

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201991274** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2019.12.30

(22) Дата подачи заявки
2017.12.29

(51) Int. Cl. *C22B 1/04* (2006.01)
C22B 1/11 (2006.01)
C22B 1/20 (2006.01)
C22B 1/214 (2006.01)
C22B 1/216 (2006.01)
C22B 1/24 (2006.01)
C22B 1/243 (2006.01)
C22B 1/244 (2006.01)
C21C 5/52 (2006.01)
C22B 7/02 (2006.01)
C22B 1/245 (2006.01)
C22B 23/02 (2006.01)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ ОТВЕРЖДЕННЫХ ХРОМИТОВЫХ ОКАТЫШЕЙ, СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОХРОМНИКЕЛЕВОГО СПЛАВА И ОТВЕРЖДЕННЫЕ ХРОМИТОВЫЕ ОКАТЫШИ

(31) 20166046

(32) 2016.12.30

(33) FI

(86) PCT/FI2017/050956

(87) WO 2018/122465 2018.07.05

(71) Заявитель:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
**Мякеля Паси, Нярги Лаури,
Паловаара Петри, Пеккала Олли,
Сааренмаа Ярмо (FI)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)**

(57) Описан способ производства никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей. Способ включает обеспечение измельченной смеси, содержащей материал, содержащий железо и хром, и необязательно углерод и необязательно добавки; обеспечение никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего сырьевого материала, связующее вещество и необязательно флюсующий агент; примешивание никельсодержащего материала, связующего вещества и необязательно флюсующего агента в измельченную смесь с получением смеси для агломерации; агломерацию смеси для агломерации с получением сырых окатышей и отверждение сырых окатышей с получением отвержденных хромитовых окатышей. Способ включает термообработку никельсодержащего материала перед примешиванием никельсодержащего материала в измельченную смесь для удаления серы, воды, возможно карбонатов и летучих веществ из никельсодержащего материала и для получения оксидов никеля в никельсодержащем материале.

A1

201991274

201991274

A1

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ ОТВЕРЖДЕННЫХ ХРОМИТОВЫХ ОКАТЫШЕЙ, СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОХРОМНИКЕЛЕВОГО СПЛАВА И ОТВЕРЖДЕННЫЕ ХРОМИТОВЫЕ ОКАТЫШИ

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к способу производства никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей, как указано в преамбуле независимого пункта 1.

Настоящее изобретение также относится к способу производства феррохромникелевого сплава, как указано в пункте 24.

Настоящее изобретение также относится к отвержденным хромитовым окатышам, как указано в пункте 31.

Никельсодержащие отвержденные хромитовые окатыши можно использовать в способах производства феррохромникелевого сплава, который можно использовать в качестве необходимого сплава в производстве металла, такого как нержавеющая сталь.

Публикация WO 2010/092234 относится к способу производства ферросплава, содержащего никель. Из тонкоизмельченного хромитового концентрата, содержащего железо и хром, и тонкоизмельченного сырьевого материала, содержащего никель, формируют смесь со связующим веществом и эту смесь агломерируют так, что получают объекты желательного размера. Полученные объекты подвергают термообработке при температуре, достаточной для удаления кристаллизационной воды из сырьевого материала. На стадии термообработки объектов, которую также называют отверждением, объекты спекают так, чтобы они выдерживали перемещение по конвейеру и загрузку в плавильную печь. Объекты, образующиеся из никельсодержащего материала и железосодержащего хромитового концентрата, можно одновременно подвергать прокаливанию и обессериванию в связи с процессом и в процессе термообработки, который известен также как процесс спекания. Кроме того, объекты подвергают плавке в условиях восстановления для получения феррохромникеля, ферросплава желательного состава, содержащего по меньшей мере железо, хром и никель.

Цель изобретения

Цель настоящего изобретения состоит в том, чтоб предложить способ производства никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей и способ производства феррохромникелевого сплава из материала низкой стоимости.

Краткое описание изобретения

Способ производства никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей характеризуется признаками, указанными в пункте 1.

Предпочтительные воплощения способа производства никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей указаны в зависимых пунктах 2-23.

Способ производства феррохромникелевого сплава, соответственно, характеризуется признаками, указанными в пункте 24.

Предпочтительные воплощения способа производства феррохромникелевого сплава указаны в зависимых пунктах 25-30.

Отвержденные хромитовые окатыши охарактеризованы признаками пункта 31.

Предпочтительные воплощения отвержденных хромитовых окатышей указаны в зависимых пунктах 32-37.

Способ основан на обеспечении никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего сырьевого материала, и термообработки никельсодержащего осажденного материала перед примешиванием никельсодержащего материала в измельченную смесь, содержащую материал, содержащий железо и хром, такой как хромит, и необязательно углерод и необязательно добавки. В процессе термообработки никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего сырьевого материала, часть серы, воды, такой как химически связанная вода и несвязанная вода, возможно карбонаты и летучие вещества удаляют из никельсодержащего материала или подвергают разложению.

В одном из воплощений способа никельсодержащий материал подвергают термообработке в присутствии кислородсодержащего газа.

В одном из воплощений способа смесь для агломерации содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество), от 1 до 25 % (масс.) Ni, от 0 до 5 % (масс.) C, от 0 до 50 % (масс.) необязательных добавок, от 0,05 до 2 % (масс.) связующего вещества и от 0 до 10 % (масс.) флюсующего агента, а остальное представляет собой материал, содержащий железо и хром и неизбежные примеси.

В одном из воплощений способа смесь для агломерации содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество), от 1 до 25 % (масс.) Ni, от 0 до 5 % (масс.) C, от 10 до 50 % (масс.) Fe, от 10 до 50 % (масс.) Cr, от 0 до 50 % (масс.) необязательных добавок, от 0,05 до 2 % (масс.) связующего вещества, от 0 до 10 % (масс.) флюсующего агента, а остальное представляет собой неизбежные примеси или следовые количества таких элементов, как Na, K, Ti, V, Cl, Zn, Cu и основные компоненты, образующие шлак на стадии плавления, такие как Mg, Si, Ca и Al и т.п., в основном в виде оксидов.

В одном из воплощений способа $Ni_{экв.}$ в смеси для агломерации (в пересчете на сухое вещество) составляет от 1 до 25 %, например, от 5 до 25 %.

В одном из воплощений способа сырые окатыши подвергают отверждению в обжиговой печи, представляющей собой машину для спекания со стальной лентой, или в шахтной печи, или во вращающейся обжиговой печи, в конвейерной колосниковой печи.

В одном из воплощений способа используют связующее вещество, такое как бентонит, или аналогичным образом действующие связующие вещества, такие как органические связующие вещества.

В одном из воплощений способа неизбежные примеси в загрузке для агломерации представляют собой по меньшей мере один элемент из S, Na, Cl, Co, Cu, Mo, Mn, V и Ti.

В одном из воплощений способа необязательные добавки представляют собой железосодержащий материал, возвращаемый рециклом материал, такой как пыль из плавильной печи(ей) или стальных измельчителей, пыль со стадий термообработки или т.п..

В одном из воплощений способа флюсующий агент включает материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al.

В одном из воплощений способа никельсодержащий материал подвергают термообработке путем нагревания никельсодержащего материала до температуры от 200 до 1400°C, предпочтительно до температуры от 400 до 1200°C, более предпочтительно до температуры от 600 до 1200°C и наиболее предпочтительно до температуры от 800 до 1200°C.

