

Повышение качества жидкого металла и отливок из среднелегированной высокопрочной стали

Е.Ю. Полихина

Нижегородский государственный технический университет им.  
Р.Е.Алексеева, г. Нижний Новгород, Россия

*Аннотация:* Промышленность использует в значительных количествах высокопрочные стали перлитного класса для производства корпусного и машиностроительного литья, высокие эксплуатационные свойства которого могут быть обеспечены снижением содержания газов и водорода в жидком металле. В технологическом процессе производства стали до сих пор остается нерешенной задачей получение металла с весьма низким содержанием газов – кислорода, водорода и азота, повышенное содержание которых весьма отрицательно сказывается на физико-механических свойствах стали и сплавов.

В статье приведен пример успешной реализации внепечного вакуумирования стали в струе при выпуске плавки из печи позволяет осуществлять процесс струйной дегазации металла.

*Ключевые слова:* сплав; физико-механические свойства; легирование; вакуумирование; повышение качества

Материалы для изготовления корпусов кораблей и судов, в частности прочных корпусов подводных лодок (ПЛ) и других конструкций должны обладать высокой удельной прочностью, применительно к используемой стали основными свойствами материала корпуса судов являются предел текучести и модуль упругости. Чем выше удельная прочность материала, тем с меньшей затратой массы материала можно достичь, например, большей глубины погружения [1, 2]. В США наиболее распространение для прочных корпусов ПЛ получили стали серии НУ-80, в России стали АБ и АК.

Сочетание высокой прочности и пластичности данных сталей достигается не только благодаря комплексу легирующих элементов, но и пониженному содержанию вредных примесей. Обычно для их производства используется плавка в основной дуговой печи с двойным сливом шлака и специальной обработкой металла для снижения содержания серы и водорода [3, 4].

Невозможность управления процессом дегазации металла в процессе плавки существующими методами приводит к тому, что содержание газов в стали до сих пор остается не лимитированным, а следовательно, не контролируемым.

Выплавка стали в специальных вакуумных печах ввиду их малой емкости и высокой стоимости оборудования пока не может служить основой для массового производства высококачественной стали.

В связи с этим все более широкое распространение получает внепечная вакуумная обработка жидкой стали. В настоящее время нет другого такого

универсального и производительного метода борьбы с вредными газами и примесями в стали, как внепечное вакуумирование.

Существует целый ряд способов внепечной вакуумной обработки стали, который можно разделить на три основные группы:

- вакуумирование стали в ковше;
- вакуумирование стали в специальных камерах;
- вакуумирование стали в струе.

Наиболее приемлемым способом является способ внепечной вакуумной обработки металла в струе при выпуске из печи, так как он обладает всеми достоинствами струйной дегазации, малой потерей тепла и не требует дополнительных производственных площадей.

Цель моей работы посвящена созданию промышленной установки для вакуумирования стали в струе.

Конструкторским отделом предприятия ОАО «Красное Сормово» была разработана установка для вакуумирования стали в струе.

Для откачки воздуха и газов из системы и вакуум-ковша используются два вакуум-насоса, которые установлены в отдельном помещении и соединяются с вакуум-ковшом вакуумным проводом. К вакуум-проводу присоединены фильтр и три вакуум-затвора. Соединение вакуум-ковша с вакуумной системой осуществляется посредством гибкого рукава, представляющего собой сильфон, изготовленный из нержавеющей стали и обернутый асбестовой тканью.

Вакуум-ковш состоит из следующих основных узлов:

- корпуса ковша;
- вакуум-крышки;
- стопорного устройства;
- узла уплотнения стопорного стаканчика;
- экрана.

В верхней части сварного корпуса ковша приварен фланец с канавкой для уплотнительного резинового шнура, на который устанавливается вакуум-крышка с промежуточной емкостью.

Прижатие и уплотнение вакуум-крышки к корпусу ковша при вакуумировании обеспечивается за счет атмосферного давления.

Стопорный механизм, представляющий собой систему рычагов, уплотняется резиновой манжетой и крышкой люка с прокладкой.

Траверса вакуум-ковша состоит из двух кованых крюков, соединенных с балкой. Вакуум-ковш оборудован встроенной постоянной термопарой.

Уплотнение разливочного стаканчика осуществляется посредством крышки с резиновой прокладкой, которая уплотняется электромагнитом. Вакуум-ковш и промежуточная емкость футеруется шамотным кирпичем.

Выплавку специальной среднелегированной стали проводили в электродуговой печи в соответствии с требованиями и с последующей вакуумной обработкой струи металла в вакуумном ковше.

Для определения продолжительности процесса вакуумирования произведен расчет скорости истечения металла из промежуточной емкости в вакуум-ковш в зависимости от размера промежуточного отверстия.

Конечное раскисление металла проводили силикокальцием и ферроцерием. Вакуумированный металл заливали в формы, предназначенные для производства промышленного литья. После выбивки форм отливки подвергают термической обработке в соответствии с требованиями.

Технологические операции плавки, разливки и вакуумной обработки стали должны выполняться в соответствии с «Правилами техники безопасности и производственной санитарии». Монтаж и эксплуатация установки для вакуумирования стали должны производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации и паспорта на вакуум-ковш.

Перемещение вакуум-ковша следует производить специальной траверсой с закрытыми защелками крюков, при этом на крышке ковша находится запрещается.

Включение насосов при открытом вакуумном затворе без присоединения гибкого рукава к ковшу и к вакуум-проводу запрещается.

При выпуске плавки из печи в вакуум-ковш следует внимательно следить за уровнем металла в промежуточной емкости и не допускать перелива его через края.

Выводы.

1. Созданная установка внепечного вакуумирования стали в струе при выпуске плавки из печи позволяет осуществлять процесс струйной дегазации металла.

2. Вакуумирование стали в струе при выпуске из печи существенно снижает содержание в стали водорода и кислорода. Азот практически остается без изменения.

3. Количество неметаллических включений в вакуумированном металле меньше чем в металле валовых плавков.

4. Интервал значений ударной вязкости и относительного сужения в вакуумированной стали значительно меньше, чем у стали валовых плавков, при этом нижний предел ударной вязкости в вакуумированном металле находится на достаточно высоком уровне.

5. Увеличение продолжительности вакуумирования может быть достигнуто за счет применения в промежуточной емкости более стойких против размывания разливочных стаканов.

Список литературы:

1. Шемендюк Г.П., Петрович Ч.Ч. Проектирование корпусов подводных лодок. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. - 166 с.

2. Чернышов Е.А., Романов А.Д. Развитие сталей для прочных корпусов подводных лодок // Технология металлов. 2014. № 5. С. 45-48.

3. Орыщенко А.С., Голосиенко С.А. Новое поколение высокопрочных судостроительных корпусных сталей // Судостроение. 2013. № 4. С. 73–76.

4. Чернышов Е.А., Романов А.Д., Романова Е.Д. Судостроительные стали серии НУ // Черные металлы. 2014. № 8. С. 27–31.