

Изобретение относится к металлургии, в частности к способам изготовления изложниц, армированных бандажами.

Армирование изложниц бандажами предназначено для устранения или существенного замедления развития продольных трещин с торцов изложниц и, благодаря этому, ликвидации аварийных уходов стали через трещины и увеличения срока службы изложниц. По классической схеме бандаж должен устанавливаться по наружной поверхности изложницы. На практике выполнить это трудно, что обусловлено спецификой технологии изготовления и сборки форм изложниц. Для того, чтобы жидкий металл не контактировал с внешней боковой поверхностью бандажа, между ней и средней опокой не должно быть зазора. В этом случае при сборке формы в процессе установки на поддон средней опоки возможно разрушение формовочного слоя нижнего торца формы о бандаж, установленный на поддоне. В связи с этим бандаж изготавливают заведомо меньшего размера и устанавливают в форму таким образом, чтобы в отливке он располагался в торце в середине стенки изложницы. В этом случае он частично теряет функции армирующего элемента и при кристаллизации отливки играет роль мощного холодильника, значительно изменяя структуру чугуна в локальных объемах в месте установки бандажей. Наличие холодильника в нижнем торце ускоряет процесс кристаллизации, что приводит к полной перлитизации металлической основы, измельчению графита и появлению структурно-свободного цементита. Такая неоднородность структуры по высоте отливки приводит к повышению остаточным литейным напряжениям в изложнице, а в процессе термоциклических нагрузок (при заливке сталью и извлечении слитков) к образованию продольных трещин, начинающихся с торца. Наличие в чугуне торцов изложниц структурно-свободного цемента значительно усложняет процесс механической обработки. Кроме того, установка бандажа непосредственно в стенку изложницы имеет еще один существенный недостаток. При заливке формы чугуном стальные бандажи науглероживаются на значительную глубину, в результате чего теряется пластичность материала бандажей и снижается эффективность их как армирующих элементов. Таким образом, при заливке бандажа в тело изложницы существует ряд отрицательных факторов. Однако литейщики в основном используют эту технологию, имея в виду относительную простоту установки бандажа при сборке форм.

Известен ряд способов армирования бандажей изложниц, в которых предпринимаются попытки устранить перечисленные недостатки.

В способе (А.с. СССР №499973, кл. В22Д7/06, 1974) для уменьшения науглероживания стальных бандажей и увеличения долговечности изложниц регулируют скорость заливки чугуна в форму в пределах удельного расхода ($1,0 - 4,5$ кг/см²). При этом непрерывно вводят чугунную дробь в количестве (1 - 3)% от массы изложницы и после заполнения формы на $1/10 - 1/4$ высоты дополнительно начинают вводить гранулированный алюминий, причем его дозировку в процессе заливки увеличивают от 0,8 до 1,5% массы заливаемого чугуна.

Данный способ сложен в реализации, имеет много контролируемых параметров и, кроме того, легирование металла в нижней части отливки алюминием для уменьшения науглероживания бандажа трудно осуществимо. При сифонной заливке формы изложницы горячие порции металла непрерывно поступают в нижнюю часть формы и поэтому при подаче алюминия легированный им металл, имеющий более низкую плотность и высокую температуру, вследствие конвективных потоков постоянно всплывает в верхние слои, а верхние более холодные и плотные опускаются вниз, что приводит к полному усреднению металла по химическому составу в объеме отливки. Наличие металлической дроби еще более ускоряет этот процесс за счет объемной кристаллизации. Т.е., получить по высоте отливки "гамму оптимальных структур" с различным содержанием алюминия от 0% (верх отливки) до 1,4% (низ отливки) при данной технологии очень сложно. Этапная (т.е. последовательное расположение нескольких питателей от одного стояка) литниковая система также не может обеспечить легирование нижней части отливки (1,0 - 1,4)% Al, так как нижняя часть - это открытый торец, где устанавливается бандаж. А именно этапная литниковая система как раз и препятствует легированию нижней части отливки, так как алюминий начинает вводить после заполнения формы на $1/10 - 1/4$ ее высоты, т.е. Al может легировать только объем металла, начиная с (250 - 650)мм, в то время как бандаж находится на уровне 200мм и ниже. Таким образом, предложенный способ обеспечивает легирование металла средней и верхней (донной) части изложницы с заданной гаммой свойств, но не может обеспечить легирование нижней части, где установлен бандаж.