В одном из воплощений способа никельсодержащий материал содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество), от 25 до 80 % (масс.) Ni, от 0,001 до 40 % (масс.) химически связанной воды, от 0,001 до 50 % (масс.) S и неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

В одном из воплощений способа никельсодержащий материал содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество), от 25 до 80 % (масс.) Ni, от 5 до 40 % (масс.) химически связанной воды, от 0,001 до 10 % (масс.) S и неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

В одном из воплощений способа никельсодержащий материал содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество), от 25 до 80 % (масс.) Ni, от 0,001 до 10 % (масс.) химически связанной воды, от 5 до 50 % (масс.) S и неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

В одном из воплощений способа соотношение никеля к железу в никельсодержащем материале, содержащем осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, составляет больше 1.

В одном из воплощений способа обжиг никельсодержащего материала проводят во время термообработки никельсодержащего материала.

В одном из воплощений способа прокаливание никельсодержащего материала проводят во время термообработки никельсодержащего материала.

В одном из воплощений способа осажденные соединения никеля содержат никель в виде гидроксида никеля.

В одном из воплощений способа осажденные соединения никеля содержат никель в виде сульфида никеля.

В одном из воплощений способа никельсодержащий материал содержит по меньшей мере одно вещество серы, такое как сульфиды или сульфаты или т.п., углерода, такое как карбонат и карбиды, и оксидов, такое как оксиды никеля.

В одном из воплощений способа сырые окатыши из смеси для агломерации агломерируют в барабанном или тарельчатом окомкователе.

В одном из воплощений способа образуются отвержденные хромитовые окатыши диаметром от 5 до 30 мм, более предпочтительно от 6 до 20 мм, наиболее предпочтительно от 8 до 16 мм.

В одном из воплощений способа образуются отвержденные хромитовые окатыши, имеющие прочность на сжатие в среднем более 100 кг/окатыш, более предпочтительно более 150 кг/окатыш и наиболее предпочтительно более 200 кг/окатыш (вычислено как F12мм).

В другом аспекте изобретения способ производства феррохромникелевого сплава включает стадии образования загрузки для плавления и плавления загрузки для плавления в условиях восстановления для получения шлака и феррохромникелевого сплава. Способ отличается тем, что загрузка для плавления содержит никельсодержащие отвержденные хромитовые окатыши, полученные способом по настоящему изобретению.

В одном из воплощений способа производства феррохромникелевого сплава загрузку для плавления формируют так, что загрузка для плавления, кроме никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей, содержит восстанавливающий агент, такой как углеродсодержащий материал или вещества с аналогичным действием, флюсующий агент, такой как материалы, содержащие Si, Al, Ca, Mg, возможно крупнокусковые материалы, такие как крупнокусковая руда, возможно другие материалы, содержащие железо и хром.

В одном из воплощений способа производства феррохромникелевого сплава, газы, высвобождаемые в процессе плавления загрузки для плавления, собирают и указанные газы используют в процессе отверждения сырых окатышей для получения отвержденных хромитовых окатышей.

В одном из воплощений способа производства феррохромникелевого сплава, газы, высвобождаемые в процессе плавления загрузки для плавления, собирают и указанные газы используют при термообработке никельсодержащего материала.

В одном из воплощений способа производства феррохромникелевого сплава загрузку для плавления плавят в условиях восстановления в электродуговой печи, предпочтительно в дуговой электропечи с закрытой дугой.

В одном из воплощений способа производства феррохромникелевого сплава отвержденные хромитовые окатыши предварительно нагревают перед плавлением отвержденных хромитовых окатышей.

В еще одном аспекте изобретения обеспечивают отвержденные хромитовые окатыши для загрузки для плавления для производства феррохромного сплава. Отвержденные хромитовые окатыши содержат, в процентах по массе, от 1 до 25 % (масс.) никеля в виде оксидов, причем оксид никеля в отвержденных хромитовых окатышах представляет собой прошедшие термообработку осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, такие как прошедший термообработку гидроксид никеля или сульфид никеля, сульфат никеля или карбонат никеля. Окатыши отличаются тем, что для получения отвержденных хромитовых окатышей прошедшие термообработку осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала добавляли в загрузку для агломерации перед отверждением сырых окатышей, образующихся из загрузки для агломерации.

В одном из воплощений отвержденные хромитовые окатыши имеют диаметр от 5 до 30 мм, более предпочтительно от 6 до 20 мм и наиболее предпочтительно от 8 до 16 мм.

В одном из воплощений отвержденные хромитовые окатыши имеют прочность на сжатие в среднем более 100 кг/окатыш, более предпочтительно более 150 кг/окатыш и наиболее предпочтительно более 200 кг/окатыш (вычислено как F12мм).

В одном из воплощений отвержденные хромитовые окатыши имеют пористость в среднем от 15 до 40 %, более предпочтительно от 20 до 35 % и наиболее предпочтительно от 20 до 32 %.

В одном из воплощений никель в виде оксида присутствует и внутри хромитовых гранул, и на внешней стороне хромитовых гранул в микроструктуре отвержденных хромитовых окатышей.

В одном из воплощений отвержденные хромитовые окатыши свободны от дополнительного флюсующего агента, такого как материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al, или т.п., за исключением возможных следовых и/или примесных количеств, который необходим на стадии плавления для плавления загрузки для плавления, содержащей множество таких отвержденных окатышей для производства феррохромникелевого сплава.

В одном из воплощений отвержденные хромитовые окатыши содержат по меньшей мере часть флюсующего агента(ов), таких как материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al, или т.п., который необходим на стадии плавления для плавления загрузки для плавления, содержащей множество таких отвержденных окатышей для производства феррохромникелевого сплава.

Другими словами и согласно изобретению, никельсодержащий материал подвергают термообработке перед его примешиванием в виде прошедшего термообработку никельсодержащего

материала к измельченной смеси для получения смеси для агломерации, из которой путем агломерации формируют сырые окатыши. В результате термообработки никельсодержащего материала, никель, по меньшей мере частично, присутствует в виде оксида никеля в прошедшем термообработку никельсодержащем материале. Никельсодержащий материал, который примешивают в измельченную смесь для получения смеси для агломерации, содержит стехиометрические или нестехиометрические соединения кислорода и никеля. Можно также, при необходимости, подвергнуть термообработке другие добавки в сырые окатыши вместе с никельсодержащим материалом.

Преимущество настоящего изобретения состоит в том, что летучие вещества из никельсодержащего материала, особенно летучие компоненты, выделяющиеся в результате термически индуцированных химических реакций гидроксида никеля или сульфида никеля, не высвобождаются на последующей стадии отверждения сырых окатышей. Из-за изменения физических свойств никельсодержащего материала в процессе термообработки, например, в случае образования оксида никеля из гидроксида никеля, механические свойства отвержденных хромитовых окатышей обладают преимуществом.

Вследствие того, что количество летучих компонентов в смеси для агломерации сырых окатышей снижается в процессе термообработки никелевого сырьевого материала перед его примешиванием в измельченную смесь для получения смеси для агломерации, плотность сырых окатышей сохраняется на уровне, обеспечивающем преимущество. Преимущественная плотность сырых окатышей оказывает положительное влияние на общую производительность обжигового устройства, такого как машина для спекания со стальной лентой или колосниковой решеткой, где сырые окатыши подвергают отверждению для получения отвержденных и спеченных никельсодержащих хромитовых окатышей. Общая производительность обжигового устройства является основным фактором при оценке экономической и технологической эффективности процесса отверждения. Преимущество использования прошедшего термообработку никельсодержащего материала, вместо никельсодержащего материала, содержащего, например, никель в виде гидроксида никеля, состоит в том, что производительность машины для спекания со стальной лентой увеличивается примерно на 10 % на каждые 10 % никельсодержащего материала, добавленного в измельченную смесь (загрузка окатышей), как проиллюстрировано в примерах 2 и 3 данной заявки.

