

УДК 621.74

Влияние основных факторов на состояние изложниц

Коровин Валерий Александрович^{1(*)}

v.korovin2015@yandex.ru

SPIN-код: 2685-8983

Леушин Игорь Олегович¹

SPIN-код: 3078-8160

Гейко Михаил Алексеевич¹

SPIN-код: 8804-2029

Маслов Константин Александрович¹

SPIN-код: 8104-1403

Гарченко Александр Александрович²

SPIN-код: 7751-8712

¹ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия² АО «РУСПОЛИМЕТ», Кулебаки, Россия

Аннотация. Рассмотрены три типа трещин, возникающих в изложницах. Отмечены факторы, влияющие на трещинообразование в изложницах.

Ключевые слова: изложница, трещины, термические напряжения, термическая стойкость

Influence of the main factors on the condition of molds

Korovin Valery Alexandrovich^{1(*)}

v.korovin2015@yandex.ru

SPIN-code: 2685-8983

Leushin Igor Olegovich¹

SPIN-code: 3078-8160

Geyko Mikhail Alekseevich¹

SPIN-code: 8804-2029

Maslov Konstantin Alexandrovich¹

SPIN-code: 8104-1403

Garchenko Alexander Alexandrovich²

SPIN-code: 7751-8712

¹ Nizhniy Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhniy Novgorod, Russia² JSC "Ruspolymet", Kulebaki, Nizhny Novgorod region, Russia

Abstract. Three types of cracks in the molds are considered. The factors which influenced to crack formation in molds are identified.

Keywords: mould, cracks, thermal stresses, thermal resistance

Введение. Увеличение продолжительности эксплуатационного ресурса изложниц позволит сократить количество и продлить срок эксплуатации изложниц, снизив затраты на их приобретение и приведет к увеличению объемов выпускаемой продукции и прибыли. Повышение срока службы изложниц является актуальной задачей и имеет важное научное и практическое значение. Разливка жидкой стали и сплавов в изложницы является важнейшей, наряду с выплавкой технологической операцией [1].

В настоящее время в России и мире доля стали, разливаемой на машинах непрерывного литья заготовок, постоянно растет. Тем не менее, в машиностроении крупные изделия и детали из специальных сталей и сплавов могут

быть изготовлены исключительно из слитка. Кроме этого, в некоторых случаях, для обеспечения необходимого уровня качества деталей, их необходимо изготавливать также из слитка, а не из непрерывно литой заготовки [2].

Изложницами называются литые чугунные или стальные формы, в которых из жидкого металла получают слитки, необходимой массы и геометрических размеров, необходимыми для последующей обработки давлением [3].

Материалы и методы. Форма поперечного сечения изложницы назначается исходя из требований дальнейшего передела. На практике наиболее часто встречаются изложницы квадратного, круглого, прямоугольного и многогранного сечения. При проектировании изложниц учитывают: массу слитка, марку стали, способ обработки давлением. На рис. 1 приведено схематическое изображение изложницы.

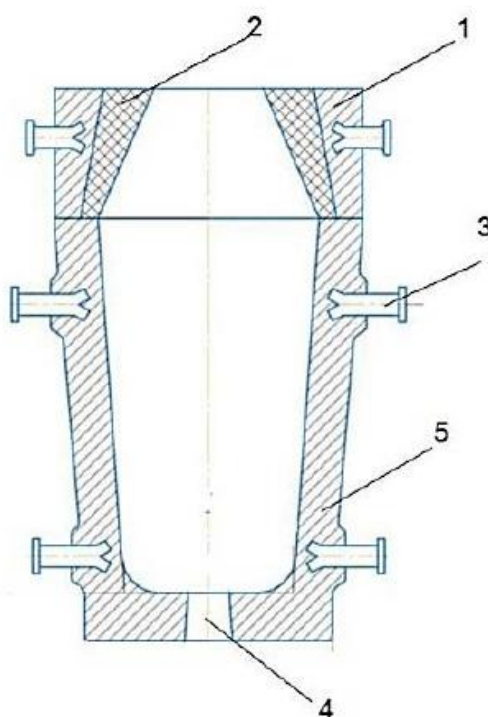


Рис. 1. Схематическое изображение изложницы:
1 — прибыльная надставка; 2 — изотермическая вставка; 3 — цапфы;
4 — отверстие для сифонной заливки; 5 — изложница

К основным характеристикам изложниц относятся конусность $K(\%) = 100(A - B)/2H$ и отношение высоты слитка H (мм) к его среднему диаметру D (мм).

С повышением конусности изложницы облегчается выведение усадочной раковины из тела слитка в прибыльную часть, увеличивается плотность осевой зоны слитка. Обычно H/D изложниц для слитков массой до 5 тонн колеблется в пределах 2,5–4,0, а конусность слитков высоколегированных сталей и сплавов равна 8–10 %. Толщина стенки изложниц прямоугольного сечения чаще всего равна $25 + 0,2D$ [4]. Конструкция изложницы наряду с перечисленными требованиями должна быть удобна в эксплуатации и иметь, возможно, большую стойкость. Стойкость изложниц характеризуется количе-

ством слитков, залитых в нее или удельным расходом кг изложницы на тонну полученного слитка.

Стойкость изложниц зависит от состава, качества металла, из которой она изготовлена, химического состава и температуры разливаемого в нее металла, от условий эксплуатации в данном цехе, от конструкции изложницы и времени выдержки слитков в изложницах [5, 6].

