

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041434**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.10.24

(21) Номер заявки
202192514

(22) Дата подачи заявки
2020.02.26

(51) Int. Cl. *C22B 1/00* (2006.01)
C22B 34/32 (2006.01)
B03C 1/00 (2006.01)
B03C 1/02 (2006.01)
B03B 5/04 (2006.01)
B03B 5/32 (2006.01)
B03B 5/34 (2006.01)
B03B 5/62 (2006.01)
B03B 7/00 (2006.01)
B03B 9/00 (2006.01)
B03B 4/02 (2006.01)

(54) ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕЛКИХ ФРАКЦИЙ ХРОМИТА

(31) 2019/01722

(32) 2019.03.20

(33) ZA

(43) 2021.12.13

(86) PCT/IB2020/051627

(87) WO 2020/188379 2020.09.24

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АРКСО МЕТАЛС (ПТЮ) ЛТД. (ZA)

(72) Изобретатель:
Кхеннеллс Петер (ZA)

(74) Представитель:
Котлов Д.В., Яшмолкина М.Л. (RU)

(56) GRISHIN N.N. ET AL.: "Primary processing of chromite ores and ore-preparation of wastes for production of refractory materials", JOURNAL OF MINING SCIENCE, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS-CONSULTANTS BUREAU, NE, vol. 40, no. 4, 1 July 2004 (2004-07-01), pages 409-416, XP019221701, ISSN: 1573-8736, DOI: 10.1007/S10913-004-0025-5, page 410; figure 1; tables 1, 3
US-A-4295881
CA-A1-2893406
US-A-4059506
ZA-B-200503034

(57) Способ (10, 200) извлечения мелких фракций хромита из шлама, который включает следующее: подают сырьевой шлам (68), содержащий мелкие фракции хромита, на ступень спирального концентратора для мокрого обогащения (14), содержащую множество спиральных сепараторов или спиральных концентраторов для мокрого обогащения (32); сепарируют шлам (68) с помощью спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения (32) на шлам с высоким содержанием хромита (74), шлам с низким содержанием хромита (76) и первый поток хвостовой пульпы (78); сепарируют шлам с низким содержанием хромита (76) на ступени мокрой магнитной сепарации (24) на поток магнитного материала (80) и поток хвостов немагнитного материала (86) и сепарируют шлам с высоким содержанием хромита (74) и поток магнитного материала (80) на ступени разделения на качающихся концентрационных столах (18) на хромитовый концентрат (90) и второй поток хвостовой пульпы (92).

B1**041434****041434****B1**

Настоящее изобретение относится к извлечению мелких фракций хромита. В частности, изобретение относится к извлечению мелких фракций хромита из шлама.

Установки, перерабатывающие хромитовую руду (FeCr_2O_4), как правило, вырабатывают отходы обычно в виде шлама или потока хвостовой пульпы, содержащего ценные мелкие фракции хромита. Экономически эффективное извлечение мелких фракций хромита из такого шлама или потоков хвостовой пульпы является трудной задачей, в частности, в отношении фракций хромита размером -75 мкм. Потери хромита в хвостовых отходах в процессе работы установки по переработке хромитовой руды могут быть значительными, порядка 35-40% по массе Cr в хромите, подаваемом на установку по переработке хромитовой руды.

Таким образом, вопрос разработки экономически эффективного процесса извлечения мелких фракций хромита из шлама весьма актуален.

Согласно настоящему изобретению предлагается способ извлечения мелких фракций хромита из шлама, при этом процесс включает следующее:

подают сырьевой шлам, содержащий мелкие фракции хромита, на ступень спирального концентратора для мокрого обогащения, содержащую множество спиральных сепараторов или спиральных концентраторов для мокрого обогащения;

сепарируют шлам с помощью спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения на шлам с высоким содержанием хромита, шлам с низким содержанием хромита и первый поток хвостовой пульпы;

магнитным способом сепарируют шлам с низким содержанием хромита на ступени мокрой магнитной сепарации на поток магнитного материала и поток хвостов немагнитного материала;

сепарируют шлам с высоким содержанием хромита и поток магнитного материала на ступени разделения на качающихся концентрационных столах на хромитовый концентрат и второй поток хвостовой пульпы.

Трипати (Tripathy), Сунил Кумар (Sunil Kumar), Рамамерфи (Ramamurthy), Й и Сингх (Y. and Singh), Веерендра (Veerendra), "Извлечение частиц хромита из хвостов установки путем гравитационного обогащения" (Recovery of chromite values from plant tailings by gravity concentration), Journal of Minerals and Material Characterization and Engineering, vol. 10, No. 1, p. 13-25, January 2011), описывают использование спиралей и качающихся концентрационных столов для обогащения потока хромита, содержащего по меньшей мере 50% мелких фракций размером от 100 до 35 мкм. Трипати (Tripathy), Сунил Кумар (Sunil Kumar), Мерфи (Murthy), Й Рама (Y. Rama), "Многоцелевая оптимизация спирального концентратора для сепарации ультрамелких частиц хромита" (Multiobjective optimisation of spiral concentrator for separation of ultrafine chromite), International Journal of Mining and Mineral Engineering, vol. 4, No. 2, January 2012) также ссылаются на спиральную сепарацию ультрамелких частиц хромита с содержанием 70% хромита и размером менее 75 мкм. В патентах US 3323900, CN 101823018 и CN 201366374 упоминается использование спирального сепаратора для извлечения хрома из латерита. Магнитная сепарация мелких фракций, содержащих хромит, описана в патентах US 3323900, US 3935094, RU 2208060, CN 101823018, CN 201366374, ZA 2011/00444 и ZA 2014/004437. В патенте ZA 2005/03034 описывается механическая чистка поверхностей кристаллов хромита, присутствующих в измельченных фракциях хромита и оксиде железа, отделяемом магнитной сепарацией. Качающиеся концентрационные столы для извлечения хромита описаны в патентах US 332,900, CN 101823018 и CN 201366374. Однако ни в одном из этих документов не содержится информация и не предлагается процесс в соответствии с изобретением, использующий рабочие операции установки в той же последовательности, как и в процессе по изобретению, и с теми же потоками сырья и потоками продукта, соединяющими различные операции установки.

