

M. Z. Bitimbayev¹, Y. P. Morozov², E. A. Faley², I. H. Khamidulin²

¹"Kazakhmys Corporation" LLP, JSC "MMC "Kazakhaltyn",
²FGBOU VO «Ural State Mining University», Ekaterinburg, Russia.
E-mail: mbitimbayev@mail.ru

TECHNOLOGY OF GRAVITY EXTRACTION OF GOLD FROM MIZEK GOLD-COPPER ORE FIELD

Abstract. Studies of gold-copper ore enrichment at the Mizek field have shown that the effectiveness of a turbulizing centrifugal separation in addition to a combined gravity-flotation circuit results in significant improvement of gold extraction if compared to a stand-alone flotation circuit.

Keywords: gold-copper ore, enrichment study, circulation-shredding concentration, turbulizing centrifugal separation, gravity-flotation processing circuit.

М. Ж. Битимбаева¹, Ю. П. Морозова², Е. А. Фалей², И. Х. Хамидулина²

¹Эксперт ТОО «Корпорация Казахмыс», член совета директоров АО «ГМК Казахалтын»,
²ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Екатеринбург, Россия

ТЕХНОЛОГИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ЗОЛОТО-МЕДНОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИЗЕК

Аннотация. Проведенные исследования возможностей обогащения золото-медной руды месторождения Мизек показали эффективность применения турбулизационной центробежной сепарации. Предложена комбинированная гравитационно-флотационная схема обогащения данной руды, позволяющая значительно повысить извлечение золота по сравнению с флотационной схемой.

Ключевые слова: золото-медная руда, исследование обогатимости, циркуляционно-измельчительная концентрация, турбулизационная центробежная сепарация, гравитационно-флотационная схема переработки.

На месторождении Мизек запасы балансовой руды для подземной отработки составляют 01.01.16 г. по категории $C_1 + C_2$ 12,444 млн т. Содержание меди в этой руде составляет 0,72 %, содержание золота – 2,53 г/т, содержание серебра – 6,12 г/т.

Золотосодержащие руды с повышенным содержанием меди не могут быть вовлечены в технологию кучного выщелачивания золота, поскольку медные минералы активно взаимодействуют с цианидами и за счёт этого резко снижают извлечение золота в раствор. Такие руды целесообразно перерабатывать по комбинированной гравитационно-флотационной схеме.

В процессе флотации медных минералов свободные частицы золота крупнее 0,02–0,05 мм практически не могут быть извлечены в пенный продукт и теряются с хвостами флотации [1, 2].

С целью изучения возможностей повышения извлечения свободного золота нами на золото-медной руде месторождения Мизек проведены исследования турбулизационной центробежной сепарации. Опыты проведены в лабораторных условиях. Пробу руды, измельчённую до крупности 92,5 % класса минус 0,071 мм подвергали центробежной сепарации на сепараторе К-210. Реализовано два режима работы центробежного сепаратора, отличающихся частотой вращения конуса и давлением воды в турбулизирующих патрубках.

Продукты центробежной сепарации подвергнуты пробирному анализу на золото.

Условия и результаты экспериментов приведены в таблице.

Результаты центробежной сепарации измельченной золотосодержащей руды
с повышенным содержанием меди месторождения Мизек

Наименование показателя	Значение показателя	
	Опыт 1	Опыт 2
Частота вращения конуса, об/мин	680	720
Давление воды в турбулизирующей патрубке, мПа	0,09	0,05
Выход тяжелой фракции, %	2,4	4,2
Массовая доля золота, г/т	53,44	31,46
Извлечение золота в тяжелую фракцию, %	85,5	88,1

Результаты экспериментов свидетельствуют о высокой эффективности извлечения золота из золотосодержащей руды месторождения Мизек с помощью центробежной сепарации. Так в опыте 1 получен золотосодержащий концентрат с массовой долей золота 53,4 г/т при извлечении в него золота 85,5 %. Полученный концентрат может быть направлен в медную плавку, при которой золото переходит в черновую медь и извлекается из неё при электролизе меди.

Одной из особенностей переработки золотосодержащих руд является накопление золота в циркулирующих продуктах замкнутых циклов измельчения. В зависимости от крупности золотин в руде степень концентрации золота в замкнутых циклах измельчения находится в диапазоне от 2 до 8 и более [2]. Чем крупнее золото в руде, тем выше степень концентрации его в циркулирующих продуктах. Это явление объясняется тем, что частицы золота значительно медленнее измельчаются по сравнению с минералами.

