

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21794

(13) С1

(46) 2018.04.30

(51) МПК

B 22D 11/10 (2006.01)

(54)

МАШИНА НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

(21) Номер заявки: а 20150085

(22) 2015.02.10

(43) 2016.10.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

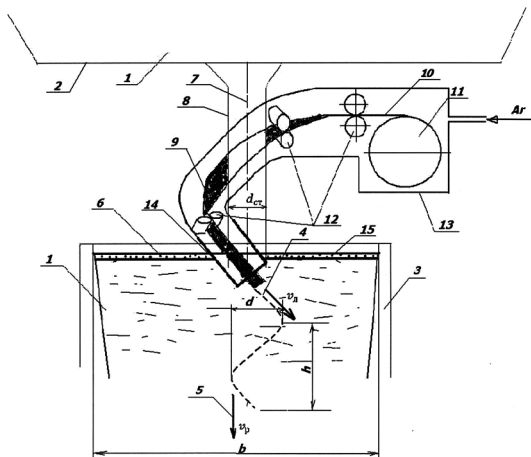
(72) Авторы: Кабишов Сергей Михайлович; Ратников Павел Энгелевич; Трусова Ирина Александровна; Менделев Дмитрий Владимирович; Румянцева Галина Анатольевна; Хлебцевич Всеволод Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) RU 2022699 С1, 1994.
RU 2056970 С1, 1996.
RU 2090304 С1, 1997.
SU 1148698 А, 1985.
SU 1253716 А1, 1986.
SU 457532, 1975.

(57)

Машина непрерывного литья заготовок, содержащая промежуточный ковш для непрерывной разливки расплава металла, соединенный с ним вертикально ориентированный кристаллизатор и средства вытяжки литой заготовки из вертикально ориентированного кристаллизатора, отличающаяся тем, что содержит автоматически управляемый трайб-аппарат, включающий соединенный с источником инертного газа герметичный корпус с наконечником из керамики, в котором установлена бобина с лентой или прутком, изготовленным из металла, имеющего тот же химический состав, что и разливаемый расплав металла, и систему приводных и направляющих роликов, установленных с возможностью подачи и введения ленты или прутка через наконечник в разливаемый расплав металла по спирали для его охлаждения.



ВУ 21794 С1 2018.04.30

Изобретение относится к металлургии к непрерывной разливке стали, преимущественно кордовой стали, конструкционной стали, с применением машины непрерывного литья заготовок.

Известна машина непрерывного литья заготовок - МНЛЗ, содержащая сталеразливочный ковш, промежуточный ковш, кристаллизатор для первичного охлаждения, средства вытяжки непрерывнолитой заготовки из кристаллизатора, систему форсунок зоны вторичного охлаждения и тянущие ролики для вытяжки [1].

Известная технология обладает высокой производительностью, однако в связи с тем, что технологический процесс, реализуемый машиной - МНЛЗ, не всегда учитывает величину максимальных термических напряжений в непрерывнолитой заготовке на выходе из кристаллизатора и в полностью затвердевшем слитке, в последнем наблюдается развитие макро- и микропороков в виде "моста" дендритов, дающих усадку с образованием пор, пустот, что требует дополнительной механической обработки бьюма.

Известна машина непрерывного литья заготовок - МНЛЗ, включающая кристаллизатор, систему тянущих устройств трайб-аппаратов и средство правки литой заготовки с последующим газовым разделением на мерные слитки [2].

Технология обладает высокой производительностью, однако в связи с тем, что технологический процесс, реализуемый машиной, допускает при высоких скоростях 0,65-0,9 м/мин разливки прорыв жидкого металла, образование внутренних дефектов в виде горячих трещин и рыхлостей из-за неравномерного охлаждения поверхности непрерывнолитой заготовки.

Ближайшим техническим решением, принятым в качестве прототипа, является машина непрерывного литья заготовок путем непрерывной разливки расплава металла из промежуточного ковша в вертикально ориентированный кристаллизатор для охлаждения отливки в кристаллизаторе, холодильник с водяной системой охлаждения и принудительной вибрацией и средства вытяжки непрерывнолитой заготовки из кристаллизатора. В машине после разливки расплава металла из промежуточного ковша в вертикально ориентированный кристаллизатор в жидкий металл, находящийся в кристаллизаторе, вводят охлаждаемые водой холодильники, на наружной поверхности которых образуются микрохолодильники, формирующиеся непосредственно в жидком металле [3].

