

УДК 622.765

## **ВЫБОР И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПРОЦЕССА ПЕННОЙ СЕПАРАЦИИ КИМБЕРЛИТОВ**

**Коваленко Е. Г.**

Институт «Якутнипроалмаз» АК «Алроса», г. Мирный, Россия

Применение энергетических воздействий на рудную пульпу и оборотную воду является перспективным направлением совершенствования процесса пенной сепарации алмазосодержащих кимберлитов [1, 2]. Результативность новой технологии пульпоподготовки во многом определяется рациональностью выбранной схемы процесса [3]. Задачей настоящих технологических исследований был выбор точки проведения тепловой обработки исходного сырья в схеме подготовительных и технологических операций. Необходимость в проведении таких исследований обусловлена в первую очередь отсутствием достаточной информации о механизме и закономерностях взаимодействия алмазов с флотационными реагентами при повышенных температурах.

При укрупненных технологических исследованиях были испытаны четыре схемы подготовки пробы к флотации. По первой схеме (рис. 1а) исходный продукт – класс крупности -2 мм обрабатывался острым паром, после теплового кондиционирования пульпа сгущалась и обесшламливалась и смешивалась с реагентами. После реагентного кондиционирования проба подавалась на аппарат пенной сепарации, где проводилась флотация алмазов.

Одновременно проводилась бездиафрагменная электрохимическая обработка оборотной воды, которая подавалась в обесшламливание и пенную сепарацию.

Достоинством схемы является наиболее правильная последовательность операций очистки, обесшламливания и реагентной обработки. Недостатком – проведение термообработки пульпы без подачи оборотной воды.

По второй схеме (рис. 1б) первоначально проводилось сгущение и обесшламливание исходного питания перед его подачей в кондиционер, где последовательно проводилась ее тепловая и реагентная обработка.

Достоинством данной схемы является минимальные объемы пульпы в операциях термического и реагентного кондиционирования. Недостатком – сохранение удаленных с алмаза шламовых классов в потоке пульпы.

Одновременно проводилась бездиафрагменная электрохимическая обработка оборотной воды, которая подавалась в операции обесшламливания и пенной сепарации.

По третьей схеме (рис. 1в) первоначально проводилось сгущение и обесшламливание и затем совмещенное с ними тепловое и реагентное кондиционирование исходного питания с последующей подачей его в аппарат пенной сепарации. Одновременно проводилась бездиафрагменная электрохимическая обработка оборотной воды.

