

А. А. Рудницкий, О. В. Соценко, А. В. Малый*

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

*НПФ «Парами», Запорожье

Рациональная конструкция литниковой системы для колосников обжиговых и агломерационных машин**

Разработаны технологические предложения по усовершенствованию литниковой системы на основании экспериментальных исследований температурного поля при затвердевании и охлаждении отливки колосника, что позволило устранить осевую пористость в отливке, увеличить ее плотность и улучшить эксплуатационные свойства.

Ключевые слова: литье колосников, литниковая система, осевая пористость, компьютерное моделирование

Постановка проблемы и состояние вопроса. Самой термически нагруженной частью оборудования для приготовления железорудного сырья являются колосники. Для обеспечения устойчивой работы этого оборудования необходимо обеспечить их стабильно высокое качество. Известно, что основными факторами, влияющими на работу колосников агломерационных и обжиговых машин, является химический состав материала и качество их изготовления. Недостаточный уровень физико-механических и эксплуатационных свойств материала колосников обусловлен, в частности, наличием в них внутреннего дефекта – осевой усадочной раковины.

Наличие внутренних пустот является причиной коробления и выхода из строя колосников. Анализу возникновения и предотвращению образования таких дефектов посвящен ряд работ [1-3]. Большое внимание уделяют исследователи химической эрозии колосников обжиговых машин [4] разработке жаростойких сталей [1, 5, 6].

Тем не менее, повышение эксплуатационных свойств колосников за счет усовершенствования технологии изготовления более предпочтительно, так как не требует увеличения материальных затрат. Дополнительное легирование дорогостоящими материалами приводит к значительному увеличению цены колосников. Следовательно, с целью повышения служебных характеристик целесообразно в первую очередь усовершенствовать технологию в направлении повышения плотности отливок.

Технология литья колосников должна обеспечивать последовательное затвердевание сплава от края отливки к прибыли. Наличие усадочных дефектов в осевой зоне отливок свидетельствует о том, что действующая технология не всегда обеспечивает реализацию данного принципа.

Постановка задачи. Задача исследования – усовершенствование технологии литья колосников с целью минимизации усадочных дефектов путем обеспечения направленности затвердевания.

Методика и основные результаты исследования. В настоящее время колосники для агломерационных и обжиговых машин отливают в разовых литейных формах из высокохромистых и хромоникелевых сталей. Приготовление расплава производится в дуговых электропечах с основной футеровкой. Учитывая сложность отрезки прибылей из таких марок сталей, в литейной технологии используют отводные прибыли. Питатели литниковых систем оказывают большое влияние на качество отливок. Они являются связующим звеном между отливкой и прибылью, и должны обеспечивать поступление расплава стали из прибыли для компенсации объемной усадки при снятии теплоты перегрева и затвердевании отливок (рис. 1, а).

С целью выявления недостатков и усовершенствования существующей технологии производства колосников было произведено экспериментальное исследование температурного поля отливки колосника при затвердевании и охлаждении в литейной форме. Для этого в форму были установлены

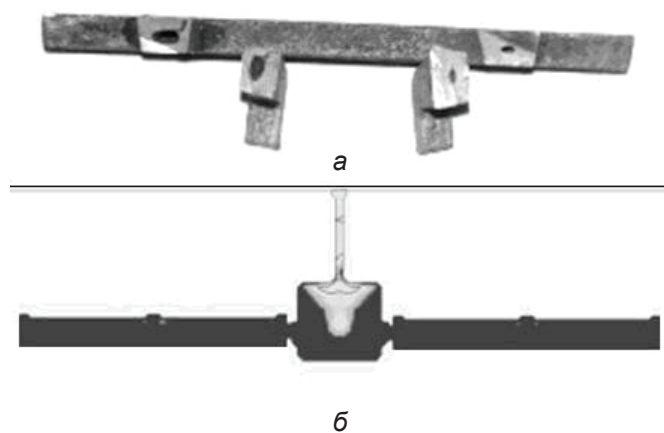


Рис. 1. Осевые усадочные раковины в колоснике, изготовленном по существующей технологии (а), и концентрированная усадочная раковина в компьютерной модели колосника, отливаемого по усовершенствованной технологии (б)

** По материалам X Международной специализированной выставки-конференции «Литье-2014» (27-29 мая, г. Запорожье)

вольфрамовые термоэлектроды без защитных колпачков (рис. 2 и 3).

