

Изобретение относится к металлургии, в частности к непрерывному литью слитков квадратного и блюмового поперечного сечения.

В современной практике непрерывной разливки стали в зоне вторичного охлаждения машин непрерывного литья заготовок широко применяют водовоздушную смесь для вторичного охлаждения поверхности слитков и заготовок.

Известен способ непрерывной разливки металлов, включающий охлаждение слитка в зоне вторичного охлаждения водовоздушной смесью, в которой соотношение долей воды и воздуха изменяют по прямолинейному закону от 1:0 до 0:1 при этом водовоздушной смесью охлаждают 0,1-0,6 длины жидкой фазы слитка. (1)

В известном способе в зоне вторичного охлаждения слитка отсутствует возможность регулирования соотношений долей воды и воздуха в воздушной смеси в зависимости от конкретного содержания углерода в разливаемой стали, в результате чего при непрерывном литье слитков из стали, имеющей более высокое содержание углерода, происходит уменьшение пластичности, повышение термических напряжений а кристаллизующей корке слитка, что приводит к образованию внутренних трещин и сосредоточенной осевой рыхлости, и как следствие этого, браку заготовок.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ вторичного охлаждения непрерывнолитых заготовок, включающий подачу водовоздушной смеси в зоне вторичного охлаждения на формирующуюся заготовку с регулированием расходов охладителя и изменением доли воды в водовоздушной смеси, при котором с увеличением скорости литья с 0,5 до 1,5 м/мин перепад давлений увеличивают от 0,1 до 0,6 атм, а по длине зоны - ступенчато снижают от 0,6 до 0,1 атм, сохраняя его постоянной в каждой секции (2).

В известном способе при регулировании давлений воды и воздуха в водовоздушной смеси по секциям вторичного охлаждения при изменении скорости вытягивания заготовок не достигается необходимая интенсивность охлаждения слитков, поскольку не учитывается содержание углерода в разливаемой стали, в результате чего, в кристаллизующемся слитке возникают температурные градиенты и термические напряжения, превосходящие допустимые значения. Это приводит к образованию трещин осевой рыхлости, снижает качество макроструктуры непрерывнолитых заготовок, которое не удовлетворяет требованию, предъявляемому к прокату, изготавливаемому из этих заготовок.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ вторичного охлаждения непрерывнолитых слитков, в котором за счет регулирования интенсивности водовоздушного охлаждения слитка и давлений этих компонентов в смеси, обеспечивается равномерная подача охладителей (воды и воздуха) на его поверхность в зависимости от конкретного содержания углерода в разливаемом металле, и за счет этого исключается образование трещин и снижение осевой рыхлости, что соответственно приводит к улучшению качества литых заготовок.

Поставленная задача решается тем, что в способе вторичного охлаждения непрерывнолитых слитков, включающем подачу на его поверхность водовоздушной смеси с регулированием ее расхода и изменением соотношения долей воды и воздуха и их давлений по длине жидкой фазы слитка, согласно изобретению соотношение долей воды и воздуха в смеси регулируют в зависимости от содержания углерода в металле, при этом на участке равном 0,05...0,5 длины жидкой фазы, соотношение долей воды и воздуха в смеси уменьшают в пределах 1/50...1/150, а отношение давлений этих компонентов на данном участке устанавливают в пределах 0,6...1,0. Соотношение долей воды и воздуха и их давлений на участке 0,05...2 длины жидкой фазы изменяют в пределах 1/50...1/100 и 0,8...1,0, соответственно.

Сопоставительный анализ изобретения с прототипом показывает, что способ вторичного охлаждения непрерывнолитых слитков отличается от известного тем, что позволяет учесть влияние конкретного содержания углерода в металле на изменение свойства стали при охлаждении слитка в процессе вытягивания его из кристаллизатора.

С ростом содержания углерода изменяются теплофизические свойства стали. Расчеты коэффициентов теплоотдачи по зонам вторичного охлаждения заготовок, проведенные при прочих равных условиях непрерывной разливки стали показывают, что для высокоуглеродистой стали по сравнению с низкоуглеродистой сокращается зона принудительного охлаждения и в пределах этой зоны требуется меньший теплосъем. На выходе из зоны принудительных вторичного охлаждения непрерывнолитые заготовки, из высокоуглеродистой стали идут с более "холодной" поверхностью. Следовательно, необходимо регулирование интенсивности охлаждения заготовок в зоне вторичного охлаждения в зависимости от содержания углерода в разливаемой стали с целью компенсации более быстрого остывания заготовок из высокоуглеродистой стали, что предотвращает образование указанных дефектов макроструктуры заготовок.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где на фиг. 1 - показан общий вид машины непрерывного литья заготовок с зоной вторичного охлаждения заготовок; на фиг. 2 показаны графики распределения по зонам вторичного охлаждения.

