

УДК 620.18:621.746

Приведені результати досліджень властивостей литих циліндричних заготовок із сталі Р18 і фасонних виливків з сплаву АК5М, що твердіють в керамічних оболочкових формах і неохолоджуваному кокілі при газодинамічному впливі та за традиційною технологією

Ключові слова: виливок, газодинамічний вплив, дослідження, механічні властивості

Приведены результаты исследований свойств литых цилиндрических заготовок из стали Р18Л и фасонных отливок из сплава АК5М, затвердевающих в керамических оболочковых формах и неохлаждаемом кокиле при газодинамическом воздействии и по традиционной технологии

Ключевые слова: отливка, газодинамическое воздействие, исследование, механические свойства

The results of researches properties of the poured cylindrical semiss from steel of P18Л and shaped casts from the alloy of АК5М are resulted, solidifiable in ceramic thecal forms and uncooled kokyl' at gaz-dynamyc influence and on traditional technology

Keywords: cast, gaz-dynamyc influence, research, mechanical properties

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИЛИВКІВ ІЗ СТАЛІ Р18Л ТА СПЛАВУ АК5М ПРИ ГАЗОДИНАМІЧНОМУ ВПЛИВІ В ПРОЦЕСІ ЗАТВЕРДІННЯ

В.Ю. Селівьорстов

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра ливарного виробництва

Національна металургійна академія України

пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ, Україна, 49600

Контактний тел.: (056) 374-83-67

E-mail: s-v-y@mail.ru

Вступ

Наявний практичний досвід використання тиску за для отримання якісних литих заготовок свідчить про ефективність даного активного фізичного впливу на спрямованість та кінетику розвитку гідродинамічних, теплофізичних, кристалізаційних та деформаційних процесів, що відбуваються при формуванні властивостей металу виливка. Однією з технологій, що використовують регульований газовий тиск в якості означеного активного впливу в процесі затвердіння, є технологія газодинамічного впливу на розплави всередині виливка.

Аналіз попередніх публікацій

Можливість досягнення під впливом надлишкового тиску одночасного переохолодженого розплаву по всьому об'єму виливка відкриває перспективи отримання високої фізичної та хімічної однорідності литого металу при реалізації процесу барокристалізації тільки за рахунок підвищення тиску без тепловідводу, котрий здійснюється вже після завершення кристалізації до зняття діючого надлишкового тиску [1]. Згідно з даними [2], під впливом 2,5 ГПа у виливках із сплавів міді з 12 – 17% олова поряд з кристалічними фазами існує також аморфна, при тиску > 5 ГПа ці сплави ціл-

ком аморфні, а необхідний тиск для барокристалізації алюмінію становить ~ 5,7 ГПа [3]. Перспективи використання високих тисків для створення атермічного переохолодження з метою отримання аморфізованих структур та металевого скла описані в роботі [4]. Разом з цим, використання високих та надвисоких тисків в ливарних технологіях повинно бути обумовлене відповідною необхідністю: при реально використовуваному в ливарному виробництві діапазоні тиску, поняття оптимальної технології полягає у встановленні саме мінімально достатнього тиску за для досягнення необхідної якості виливка, коли не передбачається різкого підвищення вартості оснастки та ливарного обладнання.

Розроблена на кафедрі ливарного виробництва НМетАУ технологія газодинамічного впливу на розплави у ливарній формі [5, 6], реалізується при використанні газового тиску в діапазоні, переважно, 0,1 - 20 МПа без застосування складного спеціального устаткування, і може бути легко вбудована в діючий технологічний процес. Проте, для визначення ефективності цієї активної фізичної дії на твердіючий розплави необхідне дослідження значної кількості факторів. Тому актуальним можна вважати встановлення основних параметрів виливків в результаті газодинамічного впливу, до найбільш значущих з яких можна віднести фізико - механічні властивості литого металу, одержаного безпосередньо в промислових

умовах із застосуванням традиційної і розробленої технологій при різних способах лиття.

Ціль роботи – визначення фізико – механічних властивостей циліндричних виливків із сталі Р18Л, що виготовляються в формах ЛВМ та фасонних виливків із сплаву АК5М, що тверднуть в неохолоджуваному кокіль при газодинамічному впливі, у порівнянні з литим металом, отриманим за традиційною технологією.