Вследствие того, что никельсодержащий материал, который примешивают в измельченную смесь (загрузку окатышей), подвергают термообработке перед смешиванием, прочность на сжатие окатышей является высокой, что снижает необходимость добавления флюсующего агента в измельченную смесь. Если бы никельсодержащий материал добавляли в измельченную смесь, например, в виде никельсодержащего материала, содержащего никель в виде гидроксида никеля, необходимость во флюсующем агенте могла бы быть более высокой для достижения достаточной прочности при сжатии. Большее количество флюса(ов) (флюсующего агента) в отвержденных хромитовых окатышах увеличивает количество шлака, образующегося на стадии плавления, что в свою очередь вызывает более высокое потребление энергии на стадии плавления.

Еще одно преимущество термообработки никельсодержащего материала перед его примешиванием в измельченную смесь состоит в том, что температура горячей загрузки не будет существенно падать. Значения температуры горячей загрузки дают информацию о термостойкости при загрузке и поведении отвержденных хромитовых окатышей в верхнем слое плавильной печи.

Если бы никельсодержащий материал был в виде никельсодержащего материала, содержащего

никель в виде гидроксида никеля, температура горячей загрузки падала бы значительно при добавлении более 10 % никельсодержащего материала.

При использовании прошедшего термообработку никельсодержащего материала в процессе с обычными хромитовыми окатышами, основанного на использовании машины для спекания со стальной лентой, энергию сохраняют на стадии сушки процесса спекания (называемого также отверждением) хромитовых окатышей. Когда никельсодержащий материал, например, добавляют в измельченную смесь в виде материала, содержащего гидроксид никеля, время задержки на стадии сушки сырых окатышей в машине для спекания со стальной лентой почти удваивается, так как испарение воды из сырых окатышей возрастает до 50 %.

Термообработка никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, такого как материалы на основе латеритов или сульфидов, перед его примешиванием в смесь для агломерации, также предотвращает коррозию устройства, такого как машина для спекания со стальной лентой или колосниковой решеткой, в которой обрабатывают окатыши. Никельсодержащий материал из процесса гидрометаллургической обработки, когда его используют как таковой без термообработки, выделяет коррозионные газы, такие как оксиды серы, образующиеся в процессе отверждения сырых окатышей.

Неожиданно было отмечено, что отвержденные никельсодержащие хромитовые окатыши, произведенные согласно способу по настоящему изобретению, имеют хорошие свойства восстановителя в последующем способе плавления. Кроме того, прочность при высокой температуре отвержденных окатышей по настоящему изобретению находится на хорошем уровне.

Увеличение температуры в процессе термообработки никельсодержащего сырьевого материала, используемого в данном изобретении, снижает содержание влаги сырых окатышей на последующей стадии агломерации и делает возможным получение других характеристик отвержденных хромитовых окатышей на хорошем качественном уровне, например, термостойкость и прочность на сжатие. Следовательно, время пребывания окатышей на возможной стадии сушки в обжиговом устройстве короче.

Термообработка никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, такого как материалы на основе латеритов или сульфидов, перед его примешиванием в измельченную смесь, позволяет регулировать физические свойства никельсодержащего материала, при этом содержание влаги в сырых окатышах и пористость отвержденных хромитовых окатышей являются низкими, что свидетельствует в пользу более высокой производительности сосуда для обжига сырых окатышей.

Подробное описание изобретения

Далее более подробно будут описаны способ производства никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей и некоторые предпочтительные воплощения и варианты способа производства никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей.

Способ включает обеспечение измельченной смеси, которую также можно назвать «загрузка для окатышей», содержащей материал, содержащий железо и хром и необязательно углерод, и необязательно добавки.

Способ необязательно включает стадию фильтрования измельченной смеси для того, чтобы измельченная смесь имела специфическое распределение по размеру частиц.

Способ включает обеспечение никельсодержащего материала, связующего вещества и необязательно флюсующего агента.

Способ включает примешивание никельсодержащего материала, связующего вещества, жидкости, такой как вода, и необязательно флюсующего агента в измельченную смесь (загрузку для окатышей) для получения смеси для агломерации.

Способ включает агломерацию смеси для агломерации для получения сырых окатышей.

Способ включает отверждение сырых окатышей для получения отвержденных хромитовых окатышей.

Никельсодержащий материал, который получают в данном способе, содержит осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала.

Способ включает термообработку никельсодержащего материала перед примешиванием никельсодержащего материала в измельченную смесь для удаления серы, воды, такой как химически связанная вода или несвязанная вода, возможно карбонатов и других летучих веществ из никельсодержащего материала, и для получения оксида никеля в никельсодержащем материале, причем никельсодержащий материал, который примешивают в измельченную смесь для образования смеси для агломерации, находится в виде никельсодержащего материала, содержащего никель в виде оксида никеля.

Термообработку никельсодержащего материала можно осуществлять в присутствии кислородсодержащего газа. Кислородсодержащий газ предпочтительно, но необязательно, берут со стадии плавления, где газ собирают и его можно использовать в качестве энергии для сжигания в процессе термообработки никельсодержащего материала. Термообработку никельсодержащего материала можно осуществлять в виде прямого или непрямого нагрева.

Смесь для агломерации содержит следующие компоненты, предпочтительно, но необязательно, в процентах по массе и в основном в виде оксидов (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 1 до 25 % (масс.),

C: от 0 до 5 % (масс.),

необязательные добавки: от 0 до 50 % (масс.),

связующее вещество: от 0,05 до 2 % (масс.) и

флюсующий агент: от 0 до 10 % (масс.),

остальное представляет собой материал, содержащий железо и хром, и неизбежные примеси.

Смесь для агломерации содержит следующие компоненты, предпочтительно, но необязательно, в процентах по массе и в основном в виде оксидов (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 1 до 25 % (масс.),

C: от 0 до 5 % (масс.),

Fe: от 10 до 50 % (масс.),

Cr: от 10 до 50 % (масс.),

необязательные добавки: от 0 до 50 % (масс.),

связующее вещество: от 0,05 до 2 % (масс.),

флюсующий агент: от 0 до 10 % (масс.) и

неизбежные примеси.

Остальное представляют собой неизбежные примеси, такие как Na, K, Ti, V, Cl, Zn, Cu, и основные шлакообразующие компоненты со стадии плавления, такие как Mg, Si, Ca и Al и т.п. и, в основном, в виде

оксидов. Эти компоненты могут составлять от 25 до 70 % (масс.).

Отверждение сырых окатышей предпочтительно, но необязательно, осуществляют в обжиговой печи, которая представляет собой машину для спекания со стальной лентой, или шахтную печь, или вращательную обжиговую печь, или конвейерную колосниковую печь или аналогичный известный механизм. Отверждение предпочтительно, но необязательно, проводят в окисляющей атмосфере или условиях.

Связующее вещество содержит предпочтительно, но необязательно, бентонит или материал с аналогичными свойствами, такой как органические связующие.

$Ni_{экв.}$ смеси для агломерации (в пересчете на сухое вещество) предпочтительно, но необязательно, составляет от 1 до 25 %, например, от 5 до 25 %.

Неизбежные примеси, могут представлять собой, например, по меньшей мере один элемент из S, Na, Cl, V, Ti, K, Zn, Co, Cu, Mo и Mn и другие в виде элементов в следовых количествах.

