Союз Советских Социалистических Республик

Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 908487

(61) Дополнительное к авт. свид-ву № 437331

(22) Заявлено 11.03.80 (21) 2891685/22-02

(51) М. Кл.[3] B 22 D 11/00

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

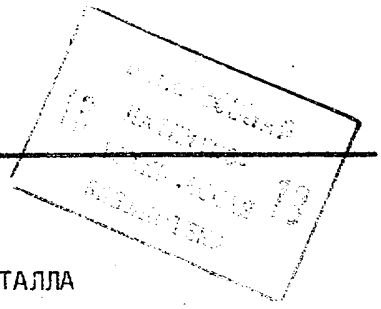
Опубликовано 28.02.82. Бюллетень № 8

Дата опубликования описания 02.03.82

(53) УДК 621.746.27(088.8)

(72) Авторы изобретения В.С. Шипилов, В.Р. Кожеуров, А.И. Батурин и А.С. Щербаков

(71) Заявитель -



(54) СПОСОБ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ МЕТАЛЛА

1

Изобретение относится к металлургии, а конкретнее к непрерывному литью металлов.

По основному авт.св. № 437331 известен способ непрерывной разливки металла с использованием электромагнитного поля индуктора для удержания расплава в заданных контурах отливки применением принудительного охлаждения и формирующих отдельные элементы внешнего контура отливки твердых поверхностей, в соответствии с которым над закристаллизовавшейся частью слитка сохраняют слой жидкого металла высотой 15-80 мм, а охлаждающую среду подают на боковую поверхность слитка вблизи жидкой зоны на расстоянии, обеспечивающем расположение фронта кристаллизации на поверхности слитка в пределах высоты индуктора [1].

Недостаток известного способа заключается в том, что область его эффективного применения ограничивается

2

отливками, толщина попереченого сечения которых превышает 80-400 мм. При литье слитков меньших сечений, в частности полос, вследствие недостаточного количества жидкого металла в лунке слитка поддержание постоянного положения фронта кристаллизации становится весьма трудной проблемой, так как уровень жидкого металла в кристаллизаторе подвержен неизбежным колебаниям. Затвердевание металла может при этом распространяться до верхнего мениска жидкой зоны слитка с частичным или полным нарушением непрерывности процесса формирования слитка. В результате могут возникнуть также проливы жидкого металла до зоны охлаждения и выброс его при взаимодействии с охлаждающей средой. Указанные обстоятельства не дают возможности получить известным способом отливки толщиной менее 80 мм с качественной поверхностью и внутренней структурой.

Цель изобретения - повышение качества поверхности и структуры отливаемых полос толщиной до 80 мм и обеспечение устойчивости процесса литья.

Цель достигается тем, что объем слоя жидкого металла над формирующейся частью слитка определяют из соотношения

$$V = [(10\text{-}50) + (1\text{-}3)\delta^2]\ell,$$

где δ - толщина слитка;

ℓ - ширина слитка;

при этом отношение ширины слоя жидкого металла к толщине слитка выдерживают в пределах 2-20, отношение длины этого слоя к ширине слитка - в пределах 1,05-1,5, а угол падения струй охладителя на поверхность слитка плавно изменяют от 10-40° в начале процесса при минимальной скорости литья до 70-90° по достижении указанной скоростью оптимального значения.

На чертеже схематично изображено устройство для осуществления предложенного способа, аксонометрия с частичным разрезом.

Устройство содержит кольцевой электромагнитный индуктор 1, коллектор 2 с отверстиями на его внутренней стенке, обращенной к слитку 3, и поддон 4. Над формирующейся частью слитка образован слой 5 жидкого металла. Буквами α и α_1 обозначены углы падения струи охладителя на поверхность слитка 3 прямоугольного сечения, имеющего толщину δ и ширину 1. Буквами δ_1 и 1_1 обозначены соответственно ширина и длина слоя 5 жидкого металла по зеркалу ванны.

Способ осуществляется следующим образом.