После установки электродов производили сборку и заливку формы расплавом стали при температуре 1520 °С. Температуру расплава замеряли в ковше штатной термопарой погружения. Регистрирующую аппаратуру включали за 60 с до начала заливки формы, а выключение – через 20 мин., что соответствует периоду от заливки до выбивки формы. В результате были получены графики изменения температуры в колоснике, прибыли и питателе с течением времени (рис. 4).

Этот же процесс моделировали при помощи компьютерной программы LVMFlow. Температурные поля, полученные при моделировании и экспериментально, были практически идентичны, что свидетельствует о хорошей сходимости результатов эксперимента и моделирования теплового поля. Это дает основание считать данные, полученные при моделировании процессов с помощью программы LVMFlow, пригодными для усовершенствования технологии.

По температурным полям, полученным экспериментально, можно сделать вывод, что питатель перемерзает раньше, чем заканчивается кристаллизация самого колосника (рис. 4). Следовательно, причиной появления осевой раковины в колоснике является недостаточное питание отливки из-за перемерзания питателя (см. рис. 1, а).

Для устранения осевой раковины необходимо подобрать конфигурацию питателя таким образом, чтобы обеспечить кристаллизацию питателя позже отливки. При помощи программы LVMFlow был смоделирован ряд процессов с питателями, имеющими различные геометрические параметры. Ширину питателя варьировали в пределах от 5 до 25 мм с шагом 5 мм, а высоту в пределах от 15 до 25 мм с шагом 5 мм (табл.).

Наилучшие результаты по обеспечению питания усадки отливки были получены при использовании питателя пирамидального сечения с размерами оснований 15 x 30 мм, 15 x 25 мм и высотой 30 мм. При такой конфигурации питателя была повторно получена диаграмма изменения температуры с течением времени для колосника, прибыли и питателя (рис. 5).

При такой форме и размерах питатель не перемерзает до окончания затвердевания колосника. Колосник, отлитый с усовершенствованной ЛПС, не имеет пористости (см. рис. 1, б). Кроме того, данная конфигурация питателя позволяет легко отделять ЛПС от отливки.

Выводы

Экспериментальное исследование и компьютерное моделирование температурного поля отливки колосника при затвердевании и охлаждении показало хорошую сходимость экспериментальных и расчетных данных.

На основании расчетно-экспериментальных исследований разработана конструкция ЛПС, позволяющая обеспечить более полноценное питание

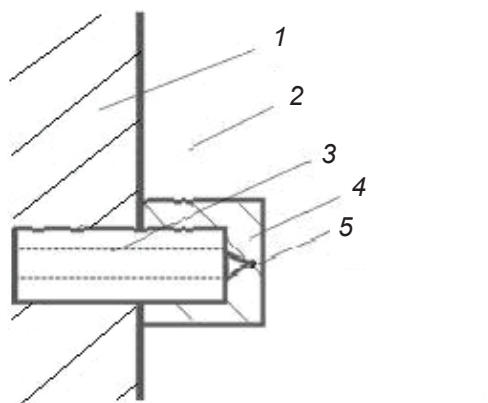


Рис. 2. Схема расположения термопары в песчано-глинистой форме: 1 – песчано-глинистая форма; 2 – полость формы; 3 – керамическая трубка; 4 – обмазка из огнеупорной глины; 5 – спай термопары