Известен способ (А.с. СССР №749550, кл. В22Д7/06, 1980), отличающийся от приведенного выше (А.с. №499973, кл. В22Д7/06, 1974) тем, что, кроме металлической дроби и гранулированного алюминия, с момента заполнения $2/3$ формы металла и до конца заливки в него вводят порошкообразные титаносодержащие добавки в количестве (0,4 - 0,65)% от массы заливаемого чугуна. Этот способ еще более сложен в исполнении и характеризуется теми же недостатками, что и предыдущий. Он не может обеспечить легирование локального объема металла в области установки бандажа. Бандаж существенно влияет на процесс кристаллизации и структуру только в локальных объемах в месте его установки. Поэтому, наиболее эффективным является способ, позволяющий за счет незначительных добавок легирующих или модифицирующих присадок регулировать структуру в локальных объемах в месте установки бандажа, уменьшать его науглероживание и за счет этого повышать стойкость изложниц.

Наиболее близким по технологической сущности и достигаемому эффекту к заявляемому является способ (А.с. СССР №778914, кл. В22Д7/06, 1980), при котором с целью предупреждения науглероживания поверхности бандажа и повышения стойкости изложниц поверхность бандажа, контактирующая с металлом, перед установкой в форму покрывается карбидом бора со связующими.

Данный способ относительно прост в реализации, но он эффективен только для уменьшения степени науглероживания бандажа. Получить же локально модифицированный объем металла только за счет покрытия бандажа краской невозможно.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ изготовления изложницы путем регулирования структуры металла в локальном объеме в месте установки бандажа и за счет этого

обеспечить однородную структуру металла по высоте стенки, а также полностью ликвидировать науглероживание банджа и таким образом повысить стойкость изложницы.

Поставленная задача достигается тем, что в способе изготовления изложницы, включающем предварительную обработку реагентом поверхности банджа, контактирующей с металлом, установку банджа в форму и заливку ее расплавом, в качестве реагента используют порошковую проволоку, закрепив ее на внутренней поверхности банджа, а при заливке металл подводят через питатель, расположенный на уровне плоскости банджа по касательной к его внешней стенке.

Причинно-следственная связь между совокупностью существенных признаков изобретения и достигаемым техническим результатом заключается в том, что при таком подводе металла растворение присадок, содержащихся в порошковой проволоке, начинается в конце разливки что дает возможность получить локально модифицированный объем металла в области банджа и однородную микроструктуру чугуна по высоте изложницы, а также усилить защиту поверхности банджа от науглероживания за счет того, что при растворении стальной оболочки порошковой проволоки снижается массовая доля углерода в прилегающем объеме металла, а наличие в порошковой проволоке сильного графитизатора стимулирует активное графитообразование и диффузию углерода к графитовым включениям.

На фиг.1, 2 показаны литейная форма и отдельные ее элементы.

Изготавливают изложницу следующим образом.

Бандаж 1 с закрепленной порошковой проволокой 2 на жеребейках 3 устанавливают в нижней части формы 4, образующей нижний торец изложницы. Полость 5 форм образуется средней опокой 6, нижней 4, верхней 7 частями формы и стержнем 8 на металлическом каркасе 9. Заливку формы изложницы металлом производят через воронку 10, стояк 11 и питатель 12, установленный на уровне плоскости банджа. Подпитку тела изложницы металлом производят через выпор 13.

