

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОЙ НЕПРЕРЫВНО ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ

**О.Н. Хорошилов, доцент, к.т.н., О.И. Пономаренко, профессор,
д.т.н., НТУ «ХПИ»**

***Аннотация.** Показано влияние геометрических параметров дорна и его срезов на площадь контакта между дорном и заготовкой. Установлено влияние параметров срезов дорна и технологических параметров непрерывного литья по их влиянию на площадь контакта между вязко-упругим участком заготовки и поверхностью дорна.*

***Ключевые слова:** качество поверхности, непрерывно литая заготовка, дорн, площадь и усилие взаимодействия, срезы, вязко-упругий участок.*

Введение

Непрерывное литье заготовок по своей эффективности в современном литейном производстве занимает одно из ведущих мест в мире. Одними из наиболее востребованных сплавов в машиностроении являются медные сплавы. Повышение выхода годного непрерывного литья определяет повышение качества как наружной, так и внутренней поверхности заготовки.

Анализ публикаций

При непрерывном литье цветных сплавов для уменьшения сил трения заготовки о наружную формообразующую втулку, ее изготавливают из графита [1]. При производстве полых заготовок из цветных сплавов из графита изготавливают не только наружную втулку кристаллизатора, но и дорн.

Наружная поверхность заготовки при охлаждении усаживается, уменьшает свой диаметр, в результате чего значительно сокращается площадь касания ее с графитовой втулкой кристаллизатора (ГВК). Внутренняя поверхность заготовки в процессе ее формирования вступает в силовое взаимодействие с поверхностью дорна. С целью уменьшения усилия взаимодействия внутренней поверхности заготовки с поверхностью дорна рабочая поверхность дорна выполнена с уклоном, [1]. Однако бывают случаи, когда усилия между дорном и заготовкой превосходят допустимые пределы, в результате чего:

– при малой степени превышения напряжений на внутренней поверхности заготовки возникают микротрещины, которые со временем развиваются в трещины. Они не только снижают качество

поверхности, но и уменьшают выход годного литья;

– при большей степени превышения напряжений дорн срывается с посадочного места, а вместо полых заготовок машина непрерывного литья начинает отливать сплошные, что классифицируется как нарушение стабильности литья.

Для определения количественных показателей допустимых напряжений был разработан способ для испытания образцов из цветных сплавов [2]. Данная установка позволяет производить исследования образцов в температурном интервале кристаллизации, т.е. при температуре при которой находится вязко-упругий участок заготовок в кристаллизаторе машины непрерывного литья. Анализ результатов экспериментальных исследований был проведен в работе [3]. В результате анализа причин ухудшения качества поверхности заготовки и снижения стабильности непрерывного литья было обнаружено научно-техническое противоречие при производстве полых заготовок:

1. уменьшение соотношения длительности паузы к длительности движения заготовок приводит к увеличению производительности машины непрерывного литья, что может привести к выходу фронта затвердевания за пределы кристаллизатора;
2. увеличение соотношения длительности паузы к длительности движения заготовок может привести, во-первых, к появлению микротрещин на внутренней поверхности заготовки, а, во-вторых, при больших усилиях взаимодействия – к нарушению стабильности непрерывного литья.

Цель и постановка задачи

Цель – обеспечить повышение качества внутренней поверхности заготовки и стабильности про-

цесса непрерывного литья полых заготовок из цветных сплавов за счет изменения конструкции дорна, что позволит изменять площадь контакта между вязко-упругим участком заготовки и дорном в зависимости от геометрических параметров исследуемого дорна. На основе разработанной методики определить влияние геометрических параметров дорна и его срезов на площадь контакта между дорном и заготовкой.

Определение влияния геометрических параметров дорна на площадь контакта между дорном и заготовкой

Процесс непрерывного литья осуществляется циклично. Цикличность движения полой заготовки определяет не только влияние на качество внутренней поверхности заготовки, но и на стабильность процесса непрерывного литья. Так, при изменении соотношения длительностей движения заготовки и паузы

$$3] t_{дв} / t_n] 4, \quad (1)$$

где $t_{дв}$ – длительность движения заготовки из кристаллизатора машины непрерывного литья; t_n – длительность паузы.

