

как сети решают проблему организации работы учебного коллектива, что положительно сказывается на качестве обучения.

УДК 669.02.09

Кривошеев Е.А.

## **СПОСОБЫ ВВОДА ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОВШ ПРИ СТАЛЕЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

*БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

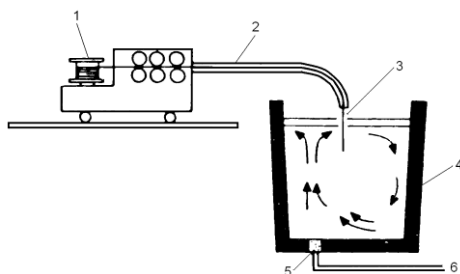
*Научный руководитель: член-корреспондент НАНБ,  
доктор физико-математических наук Асташинский В.М.*

Важным аспектом в сталелитейном производстве является организация ввода легирующих элементов, в настоящей работе рассматриваются некоторые из них.

Ввод добавок с помощью трайб-аппарата. При раскислении стали алюминием, ввиду большого различия в плотностях алюминия и стали, ввод кускового алюминия на зеркало металла приводит к очень низкому полезному использованию алюминия. Метод ввода алюминия на штанге в ковш дает хорошие результаты, однако ограничен малым количеством. Существует метод одноразового ввода 40-100 кг алюминия с использованием гидравлического цилиндра. При этом усвоение алюминия составляет около 60%. Опробован также ввод высокоактивных добавок в трубчатом контейнере. Этот способ был использован при обработке стали редкоземельными элементами цериевой группы с целью глобуляризации сульфидных включений. Однако, эти методы не получили широкого промышленного распространения.

Наибольшее распространение, особенно для ковшей большой вместимости, получил способ ввода алюминия в ковш с большой скоростью в виде проволоки или прутка с помощью трайб-аппарата (рис.1). В настоящее время практически все АКЭС оборудованы этими устройствами. Например, одна из

установок позволяет подавать пруток диаметром 12 мм со скоростью 4 м/с при расходе алюминия 73 кг/мин и максимальной его подаче 150 кг. С применением этого метода полезное использование алюминия достигает 80%, а наиболее желаемое содержание его в стали на уровне 0,03-0,05% достигается в 70% случаев. В тоже время, при обычном способе ввода алюминия чушками стабильность его содержания обеспечивается только лишь в 50% случаев. Этот способ используется также при вводе чистого кальция или сплавов Si-Ca, Ca-Al в виде порошковой проволоки. Во время ввода металлический кальций, прежде чем расплавиться, испаряется, улучшая тем самым степень полезного использования. Для стали, раскисляемой алюминием, можно вводить порошковую проволоку, содержащую кальций и алюминий. При этом расход кальция составляет 0,5 кг/т и время ввода проволоки около 10 мин при скорости ввода 10 м/с. Однако, нужно отметить, что если алюминиевая проволока или пруток являются так сказать, обычной продукцией, то порошковую проволоку нужно готовить специально, что приводит к дополнительным затратам.



1 – бобина алюминия; 2 – направляющий цилиндр;  
3 – алюминиевая проволока; 4 – ковш; 5 – пористая вставка;  
6 – патрубков нейтрального газа;

Рисунок 1 – Схема подачи алюминия в ковш  
с помощью трайб-аппарата:

Большие массы металла 150-300 т обрабатывают алюминием с помощью специальных пушек, которые позволяют вводить непосредственно в металл слитки алюминия весом 0,45-0,8 кг. При этом разброс в содержании алюминия составляет 0,006%, в то время как при обычном методе ввода алюминия чушками разница в содержании алюминия в стали составляет 0,0175%. Использование специальных пушек позволяет экономить до 80% алюминия. Этот способ можно так же использовать при вводе кальция, бора, церия, но при этом необходимо, прежде всего, решить вопрос об их подготовке в виде специальной упаковки.

При вводе добавок в обычный сталеразливочный ковш используются также различные способы, основанные на использовании погружного устройства различных вариаций.

Процесс CAS позволяет раскислять и легировать сталь при одновременном перемешивании и защиты металла аргоном. Сочетание отсечки шлака, защиты зеркала металла и перемешивания позволяют достичь высокой степени полезного использования различных добавок.

При процессе CAS содержание кислорода снижается до 40 ppm, против 50-100 ppm, обеспечиваемых простой продувкой аргоном.

Процесс SAB (Sealedargonbubbling) реализуется под синтетическим шлаком, который наводится на поверхности металла, находящимся под погруженным огнеупорным полым цилиндром. Сочетание продувки стали аргоном с защитой металла синтетическим шлаком позволяет значительно повысить использование легирующих элементов и стабилизировать химический состав стали.

Процесс CAB (Capped argon bubbling). Ковш сверху закрыт крышкой с отверстием для ввода добавок и взятия проб. Синтетический шлак покрывает всю поверхность металла в ковше. Преимуществом этого процесса является уменьшение окисления элементов стали воздухом, снижение тепловых по-

теперь благодаря наличию крышки и уменьшение поглощения стальной азота воздуха.

Таким образом, в настоящей работе проанализировано несколько способов ввода легирующих элементов в расплав металла и отмечены их преимущества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент Шешуков Олег Юрьевич (RU), Жучков Владимир Иванович (RU), Виноградов Сергей Валерьевич (RU), Маршук Лариса Александровна (RU) Способ раскисления стали алюминием\2006.

УДК 006

Крозун Д.А.

## СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ НОУТБУКА

*БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь*  
*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент*  
*Дробыш А. А.*

Мало кто из нас задумывался, как в тонком корпусе современного ноутбука получается отвести и рассеять, такое большое количество тепла. Что ж попытаемся разобраться, как это устроено.

И так, для начала рассмотрим схему системы охлаждения.

Эта система состоит из нескольких частей, каждая из которых, имеет своё функциональное значение.

1-ым компонентом системы я хочу выделить кулер. Он предназначен для организации воздушных потоков, которые нагнетаются на ребра радиатора и сдувают избыточное тепло за пределы ноутбука. Кулер состоит из двигателя, скорость вращения которого регулируется термо-датчиками внутри процессора или видеоядра. Чем сильнее нагрузка на процессор или другие компоненты системы, тем быстрее будет вра-