

Селиверстов В.Ю., Доценко Ю.В., Збинец А.В.
Национальная металлургическая академия Украины

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВОЙСТВА СТАЛИ С ШИРОКИМ ИНТЕРВАЛОМ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ

Аннотация

Представлены результаты исследований структуры металла отливки цилиндрической формы из стали X12Ф1Л, затвердевающей в кокиле с применением различных режимов газодинамического воздействия. Проведен анализ количественного соотношения структурных составляющих исследованных образцов. Исследованы микротвердость и химический состав составляющих сплава при реализации разных режимов воздействия. Приведены результаты механических испытаний исследуемых образцов стали. Установлено позитивное влияние указанного активного воздействия на качество литого металла.

Ключевые слова: газодинамическое воздействие, отливка, технология, образец, структура, фазовый состав, свойства.

Selivorstov V.Y., Dotsenko Y.V., Zbinets A.V.
National Metallurgical Academy of Ukraine

THE STUDY OF GAS-DYNAMIC INFLUENCE ON PROPERTIES OF STEEL WITH A WIDE INTERVAL OF SOLIDIFICATION

Summary

The article represents the results of researches of structure of metal of cast of cylindrical form from steel X12Ф1Л solidifying in block mold with the use of the different modes of gas-dynamic influence. The analysis of the quantitative relationships of the structural components of the studied samples is conducted. Microhardness and chemical composition of the alloy components in the implementation of the different modes of influence are investigated. The results of mechanical testing of steel samples are provided. Positive effect of the indicated active influence on quality of the poured metal is proved.

Keywords: gas-dynamic influence, cast, technology, sample, structure, phase composition, properties.

УДК 621.745.002.645:533

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗАГОТОВОК ДЛЯ РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГАЗОДИНАМІЧНОГО ВПЛИВУ НА РОЗПЛАВ В ЛИВАРНІЙ ФОРМІ

Селівьорстов В.Ю., Доценко Ю.В., Любич П.Г.
Національна металургійна академія України

Приведені результати промислових випробувань технології газодинамічного впливу на розплав в ливарній формі при виробництві циліндричних заготовок для ріжучого інструменту із сталі P18 способом лиття по витоплюваним моделям. Приведена схема пристрою для здійснення газодинамічного впливу на розплав в ливарній формі. Описані основні операції удосконаленого технологічного процесу. Приведені результати випробувань з визначення механічних властивостей литого металу, одержаного із застосуванням газодинамічного впливу в процесі твердіння, а також металу, одержаного за традиційною технологією, після термічної обробки. Отримані результати показали перспективність проведення подальших досліджень та використання зазначеного процесу.

Ключові слова: газодинамічний вплив, лиття по витоплюваним моделям, виливок, технологія, зразок, механічні властивості.

Постановка проблеми. Однією з причин виникнення дефектів в литому металі є порушення нормального процесу живлення, часто пов'язаного з неможливістю підтримки в елементах живлення навіть атмосферного тиску із-за герметизації вилівка у формі. При цьому, до найбільш поширених видів дефектів виливків при литті по витоплюваним моделям (ЛВМ) можна віднести саме шпаристість. Аналіз теоретичних, експериментальних робіт, а також досвід впроваджених у виробництво технологій показує, що при використанні активних методів зовнішніх фізичних впливів та управління структуроутворенням вдається не тільки значно понизити брак виливків, у тому числі і по цьому виду дефектів, але й підвищити механічні властивості литого

металу. До таких активних методів можна віднести газодинамічний вплив на твердіючий в ливарній формі розплав. Тому однією з актуальних проблем є отримання науково обґрунтованих результатів, що дозволяють здійснити удосконалення існуючих, а також розробку нових ефективних технологічних процесів отримання якісних литих заготовок спеціальними способами лиття.

Аналіз попередніх публікацій. До методів активних фізичних впливів можна віднести вплив тиску на розплав, що кристалізується у ливарній формі: лиття під газовим, механічним або комбінованим тиском. При цьому, про можливості і перспективи застосування низького (до 0,5 МПа), середнього (0,6-20 МПа) і високого (понад 20 МПа) тиску при

кристалізації розплавів для поліпшення якості литих заготовок опубліковано значну кількість даних [1-6]. Наголошується перспективність використання підвищеного тиску під час кристалізації для забезпечення високих і стабільних властивостей металу при виготовленні заготовок, що виготовляються, зокрема, у формах ЛВМ [7-9].

