



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ  
при СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

390174

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,  
Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР  
выдал настоящее свидетельство

Ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени  
Ленинградскому горному институту им. Г. В. Плеханова,  
Проектному и научно-исследовательскому институту  
"Типроникель" и Норильскому ордена Ленина горно-ме-  
таллургическому комбинату им. А. П. Завенягина  
на изобретение

**"Способ подготовки медно-никелевого  
файнштейна к флотационному разделению"**

по заявке № 1606161 с приоритетом от 30 декабря 1970 г.  
авторы изобретения: **указаны в прилагаемом описании**

Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений Союза ССР

20 апреля 1973 г.

Действие авторского свидетельства распро-  
страняется на всю территорию Союза ССР

Председатель  
Комитета

Начальник отдела



# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

390174

Зависимое от авт. свидетельства № —

Заявлено 30.XII.1970 (№ 1606161/22-11)

с присоединением заявки № —

Приоритет —

Опубликовано 11.VII.1973. Бюллетень № 30

Дата опубликования описания 26.XI.1973

М. Кл. С 22b 23/02

УДК 669.243.53(088.8)

Государственный комитет  
Совета Министров СССР  
по делам изобретений  
и открытий

Авторы  
изобретения

И. Н. Масленицкий, В. Н. Кострицин, А. А. Гальнбек,  
Ю. Д. Декопов, А. А. Хромов, В. М. Цейнер, В. Е. Дубовицкий,  
И. И. Гнедин, Б. И. Колесников, К. В. Ермоленко и Е. А. Ерофеев

Заявители

Ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени Ленинградский  
горный институт им. Г. В. Плеханова, Проектный и научно-исследова-  
тельский институт «Гипроникель» и Норильский ордена Ленина  
горно-металлургический комбинат им. А. П. Завенягина

## СПОСОБ ПОДГОТОВКИ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ФАЙНШТЕЙНА К ФЛОТАЦИОННОМУ РАЗДЕЛЕНИЮ

1

Изобретение относится к металлургии цветных металлов, а именно к способам подготовки медно-никелевого файнштейна к последующему флотационному разделению на никелевый и медный концентраты.

В настоящее время на отечественных и зарубежных предприятиях медно-никелевый файнштейн, получаемый в результате конвертирования медно-никелевых штейнов, перед поступлением на флотационное разделение отливается в крупные слитки весом до 20—25 т. Слитки охлаждаются под слоем теплоизоляции в течение нескольких десятков часов для получения крупнокристаллической структуры сплава, после чего поступают на дробление, измельчение и флотацию. Эта практика связана с занятием больших цеховых площадей под разливку и охлаждение файнштейна, сопровождается получением большой структурной неоднородности слитков вследствие ликвационных явлений, не обеспечивает оптимального режима термической обработки файнштейна, усложняет дробление и пр. Известен также способ подготовки медно-никелевого файнштейна к флотации, заключающийся в том, что расплавленный файнштейн сначала резко охлаждают, а затем нагревают до температуры отжига, лежащей ниже точки полного расплавления файнштейна, проводят отжиг при этой температуре, после чего охла-

2

дают до обычной температуры. Этот способ в сочетании с разливкой файнштейна в слитки не нашел применения. При резком охлаждении слитков файнштейна, ввиду относительно низкой теплопроводности последнего, не происходит закалки всей массы слитка. Вследствие этого внутренняя часть объема быстро охлажденного слитка файнштейна приобретает структуру, характеризующуюся наличием древовидных кристаллов сульфида меди, которые с большим трудом и не полностью превращаются в округлые зерна при последующем отжиге. В итоге при измельчении файнштейна получается значительное количество кристаллических сростков, снижающих извлечение меди и никеля в соответствующие концентраты при флотационном разделении. Резкое охлаждение (замораживание) слитков файнштейна требует применения разливочных машин, что усложняет аппаратное оформление схемы подготовки файнштейна к флотации.

Существенным моментом является также низкая стойкость к расплавленному файнштейну материала изложниц разливочных машин, что увеличивает эксплуатационные затраты на проведение разливки. Применение этого способа к слиткам файнштейна не исключает необходимости в двух- или трехстадийном дроблении охлажденного сплава, что обуславлива-

ет значительные общие затраты на измельчение файнштейна перед флотацией.

Для улучшения показателей разделения меди и никеля при флотации за счет получения более благоприятной структуры сплава, снижения расходов на измельчение материала перед флотацией, а также упрощения аппаратуры для разлива и замораживания расплава предлагается разливу и замораживание файнштейна производить при его диспергировании с получением по меньшей мере 80% материала, имеющего максимальный размер в поперечнике не более 30 мм.