Этот процесс может включать ступень подготовки сырьевого шлама перед его подачей на спиральный концентратор для мокрого обогащения.

На ступени подготовки сырья сырьевой шлам может просеиваться для отделения надрешеточного материала от сырьевого шлама. Как правило, надрешеточный материал сбрасывается в отвал.

Ступень подготовки сырья может быть выполнена с возможностью отделения надрешеточного материала +1000 мкм, предпочтительно +950 мкм, более предпочтительно +900 мкм, наиболее предпочтительно +850 мкм от сырьевого шлама.

На ступени подготовки сырья магнитный материал, например металлические включения, может отделяться магнитной сепарацией от потока сырья на множестве магнитных сепараторов для мокрого обогащения средней интенсивности, работающих параллельно. Обычно магнитный материал сбрасывается в отвал, например, вместе с надрешеточным материалом.

При необходимости этот процесс может включать добавление воды в сырьевой шлам от грохотов на ступени подготовки сырья (т.е. в нижний слив от упомянутых грохотов) для уменьшения плотности сырьевого шлама перед магнитной сепарацией магнитного материала от сырьевого шлама.

Магнитные сепараторы для мокрого обогащения средней интенсивности могут создавать магнитный поток средней интенсивностью от около 0,2 до около 0,8 Тл (тесла), предпочтительно от около 0,3 до около 0,7 Тл, наиболее предпочтительно от около 0,4 до около 0,6 Тл, например, около 0,5 Тл.

Этот процесс может включать подачу по меньшей мере одного потока шлама с высоким содержа-

нием хромита и магнитного материала на ступень сепарации по размеру, чтобы получить одну или несколько более мелких фракций материала или нижнего продукта и одну или несколько более крупных фракций материала или верхнего продукта перед тем, как упомянутый по меньшей мере один поток шлама с высоким содержанием хромита и магнитного материала, в виде по меньшей мере одной или нескольких более мелких фракций материала и дополнительно упомянутой одной или нескольких более крупных фракций материала, не будет разделен на качающемся концентрационном столе на хромитовый концентрат и второй поток хвостовой пульпы. Предпочтительно и шлам с высоким содержанием хромита, и поток магнитного материала проходят ступень сепарации по размеру.

В одном варианте осуществления изобретения вместо отделения одной или нескольких более крупных фракций, полученных на ступени сепарации по размеру на качающемся концентрационном столе, одна или нескольких более крупных фракций, полученных на ступени сепарации по размеру, сбрасываются как хвостовые отходы.

Ступень сепарации по размеру обычно включает один или несколько грохотов для разделения потока шлама с высоким содержанием хромита и магнитного материала на две фракции гранулометрического состава, например, фракцию +100 мкм и фракцию -100 мкм или фракцию +90 мкм и фракцию -90 мкм.

Содержание Cr_2O_3 в сырьевом шламе может составлять от около 7 до около 11% по массе, например около 9% по массе в пересчете на сухое вещество.

Сырьевой шлам, подаваемый на ступень спирального концентратора для мокрого обогащения, может содержать такие мелкие фракции хромита, что по меньшей мере 90% мелких фракций хромита проходит через квадратное отверстие 150 мкм, или через квадратное отверстие 125 мкм, или через квадратное отверстие 115 мкм, или через квадратное отверстие 100 мкм.

Более 50%, или более 60%, или более 70%, или более 80% мелких фракций хромита в сырьевом шламе, подаваемом на ступень спирального концентратора для мокрого обогащения, составляет материал размером -75 мкм.

Этот процесс может включать обезвоживание сырьевого шлама перед его подачей на спиральные сепараторы для мокрого обогащения или спиральные концентраторы для мокрого обогащения. Обезвоживание сырьевого шлама может выполняться с помощью любой подходящей технологии или установки обезвоживания, например обезвоживающего циклона. Обычно вода, извлеченная из сырьевого шлама, подается на стуститель или подобное устройство.

Относительная плотность по воде сырьевого шлама, подаваемого на спиральные сепараторы или концентраторы для мокрого обогащения, может составлять от около 1,2 до около 1,8, предпочтительно от около 1,3 до около 1,7, более предпочтительно от около 1,4 до около 1,6, например около 1,5.

Угол наклона спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения может составлять от около 4 до около 10°, предпочтительно от около 4 до около 9°, более предпочтительно от около 5 до около 8°, например около 6,5°.

Диаметр спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения может составлять от около 50 до около 150 см, предпочтительно от около 60 до около 140 см, более предпочтительно от около 70 до около 130 см, например около 90 см.

Профиль спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения может составлять от около 1 до около 5°, предпочтительно от около 1,5 до около 4,5°, более предпочтительно от около 2 до около 4°, например около 3°.

Высота спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения может составлять от около 2 до около 6 витков, предпочтительно от около 3 до около 5 витков, например около 4 витков.

Расход сырьевого шлама, подаваемого на каждый спиральный сепаратор или концентратор для мокрого обогащения, может составлять от около 0,5 до около 1,5 т/ч, предпочтительно от около 0,6 до около 1,4 т/ч, более предпочтительно от около 0,7 до около 1,3 т/ч, например около 1 т/ч.

Спиральные сепараторы или концентраторы для мокрого обогащения могут быть выполнены таким образом, что шлам с высоким содержанием хромита представляет собой концентрат, отделенный от спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения, шлам с низким содержанием хромита представляет собой промежуточный продукт, отделенный от спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения, а первый поток хвостовой пульпы представляет собой хвост, отделенный от спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения.

Как правило, все спиральные сепараторы или концентраторы для мокрого обогащения представляют собой спирали грубой флотации, таким образом, в процессе не задействуются спирали контрольной флотации или дофлотации.

Спиральные сепараторы или концентраторы для мокрого обогащения могут быть выполнены и работать таким образом, чтобы содержание Cr_2O_3 в шламе с высоким содержанием хромита составляло от около 11 до около 20% по массе, предпочтительно от около 12 до около 19% по массе, более предпочтительно от около 13 до около 18% по массе, например около 16% по массе в пересчете на сухое вещество.

Спиральные сепараторы или концентраторы для мокрого обогащения могут быть выполнены и работать таким образом, чтобы содержание Cr_2O_3 в шламе с низким содержанием хромита, т.е. в промежу-

точном продукте, составляло от около 6 до около 11% по массе, предпочтительно от около 7 до около 9% по массе, например около 8-10% по массе в пересчете на сухое вещество.

