

Предлагаемое техническое решение относится к области металлургии, а именно, к способам обработки шлаковых ковшей и может быть использовано для защиты ковшей от заметалливания при разливке и транспортировке шлакового расплава при производстве стали и чугуна,

Известен способ обработки шлаковых ковшей перед наливом расплава [1], включающий нанесение защитного покрытия на внутреннюю поверхность ковша.

В качестве защитного покрытия наносят суспензию, содержащую, мас. %: известковое молоко - 85, пыль мартеновских печей - 10, смолу 101-5.

Известное покрытие имеет низкую прочность и низкую термостойкость. Это обусловлено тем, что при высыхании нанесенной суспензии вода испаряется и оставшаяся окись кальция (известь) осыпается от толчков при транспортировке ковшей к месту заливки шлака. Таким образом нарушается однородность защитного покрытия и на незащищенных участках поверхности ковша происходит приваривание расплава к ковшу. В результате этого происходит частичная потеря металла, а, кроме этого, приваренные участки приходится очищать механическим способом, что приводит к дополнительным повреждениям ковшей и снижению срока их службы.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ обработки шлаковых ковшей перед наливом расплава [2], включающий нанесение защитного покрытия на внутреннюю поверхность ковша.

В качестве защитного покрытия наносят суспензию сульфитно-дрожжевой бражки, содержащей 250-750 г/л минерала из группы карбонатов, при температуре стенки ковша 50-400°C.

Однако защитное покрытие, нанесенное указанным способом, обладает недостаточными термостойкостью и прочностью. Объясняется это двумя причинами.

Во-первых, поскольку основу суспензии сульфитно-дрожжевой бражки составляют органические соединения фурфурольных и фенольных групп, при нагреве они разлагаются, вызывая вспучивание материала защитного покрытия, что приводит к нарушению монолитности покрытия и, как следствие, снижению его термостойкости и прочности. Кроме этого, в составе сульфитно-дрожжевой бражки содержатся комплексные углеродо-водородо-сернистые соединения, которые при температуре расплава (около 600°C) превращаются в серный, сернистый ангидрид и сероводород. Указанные соединения, проникая в поры и трещины защитного покрытия и соприкасаясь с материалом ковша, вызывают его коррозию и разрушение, вследствие чего также снижается прочность защитного покрытия, и соответственно снижается срок службы ковшей. При этом выделяемые из суспензии сульфитно-дрожжевой бражки токсичные органические и сернистые соединения вызывают разрушение оборудования цеха, вследствие его коррозии, а также загрязняют среду на рабочих площадках и воздушный бассейн металлургического региона.

Во-вторых, в состав суспензии входят наполнители - минералы из группы карбонатов (кальцит, магнезит, содерит, видерит и др.), при декарбонизации которых происходит потеря материала защитного покрытия, вследствие образования углекислоты, которая, улетучиваясь, образует микропоры и трещины, через которые расплав проникает к стенкам чаши и приваривается к ним.

В процессе декарбонизации карбонатных пород выделяется от 44 до 60% двуокиси углерода, которая загрязняет окружающую атмосферу.

Входящие в состав суспензии сульфитно-дрожжевой бражки минералы из группы карбонатов ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{BaCO}_3$ ) являются товарным сырьем и их применение приводит к удорожанию покрытия и в целом 1 т выплавляемого металла.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ обработки шлаковых ковшей перед наливом расплава так, чтобы обеспечить надежное сцепление защитного покрытия с материалом ковша, путем замены материала защитного покрытия и нанесения покрытия при определенных режимах, что обеспечит повышение срока службы ковшей за счет повышения термостойкости и прочности защитного покрытия, а также сокращение вредных выбросов.

Поставленная цель достигается тем, что в способе обработки шлаковых ковшей перед наливом расплава, включающем нанесение защитного покрытия на горячую внутреннюю поверхность ковша, согласно изобретению, в качестве защитного покрытия на внутреннюю поверхность ковша с температурой 410-500°C наносят отходы титано-магниевого производства в виде геля с удельной плотностью 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>.

Заявляемый способ обработки шлаковых ковшей перед наливом расплава включает; нанесение защитного покрытия на горячую внутреннюю поверхность ковша с температурой 410-500°C; использование в качестве защитного покрытия отходов титано-магниевого производства в виде геля с удельной плотностью 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>,

Это обеспечивает надежное сцепление защитного покрытия с материалом ковша за счет использования в качестве покрытия высокоактивных отходов титано-магниевого производства, имеющих заявляемую удельную плотность и нанесенных при заявляемой температуре. Используемые отходы имеют низкую стоимость, что позволяет снизить затраты на обработку шлаковых ковшей,

Отходы титано-магниевого производства (ТУ-48-0513-49-85) представляют собой кеки (осадки) центральных очистных сооружений (ЦОС), которые распульповывают водой до получения гелеобразной структуры с удельной плотностью 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>.