Недостаток известной технологии проявляется в нестабильности процесса образования микрохолодильников как во времени, так и в их количестве. Это не позволяет существенно сократить время снятия теплоты перегрева расплава и, следовательно, не приводит к улучшению качества макроструктуры непрерывнолитой заготовки. Недостаток проявляется также в необходимости использования сложного оборудования холодильника с водяной системой охлаждения и принудительной вибрацией. При этом поверхность водяного холодильника в процессе работы будет подвергаться агрессивному воздействию шлакообразующей смеси. Кроме того, вибрация холодильника не исключает возможности разрушения холодильника с последующей аварией, так как вода из системы охлаждения может попасть в расплав металла.

В основу изобретения поставлена задача повысить качество непрерывнолитой заготовки за счет сокращения времени снятия теплоты перегрева расплава и тем самым уменьшить толщину зоны столбчатых кристаллов и обеспечить увеличение доли глобулярных-равноосных кристаллов в структуре непрерывнолитой заготовки, подавить процессы ликвации и снизить балл по осевой пористости.

Поставленная задача достигается тем, что машина непрерывного литья заготовок, содержащая промежуточный ковш для непрерывной разливки расплава металла, соединенный с ним вертикально ориентированный кристаллизатор и средства вытяжки литой заготовки из вертикально ориентированного кристаллизатора, согласно изобретению, содержит автоматически управляемый трайб-аппарат, включающий соединенный с источником инертного газа герметичный корпус с наконечником из керамики, в котором

установлена бобина с лентой или прутком, изготовленным из металла, имеющего тот же химический состав, что и разливаемый расплав металла, и систему приводных и направляющих роликов, установленных с возможностью подачи и введения ленты или прутка через наконечник в расплавляемый расплав металла по спирали для его охлаждения.

Технический результат изобретения характеризуется тем, что введение в кристаллизатор механического средства снятия теплоты перегрева расплава в виде ленты или прутка, изготовленного из металла, имеющего тот же химический состав, что и разливаемый расплав металла и выполняющего функцию металлического холодильника, сопровождается уменьшением толщины зоны столбчатых кристаллов.

Совокупность существенных признаков изобретения обладает новизной, и неочевидностью, и промышленной применимостью, следовательно, отвечает критерию "изобретательский уровень".

Для лучшего понимания изобретение поясняют фигурой, где представлена технологическая схема машины непрерывного литья заготовок с изменением динамики снятия теплоты перегрева расплава при изготовлении непрерывнолитой заготовки.

Изобретение реализовано на примере непрерывной разливки стали на машине непрерывного литья заготовок типа МНЛЗ-З БМЗ с вертикальным кристаллизатором.

Машина непрерывного литья заготовок включает разливаемый расплав 1 металла из промежуточного ковша 2 в вертикально ориентированный кристаллизатор 3, вводимый металлический холодильник 4 совместно с расплавом 1 в кристаллизатор 3 для охлаждения расплава 1 и вытяжки из кристаллизатора 3 непрерывнолитой заготовки 5. Средства вытяжки непрерывнолитой заготовки 5 из кристаллизатора 3 на фигуре условно не показаны. Разливку расплава 1 металла из промежуточного ковша 2 в вертикально ориентированный кристаллизатор 3 совмещают с введением металлического холодильника 4 под уровень зеркала 6 расплава 1 в потоке инертного газа, например аргона Ar, в кристаллизаторе 3. Холодильник выполнен в виде автоматически управляемого твердотельного растворимого в расплаве металла металлического холодильника 4, вводимого в кристаллизатор 3 совместно с расплавом 1 металла в струе инертного газа аргона Ar.

Металлический холодильник 4 выполнен из материала идентичного химического состава разливаемому расплаву 1. Металлический холодильник 4 в расплав 1 металла вводят коаксиально - концентрично оси 7 разливочной струи расплава 1 металла, совпадающей с осью разливочного стакана 8, по спиральной траектории 9.

При непрерывной разливке стали на машине непрерывного литья заготовок 5 в расплав 1 металла вводят металлический холодильник 4 фасонного профиля в виде металлической ленты 10 или прутка с аморфизированной, или с аморфной, или с мелкодисперсной структурой.

Металлическая лента 10 или прутки могут быть скомпактированы в бобину 11, смонтированную с трайб-аппаратом в виде системы тянущих и направляющих роликов 12 в герметичном корпусе 13, в который подают инертный газ аргон Ar.

Таким образом, машина непрерывного литья заготовок 5, согласно изобретению, содержит автоматически управляемый трайб-аппарат, включающий соединенный с источником инертного газа аргона Ar герметичный корпус 13 с наконечником 14 из керамики, в котором установлена бобина 11 с лентой 10 или прутком, изготовленными из металла, имеющего тот же химический состав, что и разливаемый расплав 1 металла, и систему приводных и направляющих роликов 12, установленных с возможностью подачи и введения ленты 10 или прутка через наконечник 14 в расплавляемый расплав 1 металла по спиральной траектории 9 для охлаждения расплава 1.