Основний матеріал

В умовах ливарного цеху № 1 АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» і цеху точного лиття підприємства ТОВ «ИТЛ-Лассо» була випробувана технологія лиття і установка для здійснення газодинамічного впливу на твердіючий метал в керамічній формі ЛВМ при відливанні циліндричних заготовок із сталі Р18Л для виготовлення ріжучого інструменту [7, 8]. Діаметр виливка - 25 мм, висота - 200 мм (рис. 1). Технологія здійснювалася в двох варіантах реалізації. По першому варіанту в конструкцію ливарної форми (блоку) не було внесено істотних змін за винятком збільшення товщини живильника до 18 мм. При цьому газодинамічна дія здійснювалася в діапазоні тиску 0,1 - 0,3 МПа і передбачалася середня швидкість наростання тиску в системі виливок - пристрій для введення газу (V_p) на рівні 0,0005 МПа/с (зразки №№ 4 - 6, табл. 1). Тобто необхідна герметичність системи виливок-пристрій для введення газу забезпечувалася, в основному, за рахунок міцності самої оболонкової форми, а не шару затверділого металу на поверхні виливка. Другий варіант припускав зміну конструкції блоку для забезпечення умов здійснення газодинамічного впливу на твердіючий метал в діапазоні тиску 0,1 - 3 МПа (рис. 2) з середньою швидкістю наростання тиску $V_p = 0,0008$ МПа/с (зразки №№ 7 - 9, табл. 1). Порівняння властивостей металу виливків, одержаних із застосуванням газодинамічного впливу проводилося з литим металом тієї ж марки, одержаним за діючою технологією ЛВМ (зразки №№ 1 - 3).

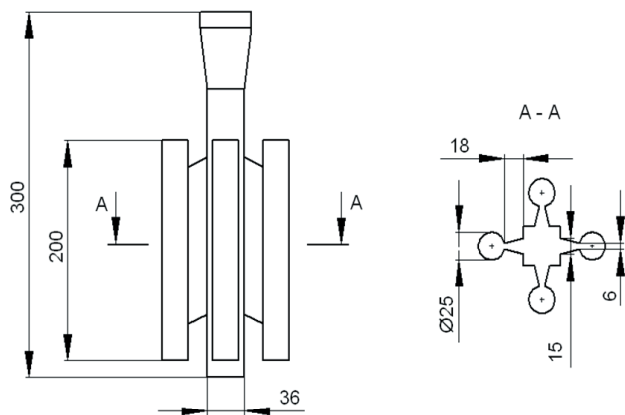


Рис. 1. Схема блоку, виготовленого згідно діючої технології

Зразки для механічних випробувань вирізалися безпосередньо з тіла виливка. Твердість визначали після гартування і відпуску на зразках, відібраних для

механічних випробувань. Гартування проводили в соляній високотемпературній ванні 1,5 хв. при температурі 1260 + 3°C з попереднім підігрівом протягом 5 - 6 хв. при 850 + 3°C в низькотемпературній соляній ванні. Охлаждение зразків після гарту проводили в маслі. Відпустку зразків проводили при температурі 560°C з витримкою 1 годину і охолодженням на повітрі.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості сталі Р18Л

№ зразка	σ_B , МПа	HRC	δ , %	ρ , кг/м ³
1	1750,3	53	2,49	8749,5
2	1697,4	52	2,47	8743,6
3	1788,5	54	2,47	8755,1
4	1926,7	57	3,13	8777,1
5	1928,6	57	3,15	8889,7
6	1957,1	58	3,15	8882,5
7	2012,9	60	3,13	8898,1
8	2033,5	61	3,14	8901,3
9	2040,3	61	3,14	8901,7