Кеки ЦОС представляют собой глинистый вязкий, негазый материал, нетоксичный, пожаро-взрывобезопасный. Показатели качества осадков ЦОС должны соответствовать следующим показателем в мас. %:

Хлорид-ион, не более	10
Кальций общий, не менее	5
Влага, не более	40
Кеки ЦОС содержат в мас. %:	
TiO <sub>2</sub>	15,0
SiO <sub>2</sub>	10,0
MgO	5,0
FeO	5,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,0
CaO	20,0
Cl (ион)	5,0
Mn	0,5
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9
Вода (кристаллизационная)	28,6

Нанесение на стенки ковша гелеобразных отходов с удельной плотностью менее 1,1 г/см не обеспечивает достаточного сцепления с материалом ковша и образования прочного термостойкого защитного покрытия, вследствие чего образуются трещины, через которые расплав проникает к стенкам ковша, приваривается к ним, что приводит к необходимости применения механических воздействий на ковши при их опорожнении, в результате чего деформируется защитное покрытие и частично сами ковши. И снижается срок службы ковшей.

При плотности более 1,2 г/см<sup>3</sup> нарушается гелеобразная структура отходов, вследствие чего они не образуют прочной однородной пленки на внутренней поверхности ковша, возникают трещины и другие дефекты защитного покрытия, снижающие срок службы ковшей.

Температурный интервал поверхности ковшей, при котором гелеобразные отходы наносят на внутреннюю поверхность 410-500°C, является оптимальным для создания условий, обеспечивающих полное удаление кристаллизационной воды и тем самым, исключает возникновение "хлопков" (взрывов), которые отрицательно влияют на качество защитного покрытия.

Способ обработки шлаковых ковшей перед наливом расплава осуществляют следующим образом: гелеобразные Отходы центральных очистных сооружений титано-магниевого производства с удельной плотностью 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup> из накопительной емкости по трубопроводам подают на распылительные установки, с помощью которых их распыляют на горячую (с температурой 410-500°C) внутреннюю поверхность ковшей. Для получения гелеобразных отходов используют осадки центральных очистных сооружений (кеки ЦОС) с влажностью до 40%, которые поставляют из ЦОС титано-магниевого производства в цех обработки ковшей, загружают в растворомешалку, добавляя воду и распулповывают до получения гелеобразной структуры с удельной плотностью 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>.

Примеры.

С целью установления оптимальных значений удельной плотности гелеобразных отходов проведен ряд опытов. После нанесения материала защитного покрытия и его естественного высыхания определяли термомеханические характеристики (по известной методике).

Результаты испытаний представлены в таблице.

Из данных таблицы следует, что во всех опытах после 5-го оборота количество ковшей после опорожнения на отвале без ударов груза на 6-19% больше, по сравнению с суспензией сульфитно-дрожжевой бражки.

Характер разрушения покрытия при различной удельной плотности гелеобразных отходов различен: от незначительных волосных трещин (при удельной плотности 1,14; 1,16; 1,18 г/см<sup>3</sup>) до наличия трещин на 20-25% поверхности покрытия без разрушения (при удельной плотности 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>) и до осыпания защитного покрытия и далее до ячеистого разрушения в пределах 10-20% площади покрытия (при удельной плотности 1,08; 1,22 г/см<sup>3</sup>).

Оптимальными значениями удельной плотности гелеобразных отходов приняты 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>, при которых достигнуты наилучшие термомеханические характеристики покрытия после высыхания.

При указанных значениях удельной плотности отходы титано-магниевого производства имеют гелеобразную структуру и именно такая структура придает отходам свойство высокой укрывистости, т.е. способности создавать на рабочей поверхности ковша тонкую, однородную пленку. Образовавшаяся пленка обладает высокой термостойкостью и прочностью и защищает стенки ковша от приваривания к ним расплавленного шлака, исключая необходимость механической обработки ковшей для очистки от "козлов". Это, в свою очередь, снижает деформацию покрытия и ковшей и позволяет продлить срок их службы.

