ф-5.

Таблица 4. Основные показатели работы передела пенной сепарации при разной дозировке смеси мазута Ф-5 и Маччобинской нефти

Расход собирателя, г/т	Расход аэрофлота, г/т	Расход полифосфата натрия, г/т	Производительность, т/ч	Извлечение алмазов, %
<i>Мазут Ф-5</i>				
1000	15	350	14,2	95,5
<i>Мазут Ф-5 + Маччобинская нефть, 1:1</i>				
500	12	500	15,1	94,8
800	15	500	13,6	96,6
1000	15	500	13,9	97,6

Выбранный режим был применён в цикле пенной сепарации алмазов на обогатительной фабрике № 14 Айхальского ГОКа, где подтвердил возможность снижения потерь алмазов на 2,5 % при снижении расхода реагентов на 14 %.

Improvement of flotation and foam separation modes of small classes of diamonds from kimberlites

Kovalenko E.G., Babushkina A.D., Chut-Di V.A.

The efficiency of modifying the fleet fuel oil used in the processes of flotation and foam separation of diamonds as a collector with additives of diesel technical fraction of oil refining, as well as light oil with a high mass fraction of medium-molecular fractions has been established.

О ЗАСОРЕНИИ ФЕРРОСИЛИЦИЕВОЙ СУСПЕНЗИИ ПОРОДНОЙ ФРАКЦИЕЙ В ПРОЦЕССЕ ТЯЖЕЛОСРЕДНОЙ СЕПАРАЦИИ КИМБЕРЛИТОВЫХ РУД

Тимофеев А.С., Ю.Н. Никитина

ФГБУН Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова,
Москва, Российской академии наук, e-mail: timofeev_ac@mail.ru

Результатами гранулометрического, магнитного и минералогического анализов пробы рабочей ферросилициевой суспензии при переработке алмазосодержащих руд установлен факт ее засорения породной фракцией в период использования. Проанализированы условия выявленного процесса засорения и установлена необходимость контроля качества ферросилициевой суспензии в процессе эксплуатации.

Одним из основных процессов применяемых при переработке кимберлитовых руд является тяжелосредная сепарация в гидроциклонах. Характерной чертой процесса тяжелосредной сепарации является существенное ухудшение сепарационных