

бетонной футеровки, но и к образованию трещин излома на внутренней футеровке из штучных огнеупоров. Кроме того, производительность парожеторного насоса двухпозиционного вакууматора, а также увеличенный диаметр (по сравнению с комбинированным вакууматором) рабочих каналов патрубков за счет уменьшенной толщины кладки футеровки не позволяли повысить стойкость до показателя комбинированного вакууматора. Сравнительный анализ скорости износа внутренней футеровки двух вакууматоров позволил выявить повышенный износ и определить максимальные значения стойкости двухпозиционного вакууматора. В настоящее время расчетная стойкость футеровки вакууматоров определяется суммарным временем обработки металла и

составляет не менее 1800 мин за кампанию днища, что соответствует для комбинированного вакууматора стойкости не менее 180 плавов, для двухпозиционного вакууматора — не менее 100 плавов.

Библиографический список

1. **Стрелов, К. К.** Технология огнеупоров / К. К. Стрелов, И. Д. Кащеев, П. С. Мамыкин. — М.: Металлургия, 1988.
2. Новости черной металлургии за рубежом / ОАО «Черметинформация». — 2011. — № 1. ■

Получено 21.03.13

© Е. В. Бурмистрова, Р. И. Абдрахманов,
А. Ю. Игонин, 2013 г.

К. т. н. **В. В. Словиковский, А. В. Гуляева**

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет»,
г. Екатеринбург, Россия

УДК 66.041.49.043.1.67

ФУТЕРОВКА СВОДА МАРТЕНОВСКОЙ ПЕЧИ ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ

Изучены причины малой стойкости распорно-подвесных сводов мартеновских печей и разработаны огнеупорные изделия с пониженной теплопроводностью и специальным зацепом. При кладке огнеупоров применяли безусадочный высокотемпературный кладочный раствор. На огнеупорном производстве ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат» налажен промышленный выпуск разработанных огнеупоров. Промышленные испытания проведены в арочных сводах мартеновских печей ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат» (НТМК) и ЗАО «Нижнесергинский метизно-металлургический завод» (НММЗ). По результатам испытаний увеличение стойкости свода составило 20–30 %, полученный экономический эффект для двух мартеновских печей 4,656 млн руб. в год.

Ключевые слова: скалывание огнеупорных изделий, распорно-подвесной свод, специальное огнеупорное изделие с пониженной теплопроводностью, кладочный раствор, арочный свод.

Стойкость футеровок мартеновских печей определяется стойкостью футеровки свода, как наиболее быстроизнашиваемой области кладки. Например, на Нижнесергинском метизно-металлургическом заводе (г. Н. Серги) срок службы футеровок двух мартеновских печей составляет от 150 до 160 сут, что приводит к простоям печей в течение 30 сут для проведения дорогостоящих холодных ремонтов кладки.

В РФ наибольшее распространение получила распорно-подвесная конструкция свода мартеновских печей, сочетающая подвески, препятствующие его проседанию, и ограничители, не допускающие вспучивания. Особенности конструкции являются армирование штырями всех огнеупорных изделий каждого кольца свода и армирование их металлическими пластинами (рис. 1).

За рубежом качеству подвесных пластин уделяется специальное внимание. Содержание хрома в них 20–25 %, никеля 4–8 %. В РФ нет широкого опыта применения жаростойких пластин. При повышении интенсификации работы мартеновских печей, особенно при применении кислорода, наблюдаются случаи интенсивного прогрева и обрыва подвесных пластин, что приводит к преждевременной остановке печей на ремонт при большой остаточной толщине свода.

Преждевременный износ происходит также от скалывания огнеупорных изделий свода. Скалывание — преобладающая форма износа, и вызывается оно термическими ударами при охлаждении и разогреве свода, в процессе завалки шихты, во время горячего ремонта наварок подин, а также во время промежуточных холодных ремонтов подин

мартеновских печей. Обычно огнеупоры интенсивно изнашиваются на отдельных участках свода. Вследствие местного износа некоторые арочки свода теряют статическую устойчивость: менее изношенные части их оседают, а более изношенные части поднимаются. В результате свод, работающий в начале кампании как распорный, во второй половине ее начинает служить как подвесной. Для предотвращения его деформации обычно применяют подпорки из огнеупорных изделий или железных конструкций в местах подъема свода. На срок службы свода влияет также осаждающаяся пыль. Она способствует повышению температуры поверхности огнеупоров и быстрому окислению пластин и подвесок. Поэтому не реже двух раз в сутки свод обдувают сжатым воздухом. В настоящее время для кладки сводов мартеновских печей применяют изделия периклазохромитового или хромитопериклазового состава (ПХС или ХП) длиной 380–400 мм [1–3]. Кроме того, причинами разрушения сводов являются:

- возникновение термических напряжений во время разогрева перед пуском агрегата футеровки свода, его «рост». Выявлено, что при одностороннем воздействии температуры на огнеупорные изделия образующийся градиент температур вызывает напряжения, иногда превышающие механическую прочность огнеупора. Зона наибольшей микротрещиноватости (нарушение стойкости) огнеупорных изделий свода расположена на расстоянии от рабочей поверхности 1/3–1/5 его длины [4]. Возникновение трещин, параллельных рабочей поверхности, приводит к сколам изделий от 40 до 80 мм (см. рис. 1);

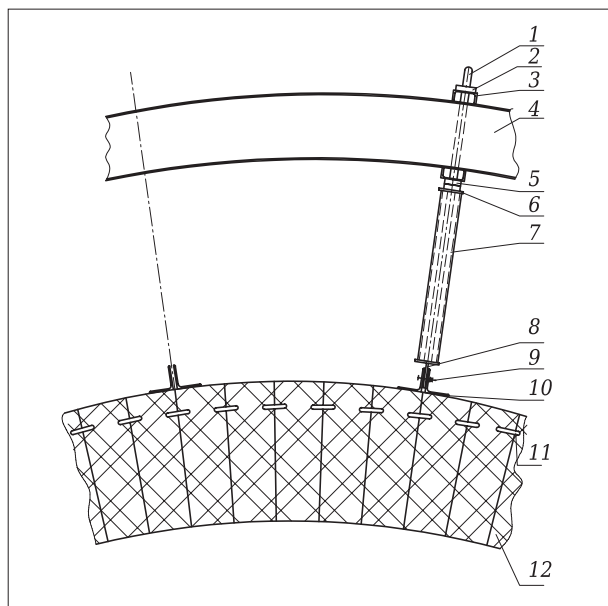


Рис. 1. Продольный разрез крепления свода подвесками: 1 — тяга; 2 — клин; 3 — швеллер; 4 — несущие дуги; 5 — прокладка; 6 — шайба; 7 — трубка; 8 — подвесная пластина; 9 — болт; 10 — уголки; 11 — штырь; 12 — кирпич

- большая длина (380–460 мм) изделий и, как следствие, большая масса кладки, что при арочной конструкции сводов приводит к дополнительным напряжениям в футеровке;

- высокая теплопроводность кладки свода из стандартных огнеупоров (ХП, ПХС, ПХПП), что приводит к тепловотерям, т. е. повышенному расходу газа, и, как следствие, делает необходимым использование огнеупорных изделий большей длины (380–460 мм) [4];

- коррозионный износ кладки свода под воздействием высокой температуры (до 1800 °С) и агрессивной газовой среды.

Для повышения стойкости свода мартеновских печей с учетом результатов изучения причин износа огнеупоров были разработаны конструкция и вещественный состав специального огнеупорного изделия (рис. 2), форма которого позволяет снизить термические напряжения в рабочей зоне кладки свода. Наличие зацепа на изделии практически исключает его выпадение во время эксплуатации без расклинивания свода (рис. 3). Искусственные поры в теплоизоляционной зоне

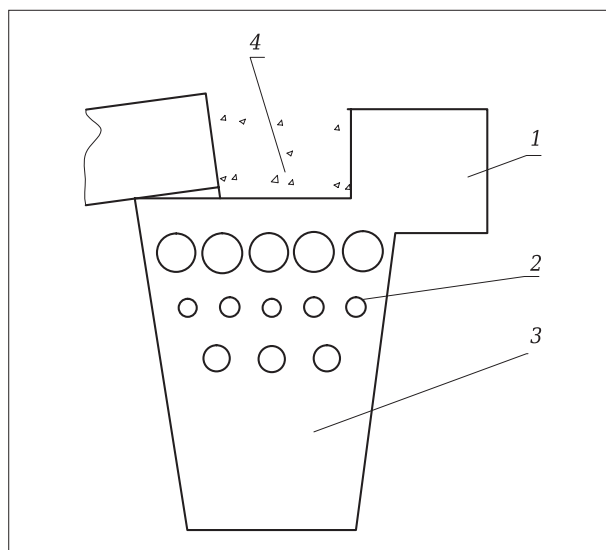


Рис. 2. Специальное огнеупорное изделие: 1 — зацеп; 2 — искусственные поры; 3 — рабочая зона огнеупорного изделия; 4 — теплоизоляционная засыпка из волокнистого материала (каолиновая вата, асбестовое волокно и др.)