В процессе эксплуатации изложницы работают в условиях моноциклического теплового воздействия (термического удара), приводящего к градиенту температур и возникновению вследствие этого термических напряжений, окислению, обезуглероживанию и эрозии рабочих поверхностей, появлению на них сетки разгара, продольных и поперечных трещин, коробления, что приводит к потере прочности, и как результат разрушение изложниц.

Анализ работы изложниц показывает, что основной причиной их вывода из строя является образование и развитие различных трещин. По этой причине выходит из строя 90 % изложниц.

Трещины можно подразделить на три рода. Трещины первого рода возникают при резком одностороннем нагреве стенки. В изложнице они образуются во время заполнения сталью. Нагреваясь от последней с внутренней (рабочей) поверхности, изложница стремится расшириться, в результате чего в наружных, более холодных слоях стенки возникают растягивающие напряжения. Трещины первого рода проходят на всю глубину стенки и полностью разрушают изложницу. На рис. 2 приведено фото изложницы с трещиной 1 рода.



Рис. 2. Изложница, разрушенная в результате развития трещины первого рода

Трещин второго рода образуются на внутренней поверхности после большого количества наполнений. Они бывают продольными и поперечными, постепенно увеличиваясь в размерах до сквозного разрушения. Причиной их появления и роста являются также растягивающие напряжения, возникающие от торможения усадки изложницы во время быстрого охлаждения внутренней поверхности после извлечения слитка из нее. Трещины второго рода, возникающие и развивающиеся с внутренней поверхности, постепенно увеличиваются (по глубине и протяженности) с увеличением числа теплосмен.

Эти трещины появляются позже сетки разгара и тоже могут служить причиной отбраковки изложницы. Но это происходит крайне редко [7]. На рис. 3 приведено фото изложницы с трещиной 2-го рода.



Рис. 3. Изложница с трещиной второго рода

Трещины третьего рода или так называемая сетка разгара. Этот вид разрушения появляется на нагреваемой поверхности отливки в результате многократных циклических нагревов. Трещины в виде сетки на поверхности [8]. На рис. 4 приведено фото изложницы с трещинами 3-го рода.

Совершенно очевидно, что описанные выше процессы осложняются физико-химическими процессами и прежде всего окислением поверхности трещин.

Возможность появления всех указанных выше трещин определяют условия работы изложницы. Неравномерность и цикличность нагрева и охлаждения отдельных участков изложницы являются причиной развития термических напряжений, которые и вызывают появление трещин. Все другие факторы влияют на скорость их развития. К числу таких факторов следует отнести наличие несплошностей, изменение фазового и химического состава при циклических нагревах, рост материала изложницы, механическое воздействие заливаемой стали и т. д.



Рис. 4. Изложница с трещинами третьего рода

Немаловажным фактором, который определяет сопротивление изложниц образованию трещин под воздействием циклических термических нагрузок — это оптимальное сочетание физических и механических свойств металла форм. В работах [9, 10] приведен обобщенный показатель (1) стойкости металла при термоциклическом нагружении:

$$K = \frac{G_B \cdot \lambda}{E}, \quad (1)$$

где G_B — предел прочности при растяжении, МПа; λ — теплопроводность, Вт/(м·°С); E — модуль упругости, МПа.

Из приведенной формулы видно, что термическая стойкость увеличивается с повышением теплопроводности и предела прочности, увеличение которого приводит к торможению зарождения и распространения термических трещин, а также с уменьшением модуля упругости.

Заключение. Разливка стали в изложницы является неотъемлемой частью производства изделий из специальных сталей и сплавов, без чего технологическое развитие общества невозможно. От качества изложниц зависит их эксплуатационная стойкость. Главной причиной выхода изложниц из работы образование трещин на внутренней поверхности под действием многоциклического теплового воздействия. В результате чего, снижается качество поверхности отливаемых в них слитков и снижается выход годного. Наиболее распространенным видом трещин на рабочей поверхности изложниц является сетка разгара.

Список источников

- [1] Самарин А.М. *Вакуумная металлургия*. Москва, Книга по требованию, 2012, 520 с.
- [2] Сафаров Р.Ш., Большаков Л.А., Скребцов А.М. Повышение срока службы изложниц и поддонов для разливки стали. *Вестник Приазовского государственного технического университета*, 2000, № 10, с. 78–81.
- [3] Заверюха Н.В., Волков Л.А., Чечеткин А.В. *Разливи́к стали*. Москва, Металлургия, 1974, 208 с.
- [4] Каблуковский А.Ф. *Производство электростали и ферросплавов*. Москва, ИКЦ «Академкнига», 2003, 511 с.
- [5] Кульбовский И.К., Богданов Р.А. Роль микропримесей в формировании структуры графита в чугу́не. *Литейщик России*, 2006, № 12, с. 31–34.
- [6] Миляев А.Ф., Никитин Ю.П., Кадников С.В., Тимофеев В.А., Матвеев А.Н. Влияние параметров эксплуатации на стойкость изложниц из ваграночного чугу́на. *Литейное производство*, 2014, № 2, с. 77–79.
- [7] Прохоренко К.К. *Разливка стали и качество стальных слитков*. Киев, 1955, 118 с.
- [8] Курчанов В.А. *Повышение стойкости изложниц*. Москва, Металлургия, 1989, 142 с.
- [9] Яковлев А.Ю., Волчок И.П. Материалы для изготовления металлических форм. *Литейное производство*, 2007, № 4, с. 118–121.
- [10] Санин Ф.П., Кучма Л.Д., Джур Е.О., Санин А.Ф. *Твердотопливные ракетные двигатели. Материалы и технологии*. Днепропетровск, Изд-во Днепропетровского ун-та, 1999, 320 с.