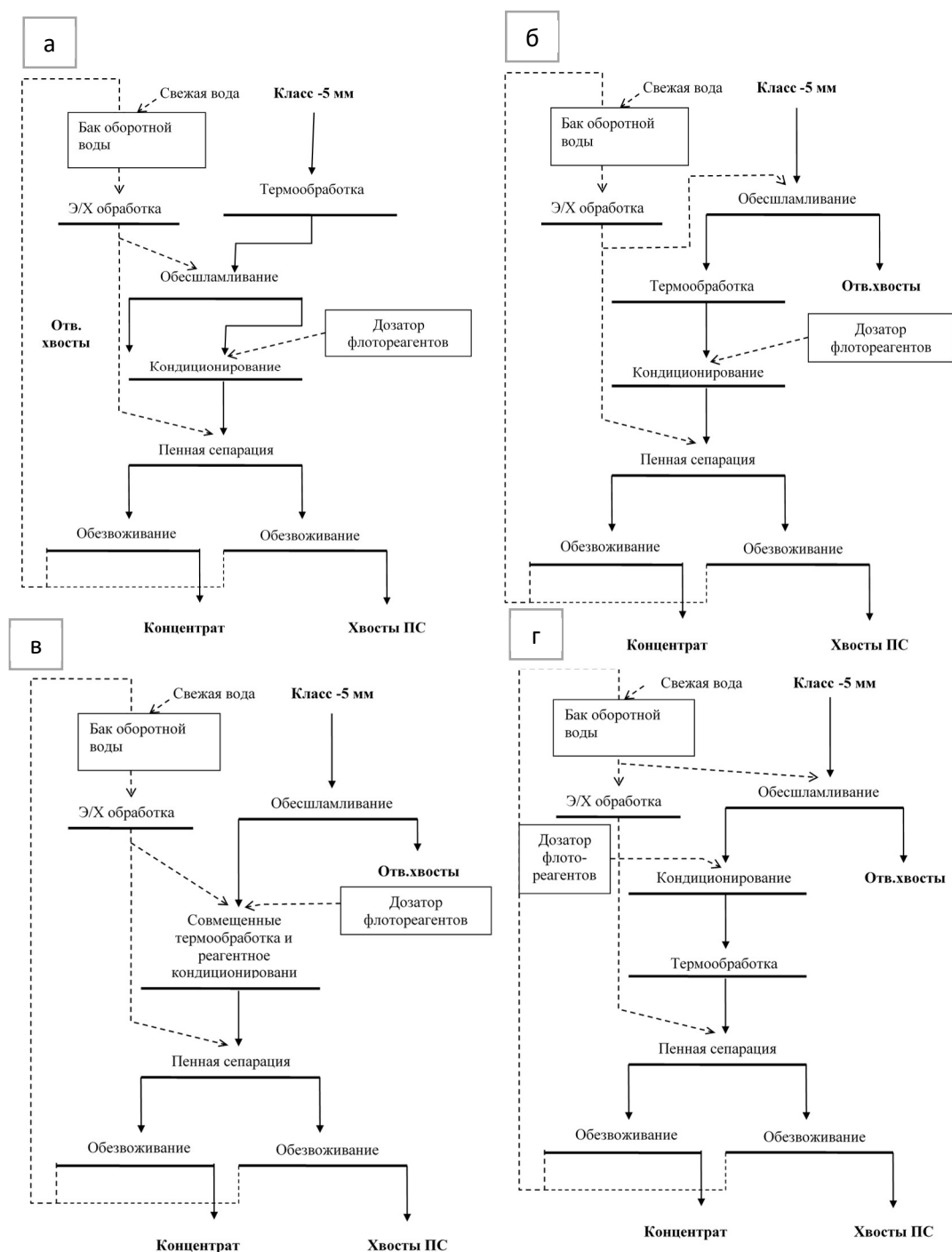
Достоинством третьей схемы являются минимальные объемы пульпы в операции термического и реагентного кондиционирования, а также обработка реагентами при повышенной температуре. Недостаток – сохранение удаленных с алмаза шламовых классов в потоке пульпы.

По четвертой схеме (рис. 1г) первоначально проводилась операция сгущения обесшламливания, затем операция реагентного кондиционирования и после нее - операции тепловой обработки. Одновременно проводилась бездиафрагменная электрохимическая обработка оборотной воды.

Достоинством четвертой схемы является минимальные объемы пульпы в операциях термического и реагентного кондиционирования. Недостатком – сохранение удаленных шламовых классов в потоке пульпы.

Электрохимическая обработка оборотной воды проводилась в электролизере ЭКВБ-50 с нерастворимыми электродами ОИРТА. После электрохимического кондиционирования оборотная вода подавалась как в кон-

диционер и во флотационную машину. Прощедшая электрохимическую обработку обратная вода подавалась до и после операции сгущения -обесшламливания и непосредственно в операцию пенной сепарации.



**Рисунок 1 – Принципиальные схемы процесса пенной сепарации:**

а) с последовательным тепловой обработкой (ТО), сгущением (обесшламливанием) и реагентным кондиционированием (РК) пульпы в комбинации с бездиафрагменной электрохимической обработкой (БЭО) воды; б) - с последовательным сгущением, ТО и РК пульпы в комбинации с БЭО воды; в) - с последовательным сгущением, совмещенной ТО и РК пульпы в комбинации с БЭО воды; г) - с последовательным сгущением, РК и ТО пульпы в комбинации с БЭО воды

Исследования проводились на укрупненной установке пенной сепарации с использованием специальной методики, предполагающей предварительное приготовление «безалмазной» пробы руды, добавление в пробу фиксированной смеси алмазов (50-60 шт.), проведение эксперимента, извлечение алмазов из продуктов флотации, расчет показателей разделения (по весу алмазов), восстановление свойств алмазов, загрузку алмазов в новую «безалмазную» пробу и проведение нового эксперимента [4].

Восстановление свойств алмазов, как и при проведении лабораторных опытов, достигалось высушиванием пробы при температуре не более 80<sup>0</sup>С, отмывкой в четыреххлористом углероде, спирте, дистиллированной воде и в концентрированном растворе соляной кислоты.