На кафедрі ливарного виробництва Національної металургійної академії України розроблена технологія газодинамічного впливу на розплав, що твердіє в ливарній формі [10, 11]. Відмітною особливістю даної технології є можливість передачі газового тиску безпосередньо рідкій фазі до моменту повного затвердіння вилівка після герметизації системи виливків – пристрій для введення газу за рахунок формування шару затверділого металу відповідної товщини на поверхні виливка. Технологія була застосована при литті в металеву форму та показала свою ефективність з точки зору підвищення якості металу [12-15]. Проте, актуальним завданням представляється встановлення можливості та опробування зазначеної технології в інших теплофізичних умовах кристалізації виливка, при інших способах лиття.

Ціль досліджень – визначення механічних властивостей металу заготовок циліндричної форми із сталі Р18, що кристалізується в формі ЛВМ при газодинамічному впливі у порівнянні з аналогічними характеристиками литого металу, отриманого за традиційною технологією.

Основний матеріал. В умовах цеху точного лиття підприємства ТОВ «ИТЛ-Лассо» (м. Дніпропетровськ) була випробувана технологія лиття і установка для здійснення газодинамічного впливу на розплав в керамічній формі ЛВМ при відливанні циліндричних заготовок із сталі Р18Л для виготовлення ріжучого інструменту. Отриманий хімічний склад сталі приведений в табл. 1. Діаметр виливка – 25 мм, висота – 200 мм. В конструкцію експериментального блока виливків (модельного блока) були внесені зміни з метою забезпечення герметизації системи виливків-пристрій для введення газу впродовж мінімального проміжку часу та більш тривалого затвердіння металу в живильнику.

Таблиця 1

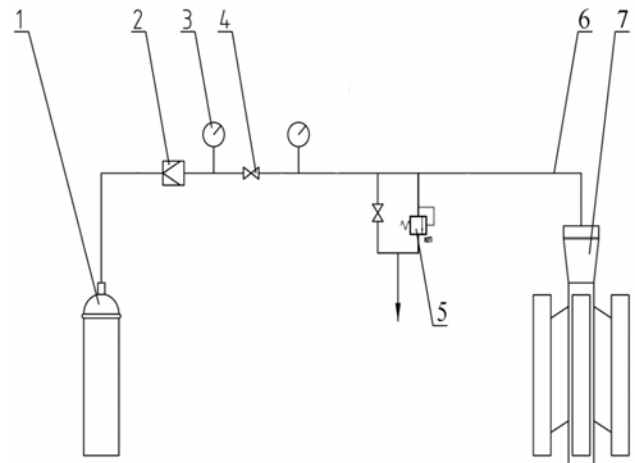
Хімічний склад сталі

| Марка сталі | Вміст елементів, % | | | | | | |
|-------------|--------------------|-----|------|-----|-----|------|------|
| | C | Cr | W | V | Mo | S | P |
| Р18Л | 0,72 | 4,1 | 18,0 | 1,1 | 0,1 | 0,03 | 0,02 |

У порядок технологічних операцій виготовлення виливків за технологією ЛВМ були включені наступні: після заливки керамічної форми здійснювали введення пристрою подачі газу в розплав у верхню частину стояка; здійснювали витримку для герметизації системи виливків – пристрій подачі газу і подачу газу (аргону) під наростаючим тиском 0,1-3 МПа з використанням розробленої установки (рис. 1).

Дослідження властивостей литого металу проводили в порівнянні з металом тієї ж марки, який одержаний за традиційною технологією.

Для дослідження механічних властивостей металу із виливків вирізали циліндричні зразки (рис. 2): одержані із застосуванням газодинамічного впливу – № № 1, 2, 3; одержані за традиційною технологією – № № 4, 5, 6. Пропорційно циліндричні зразки для механічних випробувань виготовляли по типу III (ГОСТ 1497-84). Розміри зразка представлені в таблиці 2.



1 – балон з аргоном, 2 – редуктор, 3 – манометр, 4 – вентиль, 5- перепускний клапан, 6 – трубопровід, 7 – ливарна форма.

Рис. 1. Схема пристрою для здійснення газодинамічного впливу на розплав у формі ЛВМ

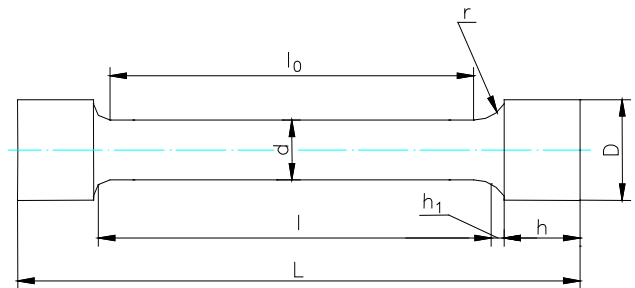


Рис. 2. Пропорційний циліндричний зразок

Таблиця 2
Розміри пропорційно циліндричного зразка, мм

| d | $l_0=5d$ | F | L | D | h | h_1 | R | L |
|---|----------|-------|----------------|----|----|-------|-----|--------------|
| 6 | 30 | 28,27 | $l_0=(0,5-2)d$ | 12 | 10 | 2,5 | 1,5 | $l+2(h_1+h)$ |