Внутрь индуктора 1 вводят поддон 4, затем включают электромагнитное поле индуктора и на поддон заливают расплавленный металл, первая порция которого кристаллизуется в контакте с поддоном, а незакристаллизовавшаяся часть металла удерживается электромагнитным полем индуктора, параметры которого выбраны таким образом, чтобы обеспечить получение заданной формы и размеров поперечного сечения слитка, причем силы электромагнитного поля, воздействующие на кристаллизующийся слиток, направлены в сторону продольной оси последнего по нормали к поверхности металла. Затем непрерывно опускают поддон 4 с плавно возрастающей скоростью, вытягивая тем самым закристаллизовавшийся слиток 3 из индуктора 1. Одновременно с началом вытягивания на поверхность слитка через коллектор 2 начинают подавать жидкий охладитель, например воду, под углом 10-40° к этой поверхности.

Над формирующейся частью слитка образуют и постоянно поддерживают избыточный слой 5 жидкого металла высотой 15-80 мм причем объем указанного слоя определяют из соотношения

$$V = [(10\text{-}50) + (1\text{-}3)\delta^2]\ell,$$

где δ - толщина слитка,

ℓ - ширина слитка.

Отношение ширины δ_1 слоя жидкого металла к толщине δ слитка выдерживают в пределах 2-20, а отношение длины 1_1 слоя жидкого металла к ширине 1 слитка - в пределах 1,05-1,5.

По мере увеличения скорости опускания поддона (скорости литья) плавно увеличивают и угол падения струй охладителя на поверхность слитка таким образом, что по достижению скоростью литья оптимального (технологического) значения этот угол становится равным 70-90°, иначе говоря, с этого момента и до конца процесса струи охладителя подают практически под прямым углом к поверхности слитка сразу же за нижним срезом индуктора.

Жидкий металл, образующий слой 5 над формирующимся слитком, удерживается от растекания или только силами электромагнитного поля индуктора 1, или комбинированными средствами - электромагнитными силами индуктора и ограничивающими стенками, выполненными из огнеупорного или теплоизоляционного материала.

При уменьшении величины отношения $\frac{\delta_1}{\delta}$ ниже 2,0, а $\frac{1_1}{1}$ ниже 1,05 происходит преждевременное затвердевание металла с боковой поверхности слитка с нарушением заданной его геометрии. Увеличение отношения $\frac{\delta_1}{\delta}$ сверх 20 практически нецелесообразно и ведет к усложнению конструкции устройства. При этом площадь зеркала ванны резко увеличивается, и за счет теплоотдачи в атмосферу с ее поверхности возможна кристаллизация металла в объеме избыточного слоя и нарушение непрерывности процесса.

При подаче охладителя под углом меньше 10° в начале процесса и меньше 70° по достижении оптимальной скорости литья фронт кристаллизации выходит из зоны действия электромагнитного поля, что ведет к проливу металла и нарушению непрерывности процесса литья.

Увеличение угла падения струй охладителя сверх 40° в начале процесса и сверх 90° при оптимальной скорости литья ведет к перемещению фронта кристаллизации в объем избыточного слоя жидкого металла, нарушению заданной геометрии слитка и забрызгиванию охладителя выше фронта кристаллизации, что сказывается на ухудшении качества поверхности слитка.

Пример. Из алюминиевых сплавов Д16, АМГ6 и АД1 отливают полосы толщиной 10 мм и шириной 400 мм. Литье осуществляют полунепрерывным методом на литейной машине, оснащенной формообразующим индуктором, питаемым электрическим током напряжением 18-30 В и частотой 2400 Гц.

На введенную в индуктор затравку поддон) заливают расплавленный металл при 700-730°С. Подачу охладителя (воды) из коллектора в начале процесса литья осуществляют под углом 15-20° к поверхности слитка. Над формирующейся частью слитка образуют избыточный слой жидкого металла, высота которого составляет 40 мм, а ширина и длина (по зеркалу ванны) - соответственно 80 и 500 мм.

Скорость вытягивания слитка (опускания поддона) плавно изменяют от 50 мм/мин в начальный момент процесса таким образом, что в течение 20 с ее значение достигает 1200 мм/с, что соответствует технологической скорости литья. Одновременно плавно изменяют угол подачи струй воды на поверхность слитка с 15-20 до 70-80°. Далее скорость и угол подачи охладителя сохраняют постоянными до конца процесса.

С целью сравнения отливают также полосы толщиной 120 мм из тех же сплавов по известному режиму, т.е. с созданием избыточного слоя металла, не регламентированного по объему, ширине и длине и без регулирования места подачи охладителя в ходе процесса.

Попытки получить известным способом полосу толщиной 80 мм и менее не увенчались успехом, так как при заливке расплава на затравку происходит чрезвычайно быстрое затвердевание его до мениска слитка.