При подготовке к разделению описываемым способом расплавленный медно-никелевый файнштейн при разливе из ковша, миксера или непосредственно из конвертера диспергируется тем или иным методом и замораживается с получением отдельных частиц, кусков или пластин, имеющих в большей своей части (не менее 80% их общего количества) максимальный размер в поперечнике не более 30 мм. Закаленный материал указанной крупности направляется затем на термическую обработку в отжиговую печь, в которой при определенных продолжительности и температуре достигается получение оптимальной структуры твердого сплава. После отжига материал охлаждается и направляется на измельчение и флотационное разделение.

Благодаря диспергированию файнштейна при его разливе и замораживании с получением материала, имеющего максимальный размер в поперечнике не более 30 мм, обеспечивается весьма равномерная структура замороженного сплава. Это является следствием практически одновременной закалки всей массы каждой частицы затвердевшего файнштейна. В замороженном сплаве указанной крупности не наблюдается древовидных кристаллов сульфида меди, характерных для центральной части замороженных слитков более значительных размеров. В диспергированном закаленном материале во всем объеме каждой частицы сульфид меди имеет форму округлых зерен крупностью порядка 3—5 мкм и менее. При последующем отжиге этого материала при оптимальных продолжительности и температуре происходит перекристаллизация твердого сплава с укрупнением зерен сульфида меди до размера 40—60 мкм. При этом сохраняется округлая форма частиц сульфида. Подобная структура термически обработанного сплава обеспечивает при последующем измельчении хорошее раскрытие зерен медной и никелевой сульфидных фаз и высокие показатели флотационного разделения.

Диспергирование при разливе и замораживании файнштейна можно производить различными способами. В частности, одним из наиболее удобных и дешевых методов является водная, воздушная или водо-воздушная грануляция расплава. При водной грануляции, например, существенно упрощается аппаратное оформление операции разлива и замора-

живания. Ее можно осуществить путем подачи струи расплавленного файнштейна из ковша, миксера или непосредственно из конвертора в грануляционный желоб, в котором поток воды дробит струю расплава на отдельные частицы и одновременно обеспечивает их быстрое замораживание. Выбором соответствующих параметров водной грануляции (соотношением расходов воды и файнштейна; скоростью и формой потоков и т. п.) можно обеспечить необходимую крупность диспергированного файнштейна.

В процессе диспергирования некоторая часть материала может получаться с максимальным размером в поперечнике более 30 мм. В материале такой повышенной крупности проявляется неоднородность структуры замороженного файнштейна, ухудшающая показатели его разделения, поэтому получающиеся при диспергировании частицы (куски, гранулы и пр.) крупностью более 30 мм должны, как правило, отделяться от основной массы материала и пускаться в оборот, т. е. загружаться в конвертер, миксер, ковш или другую емкость для жидкого файнштейна. Целесообразно, чтобы отделение крупных частиц производилось сразу после диспергирования и замораживания, до поступления материала на отжиг, чтобы излишне не перегружать отжиговые печи.

В общей массе диспергированного файнштейна материал крупностью в поперечнике менее 30 мм должен составлять не менее 80%. В противном случае количество оборотного материала получается слишком большим, что приводит к появлению дополнительных затрат на расплавление крупного материала и значительно снижает эффективность предлагаемого способа. Не должен быть также большой выход при диспергировании и замораживании материала крупностью менее 0,3—0,5 мм. Наличие мелочи в диспергированном файнштейне обуславливает значительный выход пыли при отжиге. При этом затруднительно обеспечить достаточное для необходимых структурных изменений время пребывания мелких частиц в отжиговой печи. Материал, выносимый при отжиге в виде пыли, имеет малую крупность зерен сульфида меди, и при его флотационном разделении ухудшаются показатели последнего. Поэтому мелкий материал также следует направлять в оборот на расплавление. Для обеспечения эффективности предлагаемого способа диспергированный замороженный материал должен содержать не более 20% частиц с поперечным размером менее 0,3 мм.

Отжиг диспергированного файнштейна может производиться в печах разного типа — муфельных, тоннельных, с перегреванием, агломерационных машинах, барабанных и др. Удобно, в частности, проводить отжиг в барабанных вращающихся печах. В последнем случае подвергаемый отжигу материал благодаря пересыпанию в рабочем пространстве печи имеет во всем объеме одинаковую темпе-

ратуру, что обеспечивает оптимальные условия его термообработки. Отжиг наиболее целесообразно осуществлять при температуре в пределах 700—750°C. При повышении температуры фанштейна сверх указанных пределов на 20—30° из сплава начинает выплавляться легкоплавкая эвтектика и появляется жидкая фаза. При этом отжиг в барабанной вращающейся печи сопровождается окатыванием диспергированного материала до округлых частиц диаметром 20—30 мм и выше. В умеренных пределах окатывание материала не ухудшает показателей дальнейшего разделения фанштейна, однако при значительном количестве жидкой фазы спекание материала приводит к ухудшению его структуры и, кроме того, вызывает настлеобразование в печи.

