

**Способы повышения стойкости футеровки сталеразливочного ковша**

Студент гр. 10405418 Синицкий Д.С., гр. 10405116 Квятковский А.В.  
Научный руководитель – Неменёнок Б.М.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В настоящее время доля затрат на огнеупоры для агрегатов ковшовой обработки стали может достигать до 1,5 % себестоимости металла даже без учета затрат на ремонты и потери при простоях выведенных на ремонт агрегатов. Поэтому повышение стойкости футеровки, определяющей межремонтный ресурс агрегатов, является актуальной научно-технической задачей [1].

Условия эксплуатации футеровки сталеразливочных ковшей определяются технологией производства стали, сортаментом выплавляемого металла и коэффициентом использования основного металлургического оборудования. Перенос операций раскисления, десульфурации, легирования и модифицирования неметаллических включений из сталеплавильного агрегата в сталеразливочный ковш усложняет условия эксплуатации футеровки сталеразливочных ковшей и выдвигает дополнительные требования к материалу футеровки в плане отсутствия взаимодействия с вводимыми в расплавленный металл реагентами [2].

Интенсивность воздействия всех разрушающих факторов и, прежде всего, химического взаимодействия, определяется температурой металла, сливаемого в сталеразливочный ковш. В зависимости от технологических факторов, температура сливаемого в сталеразливочный ковш металла может составлять 1530-1700 °С, а в некоторых случаях и выше. Время воздействия рассматриваемых выше факторов определяется, в основном, продолжительностью пребывания металла в ковше, которое составляет 150-300 мин. [3, 4].

В процессе эксплуатации футеровка ковша испытывает резкий нагрев и охлаждение. Разница температур наливаемого металла и подогретой до 800 °С футеровки может составлять 700-900 °С [2].

Исходя из условий эксплуатации ковшей, вытекает комплекс требований к свойствам футеровки, включающих хорошую устойчивость против размывания падающей струёй стали, коррозионного и эрозионного разрушения расплавленным металлом и шлаком, достаточную термостойкость, отсутствие химического взаимодействия с реагентами, присаживаемыми в металл в процессе ковшовой обработки, отсутствие значительной усадки при различных температурах эксплуатации.

Износ огнеупорных изделий в сталеразливочном ковше неравномерный. Наибольший износ отмечается в стеновых изделиях над продувочными пробками, в шлаковом поясе и в зоне ударного воздействия струи металла при его сливе из плавильного агрегата. Износ стеновых огнеупорных изделий, находящихся в зоне металла и на периферийных участках днищ, незначителен. Исходя из опыта эксплуатации ковшей, на большинстве металлургических предприятий Российской Федерации и зарубежья с целью повышения срока службы сталеразливочных ковшей используются следующие рекомендации [2-6]:

1. Шлаковый пояс выполняют высотой 1,0-1,5 м из огнеупорных периклазоуглеродистых изделий с добавками графита высокой чистоты, что обеспечивает их повышенное сопротивление к коррозионному износу и плохую смачиваемость расплавом шлака.

2. В зоне контакта футеровки со шлаковым поясом используют различные типы конундовых бетонов, позволяющих довести стойкость футеровки до 1500 плавов при серийной стойкости 400 плавов. Повышение стойкости футеровки связывают с наличием в составе бетона шпинели  $MgO \cdot Al_2O_3$ . При контакте зерна шпинели с расплавленным шлаком, содержащим ионы  $Mg^{2+}$  или  $Fe^{3+}$ , происходит внедрение этих ионов в кристаллическую решетку шпинели. В результате вязкость шлака вокруг зерна шпинели повышается и проникновение шлака в футеровку замедляется.

3. Футеровку днища ковша выполняют из неформованных огнеупоров на основе корундовых бетонов или совмещают применение формованных алюмопериклазоуглеродистых изделий и наливных масс. Использование наливных футеровок из высокоглиноземистых масс получило широкое распространение в Западной Европе и Японии. По разным источникам стойкость монолитной футеровки составляет 550-760 плавов.

4. Используют утолщение футеровки по высоте шлакового пояса, поскольку основной износ огнеупорных изделий (около 2/3) происходит за счет химического взаимодействия огнеупоров со шлаками.

5. Для уменьшения химического взаимодействия шлака с футеровкой желательнее применять магнезиальные шлаки, содержащие в своем составе 8-10 % MgO.

Целенаправленная работа предприятий по повышению стойкости футеровки сталеразливочных ковшей позволила увеличить их ресурс работы в несколько раз. Так, при вводе в эксплуатацию электросталеплавильного цеха на Молдавском металлургическом заводе в 1985 году средняя стойкость сталеразливочных ковшей составляла 6,2 плавки. В 2010 году данный показатель достиг 86 плавов при максимальной стойкости ковшей – 95 плавов [7].

#### Список использованных источников

1. Повышение стойкости футеровки агрегатов внепечной обработки стали / А.А. Метелкин [и др.]. - Нижний Тагил: НТИ УрФУ, 2015. - 144 с.
2. Футеровка сталеразливочных ковшей / Б.А. Великин. - М.: Металлургия, 1990. - 248 с.
3. Берг, Х. Влияние внепечной обработки на износ футеровки сталеразливочных ковшей / Х. Берг // Черные металлы. - 2005. - № 6. - С. 27-32.
4. Очагова, И.Г. Совершенствование футеровки ковшей для разливки и внепечной обработки стали за рубежом / И.Г. Очагова // Бюл. «Черная металлургия». - 2008. - № 2. - С. 89-93.
5. Просвилов, С.Н. Совершенствование футеровки сталеразливочных ковшей / С.Н. Просвилов, Д.А. Калинин, М.Е. Савкин // Новые огнеупоры. - 2007. - № 3. - С. 68-69.
6. Применение монолитной футеровки в шлаковом поясе сталеразливочного ковша емкостью 220 т / У. Грете [и др.] // Черные металлы. - 2003. - № 6. - С. 34-39.
7. Совершенствование футеровки агрегатов электросталеплавильного цеха / А.В. Кузнецов [и др.] // Сталь. - 2010. - № 1. - С. 47-52.