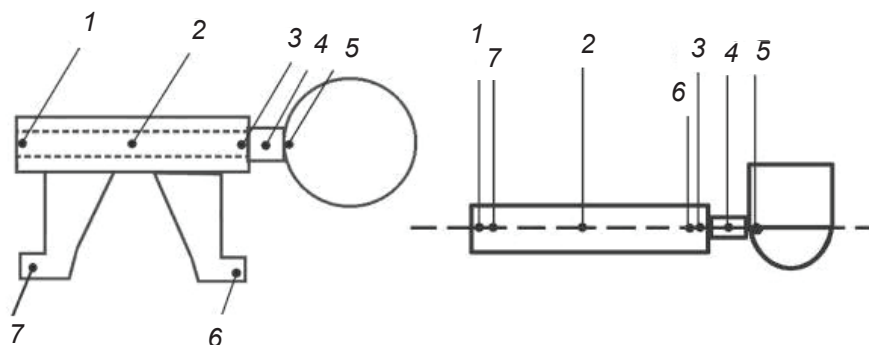


Рис. 3. Схема расположения термопар в отливке колосника: 1-7 – номера термопар

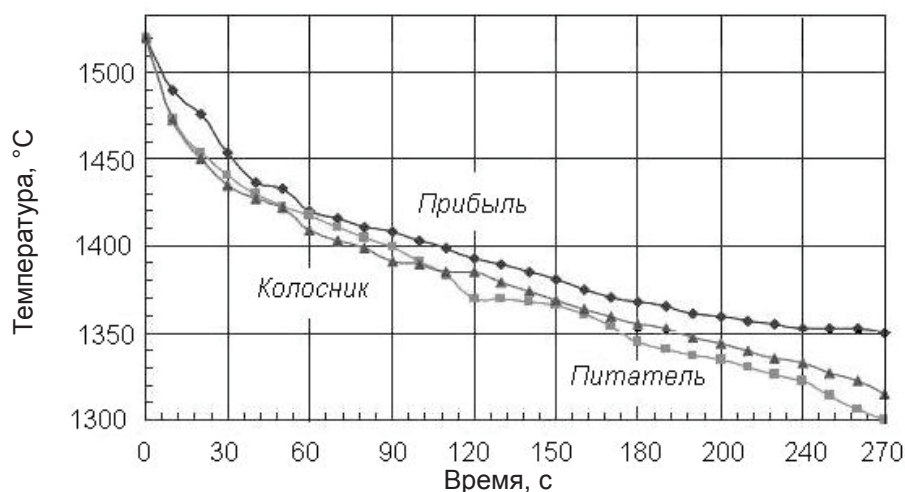
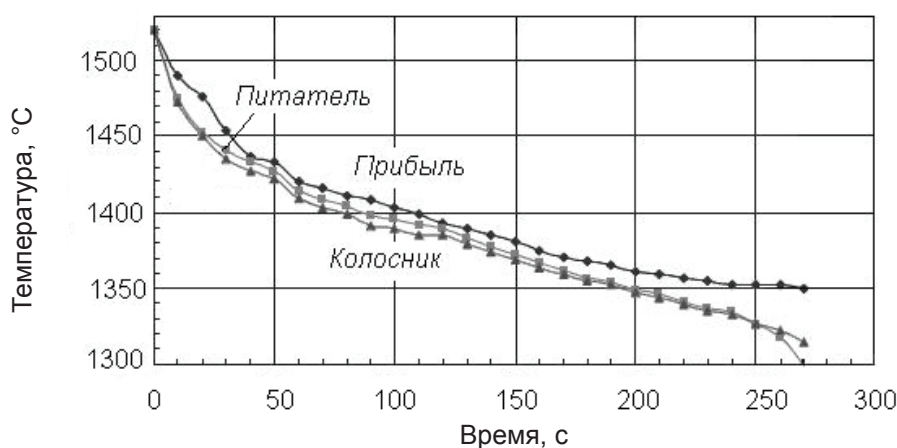