Отлитые полосы подвергают визуальному осмотру, а также контролю макроструктуры и механических свойств. Результаты проведенного эксперимента сведены в таблицу.

Режим литья	Сплав	Механические свойства		Качество поверхности	Макроструктура
		$\sigma_в$, МПа	δ, %		
Предлагаемый (полоса толщиной 10 мм)	Д16	360	14	Гладкая, без ликвационных наплывов, волнистость не более 2 мм	Мелкозернистая, плотная, размер зерна 0,1-0,3 мм
	АМГ6	380	28		
	АД1	8,2	75		
Известный (полоса толщиной 120 мм)	Д16	170	3	Гладкая, без ликвационных наплывов, с волнистостью 3-5 мм	Мелкозернистая, размер зерна 0,5-1,5 мм
	АМГ6	260	9		
	АД1	6	60		

Как видно из приведенной таблицы, сравниваемые полосы имеют гладкую поверхность и мелкозернистую макроструктуру, однако полосы, отлитые по предлагаемому способу, обладают заметно меньшей волнистостью и значительно более мелким макрозерном. Вместе с тем прочность полос, отлитых предлагаемым способом из сплавов Д16 и АМГ6, на 30-50%, а относительное удлинение - в 3-4 раза выше, чем у полос, отлитых известным способом. Полоса из сплава АД1, отлитая предлагаемым способом, имеет показатели прочности на 20%, а относительного удлинения - на 35% выше, чем у полосы, полученной по известному способу.

Отлитые полосы затем успешно прокатывают в холодном состоянии.

Создание и поддержание в течение всего цикла литья избыточного слоя жидкого металла, объем и геометрические размеры которого подчиняются соотношениям, регламентированным предлагаемым изобретением, позволяет устранить влияние на процесс литья кратковременных задержек подачи расплава, уменьшения количества жидкого металла, поступающего в лунку слитка или остановки процесса вытягивания, что часто имеет место в промышленной практике. Поскольку избыточный объем расплава над слитком выполняет функцию теплового аккумулятора затвердевание жидкой зоны над формирующимся слитком за время таких задержек не успевает произойти и сохраняется устойчивость процессов литья, что особенно важно при изготовлении слитков малых толщин, например полос толщиной до 80 мм.

Регламентированное в начальный период литья изменение места подачи охладителя от наиболее удаленного от индуктора (угол подачи 10-40°) до наиболее близкого к индуктору (угол подачи 70-90°) обеспечивает надежное поддержание фронта кристаллизации в пределах высоты индуктора на постоянном уровне при возрастании скорости литья от нуля до оптимального (технологического) значения. Указанное обстоятельство с одной стороны способствует достижению того же положительного эффекта, что и предыдущий прием, т.е. повышение устойчивости процесса литья при получении полос толщиной до 80 мм, а с другой стороны позволяет повысить качество поверхности и внутренней структуры слитка.

При непрерывном литье слитков малых толщин, в частности полос, за счет обработки жидкого металла электромагнитным полем и быстрого охлаждения отливки образуется мелкозернистая структура по всему сечению металла и резко повышаются механические свойства, особенно пластичность. Так, например, пластичность алюминиевых сплавов Д16 и АМГ6 возрастает в 3-4 раза по сравнению с литьем известными способами, что позволяет осуществлять холодную прокатку литого материала и отказаться от отливки слитков больших сечений, используемых в настоящее время для получения горячекатаного подката.

Получение литых полос малой толщины (до 80 мм) для последующей холодной прокатки исключает необходимость применения печей гомогенизации слитков, устройств для разрезки и фрезеровки слитков, печей нагрева под прокатку, станов горячей прокатки. При этом, как показывают предварительные расчеты, следует ожидать повышения выхода годной продукции на 10-30% на одну тонну годного по сравнению с действующей технологией.