Твердість після загартування і відпуску визначали по ГОСТ 9013-59 на зразках, відібраних для механічних випробувань. Загартування проводили в соляній високотемпературній ванні при температурі 1260 + 3°C 1,5 хв. з попереднім підігрівом при 850 + 3°C 5-6 хв. в низькотемпературній соляній ванні. Охолодження зразків після загартування проводили в мастилі. Відпуск зразків проводили при температурі 560°C з витримкою впродовж однієї години і охолодженням на повітрі.

У таблиці 3 приведені результати випробувань з визначення механічних властивостей литого металу, одержаного із застосуванням газодинамічного впливу в процесі твердіння у формі ЛВМ, а також металу, одержаного за традиційною технологією після термічної обробки.

Структура металу в стояку і виливках експериментальних блоків відрізняється щільною дендритною будовою, практично позбавленою газосадкових і ліквіційних дефектів на відміну від литого металу, одержаного за традиційною технологією, який мав значну кількість пір. У мікроструктурі литої швидкокристалічної сталі, одержаної за традиційною технологією, спостерігається значна структурна неоднорідність і, перш за все, на-

явність грубої скелетоподібної сітки евтектичних і вторинних карбідів по межах зерен металевої основи, що знижує міцнісні характеристики сталі. У мікроструктурі литої швидкокорізальної сталі, одержаної за експериментальною технологією, структурна неоднорідність має вид тоншої сітки евтектики по межах зерен, що позитивним чином позначилося на механічних властивостях металу.

Таблиця 3

Механічні властивості сталі

| № зразка | R _{max} , кг | F, мм ² | σ _b , кг/мм ² | HRC | δ, % |
|----------|-----------------------|--------------------|-------------------------------------|-----|------|
| 1 | 4868,1 | 28,27 | 172,2 | 62 | 3,55 |
| 2 | 4856,8 | | 171,8 | 61 | 3,75 |
| 3 | 4865,3 | | 172,1 | 61 | 3,73 |
| 4 | 3921,1 | | 138,7 | 53 | 2,57 |
| 5 | 3887,1 | | 137,5 | 52 | 2,59 |
| 6 | 3881,5 | | 137,3 | 52 | 2,57 |

Висновки:

1. В ході проведеної роботи визначена можливість застосування технології газодинамічного впливу на розплав в ливарній формі при литті по

витоплюваним моделям, а також перспективність проведення подальших досліджень в цьому напрямку.

2. Дослідження структури металу в стоячку і виливках експериментальних блоків виявили відсутність газоусадкових і ліквідаційних дефектів на відміну від литого металу, одержаного за традиційною технологією, який мав значну кількість пір. У мікроструктурі сталі, одержаної за експериментальною технологією, структурна неоднорідність має вид тоншої сітки евтектики по межах зерен, на відміну від наявної грубої скелетоподібної сітки евтектичних і вторинних карбідів по межах зерен металевої основи сталі, одержаної за традиційною технологією.

3. В результаті досліджень властивостей литого металу, що отриманий за експериментальною технологією, в порівнянні з металом, який одержаний за традиційною технологією, встановлений позитивний вплив застосування газодинамічної дії на механічні властивості швидкокорізальної сталі P18: тимчасовий опір збільшується на 14-16%, твердість металу збільшується на 15-16%, а відносне подовження – на 30-45%.

Список літератури:

1. Борисов Г.П. Давление в управлении литейными процессами [Текст] / Г.П. Борисов. – К.: Наукова думка, 1988. – 271 с.
2. Ефимов В.А. Перспективы развития работ по применению внешних воздействий на жидкий и кристаллизующийся расплав / Влияние внешних воздействий на жидкий и кристаллизующийся металл // Под ред. В.А. Ефимова. – Киев: Изд. ИПЛ АН УССР. – 1983. – С. 3-21.
3. Батышев А.И. Кристаллизация металлов и сплавов под давлением / А.И. Батышев. – М: Металлургия, 1990. – 144 с.
4. Скворцов А.А. Влияние внешних воздействий на процесс формирования слитков и заготовок / А.А. Скворцов, А.Д. Акименко, В.А. Ульянов. – М.: Металлургия, 1995. – 272 с.
5. Ефимов В.А. Физические методы воздействия на процессы затвердевания сплавов / В.А. Ефимов, А.С. Эльдарханов. – М.: Металлургия, 1995. – 272 с.
6. Батышев А.И. Штамповка жидкого металла (Литье с кристаллизацией под давлением) / А.И. Батышев, Е.М. Базилевский, В.И. Бобров, Ф.А. Мартынов, Ю.А. Евстратов. – М: Машиностроение, 1979. – 200 с.
7. Чернов Н.М. Формирование стальных отливок по выплавляемым моделям с кристаллизацией под давлением / Н.М. Чернов, М.Д. Пархоменко, В.Н. Гречко, Ю.А. Караник // Литейное производство. – 1993. – № 4. – С. 22-24.
8. Чернов Н.И. Литье алюминиевых заготовок по выплавляемым моделям с кристаллизацией под давлением / Н.И. Чернов, А.И. Игнатов, В.Н. Гречко // Литейное производство. – 1995. – № 2. – С. 12-13.
9. Медведев К.А. Литье по выплавляемым моделям с кристаллизацией под давлением коррозионно-стойких сталей / К.А. Медведев, Н.М. Чернов // Литейное производство. – 2006. – № 1. – С. 20-23.
10. Декларацийний патент, Україна МПК (2006) B22D 18/00 Пристрій для отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.С., Доценко Ю.В. № 28859 заявл. 03.08.2007, опубл. 25.12.2007, Бюл. № 21.
11. Декларацийний патент, Україна МПК (2006) B22D 18/00 Спосіб отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.С., Доценко Ю.В. № 28858 заявл. 03.08.2007, опубл. 25.12.2007, Бюл. № 21.
12. Селівьорстов В.Ю. Дослідження газодинамічного впливу на властивості литої вуглецевої сталі / В.Ю. Селівьорстов // Теорія і практика металургії. – 2007. – № 4-5. – С. 22-25.
13. Селиверстов В.Ю. Влияние газодинамического воздействия на распределение сульфидных включений в цилиндрической отливке из углеродистой стали, затвердевающей в кокиле / В.Ю. Селиверстов, Т.В. Михайловская, Ю.В. Доценко, Ю.А. Мушенков // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2009. – № 5. – С. 40-43.
14. Селівьорстов В.Ю. Особливості структуроутворення литої вуглецевої сталі при газодинамічному впливі / В.Ю. Селівьорстов, В.С. Хричиков, В.З. Куцова, О.А. Носко, Ю.В. Доценко, П.Д. Куц // Теорія і практика металургії. – 2009. – № 5-6. – С. 80-85.
15. Selivorstov V. Al-Si alloys structure formation using gaso-dynamic modification / Selivorstov V., Dotsenko Y., Borodianskiy K., Kossenko A., Zinigrad M. // Proceedings of the 8th Israel-Russian Bi-National Workshop [The Optimization of the Composition, Structure and Properties of Metals, Oxides, Composites, Nano- and Amorphous Materials] (Jerusalem, Israel, June 28 – July 03, 2009). – The Israeli Academy of Science and Humanities, The Russian Academy of Science. – P. 143-150.

Селиверстов В.Ю., Доценко Ю.В., Любич П.Г.
Национальная металлургическая академия Украины

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК ДЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАСПЛАВ В ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ

Аннотация

Приведены результаты промышленных испытаний технологии газодинамического воздействия на расплав в литейной форме при производстве цилиндрических заготовок для режущего инструмента из стали P18 способом литья по выплавляемым моделям. Приведена схема устройства для осуществления газодинамического воздействия на расплав в литейной форме. Описаны основные операции усовершенствованного технологического процесса. Приведены результаты испытаний по определению механических свойств литого металла, полученного с применением газодинамического воздействия в процессе твердения, а также металла, полученного по традиционной технологии, после термической обработки. Полученные результаты показали перспективность проведения последующих исследований и использования данного процесса.

Ключевые слова: газодинамическое воздействие, литье по выплавляемым моделям, отливка, технология, образец, механические свойства.

Selivorstov V.Y., Dotsenko Y.V., Liubych P.H.
National Metallurgical Academy of Ukraine

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF BLANKS FOR CUTTING TOOLS USING GAS-DYNAMIC INFLUENCES ON THE MELT IN A MOLD

Summary

The results of industrial tests of technology of gas-dynamic influences of the melt in a mold in the course of production of cylindrical blank for a cutting tools from steel P18 using the method of casting on the smelted models are determined. A diagram of the device for the implementation of gas-dynamic influence on the melt in the mold is provided. The authors describe the basic operations for improvement of technological process. The results of tests on the mechanical properties of cast metal obtained by the use of gas-dynamic influences in the hardening process, as well as metal, obtained by the conventional technology, after the heat treatment are determined. The obtained results showed perspective of further researches and practical use of this process.

Keywords: gas-dynamic influences, casting on the smelted models, cast, technology, sample, mechanical properties.