

Д. В. Рябый¹ (✉), к. т. н. А. А. Кондрукевич²¹ ДВНЗ «ДонНТУ», г. Донецк, Украина² ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева», Москва, Россия

УДК 666.762.32.043.1.017:621.746.329.017]:620.169.1

ИЗУЧЕНИЕ ЛОКАЛЬНОГО (ДЫРОЧНОГО) ИЗНОСА ПЕРИКЛАЗОУГЛЕРОДИСТОЙ ФУТЕРОВКИ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО КОВША

Рассмотрен локальный (дырочный) износ рабочего слоя периклазоуглеродистой футеровки сталеразливочного ковша установки ковш-печь без вакуумирования. Оценены основные причины возникновения этого вида износа.

Ключевые слова: локальный (дырочный) износ футеровки, сталеразливочный ковш, периклазоуглеродистый огнеупор.

На сегодняшний день в металлургической отрасли принципиальной задачей остается получение необходимого качества готовой продукции при минимальных затратах на ее производство. Исходя из этого, оптимизация удельных затрат огнеупоров для футеровки тепловых агрегатов достаточно актуальна. Одна из самых значимых статей затрат огнеупоров при производстве стали — затраты на футеровку сталеразливочных ковшей. В настоящее время на футеровку сталеразливочных ковшей расходуется около 40 % всех огнеупоров, используемых на металлургических предприятиях. Сталеразливочный ковш относится к основному оборудованию металлургического производства и применяется для приема, транспортировки, обработки стали в ковше и ее разлива. Следует отметить, что без надежной эксплуатации сталеразливочного ковша ритмичная работа цеха невозможна. В свою очередь, надежность работы сталеразливочного ковша в большей степени зависит от стойкости футеровки.

Внимание настоящей работы направлено на изучение нового вида износа футеровки в металлургической практике — локального (дырочного) износа периклазоуглеродистой футеровки сталеразливочного ковша (рис. 1) конвертерного производства при выплавке рядовых марок сталей в установке ковш-печь без вакуумирования. Локальный (дырочный) износ футеровки заслуживает особого внимания в результате:

- высокой частоты появления (~23 % общего объема исследуемых сталеразливочных ковшей);
- отсутствия прогноза зон появления дефекта;
- ограничения рабочего цикла всего ковша (преждевременный вывод ковша из эксплуатации

без возможности проведения промежуточного ремонта с последующим вводом в эксплуатацию);

- сложности визуальной оценки вследствие ошлаковывания поверхности;
- высокой вероятности аварийной ситуации (прогара ковша).

В ходе исследований была установлена зона наиболее частого проявления локального (дырочного) износа. К зонам, в которых было зафиксировано максимальное количество локального износа, относятся: зона контакта футеровки с падающим из конвертера металлом (нижняя часть стенки с 5-го по 12-й ряды зоны стали); зоны расположения ребер жесткости: 10–12-й ряды (нижнее ребро жесткости) и 25–27-й ряды (верхнее ребро жесткости).

Характер проявления локального износа можно условно разделить на 2 типа (рис. 2). Следует отметить, что проявление локального износа происходит преимущественно по швам между штучными изделиями (рис. 3). Причиной возникновения такого износа служат прежде всего сжимающие напряжения, которые возникают на горячей поверхности огнеупоров в тот момент, когда она имеет относительно низкую темпера-

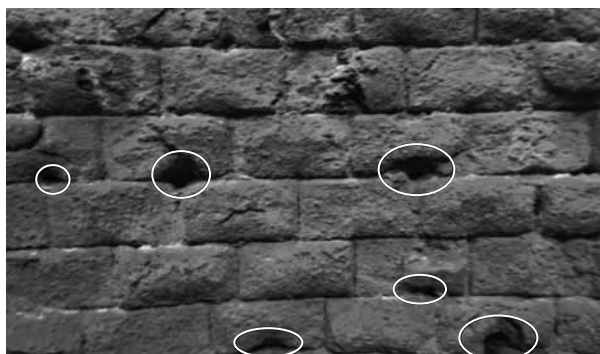


Рис. 1. Локальный (дырочный) износ периклазоуглеродистой футеровки сталеразливочного ковша



