

Изобретение относится к черной металлургии, в частности к изложницам, предназначенным для затвердевания в них расплавленной стали.

Известна изложница, содержащая корпус и поддон. [Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В. и др. Технология металлов и материаловедение. - М.: Металлургия, 1987. - С. 56].

Недостатком этой изложницы является большая трудность использования теплоты расплавленного металла для выполнения горячей прокатки слитков и необходимость подогрева их в нагревательных колодцах перед горячей прокаткой.

Наиболее близкой предлагаемой является изложница, содержащая корпус, поддон и утепленную прибыльную надставку. [Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В. и др. Технология металлов и материаловедение. - М.: Металлургия, 1987. - С. 55].

Недостатком этой изложницы также является необходимость подогрева слитков в нагревательных колодцах перед горячей прокаткой.

В основу изобретения поставлена задача создания изложницы, в которой новым выполнением корпуса, поддона и утепленной прибыльной надставки обеспечивается возможность длительного хранения затвердевшего в ней слитка с температурой, достаточной для выполнения его горячей прокатки без дополнительного подогрева в нагревательном колодце и за счет этого обеспечить существенную экономию энергоносителей и повысить долговечность конструкции.

Поставленная задача решается тем, что в изложнице, содержащей корпус, поддон и утепленную прибыльную надставку, согласно изобретению, корпус, поддон и прибыльная надставка выполнены с внутренними вакуумными полостями, содержащими теплоотражающие листовые экраны, и заканчивающимися на противоположных концах перемычками толщиной, равной толщине внутренних стенок корпуса, поддона и прибыльной надставки  $d$ , определяемые условием

$$d = \frac{l S [\rho_2 c_1 (T_{ж} - T_{к}) + \rho_3 \lambda + \rho_3 c_2 (T_{к} - T_2)]}{c \rho_1 (S + l P) (T_2 - T_1)},$$

м

где  $l$  - высота изложницы, м;

$P$  - средний периметр сечения изложницы, перпендикулярного ее вертикальной оси, м;

$S$  - площадь внутреннего сечения изложницы у поддона, м<sup>2</sup>;

$T_1$  - температура изложницы до заливки жидкого металла, К;

$T_2$  - температура начала гомогенизации слитка, К;

$T_{ж}$  - температура жидкого металла, К;

$T_{к}$  - температура кристаллизации жидкого металла, К;

$c$  - средняя теплоемкость изложницы в интервале температур  $T_1$ - $T_2$ , Дж/кгК;

$c_2$  - средняя теплоемкость затвердевшего металла в интервале температур  $T_{ж}$ - $T_{к}$ , Дж/кгК;

$\rho_1$  - плотность материала изложницы, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_2$  - средняя плотность расплавленного металла в интервале температур  $T_{ж}$ - $T_{к}$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_3$  - плотность закристаллизовавшегося металла в интервале температур  $T_2$ - $T_{к}$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  - теплота кристаллизации расплавленного металла, Дж/кг;

$c_1$  - средняя теплоемкость расплавленного металла в интервале температур  $T_{ж}$ - $T_{к}$ , Дж/кгК.

Это позволяет сравнительно быстро достичь теплового баланса между залитой в изложницу сталью и внутренними стенками корпуса и поддона, ограниченных поверхностью контакта с залитой сталью и ближайшими поверхностями внутренних вакуумных полостей при температуре начала гомогенизации слитка  $T$ . Дальнейшее охлаждение слитка будет проходить весьма медленно, т.к. вакуумные полости являются наилучшими из известных теплоизоляторов, а перемычки ограничивающие эти полости, имеют сравнительно небольшую площадь поперечного сечения, что существенно ограничивает скорость охлаждения слитков через них. Дополнительным препятствием для охлаждения слитка ниже температуры начала его гомогенизации является теплоизоляционное покрытие внешних поверхностей корпуса изложницы и его поддона. Благодаря этому можно поднять температуру начала гомогенизации слитков до уровня, недостижимого при настоящем развитии нагревательных устройств применяемых для гомогенизации, а именно для нагрева в термических печах или нагревательных колодцах, из-за опасности оплавления слитков или повреждения нагревателей.

