

Rogelberg I. L., Beylin V. M. *Splavyi dlya termopar (spravochnik)*. Moscow, Metallurgiya, 1983, 360 p.

5. Хрычиков В. Е. Метод установки термодар в форме / В. Е. Хрычиков, Н. П. Котешов, И. А. Ефименко // Литейное производство. – 1987. – № 9. – С.12.

Hrychikov V. E., Koteshov N. P., Efimenko I. A. *Metod ustanovki termopar v forme*. Liteynoe proizvodstvo, 1987, no. 9, p. 12.

6. Беккерт М. Справочник по металлографическому травлению / М. Беккерт, Х. Клемм; пер. с нем. – М.: Металлургия, 1979. – 336 с.

Bekkert M., Klemm H. *Spravochnik po metallograficheskomu travleniyu*. Moscow, Metallurgiya, 1979, 336 p.

Purpose. Experimentally investigate the effect of solidification of rolling rolls in combined chill and sandy-argillaceous forms on the distribution of magnesium sulphides, the macrostructure of castings and develop proposals aimed at preventing rejection of «black spots» in castings of high-strength cast iron.

Methodology. Standard methods of metallographic studies, thermal and chemical analyzes were used.

Findings. The advance of the hardening front of 100 % solid phase in the casting roll casting with a height of 2920 mm and a maximum radius of 450 mm made of high-strength cast iron with a mass of 2200 kg was established. Analysis of the macrostructure and sulfuric imprints on the radius and height of the cast showed coagulation and accumulation of inclusions of MgS in a zone 15 ... 30 mm thick from the surface of the chill mold and at a distance of 8 ... 10 mm from the surface of the sand mold. Therefore,

it is possible to detect «black spots» only in the process of machining or using castings of high-strength cast iron.

Continuous hardening of the casting up to 3 hours causes the majority of MgS inclusions to bloom in profit. Therefore, reusing the profits of castings from high-strength cast iron as charge materials can lead to sulfur reduction and a decrease in the degree of globularity of graphite inclusions.

The formation of clusters of inclusions of MgS in castings made of high-strength cast iron can be eliminated by using a charge with a low initial sulfur content.

With an increased sulfur content in the melt, it is advisable to modify the cast iron in two steps: to introduce part of the modifier when the superheated melt is released from the furnace to bind the sulfur to the sulfides, to withstand the melt in the ladle to float the slag, to scrape the slag, and only then to introduce the remainder of the spheroidizing modifier.

Originality. The effect of the cooling rate of high-strength cast iron in a mold and sandy-argillaceous form on the accumulation of nonmetallic inclusions of MgS (black spots) on the radius and height of a casting with a mass of 2200 kg was established for the first time.

Practical value. The obtained data can be applied to improve the technology of castings production from high-strength cast iron and to eliminate rejects on black spots.

Key words: high-strength cast iron, solidification, macrostructure, sulfur imprints, nonmetallic inclusions, elimination, recommendations.

Рекомендована к публикации
д. т. н. В. Е. Хрычиковым

Поступила 29.01.2018



УДК 621.744.3

Наука

Т. В. Лысенко /д. т. н./, В. В. Ясюков /к. т. н./,
Е. Н. Кошишкурт, К. А. Крейцер

Одесский национальный политехнический
университет, г. Одесса, Украина
e-mail: igonua@gmail.com

Управление процессами литья под низким давлением цветных сплавов

T. V. Lysenko /Dr. Sci. (Tech.)/,
V. V. Yasyukov /Cand. Sci. (Tech.)/,
E. N. Kozishkurt, K. A. Kreitser

Odessa National Polytechnic University, Odessa,
Ukraine
e-mail: igonua@gmail.com

The management of processes of casting under low pressure non-ferrous alloys

Цель. Определить возможности применения двух металлопроводов при заливке в двухместную форму на установке модели У95А, а также изучить влияние заливки каждой отливки в двухместную форму из отдельного металлопровода на качество заполняемости контуров поверхности отливки. Результат исследований сравнить с результатами заливки двухместной формы из одного металлопровода.

© Т. В. Лысенко /д. т. н./, В. В. Ясюков /к. т. н./, Е. Н. Кошишкурт, К. А. Крейцер, 2018 г.

Методика. Применены стандартные методики определения скорости заполнения формы, качества поверхности отливок, заполняемости формы из нескольких металлопроводов.

Результаты. Определены возможности применения двух металлопроводов при заливке в двухместную форму, изучено влияние на качество заполняемости контуров поверхности отливки в зависимости от количества металлопроводов.