Необязательные добавки могут представлять собой железосодержащий материал, хромсодержащий материал, рециклируемый материал, например, пыль из плавильной печи(ей) или стальных измельчителей, пыль из процесса термообработки или т.п..

Флюсующий агент может содержать материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al.

Никельсодержащий материал, содержащий осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, можно подвергать термообработке путем нагревания никельсодержащего материала до температуры от 200 до 1400°C, предпочтительно до температуры от 400 до 1200°C, более предпочтительно до температуры от 600 до 1200°C и наиболее предпочтительно до температуры от 800 до 1200°C.

Нагревание никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, до температуры от 200 до 400°C может приводить к тому, что от 1 до 30 % всей массы никельсодержащего материала испаряется или теряется.

Нагревание никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, до температуры от 400 до 800°C, может приводить к тому, что от 3 до 40 % всей массы никельсодержащего материала испаряется или теряется.

Нагревание никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала до температуры от 800 до 1200°C, может приводить к тому, что от 5 до 50 % всей массы никельсодержащего материала испаряется или теряется.

Никельсодержащий материал, содержащий осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, может содержать, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % (масс.)

химически связанную воду: от 0,001 до 40 % (масс.) и

S: от 0,001 до 50 % (масс.).

Никельсодержащий материал, содержащий осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, может содержать, в процентах по массе (в

пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % (масс.),
химически связанную воду: от 5 до 40 % (масс.),
S: от 0,001 до 10 % (масс.) и
неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

Никельсодержащий материал, содержащий осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, может содержать, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % (масс.),
химически связанную воду: от 5 до 40 % (масс.),
S: от 0,001 до 10 % (масс.),
остальное представляют собой неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

Никельсодержащий материал, содержащий осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, может содержать, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % (масс.),
Химически связанную воду: от 0,001 до 10 % (масс.),
S: от 5 до 50 % (масс.) и
неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

Никельсодержащий материал, содержащий осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, может содержать, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % (масс.),
химически связанную воду: от 0,001 до 10 % (масс.) и
S: от 5 до 50 % (масс.),
остальное представляют собой неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

Соотношение никеля к железу в никельсодержащем материале, содержащем осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, может превышать 1.

В этом способе обжиг никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, можно проводить во время термообработки никельсодержащего материала.

В этом способе прокаливание никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, можно проводить во время термообработки никельсодержащего материала.

Никельсодержащий материал, который обеспечивают и который содержит осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, может дополнительно содержать по меньшей мере одно из следующих веществ: серу, например, сульфиды, сульфаты или аналогичные им, углерод, например, карбонат и карбиды, и оксиды, например, оксиды никеля.

Никельсодержащий материал, содержащий осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, может содержать по меньшей мере одно

вещество из гидроксида никеля, оксида никеля, сульфида никеля, сульфата никеля и карбоната никеля или т.п. или их сочетание.

Способ может включать агломерацию сырых окатышей из смеси для агломерации в барабанном или тарельчатом окомкователе.

В этом способе предпочтительно, но необязательно, получают отвержденные хромитовые окатыши, имеющие диаметр от 5 до 30 мм, более предпочтительно от 6 до 20 мм, наиболее предпочтительно от 8 до 16 мм.

В этом способе предпочтительно, но необязательно, получают отвержденные хромитовые окатыши, имеющие прочность при сжатии (вычисленную как $F_{12\text{мм}}$) в среднем более 100 кг/окатыш, более предпочтительно более 150 кг/окатыш и наиболее предпочтительно более 200 кг/окатыш.

Настоящее изобретение также относится к способу производства феррохромникелевого сплава.

Способ производства феррохромникелевого сплава включает производство никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей способом согласно любому воплощению, описанному в данной заявке, формирование загрузки для плавления, содержащей никельсодержащие отвержденные хромитовые окатыши, и дополнительно плавление загрузки для плавления в условиях восстановления и предпочтительно с помощью углеродсодержащего материала для получения шлака и феррохромникелевого сплава. Плавление и восстановление загрузки для плавления предпочтительно проводят в закрытой печи, так что образующиеся газы можно собрать. Собранные газы можно утилизировать, но необязательно, в процессе термообработки никельсодержащего материала и других известных способов.

Загрузку для плавления можно сформировать так, что загрузка для плавления, кроме никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей, содержит восстанавливающий агент, такой как углеродсодержащий материал или вещества с аналогичными свойствами, флюсующий агент, такой как материалы, содержащие Si, Al, Ca, Mg, возможно крупнокусковые материалы, такие как крупнокусковая руда, возможно другие материалы, содержащие железо и хром.

Способ производства феррохромникелевого сплава может включать сбор газов, высвобождаемых в процессе плавления загрузки для плавления, и использование указанных газов в качестве кислородсодержащего газа в процессе отверждения сырых окатышей для получения отвержденных хромитовых окатышей.

Способ производства феррохромникелевого сплава может включать сбор газов, высвобождаемых в процессе плавления загрузки для плавления, и использование указанных газов в качестве кислородсодержащего газа в процессе термообработки никельсодержащего материала.

Способ производства феррохромникелевого сплава может включать плавление загрузки для плавления в дуговой печи с закрытой электродугой.

Способ производства феррохромникелевого сплава может дополнительно включать предварительное восстановление никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей или загрузки для плавления для получения частично металлизированных никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей. Предварительное восстановление можно проводить в восстановительной атмосфере в присутствии углерода или без него. Сосуд для предварительного восстановления предпочтительно представляет собой вращающуюся обжиговую печь или аналогичное известное оборудование. Температура предварительного восстановления предпочтительно составляет от 800 до 1600°C, более предпочтительно от 1000 до 1250°C. Время присутствия составляет от нескольких минут до нескольких часов.

Способ производства феррохромникелевого сплава может дополнительно включать предварительное нагревание никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей или загрузки для плавления перед стадией плавления, преимущественно с помощью энергии, содержащей газ, собранный в процессе плавления, или остаточное тепло со стадии предварительного восстановления.

Загрузка для плавления, как правило, содержит отвержденные хромитовые окатыши, содержащие хром, железо и никель, флюс(ы), восстанавливающий агент(ы), возможно другие агломераты или возможно крупнокусковые материалы или возможно тонкоизмельченные материалы.

Флюсующие материалы могут представлять собой, например, оксиды содержащие Si, Ca, Al, Mg, или т.п.. Флюсующие материалы, как правило, составляют от 10 до 50 % (масс.) общей загрузки для плавления. Количество флюсующего агента вне этих пределов также возможно, если загрузка для плавления уже содержит часть флюсующих материалов для плавления. В противном случае, количество флюсующего агента за пределами предпочтительного диапазона может вызвать практические проблемы, такие как слишком вязкий шлак или более высокое потребление энергии.

Восстанавливающий агент может представлять собой углеродсодержащий материал, такой как кокс, антрацит, уголь, активированный уголь или аналогичные им вещества или их сочетание. Содержание восстанавливающего углерода предпочтительно превышает 60 % (масс.), более предпочтительно превышает 80 % (масс.) (в пересчете на сухое вещество). Количество восстановителя регулируют так, что получают выходы желательных элементов.

Плавление можно проводить предпочтительно при от 1500 до 1900°C и более предпочтительно при от 1550 до 1750°C.