Крайне важно, что большая длительность гомогенизирующей выдержки при высоких температурах, приближающихся к температуре плавления достигается без затрат каких-либо материалов и энергоносителей. Длительная высокотемпературная гомогенизация позволяет получить недостижимое ныне однородное распределение легирующих элементов и вредных примесей (фосфора, серы и др.).

При однородном распределении атомов этих элементов в твердом растворе они перестают охрупчивать сталь и переходят в разряд легирующих элементов, таким образом, предлагаемая изложница помимо основной своей функции (формирование твердого слитка из жидкого расплава стали) становится новым техническим средством для проведения высокоэффективного крайне дешевого гомогенизирующего обжига.

Длительность гомогенизирующего обжига может регулироваться в меньшую сторону путем удаления утепленной прибыльной надставки.

После завершения гомогенизирующего отжига слитка в изложнице путем снижения его температуры до верхнего уровня температуры горячей прокатки слиток может быть извлечен из изложницы клещами после снятия утепленной прибыльной надставки и направлен на горячий прокат. Однако он может многие часы оставаться в изложнице, постепенно охлаждаясь до нижнего уровня температуры горячей прокатки. Поскольку время между разливкой жидкой стали в изложницу и достижением слитком нижнего предела температуры горячей прокатки может достигать десятков часов, то горячая прокатка слитков без использования нагревательных колодцев не встретит никаких организационных затруднений. За счет этого будет получена такая же экономия энергоносителей какая достигается в агрегатах непрерывной разливки

стали при во много раз более высоком уровне гомогенизации слитков. Предлагаемая изложница может в ряде случаев составить серьезную конкуренцию для установок непрерывной разливки стали (УНРС). Во-первых, при производстве легированных сталей, для которых требуется высокая степень гомогенизации и для которых даже обычные изложницы обеспечивают более высокие свойства чем УНРС.

Во-вторых, при использовании сырья с повышенным содержанием вредных примесей фосфора, серы и др.

Требуемое качество сталей широкого потребления обеспечивается на УНРС за счет глубокой очистки стали от вредных примесей и высоких требований к чистоте шихтовых материалов, что повышает себестоимость стального проката.

Предлагаемые изложницы можно получать сталь с содержанием вредных примесей значительно выше предельных допусков по ГОСТам с механическими свойствами выше чем у сталей той же степени легированности на уровне высококачественных сталей.

В-третьих, новые изложницы повышают степень безопасности работы обслуживающего персонала за счет применения двойных стенок по сравнению с УНРС и обычными изложницами.

В-четвертых, глубокая теплоизоляция вакуумными полостями снижает температуры внешних поверхностей изложниц с залитым жидким металлом, что обеспечивает лучшие санитарно-гигиенические условия работы по сравнению с УНРС.

В-пятых, по простоте конструкции, дешевизне изготовления, простоте функционирования, предлагаемые изложницы значительно превосходят УНРС В виду высокой стоимости УНРС и низкой обеспеченности заказами стремления всех металлургических заводов обзавестись обязательно импортными УНРС фактически являются безрассудно-расточительными, в особенности в свете преимуществ открывающихся с применением предлагаемых изложниц. Даже выполнив функцию ограничения приобретения импортных УНРС предлагаемые изложницы могут обеспечить громадную экономию конвертируемой валюты на Украине.

В-шестых, применение на предлагаемых изложницах внешних и внутренних холодильников открывает возможность снижения доли отрезаемой прибыльной части слитка и улучшения качества их поверхности.

В-седьмых, как показывают лабораторные эксперименты, применение предлагаемых изложниц можно получать фосфористый мартенсит, в котором атомы фосфора внедрены в межузлия кристаллической решетки феррита, т.е. занимает такие же места как и атомы углерода в обычном мартенсите. Это обстоятельство открывает возможность конструирования новых сплавов на атомном уровне с включением атомов вредных примесей фосфора и серы, как полезных легирующих элементов в комбинации с атомами углерода. Подводя итог всему вышесказанному можно считать, что даже на тех металлургических заводах Украины, где сейчас успешно работают импортные УНРС, они будут вытеснены предлагаемыми изложницами потому что кроме перечисленных выше преимуществ они обладают важнейшими для наших условий качествами: ни изложницу ни часть ее невозможно украсть и для использования ее в работе ничего не надо регулировать.