Способ вторичного охлаждения непрерывнолитых заготовок может быть осуществлен с помощью машины непрерывного литья заготовок, включающей кристаллизатор 1, из которого вытягивают затвердевающую заготовку 2, зону вторичного охлаждения, состоящую из нескольких секций (например двух А и В), поддерживающих роликов 3, между которыми установлены форсунки 4, укрепленные на коллекторах вторичного охлаждения 5. С помощью форсунок на поверхность затвердевающей заготовки в зоне вторичного охлаждения подают распыленный охладитель, например, водовоздушную смесь. Регулирование интенсивности охлаждения осуществляют в каждой секции за счет соответствующего изменения отношения долей воды и воздуха, указанного в изобретении, в зависимости от содержания углерода в разливаемой стали и по длине зоны вторичного охлаждения, а также путем соответствующего изменения этих компонентов по секциям, обеспечивающего заданную скорость истечения водовоздушной смеси, что необходимо для повышения эффективности охлаждения. Ниже зоны участков А и В охлаждение поверхности слитков осуществляется в воздушной среде.

Длины участков А и В в относительных величинах по отношению к длине жидкой фазы непрерывнолитого слитка приняты в соответствии с типовым размером роликковой секции, т.е. длина первого участка (А) составила 3,03 м, второго (В) - 6,06 м.

Примеры осуществления способа,
Пример № 1.

Осуществляется процесс непрерывного литья заготовок сечением 300x360 мм марки СТ10 % 00,10. Скорость разливки 0,6 м/мин, длина жидкой фазы при этой скорости составила 20,2 м. Длина первого участка составила 3,03 м, расстояние от мениска металла до начала данного участка составила 1,01 м. Соотношение расходов вода-воздух на первом участке устанавливают 1/50, при этом соотношение давлений воды и воздуха поддерживают 1,0 (давление воды составило 0,35 мПа, давление воздуха также равно 0,35 мПа).

На участке (В) длиной 6,06 м, расстояние от мениска металла до начала участка при длине жидкой фазы 20,2 м составляет 0,2 и 0,5 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов вода - воздух на этом участке устанавливают 1/100, при этом соотношение давлений воды и воздуха составляет 1,0 (давление воды и давление воздуха равны 0,3 мПа).

Пример № 2.

Осуществляется процесс непрерывного литья заготовок сечением 300x360 мм из стали марки ст. 40 % С=0,41. Скорость разливки 0,6 м/мин., длина жидкой фазы при этой скорости составляет 20,2 м. Длина первого участка составляет 3,03 м, расстояние от мениска до начала и конца участка равны 1,01 м и 4,04, что составляет соответственно 0,05 и 0,2 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов воды и воздуха на этом участке устанавливают 1:70, при этом соотношение давлений воды и воздуха поддерживают равным 0,9 (давление воды 0,3 мПа и давление воздуха 0,33 мПа). На участке (В) длиной 6,06 м, расстояние от мениска металла до начала и конца участка составляет соответственно 0,2 и 0,5 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов воды и воздуха устанавливают 1/120, соотношение давлений воды и воздуха поддерживают 0,8 (давление воды 0,25 мПа, давление воздуха 0,31 мПа).

Пример № 3.

Осуществляется процесс непрерывного литья заготовок сечением 300x360 мм из стали марки 65Г (% С=0,65). Скорость разливки 0,6 м/мин., длина жидкой фазы при этой скорости составляет 20,2 м. Длина первого участка составляет 3,03 м, расстояние от мениска до начала и конца участка составляет соответственно 0,05 и 0,2 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов воды и воздуха на этом участке устанавливают 1/100 при этом соотношение давлений воды и воздуха поддерживают 0,8 (давление воды 0,25 мПа, давление воздуха 0,31 мПа). На участке (В) длиной 6,06 м, расстояние от мениска металла до начала и конца участка составляет соответственно 0,2 и 0,5 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов воды и воздуха устанавливают 1/150, соотношение давлений воды и воздуха составляет 0,6 (давление воды 0,2 мПа, давление воздуха 0,33 мПа).