Научная новизна. Усовершенствована система подвода металла в отливку на установке литья под низким давлением модели У95А при заливке многоместных форм из нескольких металлопроводов, позволяющая увеличить производительность установки без существенного изменения её конструкции или её модернизации.

Практическая значимость. Использование результатов исследований позволяет на установке литья под низким давлением модели У95А применять заливку многоместных форм из нескольких металлопроводов, что является одним из резервов увеличения производительности установки без существенного изменения её конструкции или её модернизации. (Ил. 5. Библиогр.: 3 назв.)

Ключевые слова: литье под низким давлением, металлопровод, многоместная форма, качество поверхности, алюминиевый сплав.

Постановка проблемы. Существующий в настоящее время процесс получения отливок методом литья под низким давлением, несмотря на свои преимущества (автоматическое регулируемое заполнение полости формы, повышение выхода годного, а также получение плотных отливок за счет питания отливок под давлением), не удовлетворяет растущие требования увеличения производительности, особенно в условиях массового и крупносерийного производства отливок.

Одним из путей управления процессом литья под низким давлением является применение многоместных форм, которые заполняются из нескольких металлопроводов, поскольку за один и тот же промежуток времени можно получить несколько деталей.

Целью работы является определение возможности применения двух металлопроводов при заливке в двухместную форму, изучение влияния заливки каждой отливки в двухместную форму с отдельного металлопровода на качество заполняемости контуров поверхности отливки по сравнению с заливкой двухместной формы из одного металлопровода.

Изложение основного материала исследования. Заполнение формы из нескольких металлопроводов при литье под низким давлением широко применяется при получении деталей из алюминиевых и магниевых сплавов. Заливка через несколько металлопроводов дает возможность, особенно при получении крупногабаритных отливок, сократить при заданной скорости заливки время заполнения.

Заполнение многоместных форм из нескольких металлопроводов дает возможность резко увеличить производительность установок литья под низким давлением, упрощает литниковую систему и, тем самым, дает значительную экономию материалов.

Для проведения исследования по заполнению многоместных форм из нескольких металлопроводов использовался двухместный кокиль детали «корпус фильтра», состоящий из двух боковых

частей верхнего стержня и поворотного поддона. Для проведения эксперимента был разработан к существующей оснастке новый поддон и новая крышка тигля заливочного устройства.

На рис.1 представлен поддон с двумя литниковыми отверстиями для центрального подвода металла к отливке.

Для изготовления отливки применяли сплав АК7ч.

Плавку вели в индукционной тигельной печи промышленной частоты ИСТ – 0,4.

Исследования выполнялись на машине мод. У95А разработки ОА «НИИСЛА» и модернизированной Государственным предприятием «Инженерный производственно-научный центр литья под давлением». Общий вид установки ЛНД модели У95А представлен на рис. 2.

После заливки специальное оборудование вынимает отливку из полости кокиля. Отливка охлаждается на воздухе, а после подвергается термообработке.

Проведенные исследования позволили установить возможность применения двух металлопроводов, установленных в крышке печи.



Рис. 1. Поддон с двумя литниковыми отверстиями



Рис. 2. Установка литья под низким давлением мод. У95А

До проведения экспериментов существовало предположение, что при поджиге заливочного устройства металлопроводами к поддону будут иметь место зазоры, через которые при заполнении полости формы может вытекать металл.

Однако, как показали эксперименты, при точно выставленной печи по месту прижима «металлопровод – поддон» течь во всех опытах не наблюдалась. Очевидна возможность установки двух и более металлопроводов при условии, что они располагаются симметрично относительно продольной оси поддона.

Было установлено также, что тепловой режим в верхней части обоих металлопроводов был практически одинаковым, поэтому величина литникового остатка в обоих металлопроводах была одинаковой.

Увеличение утечек сжатого воздуха при использовании двух металлопроводов на печи установки литья под низким давлением также не наблюдалось: скорость возрастания давления в тигле печи оставалось такой же, как и при применении одного металлопровода.

Установка двух металлопроводов практически не сказывалась на падении температуры жидкого сплава в тигле.

С технологической точки зрения эксперименты показали лучшую заполняемость контуров поверхности отливки при заполнении детали из двух металлопроводов благодаря уменьшению скорости поступления металла в форму, упрощению и сокращению длины литниковой системы.

При прочих равных условиях уменьшение скорости способствует более плавному заполнению формы без разобщений потока жидкого металла.