При температурах отжига ниже 700°C процесс перекристаллизации фанштейна резко замедляется, и потребное время отжига для получения приемлемой структуры сплава сильно возрастает, что делает способ неэффективным. При отжиге при 700—750°C потребная продолжительность выдержки составляет 6—10 час.

Скорость нагрева диспергированного замороженного фанштейна до рабочей температуры отжига не влияет на показатели разделения. Не имеют значения также скорость охлаждения термообработанного сплава и температура жидкого фанштейна при его разливе и замораживании.

При отжиге диспергированного фанштейна при температуре порядка 700—750°C возможно окисление материала за счет кислорода печной атмосферы. По сравнению с термообработкой более крупных слитков, где вследствие малого отношения их поверхности к массе, поверхностное окисление сплава не играет существенной роли, в случае диспергированного материала окисление фанштейна при отжиге может ухудшить

условия последующего флотационного разделения. Поэтому отжиг диспергированного сплава следует проводить в нейтральной или восстановительной атмосфере, которая может быть получена при отоплении отжиговой печи сжиганием углеродистого топлива при коэффициенте избытка воздуха, равном или меньшем единицы. Содержание свободного кислорода в печной атмосфере не должно, во всяком случае, превышать 1—1,5%.

Предлагаемый способ подготовки медно-никелевого фанштейна к флотационному разделению был опробован в лабораторном и укрупненно-лабораторном масштабах. Разливку и замораживание фанштейна проводили при его диспергировании путем водной грануляции в грануляционном желобе. Расплавленный фанштейн при 1100—1300°C разливался из дуговой электропечи непосредственно в желоб. Расход фанштейна при разливке составлял 20—50 кг/мин, средний расход воды на 1 т фанштейна равнялся 5—10 м<sup>3</sup>. Крупность полученных гранул в среднем составляла 5—20 мм. Выход фракций крупностью менее 0,3 мм не превышал 3%, крупностью более 30 мм—6%. Отжиг полученных гранул осуществлялся в слабовосстановительной атмосфере при 730—750°C в течение 6—10 час. В этих условиях, как показал микроскопический анализ аншлифов, происходило укрупнение зерен сульфида меди в диспергированном материале от средней крупности порядка 2—3 мкм до 40—50 мкм (при отжиге, например, в течение 8 час крупность зерен сульфида меди в аншлифе составила по классам: 0—10 мкм—0,3; 10—20 мкм—5,3%; 20—40 мкм—22,7%; более 40 мкм—71,7%).

Флотационное разделение отожженного диспергированного фанштейна производилось в реагентных режимах.

Результаты одного из опытов флотации приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		медь	никель	кобальт	медь	никель	кобальт
Исходный фанштейн	—	35,81	35,29	0,57	100,0	100,0	100,0
Медный концентрат	51,0	66,83	4,5	0,076	95,3	6,4	6,8
Никелевый концентрат	49,0	3,5	67,31	1,08	4,7	93,6	93,2

Как видно из приведенных данных, показатели флотационного разделения диспергированного замороженного материала достаточно высоки.

Разливка и замораживание медно-никелевого фанштейна без его диспергирования, как это предусмотрено известным способом, дает при прочих равных условиях заметно более

низкие показатели разделения, что вызвано значительной структурной неоднородностью слитков фанштейна. Для иллюстрации сказанного в табл. 2 приводятся результаты флотационного разделения фанштейна, весьма близкого по составу к сплаву, результаты обработки которого представлены в табл. 1. Упомянутый фанштейн разливался и заморажи-

вался (охлаждался водой) в слитках толщиной 100—120 мм. Отжиг этих слитков производился при 750°C в течение 12 час, т. е. более

длительное время, чем отжиг диспергированного файнштейна в приведенном выше примере.

Таблица 2

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		медь	никель	кобальт	медь	никель	кобальт
Исходный файнштейн	—	35,25	36,35	0,52	100,0	100,0	100,0
Медный концентрат	50,0	65,23	7,67	0,082	93,6	10,5	8,0
Никелевый концентрат	49,5	4,54	65,72	0,967	6,4	89,5	92,0

### Предмет изобретения

Способ подготовки медно-никелевого файнштейна к флотационному разделению, включающий разливку и замораживание расплавленного файнштейна с последующим нагревом его до температуры отжига, лежащей ниже температуры полного расплавления файнштейна, отжиг при этой температуре и охлаждение до нормальной температуры, отличающийся

- 15 тем, что, с целью улучшения показателей разделения меди и никеля, снижения расходов на измельчение материала перед флотацией, а также упрощения аппаратуры для разливки и замораживания расплава, разливку и замораживание файнштейна производят при его диспергировании с получением не менее 80% файнштейна с максимальным размером в поперечнике не более 30 мм.

Составитель С. Стаценко

Редактор А. Андреева

Техред Е. Борисова

Корректор А. Дзесова

Заказ 3055/4

Изд. № 1744

Тираж 632

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР  
по делам изобретений и открытий  
Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2