Спиральные сепараторы или концентраторы для мокрого обогащения могут быть выполнены и работать таким образом, чтобы содержание Cr_2O_3 в первом потоке хвостовой пульпы составляло менее 8% по массе в пересчете на сухое вещество.

Спиральные сепараторы или концентраторы для мокрого обогащения могут быть выполнены и работать таким образом, чтобы отношение массовых расходов шлама с высоким содержанием хромита и шлама с низким содержанием хромита составляло от около 1:1,5 до около 1:2,5, например около 1:2 в пересчете на сухое вещество.

Магнитная сепарация шлама с низким содержанием хромита на ступени мокрой магнитной сепарации может включать прохождение шлама с низким содержанием хромита через множество магнитных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности, работающих параллельно. Магнитные сепараторы для мокрого обогащения высокой интенсивности могут представлять собой сепараторы для первичного обогащения, каждый из которых создает магнитный поток интенсивностью от около 1 до около 1,4 Тл, например около 1,2 Тл.

Магнитная сепарация шлама с низким содержанием хромита на ступени мокрой магнитной сепарации может включать прохождение потока хвостов немагнитного материала от магнитных сепараторов первичного обогащения к расположенным далее или ниже по потоку магнитным сепараторам для мокрого обогащения высокой интенсивности, работающим параллельно, которые являются флотационными сепараторами. Каждый флотационный сепаратор может создавать магнитный поток интенсивностью от около 1 до около 1,4 Тл, например около 1,2 Тл.

При необходимости магнитная сепарация шлама с низким содержанием хромита на ступени мокрой магнитной сепарации может включать прохождение потока хвостов немагнитного материала от флотационных сепараторов к расположенной ниже по потоку по меньшей мере одной группе флотационных сепараторов, работающих параллельно.

В одном варианте осуществления изобретения магнитные сепараторы для мокрого обогащения высокой интенсивности на ступени мокрой магнитной сепарации объединены в перерабатывающие установки, каждая из которых содержит магнитный сепаратор для первичного мокрого обогащения высокой интенсивности, за которым ниже по потоку последовательно подключены два флотационных магнитных сепаратора для мокрого обогащения высокой интенсивности. Потоки магнитного материала из магнитного сепаратора для первичного мокрого обогащения высокой интенсивности и флотационных магнитных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности объединяются, образуя поток магнитного материала, подаваемый на ступень разделения на качающихся концентрационных столах, как правило, через ступень сепарации по размеру.

Этот процесс может включать обезвоживание одной или нескольких более мелких фракций материала перед тем, как одна или несколько более мелких фракций материала будут разделены на качающемся концентрационном столе на концентрат хромита и второй поток хвостовой пульпы. Обезвоживание одной или нескольких более мелких фракций материала может выполняться с помощью любой подходящей технологии или установки обезвоживания, например обезвоживающего циклона. Как правило, вода, удаленная из одной или нескольких более мелких фракций материала, подается на сгуститель или подобное устройство, возможно, посредством защитного циклона или аналогичного устройства.

Как правило, нет необходимости в обезвоживании одной или нескольких более крупных фракций материала перед их разделением на качающемся концентрационном столе в случае, если одна или несколько более крупных фракций материала разделяются на качающемся концентрационном столе и не сбрасываются в отходы.

На ступени разделения на качающихся концентрационных столах может быть задействовано множество качающихся концентрационных столов или столов Уилфли для одной или нескольких более мелких фракций материала, а в одном варианте осуществления изобретения - множество качающихся концентрационных столов или столов Уилфли для одной или нескольких более крупных фракций материала. Таким образом, одна или несколько более мелких фракций материала может перерабатываться отдельно от одной или нескольких более крупных фракций материала на ступени разделения на качающихся концентрационных столах. Для переработки одной или нескольких более мелких фракций материала может понадобиться больше качающихся концентрационных столов, чем для переработки одной или нескольких более крупных фракций материала.

Вместо отделения одной или нескольких более крупных фракций, полученных на ступени сепарации по размеру на качающемся концентрационном столе, одна или нескольких более крупных фракций, полученных на ступени сепарации по размеру, может сбрасываться в отходы, например как хвостовые отходы.

На ступени разделения на качающемся концентрационном столе могут использоваться качающиеся концентрационные столы для грубой флотации, расположенные перед качающимися концентрационными столами для контрольной флотации. Как правило, в этом варианте осуществления изобретения только одна или нескольких более мелких фракций материала или нижнего продукта после ступени сепарации

по размеру подаются таким образом на качающиеся концентрационные столы для грубой флотации, а одна или нескольких более крупных фракций материала после ступени сепарации по размеру сбрасываются в отходы, например как хвосты, и не перерабатываются на качающихся концентрационных столах.

Относительная плотность по воде одной или нескольких более мелких фракций материала, подаваемых на качающиеся концентрационные столы, может составлять от около 1,1 до около 1,6, предпочтительно от около 1,2 до около 1,5, более предпочтительно от около 1,3 до около 1,4, например около 1,35.

В одном варианте осуществления изобретения фракция концентрата после прохождения качающихся концентрационных столов, перерабатывающих одну или несколько более мелких фракций материала, и качающихся концентрационных столов, перерабатывающих одну или несколько более крупных фракций материала, образует или составляет концентрат хромита. Таким образом, фракция концентрата составлена из самого плотного материала, переработанного на качающихся концентрационных столах. Как правило, концентрат хромита обезвоживается, например, с помощью обезвоживающих циклонов и складывается в штабели. Вода, полученная в результате обезвоживания концентрата хромита, может подаваться на сгуститель, возможно, посредством защитного циклона или аналогичного устройства.

Фракция промежуточного продукта и хвостовая фракция из каждого качающегося концентрационного стола могут образовывать второй поток хвостовой пульпы. Фракция промежуточного продукта и хвостовая фракция из каждого качающегося концентрационного стола имеют меньшую плотность, чем фракция концентрата.