Время накопления золота в циркулирующем продукте измельчения до максимального значения массовой доли составляет 10-90 минут [2]. Так исследование кинетики накопления золота в циркулирующих продуктах измельчения на Сибайской обогатительной фабрике при переработке руды месторождения Бакр-Тау показало, что время накопления золота до массовой доли 18-20 г/т составило 60 минут.

Аналогичные исследования на Жолымбетской золотоизвлекательной фабрике показали [3], что время накопления золота в циркулирующем продукте составляет 10-15 минут.

Высокая степень концентрации золота в песках гидроциклонов позволяет рассматривать их в качестве исходного продукта для гравитационного извлечения из них золота.

Одним из перспективных технологических решений для переработки минерального сырья, содержащего частицы повышенной плотности, является применение циркуляционной концентрации с последующей центробежной сепарацией песков циркуляционной концентрации.

Выполнено обогащение песков гидроциклонов первой стадии измельчения золото-медной руды месторождения Варваринское с массовой долей золота 8,86 г/т по схеме, включающей операции циркуляционной концентрации и турбулизационной центробежной сепарации песковой фракции циркуляционной концентрации [4].

Установлено, что комбинированная схема гравитационного обогащения песков гидроциклонов замкнутого цикла измельчения позволяет извлечь около 10 % золота в шлиховой продукт с массовой долей золота 88 % и более 35 % золота в золотосодержащий продукт с массовой долей золота более 200 г/т.

Выполненные исследования показали перспективность использования накопительных технологий для извлечения золота в циклах измельчения золотосодержащих руд. Чем больше содержание в руде свободного золота, тем выше эффективность использования предлагаемой технологии.

В результате проведенных исследований предложена технология гравитационного обогащения золотосодержащих руд, включающая циркуляционно-измельчительную концентрацию с накоплением частиц тяжелых минералов в песках классификации замкнутого цикла измельчения до предельного значения и их гравитационное обогащение с применением циркуляционной концентрации, позволяющей сбросить в слив от 50 до 90 % породы в зависимости от крупности материала, и последующей центробежной сепарации песков циркуляционной концентрации. Такая схема по

сравнению с обогащением только центробежной сепарацией позволяет резко уменьшить требуемое количество единиц центробежных сепараторов.

Способности накапливать золото в циркулирующих продуктах могут быть эффективно использованы при переработке гравитационным способом определённой доли песков гидроциклонов замкнутого цикла измельчения. Опытным путём установлено, что эта доля перерабатываемых песков составляет 5-10 %. Для полноты извлечения как крупного, так и мелкого золота целесообразно использовать центробежную сепарацию.

Предлагаемая технологическая схема гравитационного извлечения золота из замкнутых циклов измельчения приведена на рисунке 1, схема цепей аппаратов – на рисунке 2.

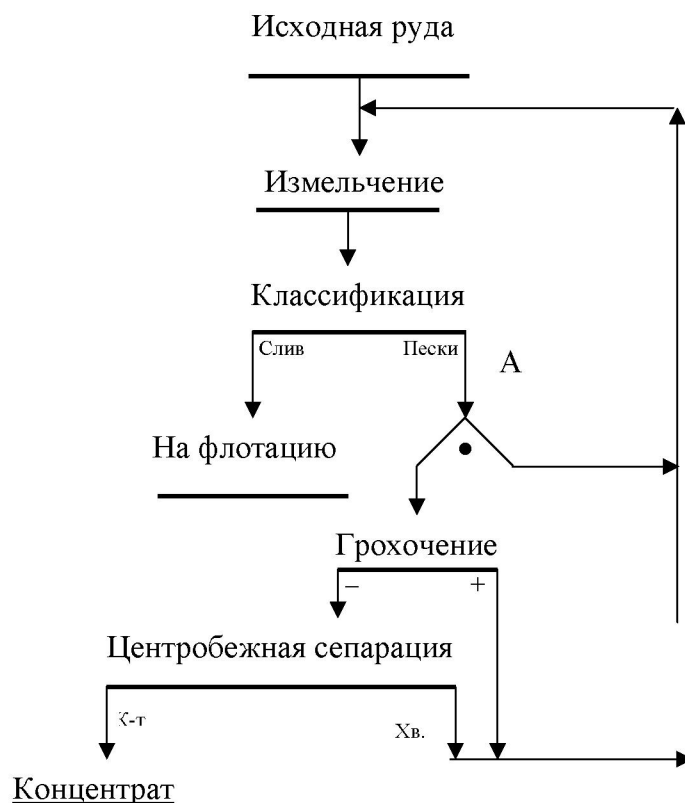


Рисунок 1 – Предлагаемая технологическая схема гравитационного извлечения золота из замкнутых циклов измельчения

Отличительной особенностью технологической схемы является деление песков гидроциклонов в точке А с направлением части песков на шпальтовый грохот, подрешётный продукт которого направляется в турбулизационный центробежный сепаратор. При этом основная часть песков гидроциклонов, надрешётный продукт шпальтового грохота и хвосты (лёгкая фракция) центробежного сепаратора возвращаются в мельницу, а слив гидроциклонов направляется на дальнейшую переработку.