В настоящее время для внепечной обработки металлов в черной металлургии освоено производство порошковой проволоки, представляющей собой стальную оболочку диаметром 10 - 12мм с наполнителем. В качестве наполнителей используется порошковый магний, ферросилиций, силикобарий, силикокальций и др. Способ прост и технологичен. Расчетное количество проволоки крепится на внутренней поверхности банджа до установки его в форму. При заливке формы металл подводится через питатель по касательной к внешней стенке банджа. Такое расположение питателя исключает размыв стальной оболочки проволоки и преждевременное растворение присадок с поступлением в форму первых порций металла. Термодинамическую нагрузку принимает бандаж. Это очень существенный технологический момент. Наша задача получить локально модифицированный объем металла в области банджа. Если растворение легирующих присадок начнется преждевременно с поступлением первых порций металла, то, учитывая особенности сифонной заливки, присадка будет равномерно распределена во всем объеме отливки и желаемый эффект достигнут не будет. В предложенном способе растворение легирующих присадок происходит в конце заливки и при дополнительных подпитках отливки. Объясняется это тем, что растворение легирующих присадок начинается только после растворения стальной оболочки, формирующей проволоку. Кратковременность заливки формы (1,5 - 2,0)мин практически соизмерима с временным интервалом растворения стальной оболочки и наполнителя. Учитывая, что процесс растворения и усвоения присадок происходит в конце и продолжается после окончания заливки формы, вымывания модифицирующих присадок из нижних слоев не происходит, тем более, что дополнительную подпитку можно производить непосредственно в тело отливки при заливке форм без верхних опок или в выпор при отливке с верхними опоками.

Расположение питателя на уровне наружной поверхности банджа обусловлено необходимостью погасить термодинамический напор жидкого металла и создать направленное движение металла по касательной к поверхности банджа. Внутренняя поверхность банджа с закрепленной на ней порошковой проволокой омывается ламинарным течением металла, образующимся за счет подъема его в пространство между нижним основанием банджа и литейной формой.

Пример. Порошковую проволоку с ферросилицием при расходе последнего 0,3% к массе обрабатываемого объема металла закрепили на внутренней поверхности банджа. После этого бандаж установили в форму. Заливку металла в форму произвели сифонным способом через питатель, расположенный на уровне плоскости банджа по касательной к внешней стенке последнего.

Для сравнения использовали бандаж, контактирующую поверхность которого, перед установкой в форму покрыли карбидом бора со связующими по технологии прототипа.

Исследование степени однородности микроструктуры металла по высоте изложницы провели на пробах, отобранных от опытных изложниц в области банджа на контактирующей поверхности и на расстоянии от нее, мм: 50, 100, 150, 200, 250. Максимальная толщина исследуемого слоя обусловлена тем, что установка банджа кардинально изменяет структуру металла именно в этой области. На расстоянии более 250мм структура металла изложниц с банджом и без последнего идентична.

Микроструктуру металла исследовали на оптическом микроскопе "Neophot 21" и оценивали по ГОСТ 3443 - 89. Результаты исследования (см. таблицу) свидетельствуют о том, что армирование банджа порошковой проволокой с графитизирующим наполнителем обеспечивает однородную структуру металла по высоте изложницы и позволяет нейтрализовать его отрицательное влияние на процесс структурообразования в области, прилегающей к банджу, в том числе на контактирующей с металлом поверхности. Установлено, что при использовании банджа с покрытием карбидом бора даже на расстоянии 150мм от контактирующей поверхности в структуре металла наблюдается значительное количество крупных включений свободного цементита, располагающихся по границам (см. табл.). В данном случае к отрицательному влиянию самого банджа, выполняющего роль мощного холодильника, суммируется стабилизирующее влияние карбида бора, являющегося основной частью покрытия, и, поэтому, при том, что использование покрытия бора по известному способу в целом обеспечивает защиту банджа от науглероживания, в тоже время оно усиливает неоднородность структуры по высоте отливки,

ухудшая тем самым ее эксплуатационные свойства.