Этот процесс может включать объединение первого и второго потоков хвостовой пульпы и потока хвостов немагнитного материала после ступени мокрой магнитной сепарации в поток хвостов и обработку потока хвостов для очистки воды, например для использования ее в качестве технической. Поток хвостов также, как правило, включает воду, полученную в результате каких-либо операций по обезвоживанию. Обработка потока хвостов обычно предполагает использование сгустителя и, возможно, также осветлителя. При необходимости обработка потока хвостов сначала может включать прохождение потока хвостов через защитный циклон, разделяя поток хвостов на поток надрешеточного продукта и поток подрешеточного продукта, при этом поток надрешеточного продукта подается на сгуститель, а поток подрешеточного продукта сбрасывается в хвостохранилище.

В другом варианте осуществления изобретения, в котором данный процесс включает переработку только одной или нескольких более мелких фракций материала или нижнего продукта после ступени сепарации по размеру на качающихся концентрационных столах для грубой флотации и качающихся концентрационных столах для контрольной флотации, этот процесс включает ступень дополнительной переработки по меньшей мере фракции промежуточного продукта из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации, при этом фракция концентрата из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации составляет концентрат хромита.

Предпочтительно, чтобы фракция промежуточного продукта из качающихся концентрационных столов для грубой флотации и хвостовая фракция из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации также проходили ступень дополнительной переработки.

Ступень дополнительной переработки может включать магнитные сепараторы для первичного мокрого обогащения, получающие материал после ступени разделения на качающихся концентрационных столах.

Как правило, магнитные сепараторы для первичного мокрого обогащения ступени дополнительной переработки получают фракцию промежуточного продукта из качающихся концентрационных столов для грубой флотации, фракцию промежуточного продукта из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации и хвостовую фракцию из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации.

Ступень дополнительной переработки может включать магнитные сепараторы для контрольного мокрого обогащения, получающие материал из сепараторов для первичного мокрого обогащения. Немагнитный материал из сепараторов для первичного обогащения может сбрасываться в отходы, например как хвостовые отходы.

Этот процесс может включать на ступени дополнительной переработки обезвоживание магнитного материала из магнитных сепараторов для контрольного мокрого обогащения и вторичную переработку обезвоженного магнитного материала из магнитных сепараторов для контрольного мокрого обогащения на качающихся концентрационных столах для контрольной флотации. Обезвоживание магнитного материала из магнитных сепараторов для контрольного мокрого обогащения может выполняться с помощью любой подходящей технологии или установки обезвоживания, например обезвоживающего циклона. Как правило, вода, удаленная из магнитного материала из магнитных сепараторов для контрольного мокрого обогащения, подается на сгуститель или подобное устройство, возможно, посредством защитного циклона или аналогичного устройства.

Настоящее изобретение далее будет описано на примере со ссылками на прилагаемые чертежи, где: на фиг. 1 показан один вариант осуществления процесса извлечения мелких фракций хромита из шлама в соответствии с изобретением;

на фиг. 2 показан другой вариант осуществления процесса извлечения мелких фракций хромита из шлама в соответствии с изобретением.

Со ссылкой на фиг. 1 чертежей номер позиции 10 обычно обозначает процесс извлечения мелких фракций хромита из шлама в соответствии с изобретением. Процесс 10 обычно включает ступень подготовки сырья 12, ступень обработки на спиральном концентраторе для мокрого обогащения 14, ступень сепарации по размеру 16, ступень разделения на качающихся концентрационных столах 18, ступень обработки концентрата 20, ступень обработки хвостов 22 и ступень мокрой магнитной сепарации 24.

На ступени подготовки сырья 12 используется грохот 26 и несколько, например десять, магнитных сепараторов для мокрого обогащения средней интенсивности 28, работающих параллельно.

На ступени обработки на спиральном концентраторе для мокрого обогащения 14 используется несколько обезвоживающих циклонов 30 и множество, например 160, спиральных сепараторов для первичного мокрого обогащения или спиральных концентраторов для мокрого обогащения 32.

Ступень мокрой магнитной сепарации 24 включает первую группу из 14 магнитных сепараторов для первичного мокрого обогащения высокой интенсивности 34, работающих параллельно, вторую группу из магнитных флотационных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности 36 (также 14, работающих параллельно) и третью группу магнитных флотационных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности 38, расположенную после второй группы из магнитных флотационных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности 36. В третьей группе магнитных флотационных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности 38 также 14 магнитных флотационных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности 38.

Ступень сепарации по размеру 16 содержит пару грохотов 40, 42, хотя можно использовать и один грохот. Обычно в варианте осуществления, изображенном на фиг. 1, грохот 42 в действительности представляет собой пару грохотов, учитывая повышенную нагрузку грохота 42 по сравнению с нагрузкой грохота 40. Размер ячейки грохотов 40, 42 в варианте осуществления, изображенном на фиг. 1, составляет 100 мкм. В другом варианте осуществления изобретения размер ячейки грохотов составляет 90 мкм.

На ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18 используется несколько обезвоживающих циклонов 44, множество, например 42, качающихся концентрационных стола 46 с размером ячейки -100 мкм и множество, например 24, качающихся концентрационных стола 48 с размером ячейки +100 мкм.

Ступень обработки концентрата 20 включает обезвоживающие циклоны (не показаны) и укладчик хромита 50.

Ступень обработки хвостов 22 включает сгуститель 52 и осветлитель 54.

Процесс 10 выполнен с возможностью обработки около 420 т/ч сырьевого шлама, содержащего мелкие фракции хромита, т.е. хвостов, полученных на установке для извлечения хрома (не показана), перерабатывающей несортированную хромитовую руду. Содержание Cr_2O_3 в сырьевом шламе обычно составляет около 8-10% по массе в пересчете на сухое вещество. Размер мелких фракций хромита в сырьевом шламе таков, что по меньшей мере 90% мелких фракций хромита проходит через квадратное отверстие 115 мкм.

Сырьевой шлам подается с помощью линии подачи шлама 60 на грохоты 26, где надрешеточные отходы, размер фракции которых составляет +850 мкм, удаляются с помощью линии верхнего продукта 62. Нижний продукт с грохотов 26 подается с помощью линии нижнего продукта 64 на магнитные сепараторы для мокрого обогащения средней интенсивности 28. Магнитный инородный материал, например железо, удаляется с помощью магнитных сепараторов для мокрого обогащения средней интенсивности 28 и объединяется с надрешеточным материалом с грохотов 26 с помощью линии магнитных материалов 66. Затем надрешеточный материал и магнитный инородный материал сбрасываются в отвал.