Изготовление предлагаемых изложниц не представляет никаких существенных трудностей. Перемычки на концах вакуумных полостей легко выполняются приемами сварочной техники, а сами полости методом вакуумной технологии широко используемой в заводском производстве.

Изложенная сущность поясняется чертежом, где на фиг. 1 представлен продольный разрез предлагаемой изложницы.

Изложница содержит корпус 1, поддон 2 и утепленную прибыльную надставку 3. Все указанные элементы 1, 2, 3 выполнены с внутренними вакуумными полостями 4, 5, 6 соответственно, содержащими теплоотражающие листовые экраны соответственно 7, 8, 9, которые заканчиваются на противоположных концах перемычками 10 и 11, 12 и 13, 14 и 15 соответственно, толщиной, равной толщине  $d$  внутренних стенок корпуса 1, поддона 2 и прибыльной надставки 3, определяемой условием

$$d = \frac{l S [\rho_2 c_1 (T_{ж} - T_k) + \rho_3 \lambda + \rho_3 c_2 (T_k - T_2)]}{c \rho_1 (S + l P) (T_2 - T_1)},$$

где

$l$  - высота изложницы, м;

$P$  - средний периметр сечения изложницы, перпендикулярного ее вертикальной оси, м;

$S$  - площадь внутреннего сечения изложницы у поддона, м<sup>2</sup>;

$T_1$  - температура изложницы до заливки жидкого металла, К;

$T_2$  - температура начала гомогенизации слитка, К;

$T_{ж}$  - температура жидкого металла, К;

$T_k$  - температура кристаллизации жидкого металла, К;

$c$  - средняя теплоемкость изложницы в интервале температур  $T_1$ - $T_2$ , Дж/кгК;

$c_1$  - средняя теплоемкость расплавленного металла в интервале температур  $T_{ж}$ - $T_k$ , Дж/кгК;

$c_2$  - средняя теплоемкость затвердевшего металла в интервале температур  $T_2$ - $T_k$ , Дж/кгК;

$\rho_1$  - плотность материала изложницы, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_2$  - средняя плотность расплавленного металла в интервале температур  $T_{ж}$ - $T_k$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_3$  - плотность закристаллизовавшегося металла в интервале температур  $T_2$ - $T_k$ , кг/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  - теплота кристаллизации расплавленного металла, Дж/кг;

Прибыльная надставка 3 содержит теплоизолирующую крышку 16. Корпус 1 и поддон 2 выполнены с теплоизоляционным покрытием по их внешним поверхностям. Перемычки 10, 11, 12, 13, 14, 15 выполнены из теплоизоляционного металлокерамического материала. На теплоотражающих экранах 7,8,9 расположены теплоизолирующие ограничители выгиба 17 внутренних стенок корпуса поддона 2 и прибыльной надставки 3.

Предложенная изложница работает следующим образом.

В корпус 1 изложницы установленной на поддон 2 заливают расплав жидкого металла. После заливки верхнее отверстие утепленной прибыльной надставки 3 накрывают теплоизолирующей крышкой 16,

например, из прессованной коалиновой ваты. Время окончания заливки металлом изложницы заносится в регистрационный журнал. Слиток выдерживают в изложнице до температуры, достаточной для выполнения его горячей прокатки, которую определяют по времени пребывания слитка в изложнице (зависимость температуры слитка от длительности его остывания в изложнице определяется предварительно экспериментально). После чего снимается с изложницы теплоизолирующая крышка 16, утепленная прибыльная надставка 3 и слиток 4 извлекается из корпуса изложницы крановыми клещами и подается на горячую прокатку.

Таким образом, предлагаемая изложница позволяет обеспечить возможность длительного хранения затвердевшего в ней слитка и температурой, достаточной для выполнения его горячей прокатки, т.е. решить поставленную задачу и дополнительно решить целый ряд других задач.