

ЦЕНТРОБЕЖНО ЛЕЕНЕ С ВЕРТИКАЛНА ОС НА БИМЕТАЛНИ ФАСОННИ ОТЛИВКИ

CENTRYFUGAL CASTING WITH VERTYCAL AXIS OF BIMETAL FASION CASTINGS

ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЕ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ БИМЕТАЛНЫХ ФАСОННЫХ ОТЛИВОК

ст.н.с. II ст. д-р. инж. Георгиев И. С., ст.н.с. II ст. д-р. инж. Вълков В. Й., н.с. I ст. д-р. инж. Бушев С. М.,
ст.н.с. II ст. д-р. Стойчев Н. В., ст.н.с. II ст. д-р. инж. Димитров М. А.,
Институт по металознание "Акад. А. Балеvски" – Българска академия на науките,
ул. "Шипченски проход" № 67, София 1574, тел. (02) 870 3536

Резюме: В настоящата работа е разгледан и изследван технологичния процес за центробежно леене с вертикална ос на фасонни биметални отливки. За целта е създадена специална конструкция на технологичната екипировка, състояща се от форма за центробежно леене и монтирани в нея горна, долна полуформи и сърце от чугун или керамика. Установени са технологичните параметри за двата вида стопилки и формообразуването им. Изследвано е температурното поле на отливката и зоната на контакта на двата слоя стопилки. За получаване на биметални отливки е използван метода на последователното изливане на стопилките.

Резултатите от разработката са намерили практическо приложение при получаване на биметални отливки за валци за тръбопрокатното производство.

Ключови думи: центробежно леене с вертикална ос, биметални фасонни отливки, задача на Стефан-Шварц

1. Увод

Центробежното леене се характеризира с това, че повечето цилиндрични или фасонни отливки имат относително голяма свободна повърхнина, която се охлажда при съприкосновение с въздуха. Скоростта на движение на въздуха, който е в контакт с тази повърхнина е близка до тази на формообразуваната отливка.

Основен фактор при центробежното леене с вертикална ос на биметални отливки по метода на последователното изливане на стопилките е промяната на температурата на свободната повърхнина на първия слой стопилка в зависимост от топлообмена с металната форма през топлоизолационното покритие и топлинното излъчване и топлообмена чрез конвекция на въздуха. За получаване на здрава дифузионна връзка между двата слоя е необходимо установяване на определена температура на свободната повърхнина на първия слой, при която трябва да се излее втория слой стопилка.

Характерните особености на топлообменния процес определят и основните параметри, които могат да влияят върху картината на кристализация на първия и втория слой стопилки. Изследваният обект е в условията на четирислойна система на топлообмен: метална форма – топлоустойчива покритие – първи слой стопилка – втори слой стопилка. Характерното за свободната повърхнина при центробежно леене с вертикална ос е, че тя е ротационен параболоид (в напречно сечение е парабола). Оборотите на формообразуването ѝ се определят от зависимостта [1]

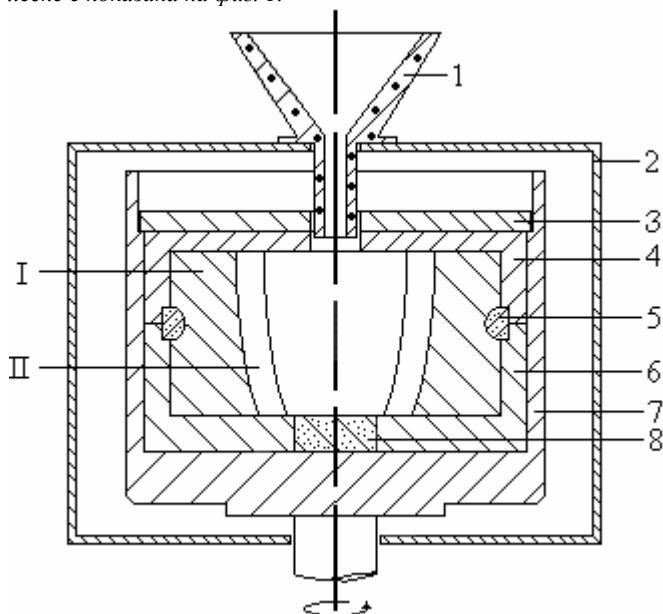
$$(1,1) \quad n = 84,6 \left(\frac{L}{D_1^2 - D_2^2} \right)^{1/2},$$

където: L – височината на отливката, (m); D_1 – диаметър на горния отвор, (m); D_2 – диаметър на долния отвор, (m); n – обороти на формообразуване, (min^{-1}).