Технический результат изобретения характеризуется тем, что введение в кристаллизатор 3 механического средства снятия теплоты перегрева расплава 1 в виде ленты 10 или прутка, изготовленного из металла, имеющего тот же химический состав, что и разливаем-

мый расплав 1 металла, и выполняющего функцию металлического холодильника 4, сопровождается уменьшением толщины зоны столбчатых кристаллов.

Наконечник 14 корпуса 13 контактирует со шлаком 15 и расплавом 1 жидкого металла. Наконечник 14 изготавливают из керамики, стойкой к воздействию шлака 15 и расплава 1 металла. Наконечник 14 по аналогии с конструкцией разливочного стакана 8 может быть изготовлен из стабилизированного оксида циркония или других материалов. Наконечник 14 в процессе работы погружают под уровень расплава 1, чтобы избежать налипания и затягивания в слиток шлака 15.

Введение в кристаллизатор 3 металлического холодильника 4 в качестве средства снятия теплоты перегрева расплава сопровождается уменьшением толщины зоны столбчатых кристаллов. Это позволит сократить время снятия теплоты перегрева расплава и тем самым уменьшить толщину зоны столбчатых кристаллов и обеспечить увеличение доли глобулярных - равноосных кристаллов в структуре непрерывнолитой заготовки, подавить процессы ликвации и снизить балл по осевой пористости.

Опытно-промышленным путем выявлено, что при непрерывной разливке стали соответственно оптимизированы скорости разливки расплава 1 из промежуточного ковша 2 и скорость v_d подачи металлического холодильника 4 фасонного профиля в виде металлической ленты 10 по спиральной траектории 9 диаметром спирали d м с шагом спирали h м.

При разливке заготовок 5 слябов возможна подача нескольких металлических лент 10 в один кристаллизатор 3 в зависимости от ширины сляба. При этом расстояние между осями спиралей ленты должно быть равно около $1,5d$.

Кинетика формирования непрерывнолитой заготовки 5 характеризуется разработкой рациональных режимов охлаждения непрерывнолитых заготовок 5 в кристаллизаторе 3 необходимо учитывать характер кристаллической структуры литой заготовки - столбчатой или глобулярной.

Новая технология непрерывной разливки стали обеспечивает улучшение качества макроструктуры слитка непрерывнолитой заготовки при разливке качественных и легированных марок стали. За счет увеличения скорости кристаллизации расплава увеличится скорость разливки и производительность МНЛЗ. Это особенно актуально для легированных сталей, имеющих широкий интервал кристаллизации и сложный химический состав, включающий элементы, склонные к ликвации.

Механический холодильник фасонного профиля в виде металлической ленты с аморфизированной или с аморфной или с мелкодисперсной структурой может быть получен любым из известных способов: разливкой на литейно-прокатном комплексе, прокаткой. Химический состав стали не позволяет получить высокую степень аморфизации, но т.к. структура металлической ленты-холодильника будет мелкодисперсная, что обеспечит получение мелкозернистой структуры зерна разливаемой заготовки. Лента, подаваемая в потоке аргона, не вносит в расплав окислов и загрязнений, кислород и азот, а аргон обеспечивает дополнительное рафинирование расплава от газовых и неметаллических включений.

Возникновение глобулярной кристаллической структуры в жидком ядре непрерывнолитых заготовок способствует образованию более однородной структуры в отношении распределения основных легирующих компонентов стального сплава и примесей, оксидов и сульфидных включений.

На основании новой технологии предложены рабочие режимы разливки для кордовой стали марок 70К, 75К, 80К, 85К и сталей 40Х, 45, которые позволяют увеличить скорость непрерывного литья до $v - 0,8-1,0$ м/мин для заготовок $0,250 \times 0,300$ м; $v - 0,75-0,8$ м/мин для заготовок $0,300 \times 0,400$ м без прорывов жидкого металла и образования внутренних дефектов в виде горячих трещин и рыхлостей, по сравнению с известной при скорости разливки $0,58-0,6$ м/мин.

ВУ 21794 С1 2018.04.30

Разработанные режимы разливки различных марок сталей прошли опытное опробование в условиях МНЛЗ-3 БМЗ.

Источники информации:

1. Лякишев Н.П. Энциклопедический словарь по металлургии. - М.: Интермет Инжиниринг, 2000. -Т. 1. - С. 287, фиг. б.
2. ЕПВ 006887, МИК⁷ В22D 11/00, 2006.
3. Прототип: <http://ru-patent.info/20/20-24/2022699.html>. МПК В22D 11/0.