

Во избежание этого подачу материала в зону размола необходимо дозировать и не допускать попадания кусков с размерами, превышающими или близкими к наибольшему возможному зазору между кольцом и роликом.

Заключение. Анализ силового взаимодействия размольных тел ролико-кольцевой мельницы с твёрдыми материалами даёт основание говорить о том, что для устойчивой работы ролико-кольцевой мельницы необходима дозированная подача исходного материала в зону размола, а в исходном материале нежелательны частицы с размером и прочностью, способными вызвать заклинивание роликов в кольце.

Список цитируемых источников

1. Сиденко П. Л. Измельчение в химической промышленности. М. : Химия, 1968. 382 с.
2. Акунов В. И. Валковые мельницы высокого давления // Строит. и дорож. машины. 1994. № 7. С. 10—11.
3. Ложечников Е. Б., Дубовская Е. М. Технология размола материалов в ролико-кольцевой мельнице центробежного типа // Материалы, технологии, инструменты. 1999. № 1. С. 79—81.
4. Там же.

УДК 621.74.047

В. П. Груша,

кандидат технических наук

*Государственное научное учреждение «Институт технологии металлов
Национальной академии наук Беларуси», Могилёв*

В. Ф. Бевза,

кандидат технических наук

*Государственное научное учреждение «Институт технологии металлов
Национальной академии наук Беларуси», Могилёв*

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ИЗ ЧУГУНА ЛИТЕЙНО-ТЕРМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Приведено описание и преимущества принципиально нового эффективного метода литья полых цилиндрических заготовок без применения стержня.

Description and advantages of the fundamentally new efficient method for casting of hollow cylindrical billets without application of the rod are presented.

Введение. Качество чугуновых литых изделий в основном определяется структурой и плотностью материала отливки. От этих параметров, в первую очередь, зависит надёжность, технико-экономические, эксплуатационные характеристики и ресурс работы готового изделия.

Известно, что более высокими прочностными характеристиками обладает чугун с плотной мелкодисперсной структурой. Поэтому в основе любой технологии лежит стремление обеспечить высокую интенсивность теплоотвода от поверхности затвердевающей отливки, однонаправленность затвердевания металла, постоянное обильное питание фронта кристаллизации перегретым расплавом в течение всего времени затвердевания. Традиционные способы литья не всегда могут обеспечить такие условия. Наиболее полно требованиям получения отливок высокого качества отвечают методы литья, в основу которых положены принципы организации направленного затвердевания металла.

Целью настоящей работы является представление результатов исследований по разработке и созданию принципиально нового литейно-термического метода формирования отливок.

Основная часть. Для производства деталей типа гильз, втулок и колец в ГНУ «Институт технологии металлов Национальной академии наук Беларуси» разработан метод получения полых отливок намораживанием (направленным затвердеванием) в непрерывно-циклическом режиме литья из чугунов различных типов [1].

При намораживании, как и при любом другом виде литья, качество заготовок, в первую очередь, определяется характером теплоотвода от затвердевающей отливки и условиями её взаимодействия с формой. Это взаимодействие начинается с момента контакта жидкого металла с рабочей поверхностью кристаллизатора. В месте контакта начинается и последовательно протекает затвердевание корочки металла в радиальном направлении в глубь расплава. При этом дендриты в структуре отливок растут перпендикулярно поверхности теплоотвода от наружной поверхности формирующейся отливки. Именно такое расположение структурных составляющих обеспечивает максимально высокую износостойкость рабочей поверхности деталей типа тел вращения.

При литье намораживанием скорость кристаллизации металла в наружных слоях отливки составляет около 2,5 мм / с. По мере удаления фронта затвердевания от стенки кристаллизатора скорость значительно снижается, и уже при толщине стенки отливки 12...14 мм она составляет примерно 0,3...0,4 мм / с [2]. Такие условия формирования отливок из серого чугуна способствуют образованию градиентной структуры по толщине стенки. В эвтектическом интервале температур при затвердевании наружных слоёв отливки в междендритных участках образуются аустенитно-цементитные колонии (ледебуритная эвтектика). Средняя и внутренняя зоны заготовки затвердевают с образованием аустенитно-графитных агрегатов.