Каждый из магнитных сепараторов для мокрого обогащения средней интенсивности 28 создает магнитный поток интенсивностью около 0,5 или около 0,6 Тл, который достаточно интенсивный для удаления магнитного инородного материала, например железа, но достаточно малоинтенсивный для образования потока шлама из немагнитного материала, включающий мелкие фракции хромита, который затем удаляется по линии шлама 68 и подается насосом на обезвоживающие циклоны 30 ступени обработки на спиральном концентраторе для мокрого обогащения 14.

Обезвоживающие циклоны 30 удаляют из шлама определенное количество воды, создавая шлам, относительная плотность которого по воде составляет около 1,5. Вода, извлеченная из шлама с помощью обезвоживающих циклонов 30, отводится по линии верхнего продукта 70 и подается насосом на сгуститель 52.

Уплотненный шлам удаляется из обезвоживающих циклонов 30 по линии нижнего продукта 72 и подается на спиральные сепараторы для первичного мокрого обогащения или на спиральные концентраторы для мокрого обогащения 32. Каждый спиральный сепаратор или концентратор для первичного мокрого обогащения 32 обеспечивает расход шлама около 1 т/ч с относительной плотностью 1,5. Диаметр каждого спирального сепаратора или концентратора для первичного мокрого обогащения 32 составляет около 90 см, угол наклона около 5°, профиль около 1-5°, высота около 4 витков. Из каждого спирального сепаратора или концентратора для первичного мокрого обогащения 32 извлекаются три выемки. Первой

выемкой, которая представляет собой радиально внутреннюю выемку, является шлам с высоким содержанием хромита, который извлекается с помощью линии концентрата 74. Шлам с низким содержанием хромита - это радиально промежуточная выемка промежуточного продукта, который извлекается с помощью линии промежуточного продукта 76. Радиально наружная выемка извлекается в виде первого потока хвостовой пульпы и подается насосом по линии первого потока хвостовой пульпы 78 на сгуститель 52. На ступени обработки на спиральном концентраторе 14 нет флотационных спиральных сепараторов или концентраторов.

Хотя на чертеже и не показано, техническая вода обычно добавляется в шлам с высоким содержанием хромита и шлам с низким содержанием хромита для уменьшения плотности шламов перед тем, как они будут подаваться насосами на ступень сепарации по размеру 16 и ступень мокрой магнитной сепарации 24 соответственно.

Содержание Cr_2O_3 в выемке промежуточного продукта составляет около 8-10% по массе в пересчете на сухое вещество, и эта выемка составляет около 40-50% по массе шлама, подаваемого на спиральные сепараторы или концентраторы для первичного мокрого обогащения 32. Выемка промежуточного продукта подается насосом по линии промежуточного продукта 76 на ступень мокрой магнитной сепарации 24, где она распределяется по первой группе магнитных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности 34 для дальнейшей переработки с целью извлечения остаточного хромита. Магнитные сепараторы для мокрого обогащения высокой интенсивности 34 действуют как сепараторы для первичного обогащения, каждый из которых создает магнитный поток интенсивностью около 1,2 Тл. Магнитные сепараторы для мокрого обогащения высокой интенсивности 34 создают поток магнитного материала, который удаляется по линии потока магнитного материала 80. Хвосты немагнитного материала из магнитных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности 34 самотеком подаются по линии подачи немагнитного материала 82 на вторую группу флотационных магнитных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности 36, расположенную ниже по потоку, из которой магнитный материал снова извлекается с помощью линии потока магнитного материала 80, а хвосты немагнитного материала извлекаются с помощью линии подачи немагнитного материала 84. Хвосты немагнитного материала по линии подачи немагнитного материала 84 самотеком подаются на третью группу флотационных магнитных сепараторов для мокрого обогащения высокой интенсивности 38, расположенную ниже по потоку, которая снова создает поток магнитного материала, извлекаемый по линии потока магнитного материала 80, и поток хвостов немагнитного материала, извлекаемый с помощью линии отвода хвостов немагнитного материала 86, которая ведет к сгустителю 52.

Магнитный материал в линии потока магнитного материала 80 насосом подается на ступень сепарации по размеру 16 и сбрасывается на грохот 42 (обычно фактически два грохота). При необходимости в магнитный материал (не показан) подается техническая вода для поддержания постоянного объемного расхода. Аналогичным образом концентрат из линии концентрата 74 подается на ступень сепарации по размеру 16 и сбрасывается на грохот 40. Грохоты 40, 42 разделяют сбрасываемый материал на фракцию +100 мкм и фракцию -100 мкм. На надрешеточный материал распыляется техническая вода для его промывки. Фракция -100 мкм с грохотов 40, 42 насосом подается на обезвоживающие циклоны 44 ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18 по линиям шлама 75, при этом фракция +100 мкм с грохотов 40, 42 напрямую подается на качающиеся концентрационные столы 48 с размером ячейки +100 мкм ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18 по линиям шлама 77.

На ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18 фракция -100 мкм сначала обезвоживается в обезвоживающих циклонах 44, при этом вода отводится по линии верхнего продукта 88, которая подает воду на сгуститель 52. Нижний продукт, относительная плотность которого по воде составляет около 1,35, подается из обезвоживающих циклонов 44 на качающиеся концентрационные столы 46 с размером ячейки -100 мкм по линии потока 79. Качающиеся концентрационные столы с размером ячейки -100 мкм и +100 мкм представляют собой стандартные столы Уилфли, отделяющие частицы исходя из их плотности и размера, каждый из которых производит фракцию концентрата, фракцию промежуточного продукта и хвостовую фракцию. Фракции концентрата из качающихся концентрационных столов 46 с размером ячейки -100 мкм и фракции концентрата из качающихся концентрационных столов 48 с размером ячейки +100 мкм извлекаются с помощью линий концентрата 90 и подаются на ступень обработки концентрата 20. Фракции промежуточного продукта и хвостовые фракции из качающихся концентрационных столов 46 с размером ячейки -100 мкм и фракции концентрата из качающихся концентрационных столов 48 с размером ячейки +100 мкм объединяются, образуя второй поток хвостовой пульпы, который подается по линии второго потока хвостовой пульпы 92 на сгуститель 52.