Полученный феррохромный сплав может содержать, в процентах по массе:

Ni: от 1 до 30 % (масс.),

Si: от 0,1 до 5 % (масс.) и

C: от 1 до 8 % (масс.),

остальное представляет собой железо и хром и неизбежные примеси, такие как S, V, Ti, Mn, Cu, Co, Mo или т.п..

Отношение хрома к никелю в полученном феррохромном сплаве может составлять от 0,9 до 8,0.

Настоящее изобретение также относится к отвержденным хромитовым окатышам для загрузки для плавления для производства феррохромникелевого сплава.

Отвержденные хромитовые окатыши содержат, в процентах по массе, от 1 до 25 % (масс.) никеля в виде оксидов.

Оксид никеля в отвержденных хромитовых окатышах предпочтительно, но необязательно, представляет собой прошедшие термообработку осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, например, прошедший термообработку гидроксид никеля.

Прошедшие термообработку осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, например, предпочтительно, но необязательно, добавляли в загрузку для агломерации перед отверждением сырых окатышей, образовавшихся из загрузки для агломерации для получения отвержденных хромитовых окатышей.

Отвержденные хромитовые окатыши предпочтительно, но необязательно, имеют диаметр от 5 до 30 мм, более предпочтительно от 6 до 20 мм, наиболее предпочтительно от 8 до 16 мм.

Отвержденные хромитовые окатыши могут иметь пористость в среднем от 15 до 40 %, более предпочтительно от 20 до 35 % и наиболее предпочтительно от 20 до 32 %.

Отвержденные хромитовые окатыши предпочтительно, но необязательно, имеют прочность на сжатие в среднем более 100 кг/окатыш, более предпочтительно более 150 кг/окатыш и наиболее предпочтительно более 200 кг/окатыш (вычислено как $F_{12\text{мм}}$).

Никель в виде оксида предпочтительно, но необязательно, присутствовал и внутри хромитовых гранул, и на внешней поверхности хромитовых гранул в микроструктуре отвержденных хромитовых окатышей. Это способствует восстановлению окатышей, так как восстанавливаемый никель близко расположен к хромиту- оксиду железа (активизирует кинетику, так как жидкость-твердофазные реакции протекают быстрее, чем газотвердофазные реакции, и при добавлении никеля раньше начинается образование жидкостей, чем в известных способах восстановления железа и хрома). Кроме того, в электрической печи, работа которой основана на нагревании пода, преимуществом является то, что металлизированная часть находится внутри отвержденных хромитовых окатышей в восстановительных условиях. В этом случае отвержденные хромитовые окатыши будут действовать как изолятор. В таком случае, электрические характеристики (сопротивление и коэффициент мощности) загрузки для плавления, которая содержит отвержденные хромитовые окатыши, лучше сопоставимы с ситуацией, когда хромит и никельсодержащий материал подают отдельно.

Отвержденные хромитовые окатыши могут быть свободны от дополнительного флюсующего агента, такого как материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al, или т.п., за исключением возможных следовых и/или примесных количеств, который необходим на стадии плавления для плавления загрузки для плавления, содержащей множество таких отвержденных окатышей для получения феррохромникелевого сплава.

Альтернативно, отвержденные хромитовые окатыши могут содержать по меньшей мере часть флюсующего агента(ов), такого как материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al, или т.п., который необходим на стадии плавления для плавления загрузки для плавления, содержащей множество таких отвержденных окатышей для получения феррохромникелевого сплава.

Примеры

Далее способ будет описан с помощью примеров.

В каждом примере то же количество и бентонит использовали в смеси для агломерации.

В каждом примере агломерацию для получения сырых окатышей из смеси для агломерации и отверждение сырых окатышей проводили одинаковым способом.

В каждом примере температура отверждения сырых окатышей составляла 1450°C.

Примеры 1 - 3 - это примеры уровня техники, а пример 4 проводили в соответствии с изобретением.

Пример 1

- Содержимое загрузки для агломерации (в процентах по массе)
 - 10 % гидроксида никеля (содержащего серу и химически связанную воду (~35%)),
 - с содержанием никеля 36 % (масс.) и содержанием серы ниже 5 % (масс.);
 - 90 % материала, содержащего железо и хром, (хромита);
 - 3% кальцита;

- влажность сырых окатышей составляла 8,0%;
- прочность на сжатие отвержденных хромитовых окатышей составляла 194 кг/окатыш (вычислено как $F_{12\text{мм}}$);
- относительная плотность отдельных отвержденных хромитовых окатышей составляла 90 %. Это оказывало непосредственное влияние на производительность машины, в которой проводили отверждение сырых окатышей;
- общая пористость отвержденных хромитовых окатышей составляла 32,4 %;
- температура горячей загрузки отвержденных хромитовых окатышей, где происходило 5% сжатие, составляла 1334°C.

Состав отвержденных хромитовых окатышей в отношении компонентов (в процентах по массе) был следующим:

- Fe оксиды в пересчете на Fe_2O_3 26,8 % (масс.),
- Cr_2O_3 36,8 % (масс.),
- NiO 4,8 % (масс.).

Отношение хрома (Cr) к никелю (Ni) составляло 6,7 и отношение хрома (Cr) к железу (Fe) составляло 1,3.

Пример 2

- Содержимое загрузки для агломерации (в процентах по массе):
 - 20 % гидроксида никеля (содержащего серу и химически связанную воду (~35 % (масс.))),
 - с содержанием никеля 36 % (масс.) и содержанием серы ниже 5 % (масс.);
 - 80 % (масс.) материала, содержащего железо и хром, (хромита);
 - 3 % (масс.) волластонита + 2 % (масс.) кальцита;
- влажность сырых окатышей составляла 10,0 %;
- прочность на сжатие отвержденных хромитовых окатышей составляла 200 кг/окатыш (вычислено как $F_{12\text{мм}}$);
- относительная плотность отдельных отвержденных хромитовых окатышей составляла 84 %. Это оказывало непосредственное влияние на производительность машины, в которой проводили отверждение сырых окатышей;
- общая пористость отвержденных хромитовых окатышей составляла 38,2 %;
- температура горячей загрузки отвержденных хромитовых окатышей, где происходило 5% сжатие, составляла 1259°C.

Состав отвержденных хромитовых окатышей в отношении компонентов (в процентах по массе) был следующим:

- Fe оксиды в пересчете на Fe_2O_3 : 24,1 % (масс.),
- Cr_2O_3 : 33,0 % (масс.),
- NiO 9,4 % (масс.).

Отношение хрома (Cr) к никелю (Ni) составляло 3,1 и отношение хрома (Cr) к железу (Fe) составляло 1,3.

Пример 3

- Содержимое загрузки для агломерации (в процентах по массе)
 - 20 % гидроксида никеля (содержащего серу и химически связанную воду (~35%)),
 - с содержанием никеля 36 % (масс.) и содержанием серы ниже 5 % (масс.);
 - 80 % (масс.) материала, содержащего железо и хром, (хромита);
 - не использовали никаких флюсующих агентов;
- влажность сырых окатышей составляла 14,8 % (масс.);
- прочность на сжатие отвержденных хромитовых окатышей 142 кг/окатыш (вычислено как F_{12MM});
- относительная плотность отдельных отвержденных хромитовых окатышей составляла 86 % (непосредственное влияние на производительность машины для отверждения);
- общая пористость отвержденных хромитовых окатышей составляла 37,4 %. Это имело непосредственное влияние на производительность машины, в которой проводили отверждение сырых окатышей;
- температура горячей загрузки отвержденных хромитовых окатышей, где происходило 5% сжатие, составляла 1233°C.