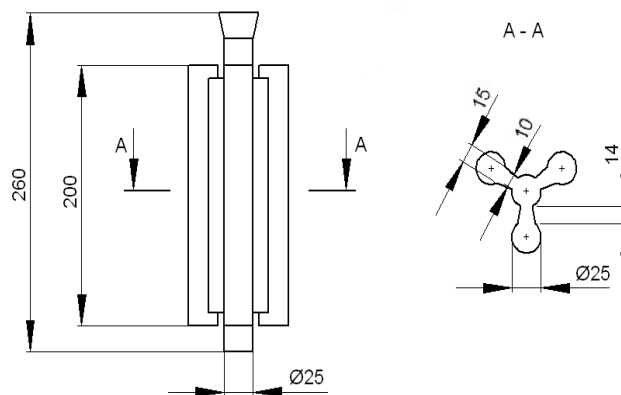


Рис. 2. Схема блоку зміненої конструкції

В результаті газодинамічного впливу в центральному стояку блоку утворювалася явно виражена концентрована усадкова раковина, на відміну від блоків, виготовлених за діючою технологією. На рис. 3 представлений подовжній розріз стояка після здійснення газодинамічного впливу в процесі твердіння (праворуч) і стояка блоку виливків, що виготовлені за діючою технологією.

Виливок «Опорний наконечник стійки конвеєра» масою 1,1 кг із сплаву АК5М (рис. 4) заливали в підігрітій і пофарбований чавунний кокіль з мінімальною товщиною стінки 40 мм. Температура заливки - 640°C. Технологічний процес газодинамічного впливу на розплав в кокіль проводили з початковими показниками тиску 0,15 - 0,2 МПа і подальшим нарощуванням до 2 - 3,5 МПа відповідно до розрахункової динаміки наростання тиску в системі виливок-пристрій для

введення газу [9]. На рис 5 представлений загальний вид виливка «Опорний наконечник стійки конвеєра», одержаного за традиційною технологією (праворуч) та із застосуванням газодинамічного впливу при затвердінні. Специфічна форма виливка не дозволяє реалізувати традиційну гравітаційну схему живлення теплового вузла, що призводить до утворення усадкової раковини, що виходить на бічну поверхню, і браку виливка.



Рис. 3. Подовжній розріз блоків, відлитих згідно діючої технології та з використанням газодинамічного впливу (праворуч)

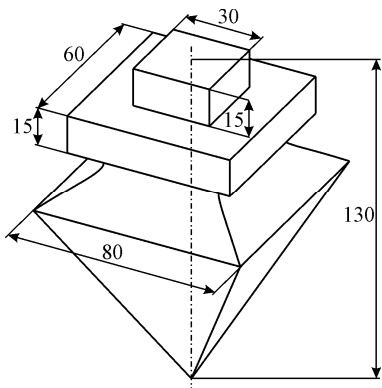


Рис. 4. Схема виливка «Опорний наконечник стійки конвеєра»

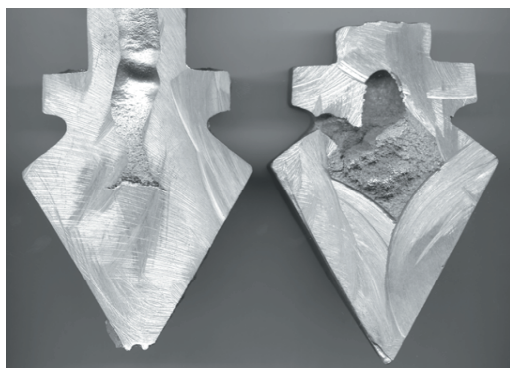


Рис. 5. Загальний вид розрізу виливка «Опорний наконечник стійки конвеєра», отриманого за традиційною технологією (праворуч) та з використанням газодинамічного впливу

В результаті газодинамічного впливу відвертається повне перемерзання живильника - надливу до затвердіння теплового вузла і забезпечується примусове переміщення розплаву з верхньої частини виливка, забезпечуючи сприятливіший процес живлення.

Впровадження вказаної технології дозволило скоротити кількість браку виливків по рихлості і газовим раковинам на 28%.

Окрім того, в результаті газодинамічного впливу (ГДВ) підвищуються механічні властивості сплаву в порівнянні з металом, одержаним за традиційною технологією (ТТ) (табл. 2).