В целом, проведённые исследования показали целесообразность вовлечения в переработку золото-медной руды месторождения Мизек на действующих флотационных фабриках с получением богатого золотосодержащего продукта в “голове” процесса в циклах измельчения. Выполнен расчёт прогнозных показателей переработки руды месторождения Мизек по предлагаемой гравитационно-флотационной схеме. В результате обогащения золото-медной руды возможно получение золотосодержащего концентрата центробежной сепарации с массовой долей золота более 500 г/т при извлечении в него золота 50-70 %. Полученный концентрат может быть объединен с гравитационным медным концентратом и направлен на металлургическую переработку.

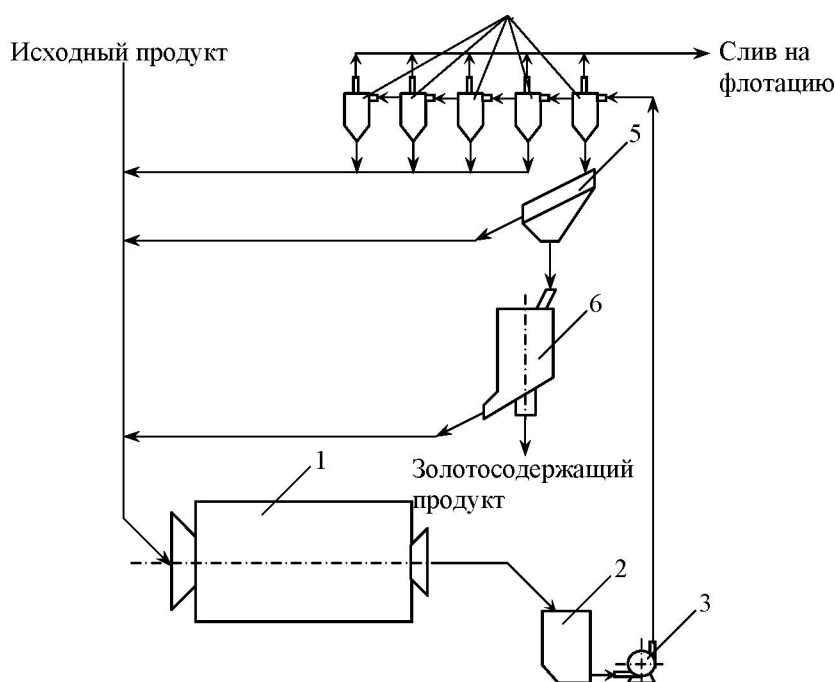


Рисунок 2 – Схема цепей аппаратов гравитационного извлечения золота из замкнутых циклов измельчения:
1 – мельница; 2 – зумпф; 3 – насос; 4 – гидроциклоны; 5 – шпальтовый грохот;
6 – турбулизационный центробежный сепаратор

МИЗЕК КЕНОРНЫНДАҒЫ АЛТЫН-МЫСТЫ КЕННЕН АЛТЫНДЫ АЖЫРАТЫП АЛУДЫҢ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

М. Ж. Бітімбаев¹, Ю. П. Морозов², Е. А. Фалей², И. Х. Хамидулина²

¹Эксперт ТОО «Корпорация Казахмыс», член совета директоров АО «ГМК Казахалтын»,

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Екатеринбург, Россия

Аннотация. Алтын-мысты байыту үшін Мизек кен орнына жүргізілген зерттеулер турбулизациялы ортадан тепкіш сепарацияның тиімді екендігін көрсетті. Осы аталып отырған кенді байытудың флотациялық схемаға карағанда алтынды өндіруді едәуір жоғарылататын гравитациялық-флотациялық кешенді байыту схемасы ұсынылған.

Түйін сөздер: алтын-мысты кен, байытылғышты зерттеу, циркуляциялық - ұсақтау концентрациясы, турбулизациялы ортадан тепкіш сепарация, өңдеудің гравитациялық-флотациялық схемасы.

Сведения об авторах:

Битимбаев М.Ж. – эксперт ТОО «Корпорация Казахмыс», член Совета директоров АО «ГМК «Казахалтын»;

Морозов Ю.П. – ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» (Екатеринбург, Россия), проф. кафедры обогащения;

Хамидуллин И.Х. – ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», инженер;

Фалей Е.А. – ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», старший научный сотрудник.