Состав отвержденных хромитовых окатышей в отношении компонентов (в процентах по массе) был следующим:

- Fe оксиды в пересчете на Fe_2O_3 : 25,5 % (масс.);
- Cr_2O_3 : 35,2 % (масс.);
- NiO: 9,9 % (масс.).

Отношение хрома (Cr) к никелю (Ni) составляло 3,1 и отношение хрома (Cr) к железу (Fe) составляло 1,4.

Пример 4

- Содержимое загрузки для агломерации (в процентах по массе):
 - 9,3 % (масс.) прошедшего термообработку гидроксида никеля (основное количество серы и летучих веществ было удалено);
 - 90,7 % (масс.) хромитового концентрата;
 - не использовали никаких флюсующих агентов и никаких других добавок;
- влажность сырых окатышей составляла 6,8 %;
- прочность на сжатие отвержденных хромитовых окатышей составляла 293 кг/окатыш (вычислено как F_{12MM});
- относительная плотность отдельных отвержденных хромитовых окатышей составляла 106 %;
- общая пористость отвержденных хромитовых окатышей составляла 22,4 %;
- температура горячей загрузки отвержденных хромитовых окатышей, где происходило 5% сжатие, составляла 1387°C.

Состав отвержденных хромитовых окатышей в отношении компонентов (в процентах по массе) был следующим:

- Fe оксиды в пересчете на Fe_2O_3 : 25,8 % (масс.),
- Cr_2O_3 : 38,3 % (масс.),
- NiO : 5,4 % (масс.).

Отношение хрома (Cr) к никелю (Ni) составляло 6,2 и отношение хрома (Cr) к железу (Fe) составляло 1,4.

Специалисту в данной области техники очевидно, что по мере развития технологии основная идея изобретения может быть реализована различными способами. Следовательно, изобретение и его варианты осуществления не ограничиваются приведенными выше примерами, но могут меняться в пределах объема, указанного в формуле изобретения.

Формула изобретения

1. Способ производства никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей, включающий:

обеспечение измельченной смеси, содержащей материал, содержащий железо и хром, и необязательно углерод и необязательно добавки,

обеспечение никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего сырьевого материала, связующее вещество и необязательно флюсующий агент,

примешивание никельсодержащего материала, связующего вещества и необязательно флюсующего агента в измельченную смесь с получением смеси для агломерации,

агломерацию смеси для агломерации с получением сырых окатышей, и

отверждение сырых окатышей с получением отвержденных хромитовых окатышей,

отличающийся тем, что

никельсодержащий материал подвергают термообработке перед примешиванием никельсодержащего материала в измельченную смесь для удаления серы, воды, возможно карбонатов и летучих веществ из никельсодержащего материала и для получения оксидов никеля в никельсодержащем материале.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что никельсодержащий материал подвергают термообработке в присутствии кислородсодержащего газа.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что смесь для агломерации содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 1 до 25 % масс.,

C: от 0 до 5 % масс.,

необязательные добавки: от 0 до 50 % масс.,

связующее вещество: от 0,05 до 2 % масс. и

флюсующий агент: от 0 до 10 % масс.,

остальное представляет собой материал, содержащий железо и хром, и неизбежные примеси.

4. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что смесь для агломерации содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 1 до 25 % масс.,

C: от 0 до 5 % масс.,

Fe: от 10 до 50 % масс.,

Cr: от 10 до 50 % масс.,

необязательные добавки: от 0 до 50 % масс.,

связующее вещество: от 0,05 до 2 % масс.,

флюсующий агент: от 0 до 10 % масс., и

остальное представляет собой неизбежные примеси или следовые количества таких элементов, как Na, K, Ti, V, Cl, Zn, Cu, и основные шлакообразующие компоненты на стадии плавления, такие как Mg, Si, Ca и Al и т.п. и, в основном, в форме оксидов.

5. Способ по любому из пунктов 1 - 4, отличающийся тем, что $Ni_{\text{экв}}$ смеси для агломерации (в пересчете на сухое вещество) составляет от 1 до 25 %, например, от 5 до 25 %.
6. Способ по любому из пунктов 1 - 5, отличающийся тем, что отверждение сырых окатышей проводят в обжиговой печи, то есть в машине для спекания со стальной лентой, или в шахтной печи, или во вращающейся обжиговой печи, в конвейерной колосниковой печи.
7. Способ по любому из пунктов 1 - 6, отличающийся связующим веществом, таким как бентонит или аналогичным образом действующие связующие вещества, такие как органические связующие вещества.
8. Способ по любому из пунктов 1 - 7, отличающийся тем, что неизбежные примеси в загрузке для агломерации представляют собой по меньшей мере один элемент из S, Na, Cl, Co, Cu, Mo, Mn, V и Ti.
9. Способ по любому из пунктов 1 - 8, отличающийся тем, что необязательные добавки представляют собой железосодержащий материал, хромсодержащий материал, рециклируемый материал, такой как пыль из плавильной печи(ей) или стальных измельчителей, пыль из процессов термообработки или т.п..
10. Способ по любому из пунктов 1 - 9, отличающийся тем, что флюсующий агент содержит материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al.
11. Способ по любому из пунктов 1 - 10, отличающийся тем, что никельсодержащий материал подвергают термообработке посредством нагревания никельсодержащего материала до температуры от 200 до 1400°C, предпочтительно до температуры от 400 до 1200°C, более предпочтительно до температуры от 600 до 1200°C и наиболее предпочтительно до температуры от 800 до 1200°C.
12. Способ по любому из пунктов 1 - 11, отличающийся тем, что никельсодержащий материал содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):
Ni: от 25 до 80 % масс.,
химически связанную воду: от 0,001 до 40 % масс.,
S: от 0,001 до 50 % масс. и

неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

13. Способ по любому из пунктов 1 - 11, отличающийся тем, что никельсодержащий материал содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % масс.,

химически связанную воду: от 5 до 40 % масс.,

S: от 0,001 до 10 % масс. и

неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

14. Способ по любому из пунктов 1 - 11, отличающийся тем, что никельсодержащий материал содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % масс.,

химически связанную воду: от 0,001 до 10 % масс.,

S: от 5 до 50 % масс. и

неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

15. Способ по любому из пунктов 1 - 14, отличающийся тем, что соотношение никеля к железу в никельсодержащем материале, содержащем осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, составляет больше 1.

16. Способ по любому из пунктов 1 - 15, отличающийся тем, что обжиг никельсодержащего материала проводят во время термообработки никельсодержащего материала.

17. Способ по любому из пунктов 1 - 16, отличающийся тем, что прокаливание никельсодержащего материала проводят во время термообработки никельсодержащего материала.

18. Способ по любому из пунктов 1 - 17, отличающийся тем, что осажденные соединения никеля содержат никель в виде гидроксида никеля.

19. Способ по любому из пунктов 1 - 17, отличающийся тем, что осажденные соединения никеля содержат никель в виде сульфида никеля.

20. Способ по любому из пунктов 1 - 19, отличающийся тем, что никельсодержащий материал содержит по меньшей мере одно вещество серы, например, сульфиды или сульфаты или т.п., углерода, например, карбонат и карбиды, и оксидов, например, оксиды никеля.