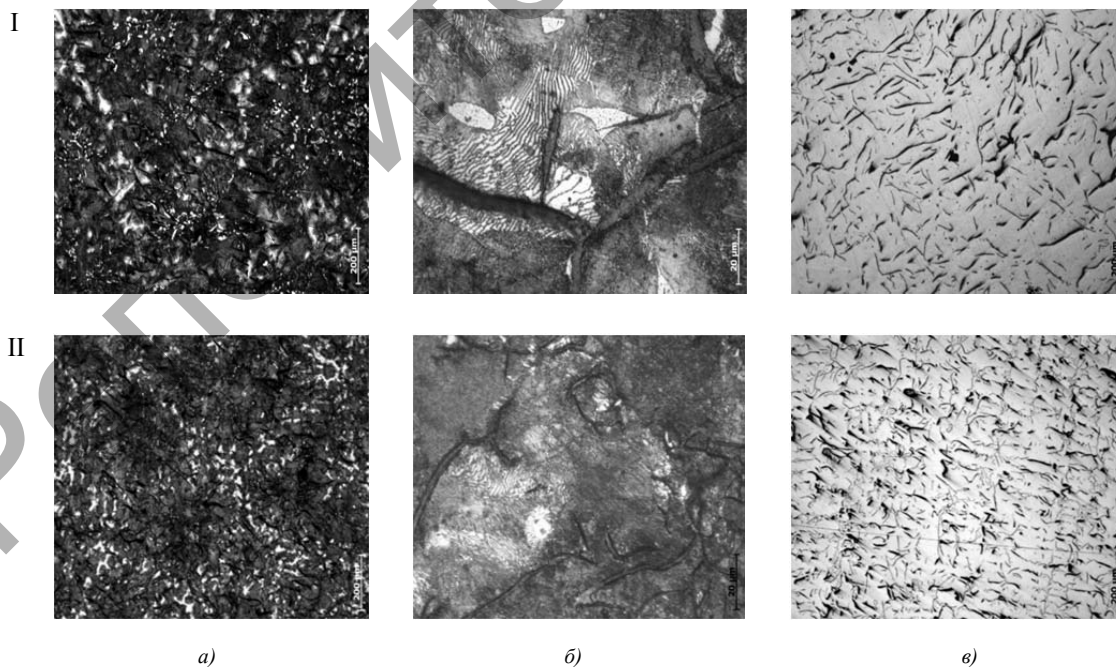
Этому методу присуща ещё одна важная особенность. В момент извлечения из кристаллизатора и расплава отливка имеет высокую температуру: на внутренней поверхности — температуру солидуса, на наружной — 900...1 000°С. Это даёт достаточно широкие возможности для управления процессом структурообразования на этапе вторичного охлаждения за счёт первичного тепла отливки без применения дополнительных источников энергии. При охлаждении на воздухе в естественных условиях в её наружной зоне процесс распада цементита не всегда успеваает пройти полностью. Выдержка же извлечённой из кристаллизатора отливки в термокамере, выполняющей функцию термоса, обеспечивающего охлаждение со скоростью не более 0,5 К / с, способствует полному распаду эвтектического цементита в её наружном слое. После выемки отливки из термокамеры её охлаждение в области эвтектоидных превращений на воздухе в условиях естественной конвекции происходит со скоростью 1,5...1,2 К / с, что обеспечивает получение практически полностью перлитной матрицы (П96...П).

Анализ структуры отливок, полученных из чугуна одного и того же состава литьём в сухую стержневую форму и направленным затвердеванием, показал, что в первом случае дисперсность перлита (ПД) составляет 1,5...2,5, а во втором 0,5...1,0 (рисунок 1). Кроме того, размеры и характер распределения включений фосфидной эвтектики и графита предпочтительнее в отливках, полученных направленным затвердеванием.

Структура получаемых отливок из низколегированного серого чугуна перлитного класса в максимальной степени соответствует требованиям, предъявляемым к машиностроительным деталям ответственного назначения. Материал отливок, полученных методом намораживания, имеет высокую дисперсность металлической основы, благоприятное строение графитовой фазы и фосфидной эвтектики для деталей, работающих в условиях трения.

Твёрдость материала составляет 101...105 HRB. При этом изменение твёрдости по периметру отливки в поперечном сечении не превышает 2,5...3 единиц, а по высоте и толщине стенки отливки — 0,03%.