В заявляемом варианте, предусматривающем армирование бандажа порошковой проволокой с графитизатором, структурно свободный цементит практически отсутствуют во всем исследуемом объеме металла и только на контактирующей поверхности обнаружены мелкие единичные изолированные включения свободного цементита, не оказывающие существенного отрицательного воздействия на качество металла. Данные таблицы подтверждают также, что в заявляемом способе обеспечена однородность во всем объеме металла как по морфологии графитной фазы, так и по строению металлической основы.

Использование для локального модифицирования объема металла, контактирующего с бандажом, порошковой проволоки позволило также усилить защиту поверхности бандажа от науглероживания. Объясняется это, во-первых, наличием стальной оболочки, которая при растворении обеспечивает снижение массовой доли углерода в прилегающем объеме расплава. Во-вторых, графитизирующий наполнитель дополнительно к модифицирующему эффекту стимулирует активное графитообразование в локальном объеме металла и активизирует диффузию углерода к графитовым включениям, а не в материал бандажа. Исследование контактирующей с металлом поверхности бандажа, армированного порошковой проволокой, свидетельствует о полном отсутствии в нем науглероженного слоя, в то время как при использовании известного способа на поверхности бандажа обнаружен прерывистый науглероженный слой толщиной до 3мм. Это можно объяснить тем, что в производственных условиях весьма сложно обеспечить равномерность нанесения покрытия, особенно на массивную деталь, каковой является бандаж.

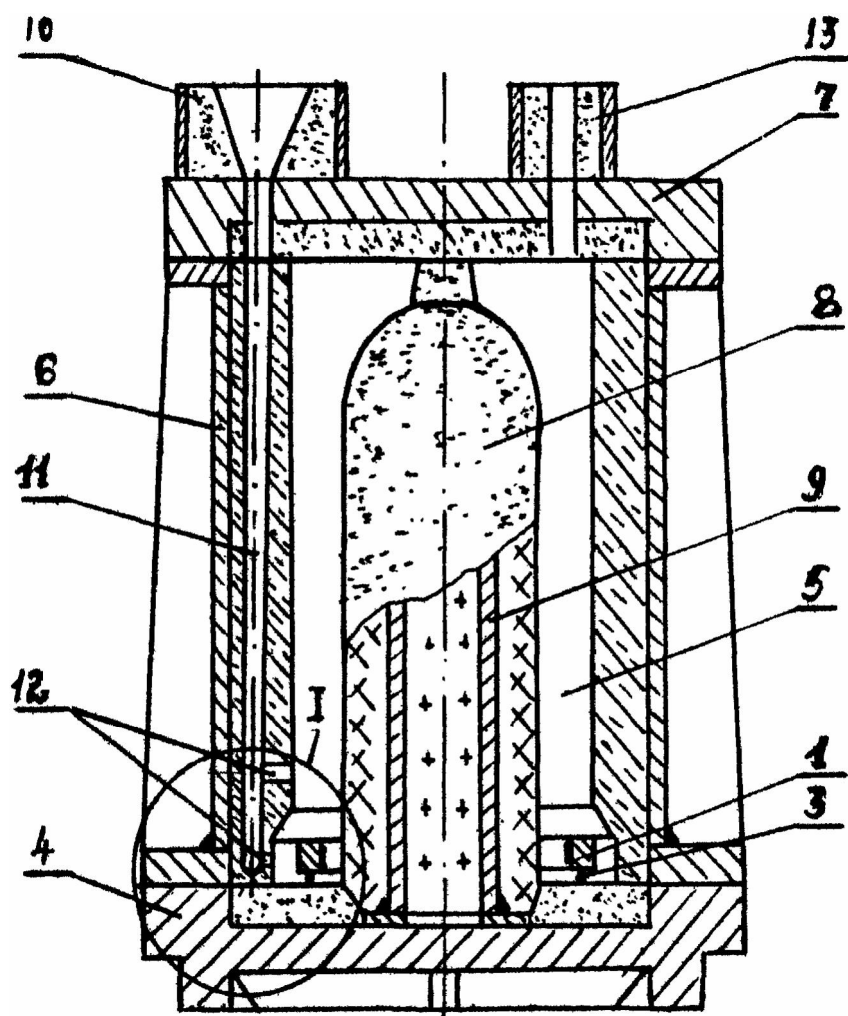
Таким образом, заявляемый способ изготовления изложниц с локально модифицированным слоем металла в области бандажа обеспечивает равномерность структуры по высоте отливки, отсутствие включений свободного цементита, а также усиливает защиту поверхности бандажа, контактирующей с жидким металлом от науглероживания.