На ступени обработки концентрата 20 концентрат из линий концентрата 90 обезвоживается с помощью обезвоживающего циклона (не показан), затем обезвоженный концентрат складывается с помощью укладчика хромита 50 в штабели концентрата 94. Содержание Cr_2O_3 в штабелях концентрата 94 обычно составляет около 40% по массе в пересчете на сухое вещество.

В сгуститель 52 ступени обработки хвостов 22 поступает первый поток хвостовой пульпы из линии первого потока хвостовой пульпы 78, хвосты немагнитного материала из линии отвода немагнитного материала 86, второй поток хвостовой пульпы из линии второго потока хвостовой пульпы 92, поток

нижнего продукта из линии потока нижнего продукта 104, ведущей от осветлителя 54 на сгуститель 52, вода из обезвоживающих циклонов 30, отводимая по линии верхнего продукта 70, вода из обезвоживающих циклонов 44, отводимая по линии верхнего продукта 88, и вода из обезвоживающих циклонов (не показаны) ступени обработки концентрата 20. В сгуститель 52 подается флокулянт по линии подачи флокулянта 96. Нижний продукт 106 из сгустителя 52, содержащий около 3-4% Cr_2O_3 по массе в пересчете на сухое вещество, сбрасывается и подается насосом в хвостохранилище. Верхний продукт из сгустителя 52 подается по линии верхнего продукта 98 на осветлитель 54, на который также подается флокулянт из линии подачи флокулянта 96 и коагулянт из линии подачи коагулянта 100. Нижний продукт из осветлителя 54 возвращается на сгуститель по линии потока нижнего продукта 104, а верхний продукт из осветлителя 54 отводится по линии технической воды 102 и подается в бак технической воды (не показан) для использования в качестве технической воды в процессе 10, например, как вода для распыления, моечная вода, вода сальниковых уплотнений, вода для разбавления и вода для промывки и орошения из шланга.

На фиг. 2 показан другой вариант осуществления процесса извлечения мелких фракций хромита из шлама в соответствии с изобретением, обычно обозначаемого номером позиции 200. Фиг. 2 менее подробная, чем фиг. 1, на которой опущены многие отличительные признаки различных ступеней процесса, и вместо этого она служит для выделения различий между процессом 10 и процессом 200 на уровне общего представления. Тем не менее, если не указано иное, такие же номера позиций, используемые в процессе 10 на фиг. 1, используются в процессе 200 на фиг. 2 для обозначения таких же или аналогичных отличительных признаков процесса.

В отличие от процесса 10, в котором надрешеточный материал с грохотов 40, 42 ступени сепарации по размеру 16 перерабатывается на ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18, в процессе 200 надрешеточный материал со ступени сепарации по размеру 16 сбрасывается как хвостовые отходы по линии отвода надрешеточного материала 202. Другими словами, надрешеточный материал с грохотов ступени сепарации по размеру 16 в процессе 200, таким образом, не проходит дальнейшую переработку для извлечения хромита. Ступень сепарации по размеру 16 в процессе 200 предназначена для удаления надрешеточного материала, который негативно влияет на эффективность извлечения хромита на ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18.

Таким образом, другое отличие между процессом 200 и процессом 10 заключается в том, что на ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18 вместо параллельной переработки надрешеточного и подрешеточного материала со ступени сепарации по размеру 16 на отдельных качающихся концентрационных столах 46, 48, как это происходит в процессе 10, в процессе 200 на ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18 задействуется множество качающихся концентрационных столов для грубой флотации 246, расположенных перед множеством качающихся концентрационных столов для контрольной флотации 248. Только подрешеточный материал со ступени сепарации по размеру 16 подается по линии шлама 75 на ступень разделения на качающихся концентрационных столах 18, обезвоживается в обезвоживающих циклонах 44, а затем перерабатывается на качающихся концентрационных столах для грубой флотации 246. Качающиеся концентрационные столы для грубой флотации 246 способствуют максимальному извлечению хрома из ступени обработки на спиральном концентрате для мокрого обогащения 14 и из ступени мокрой магнитной сепарации 24. Плотность шлама, подаваемого на качающиеся концентрационные столы для грубой флотации 246, регулируется с помощью обезвоживающих циклонов 44.

Качающиеся концентрационные столы для грубой флотации 246 представляют собой трехъярусные качающиеся столы, на которые поступает нижний продукт из обезвоживающих циклонов 44, при этом на качающиеся столы 246 добавляется промывочная вода для улучшения сепарации подаваемого материала. Качающиеся концентрационные столы для грубой флотации 246 способствуют максимальному извлечению хрома из шлама с высоким содержанием хромита, полученного на ступени обработки на спиральном концентрате для мокрого обогащения 14, и из потока магнитного материала, полученного на ступени мокрой магнитной сепарации 24. На качающихся концентрационных столах для грубой флотации 246 получают три продукта, а именно концентрат, промежуточный продукт и хвосты. Концентрат подается по линии потока 204 на качающиеся концентрационные столы для контрольной флотации 248 для дальнейшей переработки. Промежуточный продукт с качающихся концентрационных столов для грубой флотации 246 подается по линии потока 206 на ступень дополнительной переработки 250, которая подробно описана ниже. Хвосты с качающихся концентрационных столов для грубой флотации 246 отводятся по линии второго потока хвостовой пульпы 92.

Качающиеся концентрационные столы для контрольной флотации 248 предназначены для улучшения качества концентрата, полученного на качающихся концентрационных столах для грубой флотации, в соответствии с требованиями к содержанию хромита в конечном концентрате. Предусмотрено 16 трехъярусных качающихся концентрационных столов для контрольной флотации 248. На качающиеся концентрационные столы для контрольной флотации 248 поступает промывочная вода для улучшения сепарации подаваемого материала. На качающихся концентрационных столах для контрольной флотации 248 получают три продукта, а именно концентрат, промежуточный продукт и хвосты. Промежуточный

продукт и хвосты подаются на ступень дополнительной переработки 250 по линиям потока 208 и 210. Концентрат с качающихся концентрационных столов для контрольной флотации 248 отводится по линии концентрата 90 и обезвоживается с помощью циклонов укладчика (не показаны), при этом нижний продукт из циклонов укладчика складывается в штабели концентрата 94 с помощью укладчика хромита 50. Содержание Cr_2O_3 в штабелях концентрата 94 обычно составляет около 40% по массе в пересчете на сухое вещество.