При использовании гелеобразных отходов в материале защитного покрытия отсутствуют органические соединения фурфурольных и фенольных групп, благодаря чему не происходит вспучивание защитного покрытия, что способствует дополнительному упрочнению его. При этом сокращаются вредные выбросы в атмосферу, в частности фенольно-фурфурольных соединений.

Поскольку гелеобразные отходы не содержат углеродно-водородно-сернистых соединений, то при транспортировке расплавленного шлака из защитного покрытия не выделяются сернистые соединения, благодаря чему не корродирует оборудование цеха, а также снижается уровень вредных выбросов в атмосферу, в частности, серного, сернистого ангидрида и сероводорода.

Сокращение вредных выбросов происходит также за счет уменьшения объема двуокиси углерода (на 44-60%), выделяемой в результате декарбонизации карбонатных пород, входящих в состав суспензии сульфитно-дрожжевой бражки с добавлением карбонатных пород (прототип) и которые отсутствуют в заявляемом техническом решении.

В составе гелеобразных отходов содержится 28,6% кристаллизационной воды, которая, взаимодействуя с расплавленным металлом (а он всегда имеется в шлаке), вызывает "хлопки" (взрывы).

Гелеобразные отходы наносили на стенки ковша при различной температуре их на внутренней поверхности: от 350 до 550°C, при этом визуальное наблюдение за поведением расплавленного шлака в ковше в момент заполнения и транспортировки показало, что при температуре ниже 410°C имели место "хлопки" (взрывы) и

частичное выплескивание расплавленного шлака из ковша. При температуре выше 500°C при заполнении ковша отмечалось незначительное волнение поверхности расплава, "хлопки" имели место, но с небольшим количеством брызг.

Поддерживать температуру выше 510°C нецелесообразно вследствие значительных энергозатрат на разогрев стенок ковша.

Таким образом, оптимальная температура стенок ковша, при которой наносят гелеобразные отходы, принята в пределах 410-500°C за счет создания при такой температуре условий для полного удаления кристаллизационной воды.

Реализация предлагаемого способа по сравнению с прототипом позволяет увеличить срок службы ковшей от 6 до 19%, за счет повышения термостойкости и прочности защитного покрытия. При этом снижаются потери металла вследствие снижения заметалливания, а также снижается расход чугуна на производство ковшей. Снижается стоимость защитного покрытия, поскольку в качестве материала покрытия используются отходы производства, а в целом все это способствует снижению себестоимости 1 т выплавляемого чугуна или стали.

Кроме того, снижаются выбросы токсичных веществ, в частности, фурфурольно-фенольных групп, сернистых соединений и двуокиси углерода.

Экономится товарное сырье, каким являются природные минералы: кальцит, магнезит, содерит, видерит и др.

Материал защитного покрытия	№№ опытов	Удельная плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание твердого материала в суспензии, г/л	Термостойкость, град. С	Прочность, г/см <sup>3</sup>	К-во ковшей после опорожнения на отвале без ударов груза		Характеристика поверхности защитного покрытия (после 5-го оборота ковшей)
						1-й оборот	5-й оборот	
Предлагаемый способ: отходы центральных очистных сооружений титано-магниевого производства в виде геля.	1	1,08	—	1500	320	96	72	Ячеистое разрушение на 10% поверхности покрытия.
	2	1,10	—	1580	360	100	84	Наличие трещин на 20% поверхности покрытия.
	3	1,12	—	1640	380	100	86	Наличие волосяных трещин на 10% поверхности.
	4	1,14	—	1700	400	100	90	Пластина деформировалась без разрушения защитного покрытия.
	5	1,16	—	1710	400	100	90	
	6	1,18	—	1680	390	100	85	Незначительные волосяные трещины.
	7	1,20	—	1620	370	100	82	Наличие трещин на 25% поверхности.

Продолжение таблицы

Материал защитного покрытия	№№ опытов	Удельная плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание твердого материала в суспензии, г/л	Термостойкость, град. С	Прочность, г/см <sup>3</sup>	К-во ковшей после опорожнения на отвале без ударов груза		Характеристика поверхности защитного покрытия (после 5-го оборота ковшей)
						1-й оборот	5-й оборот	
Известный способ (прототип): суспензия сульфитно-дрожжевой бражки с содержанием минералов группы карбонатов.	8	1,22	—	1580	340	95	78	Сплошная сетка трещин; поверхность на 20% ячеисто разрушена.
			250–750			100	71,2	Деформировалась пластина без разрушения защитного слоя.