Д. В. Рябый
E-mail: Ryaboiy@gmail.com

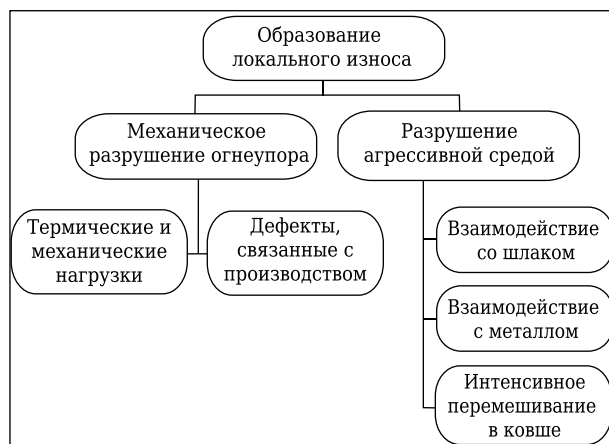


Рис. 2. Характер проявления локального (дырочного) износа периклазоуглеродистой футеровки сталеразливочного ковша

туру (в последние минуты разливки плавки на МНЛЗ и во время обработки сталеразливочного ковша после плавки). Например, перед очередным заполнением ковша сталью после разливки и технического обслуживания температура внутренней поверхности футеровки может составлять 800–1000 °С. Поскольку температура стали на выпуске может достигать 1580–1630 °С, это может оказаться достаточным для эффекта термоудара при заполнении ковша. Повышенный износ локальных зон футеровки может быть обусловлен также разрушением в процессе продувки газом вследствие контакта футеровки с потоками стали и шлака (рис. 4).

Таким образом, циклические нагрузки, связанные с охлаждением футеровки и последующим нагреванием при выпуске стали в ковш и нагреве в агрегате ковш-печь, а также различия значений ТКЛР периклазоуглеродистых огнеупоров разного качества способствуют возникновению в кладке значительных термических напряжений и, как следствие, развитию локального (дырочного) износа рабочего слоя периклазоуглеродистой футеровки сталеразливочного ковша.

В процессе эксплуатации ковша с каждой последующей плавкой прочностные характеристики футеровки ухудшаются, и при превышении термических напряжений над прочностью огнеупора происходит его разрушение, что приводит к образованию сколов и трещин на границах (швах) кладки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последние 10–15 лет в металлургической отрасли ввиду расширения функциональных возможностей агрегатов внепечной обработки стали получили развитие новые виды износа футеровки сталеразливочного ковша. Одним из таких видов износа является ранее не изученный в металлургической практике локальный (дырочный) износ. Особого внимания локальный (дырочный) износ



Рис. 3. Проявление локального износа вследствие механических и термических напряжений

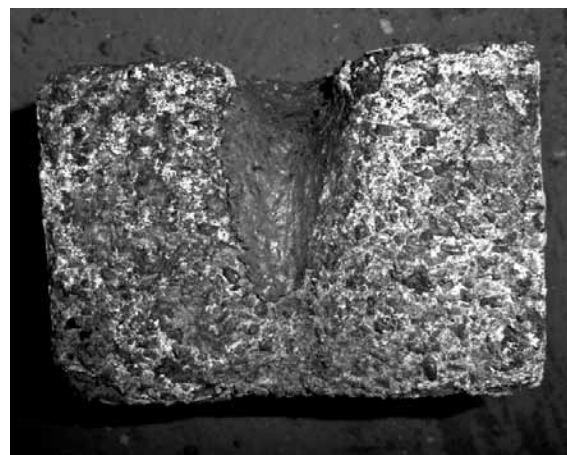


Рис. 4. Проявление локального износа на контакте футеровки с потоками стали и шлака в процессе обработки

футеровки заслуживает в результате высокой частоты появления, отсутствия прогноза зоны появления дефекта, ограничения рабочего цикла всего ковша, сложности визуальной оценки вследствие ошлаковывания поверхности, высокой вероятности аварийной ситуации (прогара ковша).

В ходе исследований были установлены зоны наиболее частого проявления локального (дырочного) износа. Рассмотрен характер проявления локального износа рабочего слоя периклазоуглеродистой футеровки сталеразливочного ковша.

Для получения полной информации о проблематике возникновения локального дырочного износа исследования в данном направлении необходимо продолжить.

Библиографический список

1. **Кащеев, И. Д.** Оксидноуглеродистые огнеупоры / И. Д. Кащеев. — М. : Интермет Инжиниринг, 2000. — 265 с.
2. **Hampel, M.** Beitrag zur Eigenschaftsbewertung von feuerfesten Magnesiakohlenstoffzeugnissen : Dissertation / M. Hampel. — Freiberg : Technische Universität Bergakademie Freiberg, 2010. — 226 S. ■

Получено 11.11.15
© Д. В. Рябый, А. А. Кондрукевич, 2016 г.