Скорость заполнения формы определялась как средняя скорость из соотношения (1):

$$V_{cp} = \frac{V_H + V_K}{2}, \quad (1)$$

где V_H – скорость заполнения в начале цикла, при полном тигле с жидким металлом (м/с); V_K – скорость заполнения в конце разливки тигля (м/с).

Величины скоростей заполнения в начале и в конце разливки тигля находились из соотношений (2) и (3):

$$V_H = 4.3 \cdot \xi \cdot \sqrt{\frac{P_H}{\gamma} - h_H}, \quad (2)$$

$$V_K = 4.3 \cdot \xi \cdot \sqrt{\frac{P_K}{\gamma} - h_K}, \quad (3)$$

где ξ – коэффициент, учитывающий потери нагара на местные сопротивления, равный 0,7; P_H – давление, необходимое для заполнения формы в начале разливки тигля; P_K – давление, необходимое для заполнения формы в конце разливки тигля; h_H – высота столба металла от уровня его в тигле до верха формы в начале разливки; h_K – высота столба металла от уровня его в тигле до верха формы в конце разливки.

Величины давления равны:

$$P_H = \frac{h_H}{\xi \cdot K}, \quad (4)$$

$$P_K = \frac{h_K}{\xi \cdot K}, \quad (5)$$

где $K = \frac{l}{\gamma}$ – константа, равная для алюминиевых сплавов 430 кг/м^3 ;

Для рассматриваемого случая:

$$h_H = 0,56 \text{ м}; \quad h_K = 0,106 \text{ м};$$

$$P_H = \frac{0,56}{0,7 \cdot 430} = 1,8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$P_K = \frac{0,106}{0,7 \cdot 430} = 3,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$V_H = 4,3 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-3}}{0,0023} - 0,56} = 1,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_K = 4,3 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{\frac{3,5 \cdot 10^{-4}}{0,0023} - 0,106} = 0,64 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_{cp} = \frac{1,4 + 0,64}{2} = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Расчетная величина скорости заполнения формы контролировалась в процессе проведения исследований временем заполнения полости форм-

мы, которое в экспериментах составляло в начале разливки тигля 5 с и в конце разливки тигля – 10 с.

Были проведены исследования при центральном и боковом подводе металла в форму (кокиль).

На заполняемость формы положительное влияние оказал также центральный подвод металла в одну отливку (рис. 3), при котором поток жидкого металла заполняет полость формы последовательными уровнями: при заполнении двухместной формы через один металлопровод и литники, подведенные в боковую часть отливки, поток жидкого металла разобьётся при входе из литника в полость формы, что ухудшает заполнение полости формы.

Центральный подвод металла при заливке двухместной формы из двух металлопроводов также улучшил условия питания отливки. При боковом подводе металла не удавалось получить плотную структуру металла в массивных частях отливки (рис. 4). Как видно из рисунков, усадочная рыхлота и усадочные раковины имеются как в центральных массивных частях отливки (рис. 4 1б), так и в боковых массивных частях отливки (рис. 4 2б и 3б).

Указанные усадочные дефекты объясняются тем, что при боковом подводе металла в отливку происходит более значительное его охлаждение в протяженной литниковой системе, что и приводит к уменьшению эффективности питания отливки во время затвердевания.



Рис. 3. Отливка детали «корпус фильтра», полученная литьем под низким давлением

При центральном подводе металла в отливку, как это имеет место при заливке двухместной формы из двух металлопроводов, поток жидкого металла соприкасается с поддоном лишь по литниковому отверстию (см. рис. 1) и поэтому он меньше охлаждается, чем и достигалось более эффективное питание массивных частей отливки «корпус фильтра».

На рис. 5 1а, 5 2а и 5 3а показаны сечения отливки, выполненные на тех же расстояниях от нижнего торца при центральном подводе металла. При

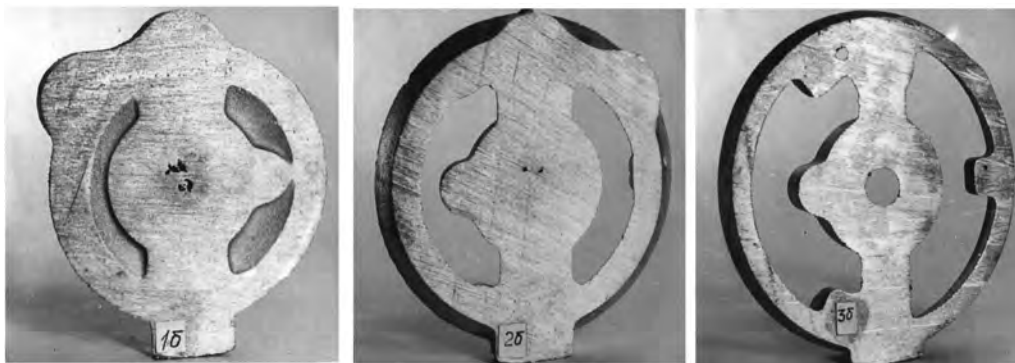


Рис. 4. Приведены сечения отливки при боковом подводе металла на расстоянии от нижнего торца отливки 30 мм (1б), 45 мм (2б) и 60 мм (3б)