Ступень дополнительной переработки 250, которая не является частью процесса 10, включает в себя магнитные сепараторы для первичного мокрого обогащения 212, расположенные перед магнитными сепараторами для контрольного мокрого обогащения 214, и обезвоживающий циклон 216.

Промежуточный продукт с качающихся концентрационных столов для грубой флотации 246 ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18 подается по линии потока 206 на магнитные сепараторы для первичного мокрого обогащения 212. В магнитные сепараторы для первичного мокрого обогащения 212 также поступает промежуточный продукт и хвосты с качающихся концентрационных столов для контрольной флотации 248 ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18 по линиям потока 208 и 210. В магнитных сепараторах для первичного мокрого обогащения 212 образуется поток хвостов немагнитного материала, который отводится по линии второго потока хвостовой пульпы 92, и поток магнитного материала, который подается с магнитных сепараторов для первичного мокрого обогащения 212 на расположенные ниже по потоку магнитные сепараторы для контрольного мокрого обогащения 214 по линии потока 213.

В магнитных сепараторах для контрольного мокрого обогащения 214 также образуется поток хвостов немагнитного материала, который отводится по линии второго потока хвостовой пульпы 92, и поток магнитного материала, который подается по линии потока 218 на обезвоживающий циклон 216.

Верхний продукт из обезвоживающего циклона 216 отводится по линии второго потока хвостовой пульпы 92. Нижний продукт из обезвоживающего циклона 216 отводится по линии потока 220 и возвращается обратно на качающиеся концентрационные столы для контрольной флотации 248 ступени разделения на качающихся концентрационных столах 18 для регулирования плотности. Таким образом, плотность шлама, подаваемого на качающиеся концентрационные столы для контрольной флотации 248, регулируется работой качающихся концентрационных столов для грубой флотации 246 и работой обезвоживающего циклона 216 ступени дополнительной переработки 250.

Еще одно отличие между процессом 200 и процессом 10 состоит в том, что в процессе 200 используется защитный циклон 260, входящий в состав ступени обработки хвостов 22. В процессе 200 первый поток хвостовой пульпы из ступени обработки на спиральном концентраторе 14 подается по линии первого потока хвостовой пульпы 78 на защитный циклон 260, а не напрямую в сгуститель 52. Аналогично линия второго потока хвостовой пульпы 92 и линия отвода хвостов немагнитного материала 86 ведут к защитному циклону 260, а не напрямую в сгуститель 52.

Ступень обработки хвостов 22 процесса 200 имеет насосную систему откачки хвостов 270. Нижний продукт из защитного циклона 260 по линии потока 262 самотеком попадает в насосную систему откачки хвостов 270, тогда как верхний продукт из защитного циклона 260 самотеком попадает в сгуститель 52 по линии потока 264. Нижний продукт из сгустителя 52 подается по линии потока 266 в насосную систему откачки хвостов 270. Линия потока 268 ведет от насосной системы откачки хвостов 270 к хвостохранилищу (не показано).

Верхний продукт из сгустителя 52 отводится по линии технической воды 102 и подается в бак технической воды (не показан) для использования в качестве технической воды в процессе 200, например как вода для распыления, моечная вода, вода сальниковых уплотнений, вода для разбавления и вода для промывки и орошения из шланга. Основным источником технической воды является верхний продукт сгустителя, при этом обеспечивается подпитка сырой водой (не показано), если необходимо.

Процесс 200 выполнен с возможностью обработки около 500 т/ч сырьевого шлама, содержащего мелкие фракции хромита, т.е. хвостов, полученных на установке для извлечения хрома (не показана), перерабатывающей несортированную хромитовую руду. Содержание Cr_2O_3 в сырьевом шламе обычно составляет около 8-10% по массе в пересчете на сухое вещество. Размер мелких фракций хромита в сырьевом шламе таков, что по меньшей мере 90% мелких фракций хромита проходит через квадратное отверстие 115 мкм.