Формула изобретения

Способ непрерывной разливки металла по авт.св. № 437331, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения качества поверхности и структуры отливаемых полос толщиной до 80 мм и обеспечения устойчивости процесса литья, объем слоя жидкого металла над формирующейся частью слитка определяют из соотношения

$$V = [(10-50) + (1-3)\delta^2]\ell,$$

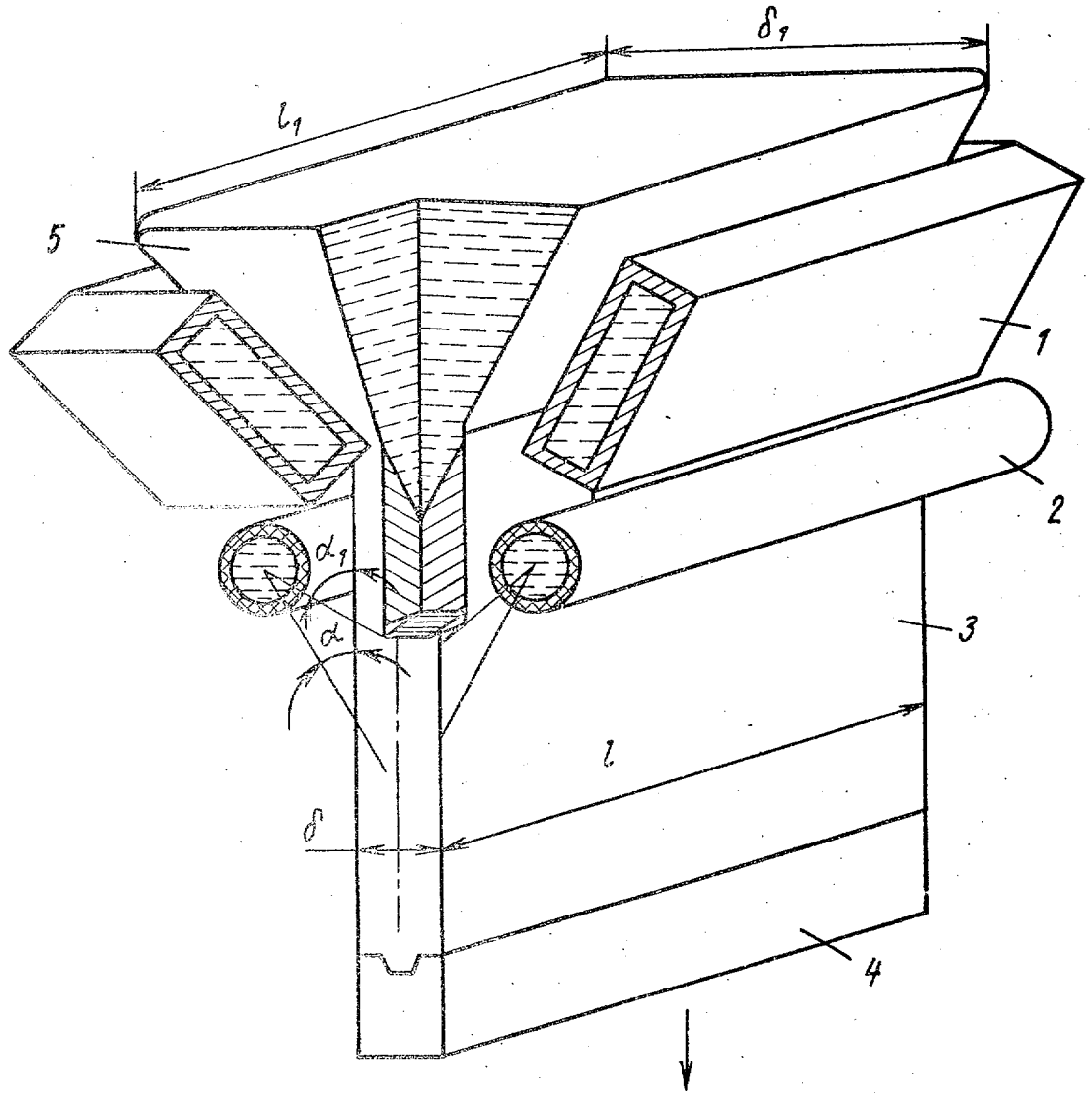
где δ - толщина слитка;

ℓ - ширина слитка;

при этом отношение ширины слоя жидкого металла к толщине слитка выдерживают в пределах 2-20, отношение длины этого слоя к ширине слитка - в пределах 1,05-1,5, а угол падения струй охладителя на поверхность слитка плавно изменяют от 10-40° в начале процесса при минимальной скорости литья до 70-90° по достижении указанной скоростью оптимального значения.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 437331, кл. В 22 D 11/00, 1977.



Составитель А. Попов
Редактор М. Янович Техред А. Бабинец Корректор М. Шароши
Заказ 696/12 Тираж 853 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4