Рис. 5. Сечение отливки при центральном подводе металла:
1а – 30 мм от нижнего торца отливки; 2а – 45 мм от нижнего торца отливки;
3а – 60 мм от нижнего торца отливки

этом получена плотная структура без усадочных дефектов.

Кроме всего, применение для литья детали «корпус фильтра» двухместного кокиля на установке модели У95А уменьшило перегрев кокиля и поддона вследствие более равномерного распределения теплоотдачи от жидкого металла к форме.

Выводы

1. Установлено, что на установке литья под низким давлением модели У95А можно применять заливку многоместных форм из нескольких металлопроводов, что является одним из резервов увеличения производительности установки без существенного изменения ее конструкции или ее модернизации.

2. Показано, что при центральном подводе металла в отливку, как это имеет место при заливке двухместной формы из двух металлопроводов, поток жидкого металла соприкасается с поддоном лишь по литниковому отверстию и поэтому он меньше охлаждается, чем и достигалось более эффективное питание массивных частей отливки «корпус фильтра».

3. Применение центрального подвода металла улучшает условия питания отливки, эксперименты показали лучшую заполняемость контуров отливки, упрощение и сокращение длины литниковой системы.

Библиографический список / References

1. Лысенко Т. В. Модернизация средств управления технологическим процессом изготовления магниевых дисков для установки литья под низким давлением / Т. В. Лысенко, К. А. Крейцер, О. И. Воронова // *Металл и литье Украины*. – 2014. – № 11. – С. 25–28.

Lysenko T. V., Kreitzer K. A., Voronova O. I. *Modernizatsia sredstv upravleniya tehnologicheskim protsessom izgotovleniya magnievih diskov dlya ustanovki lit'ya pod davleniem*. Metall i lit'yo Ukraini. 2014, no. 11, pp. 25-28.

2. Лысенко Т. В. Влияние технологического процесса плавки магниевых сплавов на корро-

зионную стойкость отливок / Т. В. Лысенко, К. А. Крейцер // *Перспективные технологии, материалы и оборудование в литейном производстве*. – Краматорск: ДГМА, 2013. – С. 137–138.

Lysenko T. V., Kreitzer K. A. *Vliyanie tehnologicheskogo protsessa plavki magnievih splavov na korroziionnuyu stoikost' otlivok*. Perspektivnii tehnologii, materialy i oborudovanie d liteynom proizvodstve. Kramatorsk, DGMA, 2013, pp. 137-138.

3. Беделъ В. К. Литье под низким давлением / В. К. Беделъ. – М.: Машгиз, 1961. – 228 с.

Bedel V. K. *Lit'yo pod nizkim davleniem*. Moscow, Mashgiz, 1961, 228 p.

Purpose. To determine the possibility of applying two metalwires when filling in a double-seat mold on the model U95A, as well as to study the effect of casting each cast in a double-seat mold with a separate metalwire on the quality of the occupancy of the contours of the surface of the cast. The result of this research to compare with the results of the fill double-seat mold of a single metalwire.

Methodology. Applied standard methods of determining the speed of filling the mold, the surface quality of castings and the occupancy of the mold from a few metalwires.

Results. The possibilities of using two metalwires for pouring into a double-seat mold are determined, and the influence on the quality of fillability of the surface contours of the casting has been studied depending on the number of metalwires.

Originality. Improved system for supplying metal in a casting installation for casting under low-pressure model U95A when filling multiple molds from multiple metalwires to increase the productivity of the installation without significantly changing its design or its modernization.

Practical value. The use of research results allows for the installation of casting under low pressure model U95A to apply filling in multi-seat molds from multiple metalwires, which is one of reserves of increase in productivity without significant changes to its structure or its modernization.

Key words: casting under low pressure, metalwire, the multi-seat mold, surface quality, aluminium alloy.

Рекомендована к публикации
д. т. н. В. Е. Хрычиковым

Поступила 19.01.2018