21. Способ по любому из пунктов 1 - 20, отличающийся агломерацией сырых окатышей из смеси для агломерации в барабанном или тарельчатом окомкователе.
22. Способ по любому из пунктов 1 - 21, отличающийся тем, что формируют отвержденные хромитовые окатыши, имеющие диаметр от 5 до 30 мм, более предпочтительно от 6 до 20 мм, наиболее предпочтительно от 8 до 16 мм.
23. Способ по любому из пунктов 1 - 22, отличающийся тем, что формируют отвержденные хромитовые окатыши, имеющие прочность на сжатие в среднем более 100 кг/окатыш, более предпочтительно более 150 кг/окатыш и наиболее предпочтительно более 200 кг/окатыш (вычислено как $F_{12\text{мм}}$).
24. Способ производства феррохромникелевого сплава путем образования загрузки для плавления и плавления этой загрузки в условиях восстановления с получением шлака и феррохромникелевого сплава, отличающийся тем, что загрузка для плавления содержит никельсодержащие отвержденные хромитовые окатыши, полученные способом по любому из пунктов 1 - 23.
25. Способ по п. 24, отличающийся формированием такой загрузки для плавления, что загрузка для плавления, кроме никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей, содержит восстановитель, такой как углеродсодержащий материал или вещества с аналогичными свойствами, флюсующий агент, такой как материалы, содержащие Si, Al, Ca, Mg, возможно крупнокусковые материалы, такие как крупнокусковая руда, возможно другие материалы, содержащие железо и хром.
26. Способ по п. 24 или 25, отличающийся тем, что собирают газы, высвобождаемые в процессе плавления загрузки для плавления, и используют указанные газы в процессе отверждения сырых окатышей с получением отвержденных хромитовых окатышей.
27. Способ по любому из пунктов 24 - 26, отличающийся тем, что собирают газы, высвобождаемые в процессе плавления загрузки для плавления, и используют указанные газы в процессе термообработки никельсодержащего материала.
28. Способ по любому из пунктов 24 - 27, отличающийся тем, что загрузку для плавления плавят в условиях восстановления в электродуговой печи, предпочтительно в дуговой печи с закрытой электродугой.
29. Способ по любому из пунктов 24 - 28, отличающийся тем, что отвержденные хромитовые окатыши предварительно нагревают перед плавлением отвержденных

хромитовых окатышей.

30. Способ по любому из пунктов 24 - 29, отличающийся тем, что отвержденные хромитовые окатыши предварительно восстанавливают перед плавлением отвержденных хромитовых окатышей.

31. Отвержденные хромитовые окатыши для загрузки для плавления для производства феррохромного сплава, которые содержат, в процентах по массе, от 1 до 25 % масс. никеля в виде оксидов, причем оксид никеля в отвержденных хромитовых окатышах представляет собой прошедшие термообработку осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, такие как прошедший термообработку гидроксид никеля или сульфид никеля, сульфат никеля или карбонат никеля, отличающиеся

тем, что прошедшие термообработку осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала добавили в загрузку для агломерации перед отверждением сырых окатышей, образованных из загрузки для агломерации с получением отвержденных хромитовых окатышей.

32. Отвержденные хромитовые окатыши по п. 31, отличающиеся тем, что они имеют диаметр от 5 до 30 мм, более предпочтительно от 6 до 20 мм и наиболее предпочтительно от 8 до 16 мм.

33. Отвержденные хромитовые окатыши по п. 31 или 32, отличающиеся тем, что они имеют прочность на сжатие в среднем более 100 кг/окатыш, более предпочтительно более 150 кг/окатыш и наиболее предпочтительно более 200 кг/окатыш (вычислено как $F_{12\text{мм}}$).

34. Отвержденные хромитовые окатыши по любому из пунктов 31 - 33, отличающиеся тем, что они имеют пористость в среднем от 15 до 40 %, более предпочтительно от 20 до 35 % и наиболее предпочтительно от 20 до 32 %.

35. Отвержденные хромитовые окатыши по любому из пунктов 31 - 34, отличающиеся тем, что никель в виде оксида присутствует и внутри хромитовых гранул, и на поверхности хромитовых гранул в микроструктуре отвержденных хромитовых окатышей.

36. Отвержденные хромитовые окатыши по любому из пунктов 31 - 35, отличающиеся тем, что они свободны от дополнительного флюсующего агента, такого как материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al, или т.п., за исключением возможных следовых и/или примесных количеств, который необходим на стадии плавления для плавления загрузки для плавления, содержащей множество таких отвержденных окатышей для производства феррохромникелевого сплава.

37. Отвержденные хромитовые окатыши по любому из пунктов 31 - 35, отличающиеся тем, что содержат по меньшей мере часть флюсующего агента(ов), такого как материалы,

содержащие Ca, Si, Mg и/или Al, или т.п., который необходим на стадии плавления для плавления загрузки для плавления, содержащей множество таких отвержденных окатышей для производства феррохромникелевого сплава.

Формула изобретения,
измененная на международной стадии

1. Способ производства никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей, включающий:

обеспечение измельченной смеси, содержащей материал, содержащий железо и хром, и необязательно углерод и необязательно добавки,

обеспечение никельсодержащего материала, содержащего осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего сырьевого материала, связующее вещество и необязательно флюсующий агент,

примешивание никельсодержащего материала, связующего вещества и необязательно флюсующего агента в измельченную смесь с получением смеси для агломерации,

агломерацию смеси для агломерации с получением сырых окатышей, и

отверждение сырых окатышей с получением отвержденных хромитовых окатышей,

отличающийся тем, что

никельсодержащий материал подвергают термообработке перед примешиванием никельсодержащего материала в измельченную смесь для удаления серы, воды, возможно карбонатов и летучих веществ из никельсодержащего материала и для получения оксидов никеля в никельсодержащем материале.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что никельсодержащий материал подвергают термообработке в присутствии кислородсодержащего газа.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что смесь для агломерации содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 1 до 25 % масс.,

C: от 0 до 5 % масс.,

необязательные добавки: от 0 до 50 % масс.,

связующее вещество: от 0,05 до 2 % масс. и

флюсующий агент: от 0 до 10 % масс.,

остальное представляет собой материал, содержащий железо и хром, и неизбежные примеси.

4. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что смесь для агломерации содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 1 до 25 % масс.,

C: от 0 до 5 % масс.,

Fe: от 10 до 50 % масс.,

Cr: от 10 до 50 % масс.,

необязательные добавки: от 0 до 50 % масс.,

связующее вещество: от 0,05 до 2 % масс.,

флюсующий агент: от 0 до 10 % масс., и
остальное представляет собой неизбежные примеси или следовые количества таких элементов, как Na, K, Ti, V, Cl, Zn, Cu, и основные шлакообразующие компоненты на стадии плавления, такие как Mg, Si, Ca и Al и т.п. и, в основном, в форме оксидов.

5. Способ по любому из пунктов 1 - 4, отличающийся тем, что $Ni_{экв}$ смеси для агломерации (в пересчете на сухое вещество) составляет от 1 до 25 %, например, от 5 до 25 %.

6. Способ по любому из пунктов 1 - 5, отличающийся тем, что отверждение сырых окатышей проводят в обжиговой печи, то есть в машине для спекания со стальной лентой, или в шахтной печи, или во вращающейся обжиговой печи, в конвейерной колосниковой печи.

7. Способ по любому из пунктов 1 - 6, отличающийся связующим веществом, таким как бентонит или аналогичным образом действующие связующие вещества, такие как органические связующие вещества.

8. Способ по любому из пунктов 1 - 7, отличающийся тем, что неизбежные примеси в загрузке для агломерации представляют собой по меньшей мере один элемент из S, Na, Cl, Co, Cu, Mo, Mn, V и Ti.

9. Способ по любому из пунктов 1 - 8, отличающийся тем, что необязательные добавки представляют собой железосодержащий материал, хромсодержащий материал, рециклируемый материал, такой как пыль из плавильной печи(ей) или стальных измельчителей, пыль из процессов термообработки или т.п..