Рис. 4. Изменение температуры в прибыли, питателе и отливке при существующей ЛПС

Результаты моделирования литниковой системы

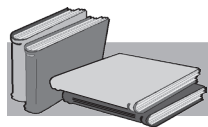
Соотношение площади поперечного сечения на входе и выходе при ширине питателя, мм					Масса колосника, кг при ширине питателя, мм				
5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
0,67	0,5	0,4	0,33	0,29	4,03	4,00-4,01	3,95-3,96	3,89-3,91	3,86-3,89
1	0,75	0,6	0,5	0,43	4,04	4,03-4,04	4,02	4,00-4,01	3,96-3,98
1,33	1	0,87	0,67	0,57	4,04	4,04	4,03-4,04	4,03-4,04	4,01-4,03
1,67	1,25	1	0,83	0,71	4,04	4,04	4,04	4,03-4,04	4,04-4,06
2	1,5	1,2	1	0,85	4,04	4,04	4,04	4,04	4,04
Масса прибыли, кг при ширине питателя, мм					Возможность отделения питателя при его ширине, мм				
5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
2,56-2,57	2,55-2,56	2,79-2,84	2,86-2,91	2,89-2,95	н	н	н	н	н
2,59-2,62	2,56-2,58	2,56-2,57	2,54-2,56	2,76-2,81	о	н	н	н	н
2,62-2,65	2,60-2,62	2,56-2,58	2,55-2,57	2,55-2,57	о	о	н	н	н
2,66-2,69	2,60-2,63	2,57-2,61	2,57-2,58	2,57-2,59	о	о	о	н	н
2,71-2,75	2,65-2,69	2,60-2,63	2,60-2,62	2,58-2,60	о	о	о	о	о

Примечание: н – не отделяем; о – отделяем



объемной усадки отливки без увеличения массы прибыли. Это способствует повышению плотности металла за счет устранения осевой усадочной раковины в отливках. Предложенная конфигурация питателя обеспечивает отделение его от отливки при обрубке без дополнительных технологических операций.

Рис. 5. Изменение температуры в прибыли, питателе и отливке после усовершенствования ЛПС



ЛИТЕРАТУРА

1. Нетребко В. В., Волчок Н. П. Разработка состава литейных жаростойких сталей // Механизация и повышение эффективности технологических процессов производства отливок металлургического оборудования. – Днепропетровск, 1986. – С. 112- 113.
2. Мартынов С. Л. Повышение качества колосников для обжиговых машин «Лурги» // Механизация и повышение эффективности технологических процессов производства отливок металлургического оборудования. – Днепропетровск, 1986. – 115 с.
3. Каченко А. С. Исследование температурного режима эксплуатации рамы тележки обжиговой машины // Сталь, 1986. – № 7. – С. 18-20.
4. Гасик М. И. Исследование химической эрозии колосников обжиговых конвейерных машин при упрочнении железорудных окатышей (Сообщение 3). Высокотемпературная химическая эрозия колосников из стали 40X24N12СЛ при взаимодействии окалины с карбонатом натрия / М. И. Гасик, А. Д. Учитель, А. Н. Панченко // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2008. – № 2. – С. 31-35.
5. Лютый В. А. Хромоалюминиевые стали для изготовления жаростойких деталей теплоэнергооборудования / В. А. Лютый, Е. А. Платонов, Г. Е. Федоров, А. Е. Кузьменко // Литейное производство. – 2001. – № 4. – С. 13 -15.
6. Ямшинский М. М. Влияние технологических факторов на структуру и свойства жаростойких хромоалюминиевых сталей / М. М. Ямшинский, Г. Е. Федоров, Е. А. Платонов, А. Е. Кузьменко // Литейное производство. – 2005. – № 5. – С. 10-12.

Анотація

Рудницький О. О., Соценко О. В., Малий О. В.

Раціональна конструкція ливникової системи для колосників випалювальних і агломераційних машин

Розроблені технологічні пропозиції з удосконалення ливникової системи на підставі експериментальних досліджень температурного поля при твердінні і охолодженні виливка колосника, що дозволило усунути осьову пористість у виливку, збільшити його щільність і поліпшити експлуатаційні властивості.

Ключові слова

лиття колосників, ливникова система, осьова пористість, комп'ютерне моделювання

Summary

Rudnicki A. A., Sotsenko O. V., Mali A. V.

Rational design of gating system for grate kiln and sintering machines

On the basis of experimental studies of the temperature field during solidification and casting cooling grate technology developed proposals for the improvement of the gating system. This eliminated the centerline porosity in the casting, to increase its density and to improve the performance properties

Keywords

cast grates, gating system, axial porosity, computer simulation

Поступила 26.03.14

Ежемесячный научно-технологический журнал

«Металл и литье Украины»

предлагает разместить на своих страницах рекламу:

новых технологий; оборудования и изделий; методик и материалов;

предлагаемых товаров и услуг;

информацию об обучении, выставках, конференциях

и другую полезную информацию.