Как показано выше, процесс 10, 200 экономически эффективно извлекает концентрат хромита с содержанием Cr_2O_3 до 40% по массе в пересчете на сухое вещество. Только относительно небольшая часть Cr_2O_3 в сырьевом шламе, например, около 4-5% в пересчете на сухое вещество, сбрасывается из сгустителя 52 в отходы. Таким образом, как показано выше, процесс 10, 200 эффективно извлекает значительную часть хрома в виде Cr_2O_3 , даже если размер большей части мелких фракций хромита составляет -75 мкм.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ извлечения мелких фракций хромита из шлама, который включает следующее:
подают сырьевой шлам, содержащий такие мелкие фракции хромита, что по меньшей мере 90% мелких фракций хромита проходит через квадратное отверстие 150 мкм, и в котором содержание Cr_2O_3 составляет от 7 до 11% по массе, на ступень спирального концентратора для мокрого обогащения, содержащую множество спиральных сепараторов или спиральных концентраторов для мокрого обогащения;
сепарируют шлам с помощью спиральных сепараторов или концентраторов для мокрого обогащения на шлам с высоким содержанием хромита, в котором содержание Cr_2O_3 составляет от 11 до 20% по массе в пересчете на сухое вещество, шлам с низким содержанием хромита, в котором содержание Cr_2O_3 составляет от 6 до 11% по массе в пересчете на сухое вещество, и первый поток хвостовой пульпы;
магнитным способом сепарируют шлам с низким содержанием хромита на ступени мокрой магнитной сепарации, содержащей множество магнитных сепараторов, на поток магнитного материала и поток хвостов немагнитного материала;
сепарируют шлам с высоким содержанием хромита и поток магнитного материала на ступени разделения на качающихся концентрационных столах, содержащей множество качающихся столов, на хромитовый концентрат и второй поток хвостовой пульпы.
2. Способ по п.1, в котором сырьевой шлам, подаваемый на ступень спирального концентратора для мокрого обогащения, содержит такие мелкие фракции хромита, что по меньшей мере 90% мелких фракций хромита проходит через квадратное отверстие 125 мкм, или через квадратное отверстие 115 мкм, или через квадратное отверстие 100 мкм.
3. Способ по п.1 или 2, в котором магнитная сепарация шлама с низким содержанием хромита на ступени мокрой магнитной сепарации включает прохождение шлама с низким содержанием хромита через множество магнитных сепараторов для мокрого первичного обогащения высокой интенсивности, работающих параллельно; и прохождение потока хвостов немагнитного материала от магнитных сепараторов первичного обогащения к расположенным ниже по потоку магнитным сепараторам для мокрого обогащения высокой интенсивности, работающим параллельно, которые являются флотационными сепараторами.
4. Способ по любому из пп.1-3, который включает подачу по меньшей мере одного потока шлама с высоким содержанием хромита и магнитного материала на ступень сепарации по размеру, чтобы получить одну или несколько более мелких фракций материала или нижнего продукта и одну или несколько более крупных фракций материала или верхнего продукта перед тем, как упомянутый по меньшей мере один поток шлама с высоким содержанием хромита и магнитного материала, в виде по меньшей мере одной или нескольких более мелких фракций материала и дополнительно упомянутой одной или нескольких более крупных фракций материала, не будет разделен на качающемся концентрационном столе на хромитовый концентрат и второй поток хвостовой пульпы.
5. Способ по п.4, в котором на ступени разделения на качающихся концентрационных столах задействовано множество качающихся концентрационных столов для одной или нескольких более мелких фракций материала и множество качающихся концентрационных столов для одной или нескольких более крупных фракций материала, таким образом, одна или несколько более мелких фракций материала перерабатывается отдельно от одной или нескольких более крупных фракций материала на ступени разделения на качающихся концентрационных столах.
6. Способ по п.4, в котором вместо отделения одной или нескольких более крупных фракций, полученных на ступени сепарации по размеру на качающемся концентрационном столе, одна или несколько более крупных фракций, полученных на ступени сепарации по размеру, сбрасываются как хвостовые отходы.
7. Способ по п.6, в котором ступень разделения на качающихся концентрационных столах включает качающиеся концентрационные столы для грубой флотации, расположенные перед качающимися концентрационными столами для контрольной флотации, при этом одна или нескольких более мелких фракций материала из ступени сепарации по размеру подаются на качающиеся концентрационные столы для грубой флотации.
8. Способ по п.7, который включает ступень дополнительной переработки по меньшей мере фракции промежуточного продукта из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации, при этом фракция концентрата из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации составляет концентрат хромита.
9. Способ по п.8, в котором фракция промежуточного продукта из качающихся концентрационных столов для грубой флотации и хвостовая фракция из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации также проходят ступень дополнительной переработки.
10. Способ по п.8 или 9, в котором ступень дополнительной переработки включает магнитные сепараторы.

раторы для первичного мокрого обогащения, получающие материал после ступени разделения на качающихся концентрационных столах.

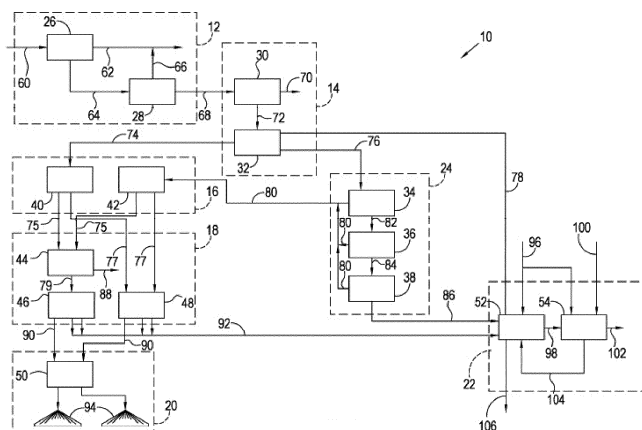
11. Способ по п.10, в котором магнитные сепараторы для первичного мокрого обогащения ступени дополнительной переработки получают фракцию промежуточного продукта из качающихся концентрационных столов для грубой флотации, фракцию промежуточного продукта из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации и хвостовую фракцию из качающихся концентрационных столов для контрольной флотации.

12. Способ по любому из пп.8-11, в котором ступень дополнительной переработки включает магнитные сепараторы для контрольного мокрого обогащения, получающие материал из сепараторов для первичного мокрого обогащения, при этом немагнитный материал из сепараторов для первичного обогащения сбрасывается как хвостовые отходы.

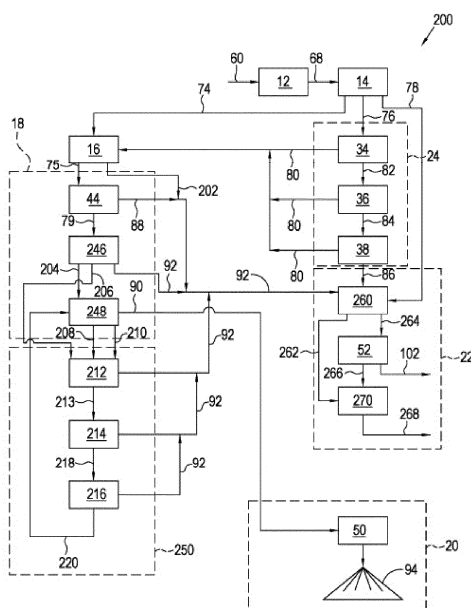
13. Способ по п.12, который включает на ступени дополнительной переработки обезвреживание магнитного материала из магнитных сепараторов для контрольного мокрого обогащения и вторичную переработку обезвреженного магнитного материала из магнитных сепараторов для контрольного мокрого обогащения на качающихся концентрационных столах для контрольной флотации.

14. Способ по любому из пп.1-13, в котором спиральные сепараторы или концентраторы для мокрого обогащения выполнены и работают таким образом, что содержание Cr_2O_3 в первом потоке хвостовой пульпы составляет менее 8% по массе в пересчете на сухое вещество.

15. Способ по любому из пп.1-14, в котором более 50%, или более 60%, или более 70%, или более 80% мелких фракций хромита в сырьевом шламе, подаваемом на ступень спирального концентратора для мокрого обогащения, составляет материал размером -75 мкм.



Фиг. 1



Фиг. 2