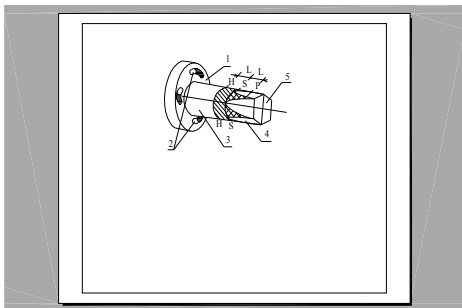


Рис. 1. Графитовый дорн со срезами для непрерывного литья цветных сплавов: 1 – посадочное место дорна в графитовой втулке кристаллизатора; 2 – отверстия для протекания расплава в полость кристаллизатора; 3 – рабочая поверхность дорна; 4 – срезы на рабочей поверхности дорна; 5 – торец дорна

Обеспечение стабильности процесса непрерывного литья полых заготовок из цветных сплавов заключается в регулировании растягивающего усилия в поперечном сечении консольной части дорна. Данный процесс обеспечивается при нанесении срезов на рабочую поверхность дорна и путем регулирования величины шага извлечения заготовки производить регулирование площади контакта и усилия взаимодействия между дорном и внутренней поверхностью заготовки, что в свою очередь влияет на растягивающие усилия в поперечном сечении консольной части дорна. Кроме того, регулирование усилия взаимодействия между дорном и внутренней поверхностью вязко-упругого участка заготовки напрямую свя-

зано с вероятностью образования на ней микротрещин и трещин.

Для повышения стабильности процесса непрерывного литья и качества внутренней поверхности заготовки на рабочей поверхности дорна были выполнены срезы, рис. 1 [4].

Суть процесса регулирования площади контакта между дорном и внутренней поверхностью заготовки заключается в следующем. Поверхность дорна имеет заштрихованный участок Н-S (между линиями Н и S, расстояние между которыми равно величине шага L), на поверхности которого происходит циклическое перемещение фронта застывания от линии Н до линии S. На этом же участке происходит формообразование внутренней поверхности заготовки и образование первичной прочности заготовки. Последующее перемещение заготовки на величину шага L позволяет ей переместиться на участок S-P, на котором возможно производить регулирование площади контакта между поверхностью дорна и заготовкой. Для пояснения процесса регулирования контакта между дорном и заготовкой рассмотрим рис.2.

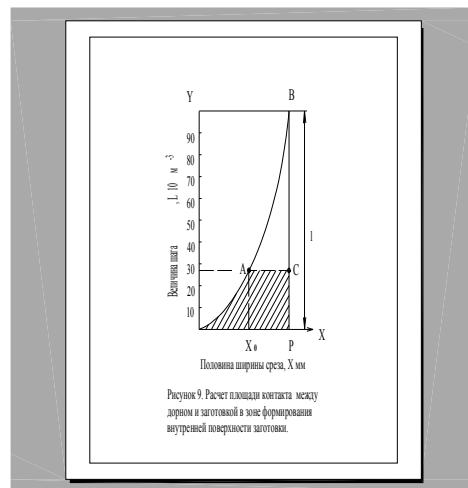


Рис. 2. Определение площади контакта между дорном и заготовкой при различных величинах шага L

Из рис. 2 следует, что изменение величины шага L позволяет изменять площадь контакта и усилие взаимодействия между заготовкой и дорном в процессе непрерывного литья.

Основную расчетную формулу, которая связывает усилие взаимодействия между заготовкой и дорном с предельно допустимой прочностью материала дорна можно выразить следующим образом:

$$\sigma^{Д-З} 4S_K \psi f_{тр} < [\sigma_{пред}^{Гер}], \quad (2)$$

где $\sigma^{Д-З}$ – удельное усилие взаимодействия между дорном и заготовкой; S_K – площадь контакта

между заготовкой и дорном со срезами; $[\sigma_{\text{пред}}^{\text{Гер}}]$ – предельно допустимое напряжение в поперечном сечении дорна определяется из литературных источников [5].