При степени эвтектичности ~0,85 предел прочности чугуна, легированного хромом, никелем и медью, в десятых долях процента составляет 295...305 МПа. Последующая термическая обработка деталей (закалка) позволяет получать твёрдость в диапазоне от 35 до 50 HRC.



a — металлическая матрица; *б* — дисперсность перлита; *в* — распределение и форма графитовых включений

Рисунок 1 — Структура чугуна, полученного литьём в стержневую форму (I) и методом намораживания (II)

Заключение. Принципиально новыми преимуществами описанной схемы литья и условий формирования отливок по сравнению со всеми существующими методами являются: 1) сочетание интенсивного одностороннего теплоотвода с постоянным избыточным питанием фронта затвердевания перегретым расплавом в течение всего времени формирования отливки в кристаллизаторе, определяющее получение плотной мелкодисперсной структуры и исключающее появление усадочной и газовой пористости, раковин, неметаллических включений и т. п.; 2) возможность управления процессом структурообразования чугуна вне формы за счёт использования первичного тепла отливки, температура которой после извлечения из кристаллизатора всегда выше A_{c3} ; 3) отсутствие внутреннего стержня определяет свободную усадку затвердевающей и охлаждающейся отливки и исключает возникновение больших напряжений и брака по горячим трещинам; 4) высокая производительность процесса литья за счёт большой скорости затвердевания металла и получения заготовок мерной длины в условиях непрерывной разливки.

Список цитируемых источников

1. Marukovich Y. I., Bevza U. F., Grusha V. P. Continuously — iterative casting by freezing — up of tube billets // *Advanced Sustainable Foundry* : proc. 71th World Foundry Congress. Bilbao, 2014 ; Marukovich Y. I., Bevza U. F. Fundamentally New Effective Process, of Casting of Hollow Cylindrical Billets of Cast Iron by the Metod of Directional Solidification // *Key Engineering Materials*. 2011. Vol. 457. P. 465—469 ; Марукович Е. И., Бевза В. Ф., Груша В. П. Принципиально новый эффективный процесс литья полых цилиндрических заготовок из чугуна методом направленного затвердевания // *Литьё и металлургия*. 2010. № 3. С. 21—24 ; Формирование отливок из высокохромистого чугуна в металлической водоохлаждаемой форме / Е. И. Марукович [и др.] // *Двигателестроение*. 2014. № 1 (255). С.41—45.
2. Marukovich Y. I., Bevza U. F., Grusha V. P. Continuously — iterative casting by freezing — up of tube billets // *Advanced Sustainable Foundry* : proc. 71th World Foundry Congress. Bilbao, 2014 ; Marukovich Y. I., Bevza U. F. Fundamentally New Effective Process, of Casting of Hollow Cylindrical Billets of Cast Iron by the Metod of Directional Solidification // *Key Engineering Materials*. 2011. Vol. 457. P. 465—469.

УДК 621:658.345.8

П. П. Дегтеров,

кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

В. А. Потапов

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВ

В статье рассмотрены преимущества процесса автоматизации производств в целях повышения безопасной деятельности человека.

The article discusses the benefits of automation to improve the safety of human activity.

Введение. Технический прогресс и связанные с ним высокие темпы производства меняют условия труда, его процесс и организацию. Создание для работающих безопасных условий труда является одной из важных социально-экономических проблем в мире.

По оценкам Международной организации труда, общее количество пострадавших от несчастных случаев на производстве составляет 270 млн человек в год [1].

В Республике Беларусь ежегодно на производстве травмируется свыше 5 тыс. работников, из них около 160 погибает, а свыше 800 человек получают тяжёлые травмы из-за нарушений требований охраны труда.

Важнейшим фактором наряду с другими, способствующими сокращению числа несчастных случаев, является автоматизация производств в различных отраслях промышленности.

Наилучшим образом вопросы автоматизации производства, исключающие участие работников в выполнении технологических операций и повышающих их безопасность, решаются в машиностроении путём комплексной автоматизации производственных процессов.

Основная часть. Комплексная автоматизация производственных процессов рассматривается сегодня как система автоматизации, охватывающая всё производство — от проектирования изделий и технологии до изготовления продукции и доставки её потребителю. Промышленные роботы, робототехнические комплексы, гибкие производственные системы — это более совершенный этап в комплексной автоматизации производства. Начатая в начале 1980-х гг. интенсивная интеграция двух