Условием достижения максимальной эффективности пенной сепарации достигается при соблюдении оптимального температурного режима основных технологических операций. По имеющимся данным кондиционирование питания с реагентами протекает наилучшим образом при температурах 25-40<sup>0</sup>С, а процесс пенной сепарации – при 18-25<sup>0</sup>С. Как видно из данных, представленных в таблице 1, такой тепловой режим поддерживается при реализации схем 1 и 2.

**Таблица 1 – Температурный режим основных технологических операций цикла пенной сепарации и оборотной воды**

№	Применяемая схема	Температура в операциях, <sup>0</sup> С			
		сгущения-обесшламливания.	кондиционирования с реагентами	пенной сепарации	Оборотной воды
0	С последовательным сгущением и реагентным кондиционированием пульпы (без термообработки)	11,2	12,3	12,9	12,1
1	С тепловым кондиционированием, сгущением и реагентным кондиционированием пульпы.	67,0	35,2	23,5	15,5
2	С последовательным сгущением, тепловым и реагентным кондиционированием пульпы	11,2	40,1	22,0	14,5
3	Со сгущением и совмещенным тепловым и реагентным кондиционированием пульпы	11,2	85,0	24,5	14,0
4	С последовательным сгущением, реагентным и тепловым кондиционированием пульпы	11,2	14,5	28,0	14,0

Результаты флотационных опытов, представленные в табл. 2. показали целесообразность применения разработанной технологии теплового кондиционирования. Сравнение результатов испытаний показали наибольшую технологическую эффективность схем 1 и 2.

**Таблица 2 – Показатели испытаний обогащения пробы кимберлитовой руды при использовании различных режимов предварительной подготовки**

№ №	Применяемая схема	Температура при тепловой обработке, °С	Расход пара м <sup>3</sup> /т	Извлеч. алмазов в конц-т, %
0	С последовательным сгущением и реагентным кондиционированием пульпы (без термообработки)	-	-	90,4
1	С тепловым кондиционированием, сгущением и реагентным кондиционированием пульпы.	70	2,0	96,7
2	С последовательным сгущением, тепловым и реагентным кондиционированием пульпы	80	1,4	96,3
3	Со сгущением и совмещенным тепловым и реагентным кондиционированием пульпы	85	1,5	95,5
4	С последовательным сгущением, реагентным и тепловым кондиционированием пульпы	81	1,3	94,3

Показатели процесса обогащения, достигнутые при использовании схемы 1 характеризуется наибольшим повышением извлечения алмазов (+6,3 %). Однако, такая схема требует применения отдельного аппарата для проведения операции теплового кондиционирования и характеризуется высоким расходом тепла.

Схемы 2, 3 и 4 характеризуются значительным увеличением извлечения алмазов (на 3,9-5,9 %), при этом наименьший расход тепла характерен для схемы 2. Данная схема рекомендуется для промышленных испытаний. Ожидаемый экономического эффекта от дополнительно извлеченных алмазов с учетом затрат и амортизационных отчислений от внедрения разработанной технологии составляет 16,8 млн. руб. в год.

Таким образом, в результате проведенных исследований обоснована и подтверждена эффективность применения теплового кондиционирования питания операции пенной сепарации с целью восстановления гидрофобных свойств поверхности алмазов. Одновременно определена рациональная схема подготовки питания пенной сепарации, включающая с использованием тепловой обработки пульпы и электрохимического кондиционирования оборотной воды для сохранения гидрофобности извлекаемых кристаллов при предварительной подготовке (сгущении, реагентном кондиционировании) промпродуктов схемы обогащения алмазосодержащих кимберлитов к процессу пенной сепарации.

*Список литературы*

1. Chanturiya V., Dvoichenkova G., Morozov V., Podkamenny Y., Kovalchuk O. The Mechanism of Formation of Finely Dispersed Minerals on the Surface of Diamonds and the Application of Electrolysis Products of Water Systems for their Destruction // Journal of the Polish Mineral Engineering Society, 2019, 1(43). - Pp. 53-57.
2. Коваленко Е.Г., Двойченкова Г.П., Поливанская В.В. Научное обоснование совместного применения тепловой и электрохимической обработки для повышения эффективности процесса пенной сепарации алмазосодержащего сырья // Научный вестник МГГУ - 2014. - №3. –С.67-80.
3. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. М. Горная книга. - 2006. – Т.2. – 407 с.
4. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Трофимова Э.А. и др. Современные методы интенсификации процессов обогащения и доводки алмазосодержащего сырья класса -5 мм // Горный журнал. – 2011. - № 1. - С. 71- 74.