Удельное напряжение σ^{L-3} определяется [6]

$$\sigma^{L-3} = - \frac{\alpha \Delta T \chi E(t)}{\frac{\gamma}{\kappa} (1 - \nu) + \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \chi (1 + \nu)} \frac{\gamma}{\kappa} \left[1 - \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \frac{\chi}{\gamma} \right], \quad (3)$$

где R_1 и R_2 – наружный и внутренний радиусы полой заготовки, м; $E(T)$ – функция модуля упругости заготовки от температуры, α – коэффициент термического расширения; ν – коэффициент Пуассона; ΔT – температурный интервал между температурой затвердевания и текущей температурой.

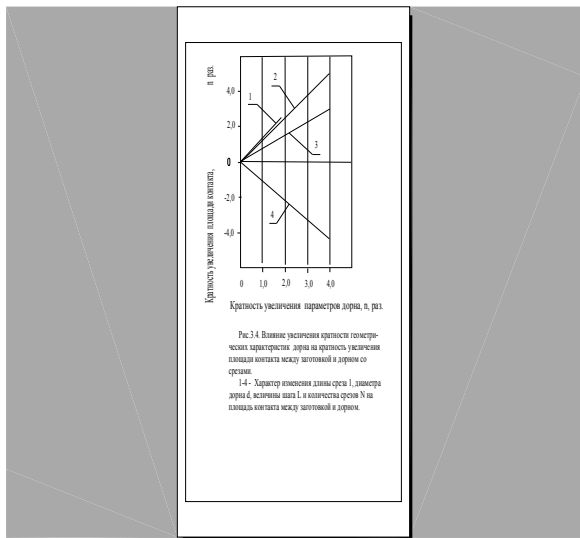


Рис. 3. Влияние кратности увеличения геометрических параметров дорна и величины шага L на кратность увеличения площади контакта между дорном и заготовкой: 1–4 – влияние кратности увеличения величины шага L на увеличение площади контакта между дорном со срезами и заготовкой при соответствующем увеличении длины среза, диаметра, величины шага и количества срезов соответственно

Результаты анализа по влиянию геометрических параметров дорна и его срезов на площадь контакта между дорном и заготовкой свидетельствуют о следующем.

На площадь контакта между дорном и заготовкой влияют следующие геометрические параметры: внутренний диаметр заготовки D (или диаметр дорна) длина среза l , количество срезов N , а так же величина шага L , рис. 3.

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований определен характер влияния геометрических характеристик срезов: l , D , и N и величины шага L на площадь контакта между дорном и заготовкой:

– при увеличении диаметра дорна и длины срезов (при прочих равных условиях) площадь контакта между дорном и заготовкой увеличивается;

– при увеличении количества срезов площадь контакта уменьшается.

Величина шага L так же влияет как на изменение площади контакта между дорном и заготовкой, так и на коэффициент η :

– при увеличении шага L происходит увеличение площади контакта S_K .

Литература

1. Горизонтальное непрерывное литье цветных металлов и сплавов / О.А. Шатагин, В.Т. Сладкоштеев, М.А. Вартазаров и др. – М.: Металлургия, 1974. – 174 с.
2. Рішення №11342/1 від. 13.04.06. про видачу деклараційного патенту на корисну модель G 01 N 3/18. Спосіб випробування зразків в температурному інтервалі кристалізації на повзучість та довготривалу міцність / О.М. Хорошилов, О.О. Шатагин, О.І. Пономаренко та ін. по заявці № 2006 01204. Дата подачі 07.02.2006.
3. Хорошилов О.Н. Прочность медных сплавов в температурном интервале кристаллизации // Литейное производство. – 1999. – №12. – С. 22–23.
4. Деклараційний патент на корисну модель №12732 МПК (2006) C25D 21/12, B22D 11/04, Дорн для безперервного лиття порожнистих заготовок з кольорових сплавів / О.М. Хорошилов, С.Г. Сизонова. Заявлено 26.09.2005. Опубл. 15. 02. 2006. Бюл. №2.
5. Колотило Д.М., Челядинов Л.Д. Углеродные литейные формы. – К.: Наукова думка, 1971. – 163 с.
6. Хорошилов О.Н. Методика определения внутренних напряжений в охлаждающихся, полых непрерывно-литых заготовках из цветных сплавов // Процессы литья. – 2005. – №3. – С. 37–43.

Рецензент: С.С. Дьяченко, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 30 июня 2006 г.