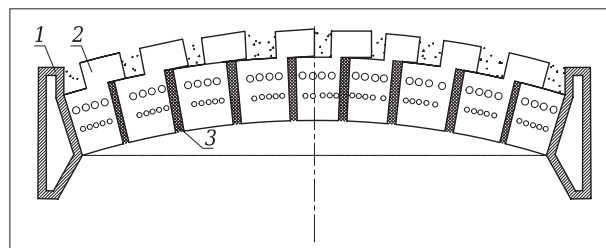


Рис. 3. Усовершенствованный свод: 1 — опора; 2 — специальное изделие; 3 — высокотемпературный огнеупорный клей

разработанного изделия и теплоизоляционная за-
сыпка в пазах (каолиновая вата, асбестовое воло-
но) резко уменьшают теплопотери [5] (см. рис. 2).

Ввиду довольно большого коррозионного из-
носа свода реагентами плавки и газовой среды
специальные изделия изготавливают из шихт
периклазохромитового состава на основе спе-
ченного или плавленого зерна (ПХС, ПХПП). Из-
делия прессуют и обжигают по традиционным
технологиям [5].

Специальные огнеупорные изделия произво-
дят в промышленном масштабе на огнеупорном
производстве НТМК. Данные изделия были ис-
пытаны в сводах мартеновских печей НТМК и
НММЗ. Испытания показали увеличение стой-
кости футеровки от 20 до 30 %. Полученный
экономический эффект для двух мартеновских
печей составил 4656 млн руб. в год.

Библиографический список

1. **Бабин, П. Н.** Служба огнеупоров в мартеновских пе-
чах / П. Н. Бабин, С. М. Зубаков, Г. А. Эпов [и др.]. —
Алма-Ата : Наука Казахской ССР, 1966.
2. **Выдрин, Ж. Э.** Испытание периклазошпинелид-
ного кирпича в сводах мартеновских печей / Ж. Э.
Выдрин, А. П. Панарин, А. И. Узберг // Огнеупоры.
— 1963. — № 5.

3. **Антонов, Г. И.** Стойкость кладки мартеновских
печей при длительной продувке ванны кислородом
с количественной оценкой отдельных факторов ме-
тодом корреляционного анализа / Г. И. Антонов,
Ю. П. Каменский, Б. Д. Минкович, В. П. Недо-
свитский // Теоретические и технологические иссле-
дования в области огнеупоров. — 1965. — Вып. 8 (LV).
— С. 211–247.

4. **Словиковский, В. В.** Способы оценки эффектив-
ных кладочных растворов и защитных покрытий для
кладки футеровок тепловых агрегатов / В. В. Слови-
ковский // Новые огнеупоры. — 2009. — № 7. — С.
34–37.

Slovikovskii, V. V. Methods for evaluating effective
mortars and protective coatings for laying a heating unit
lining / V. V. Slovikovskii // Refractories and Industrial
Ceramics. — 2009. — Vol. 50, № 4. — P. 273–275.

5. **Словиковский, В. В.** Кладка футеровок высоко-
температурных металлургических агрегатов из спе-
циальных огнеупорных изделий / В. В. Словиков-
ский // Новые огнеупоры. — 2010. — № 8. — С. 7–10.

Slovikovskii, V. V. Brickwork of furnace lining of high-
temperature metallurgical plants produced from special
refractory materials / V. V. Slovikovskii // Refractories
and Industrial Ceramics — 2010. — Vol. 51, № 4. — P.
233–235. ■

Получено 12.11.12

© В. В. Словиковский, А. В. Гуляева, 2013 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

56th INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON REFRACTORIES 2013



56-й международный коллоквиум по огнеупорам 2013 ОГНЕУПОРЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

25–26 сентября 2013 г.

Аахен, Германия

ТЕМЫ:

- | | |
|-------------------------|---|
| ★ Стекло | ★ Формованные и неформованные огнеупоры |
| ★ Цемент, известь, гипс | ★ Управление качеством |
| ★ Керамика | ★ Служба огнеупоров в футеровке |
| ★ Обжиг | ★ Износ и коррозия |
| ★ Химические процессы | ★ Рециклинг |
| ★ Огнеупорное сырье | ★ Охрана окружающей среды |

www.feuerfest-kolloquium.de/kolloquium-2013