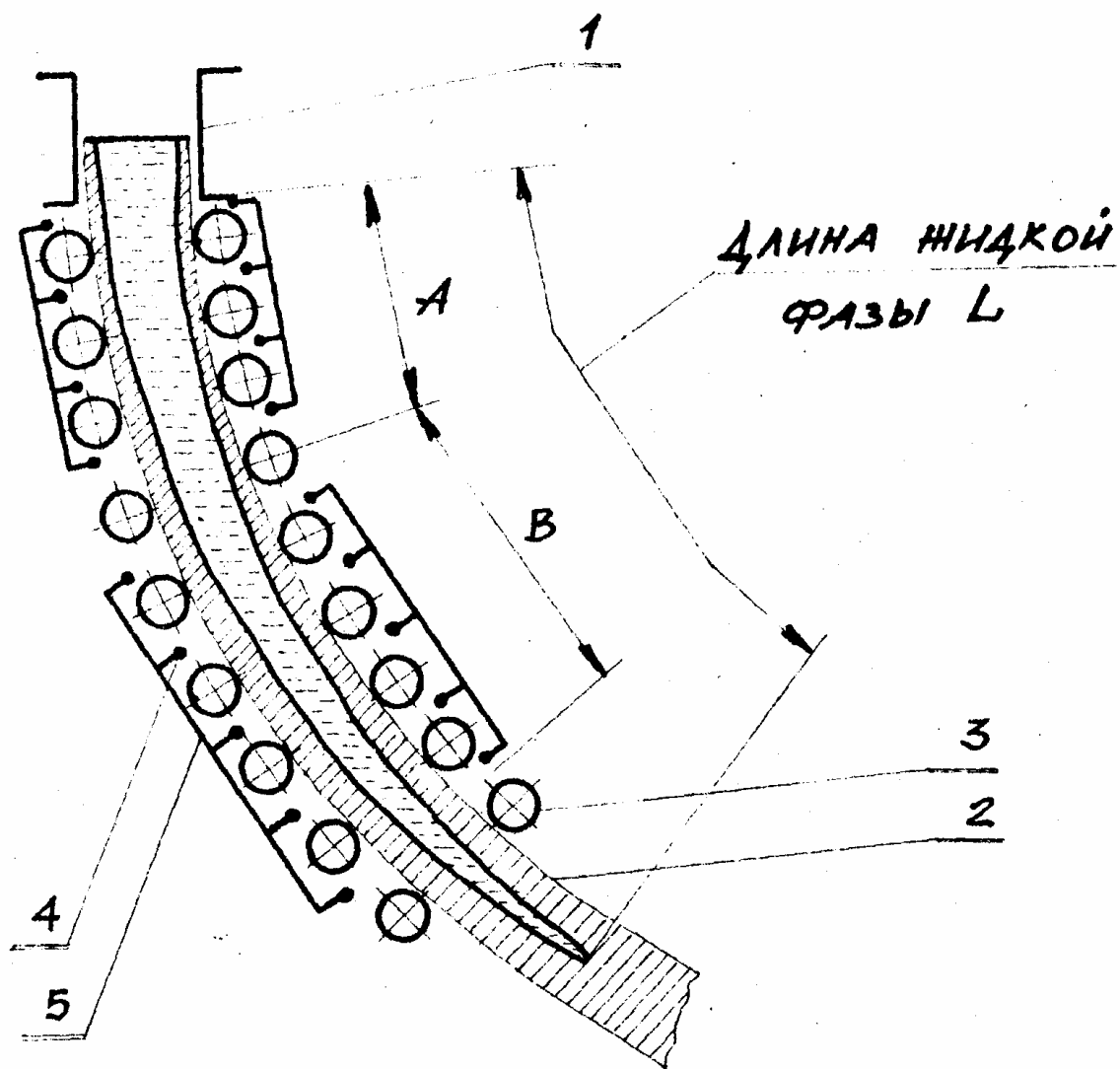
Результаты испытаний изобретения на блюмовых машинах непрерывного литья заготовок показали, что при охлаждении блюмов с указанными пределами было обеспечено увеличение выхода годного заготовок на 0,5-1,5 %, особенно из углеродистой и шарикоподшипниковой стали. Достигнуто снижение обрести осевой рыхлости заготовок и практически исключены трещины по торцам из легированных марок стали.

Как показали результаты испытаний, оптимальные пределы отношений долей воды и воздуха на участке А (соответствует первой роликовой секции) составляет 1/50...1/100, а на участке В (вторая секция) - 1/100...1/150.

При увеличении отношения расходов воды и воздуха менее 1 /50 на участке А и менее 1/100 на участке В. происходит захлаживание заготовки, при этом снижается выход годного заготовок, а при уменьшении на участке А более 1/100, на участке В более 1/150 необоснованно завышается расход сжатого воздуха при том же качестве заготовок. Интенсивность охлаждения при этом резко падает и не обеспечивает нормального роста затвердевающей корочки заготовки.

Оптимальные отношения давлений воды и воздуха на участке А составляет 0,8... 1,0, а на участке В 0,36... 1,0. При снижении отношения давлений воды и воздуха на участке А менее 0,8, а на участке В менее 0,6 резко падает интенсивность охлаждения водовоздушной смеси, приближаясь к интенсивности охлаждения на воздухе, при этом происходит вторичный разогрев заготовки, что может вызвать образование внутренних трещин. При увеличении соотношений давлений воды и воздуха более 1 режим охлаждения становится очень жестким, вызывая переохлаждение заготовки, при этом существенно повышается осевая рыхлость заготовки, что приводит к повышению брака заготовки.

Вариация соотношения давлений воды и воздуха в способе вторичного охлаждения непрерывнолитых слитков позволяет повысить его эффективность за счет обеспечения охлаждения заготовок по всей площади поверхности заготовки, включая подроликовые области, за счет растекания водовоздушного тумана за роликами на поверхности заготовки при указанных соотношениях воды и воздуха. Это приводит к снижению температур в зоне контакта факела с заготовкой и обеспечивает более мягкий режим охлаждения. Применение способа позволяет устранить дефекты макроструктуры заготовок, повысить качество слитков.



Фиг. 1