Таблиця 2

Механічні властивості виливків із сплаву АК5М

№ зразка	$\sigma_{\text{в}}$, МПа		НВ		δ , %	
	ТТ	ГДВ	ТТ	ГДВ	ТТ	ГДВ
1	162,2	185,2	70	73	1,0	1,27
2	161,8	184,8	68	72	0,9	1,26
3	162,1	185,3	68	73	0,9	1,27

На даний технологічний процес в умовах ЗАТ «Горизонт» (м. Дніпропетровськ) розроблена та використовується відповідна інструкція.

Висновки

1. Досліджені особливості газодинамічного впливу на фізико – механічні властивості виливків із швидкокристалічної сталі та алюмінієвого сплаву, що тверднуть в формах ЛВМ та неохолоджуваному чавунному кокілі відповідно.

2. Результати механічних випробувань зразків сталі Р18Л, що твердне в формі ЛВМ при газодинамічному впливі, показали, що при використанні тиску від низького (0,1 – 0,3 МПа) до більш високого (до 3 МПа) механічні властивості металу збільшуються: тимчасовий опір з 1697 – 1750 МПа до 1926 – 2040 МПа (11 – 14%), твердість після закалки та відпуску з 52 – 54 HRC до 57 – 61 HRC (9 – 12%), відносне подовження з 2,47 - 2,49% до 3,13 – 3,15% (20 – 21%), а також збільшується щільність з 8743 – 8750 кг/м³ до 8777 – 8901 кг/м³.

3. Визначені механічні властивості алюмінієвого сплаву АК5М, що твердне в неохолоджуваному кокілі при газодинамічному впливі, в порівнянні з відповідними властивостями литого металу, отриманого за традиційною технологією: тимчасовий опір підвищується з 161 – 162 МПа до 184 – 185 МПа (11 - 12%), твердість – з 68 – 70 НВ до 72 – 73 НВ, відносне подовження з 0,9 – 1% до 1,26 – 1,27% (26 – 27%).

4. Результати проведених досліджень дозволяють проводити оптимізацію режимів реалізації газодинамічного впливу в залежності від вимог до рівня показників властивостей металу виливків.

Література

1. Борисов Г.П. О роли давления при формировании высококачественных алюминиевых отливок [Текст] / Г.П. Борисов, А.И. Семенченко // Литейное производство. – 2009. - № 5. - С. 25 - 33.
2. 6 int.Symp.High-Purity Mater. [Текст], Sci. and Technol. Dresden, May 6 – 10, 1985 / G. Grasse, U. Kleinshmidt, N. Matternetc // Poster abstr. – Oberlungw, 1985.-Pt. 1. – P. 141 – 142.
3. Борисов Г.П. Давление в управлении литейными процессами [Текст] / Г.П. Борисов // Киев: Наукова думка, 1988. – 272 с.
4. Sekhar J.U. Rapid solidification by application of high pressure [Текст] / J.U. Sekhar, M. Mohan, C. Divakar etc. // Scr. met. – 1984. – 18, № 4. – P. 1327- 1330.
5. Спосіб отримання виливків [Текст]: Деклараційний патент, Україна МПК (2006) B22D 18/00 / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. Заявник та патентовласник Національна металургійна академія України – № 200808859; заявл.07.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23.
6. Пристрій для отримання виливків [Текст]: Деклараційний патент, Україна МПК (2006) B22D 18/00 / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. Заявник та патентовласник Національна металургійна академія України – № 200808858; заявл. 07.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23.
7. Селівьорстов В.Ю. Використання технології газодинамічного впливу на розплави при литті по витоплюваним моделям [Текст] / В.Ю. Селівьорстов, П.Д. Куц // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ» - 2010. - № 4 – С. 89 – 94.
8. Селівьорстов В.Ю. Диверсифікація режимів здійснення технології газодинамічного впливу при виготовленні виливків способом ЛВМ [Текст] / В.Ю. Селівьорстов, П.Д. Куц // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ» - 2010. - № 17 – С. 108 – 113.
9. Селиверстов В.Ю. Особенности расчета режима газодинамического воздействия на расплав при кристаллизации отливок из сталей 35Л, Х18Ф1 и алюминиевого сплава АК5М в металлической форме [Текст] / В.Ю. Селиверстов // Теория и практика металлургии. – 2010. - № 1-2. – С. 64 – 67.