10. Способ по любому из пунктов 1 - 9, отличающийся тем, что флюсующий агент содержит материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al.

11. Способ по любому из пунктов 1 - 10, отличающийся тем, что никельсодержащий материал подвергают термообработке посредством нагревания никельсодержащего материала до температуры от 200 до 1400°C, предпочтительно до температуры от 400 до 1200°C, более предпочтительно до температуры от 600 до 1200°C и наиболее предпочтительно до температуры от 800 до 1200°C.

12. Способ по любому из пунктов 1 - 11, отличающийся тем, что никельсодержащий материал содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % масс.,

химически связанную воду: от 0,001 до 40 % масс.,

S: от 0,001 до 50 % масс. и
неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

13. Способ по любому из пунктов 1 - 11, отличающийся тем, что никельсодержащий материал содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % масс.,
химически связанную воду: от 5 до 40 % масс.,
S: от 0,001 до 10 % масс. и
неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

14. Способ по любому из пунктов 1 - 11, отличающийся тем, что никельсодержащий материал содержит, в процентах по массе (в пересчете на сухое вещество):

Ni: от 25 до 80 % масс.,
химически связанную воду: от 0,001 до 10 % масс.,
S: от 5 до 50 % масс. и
неизбежные примеси, такие как Co, Mn, Cu и т.п..

15. Способ по любому из пунктов 1 - 14, отличающийся тем, что соотношение никеля к железу в никельсодержащем материале, содержащем осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, составляет больше 1.

16. Способ по любому из пунктов 1 - 15, отличающийся тем, что обжиг никельсодержащего материала проводят во время термообработки никельсодержащего материала.

17. Способ по любому из пунктов 1 - 16, отличающийся тем, что прокаливание никельсодержащего материала проводят во время термообработки никельсодержащего материала.

18. Способ по любому из пунктов 1 - 17, отличающийся тем, что осажденные соединения никеля содержат никель в виде гидроксида никеля.

19. Способ по любому из пунктов 1 - 17, отличающийся тем, что осажденные соединения никеля содержат никель в виде сульфида никеля.

20. Способ по любому из пунктов 1 - 19, отличающийся тем, что никельсодержащий материал содержит по меньшей мере одно вещество серы, например, сульфиды или сульфаты или т.п., углерода, например, карбонат и карбиды, и оксидов, например, оксиды

никеля.

21. Способ по любому из пунктов 1 - 20, отличающийся агломерацией сырых окатышей из смеси для агломерации в барабанном или тарельчатом окомкователе.
22. Способ по любому из пунктов 1 - 21, отличающийся тем, что формируют отвержденные хромитовые окатыши, имеющие диаметр от 5 до 30 мм, более предпочтительно от 6 до 20 мм, наиболее предпочтительно от 8 до 16 мм.
23. Способ по любому из пунктов 1 - 22, отличающийся тем, что формируют отвержденные хромитовые окатыши, имеющие прочность на сжатие в среднем более 100 кг/окатыш, более предпочтительно более 150 кг/окатыш и наиболее предпочтительно более 200 кг/окатыш (вычислено как $F_{12\text{мм}}$).
24. Способ производства феррохромникелевого сплава путем формирования загрузки для плавнения и плавнения этой загрузки в условиях восстановления с получением шлака и феррохромникелевого сплава, отличающийся тем, что загрузка для плавнения содержит никельсодержащие отвержденные хромитовые окатыши, полученные способом по любому из пунктов 1 - 23.
25. Способ по п. 24, отличающийся формированием такой загрузки для плавнения, что загрузка для плавнения, кроме никельсодержащих отвержденных хромитовых окатышей, содержит восстановитель, такой как углеродсодержащий материал или вещества с аналогичными свойствами, флюсующий агент, такой как материалы, содержащие Si, Al, Ca, Mg, возможно крупнокусковые материалы, такие как крупнокусковая руда, возможно другие материалы, содержащие железо и хром.
26. Способ по п. 24 или 25, отличающийся тем, что собирают газы, высвобождаемые в процессе плавнения загрузки для плавнения, и используют указанные газы в процессе отверждения сырых окатышей с получением отвержденных хромитовых окатышей.
27. Способ по любому из пунктов 24 - 26, отличающийся тем, что собирают газы, высвобождаемые в процессе плавнения загрузки для плавнения, и используют указанные газы в процессе термообработки никельсодержащего материала.
28. Способ по любому из пунктов 24 - 27, отличающийся тем, что загрузку для плавнения плавят в условиях восстановления в электродуговой печи, предпочтительно в дуговой печи с закрытой электродугой.
29. Способ по любому из пунктов 24 - 28, отличающийся тем, что

отвержденные хромитовые окатыши предварительно нагревают перед плавлением отвержденных хромитовых окатышей.

30. Способ по любому из пунктов 24 - 29, отличающийся тем, что отвержденные хромитовые окатыши предварительно восстанавливают перед плавлением отвержденных хромитовых окатышей.

31. Отвержденные хромитовые окатыши для загрузки для плавления для производства феррохромного сплава, которые содержат, в процентах по массе, от 1 до 25 % масс. никеля в виде оксидов, причем оксид никеля в отвержденных хромитовых окатышах представляет собой прошедшие термообработку осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала, такие как прошедший термообработку гидроксид никеля или сульфид никеля, сульфат никеля или карбонат никеля, отличающиеся

тем, что загрузка для агломерации для формирования сырых окатышей для производства отвержденных хромитовых окатышей содержит прошедшие термообработку осажденные соединения никеля из способа гидрометаллургической очистки никельсодержащего материала.

32. Отвержденные хромитовые окатыши по п. 31, отличающиеся тем, что они имеют диаметр от 5 до 30 мм, более предпочтительно от 6 до 20 мм и наиболее предпочтительно от 8 до 16 мм.

33. Отвержденные хромитовые окатыши по п. 31 или 32, отличающиеся тем, что имеют прочность на сжатие в среднем более 100 кг/окатыш, более предпочтительно более 150 кг/окатыш и наиболее предпочтительно более 200 кг/окатыш (вычислено как $F_{12\text{мм}}$).

34. Отвержденные хромитовые окатыши по любому из пунктов 31 - 33, отличающиеся тем, что они имеют пористость в среднем от 15 до 40 %, более предпочтительно от 20 до 35 % и наиболее предпочтительно от 20 до 32 %.

35. Отвержденные хромитовые окатыши по любому из пунктов 31 - 34, отличающиеся тем, что никель в виде оксида присутствует и внутри хромитовых гранул, и на поверхности хромитовых гранул в микроструктуре отвержденных хромитовых окатышей.

36. Отвержденные хромитовые окатыши по любому из пунктов 31 - 35, отличающиеся тем, что они свободны от дополнительного флюсующего агента, такого как материалы, содержащие Ca, Si, Mg и/или Al, или т.п., за исключением возможных следовых и/или примесных количеств, который необходим на стадии плавления для плавления загрузки для плавления, содержащей множество таких отвержденных окатышей для производства феррохромникелевого сплава.

37. Отвержденные хромитовые окатыши по любому из пунктов 31 - 35, отличающиеся тем, что содержат по меньшей мере часть флюсующего агента(ов), такого как материалы,

содержащие Ca, Si, Mg и/или Al, или т.п., который необходим на стадии плавления для плавления загрузки для плавления, содержащей множество таких отвержденных окатышей для производства феррохромникелевого сплава.