Таблица

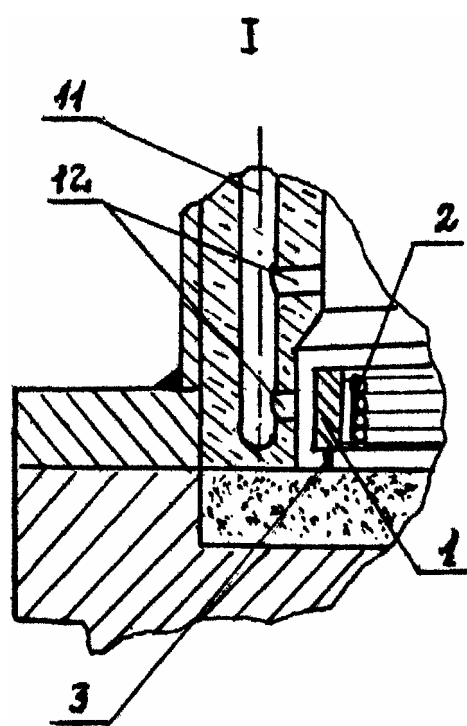
Степень однородности структуры металла опытных изложниц

№* пробы	Расстояние от поверхности бандажа, мм	Микроструктура металла изложниц, балл						
		Характеристика графитной фазы			Строение металлической основы			
		Длина включений	Количество графита	Форма и характер распределения графита	Содержание перлита	Дисперсность перлита	Содержание включений цементита	Площадь включений цементита
1 1'	на контактирующей поверхности	ПГд45 ПГд750	ПГ4 ПГ10	ПГф2; ПГр4; ПГр9 ПГф1; ПГр1	половинчатый П96	чугун Пд1.0	Ц40 Ц2	Цп25000 Цп2000
2 2'		ПГд90 ПГд750	ПГ6 ПГ10	ПГф2; ПГр4; ПГр9 ПГф1; ПГр1	п П96	Пд0,3 Пд1,0	Ц25 -	Цп20000 -
3 3'	50	ПГд180 ПГд750	ПГ6 ПГ10	ПГф2; ПГр2 ПГф1; ПГр1	п П96	Пд0,56 Пд1,0	Ц10 -	Цп13000 -
4 4'		ПГд360 ПГд1000	ПГ10 ПГ12	ПГф2; ПГр2 ПГф1; ПГр1	п П96	Пд1,0 Пд1,0	Ц4 -	Цп6000 -
5 5'	100	ПГд750 ПГд1000	ПГ10 ПГ12	ПГф1; ПГр2 ПГф1; ПГр1	П96 П92	Пд1,0 Пд1,4	Ц2 -	Цп2000 -
6 6'		ПГд1000 ПГд1000	ПГ12 ПГ12	ПГф1; ПГр1 ПГф1; ПГр1	П92 П92	Пд1,4 Пд1,4	- -	- -

*Номер без штриха относится к пробе, отобранной от изложницы с бандажем, изготовленным по технологии прототипа; номер со штрихом относится к пробе, отобранной от изложницы с армированным порошковой проволокой бандажем.



Фиг. 1



Фиг. 2