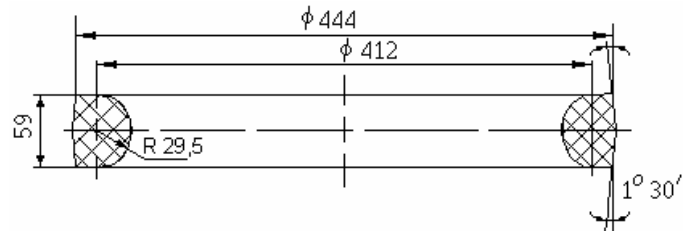
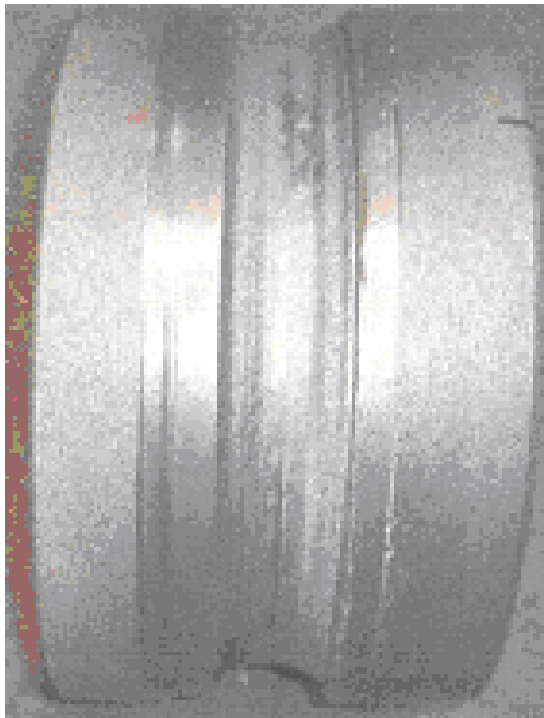
2. Експериментални изследвания

За целта на настоящите настоящи експериментални изследвания е конструирана и изработена машина и кокилна екипировка.

Схемата на комбинираната форма за центробежно леене е показана на фиг. 1.



а) I – първи слой избелен чугун, II – втори слой – сив чугун;
1 – улей; 2 – предпазен кожух; 3 – капак; 4 – горна полуформа;
5 – сърце; 6 – долна полуформа; 7 – кокила; 8 – шамотна тухла;



Фиг. 2 Конфигурация на вложката, формиращата фасонната повърхнина на отливката

Материалът на изработената горна и долна полуформи е ст. 20. Върху работните им повърхнини (предварително нагreti до $200 \div 220^{\circ} \text{C}$) се нанася топлоустойчиво покритие с дебелина $0,5 \div 0,7 \text{ mm}$, което има коефициент на топлопредаване $0,25 \text{ w/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Технологичните параметри за нанасяне на топлоустойчивото покритие са установени съгласно изведените теоретични зависимости [2]. В конкретни случаи за получаване на биметални фасонни отливки от съществено значение е определянето и избора на технологичните параметри за реализиране на процеса, които да осигурят плавно запълване на металната форма с първия слой стопилка, вследствие на което да се осигури насочено втвърдяване на първия слой и при определена температура на свободната му повърхнина да се излее втория слой стопилка.

Характерното за процеса е това, че по време на последователното изливане на двата вида стопилки се формират съответно семейство ротационни параболоиди.

Металната стопилка за реализирането на експерименталните изследвания се получава в индукционна пещ ПИ 250 (Пи 600) с набивна маса "РИМПЕКСИТ СМ".

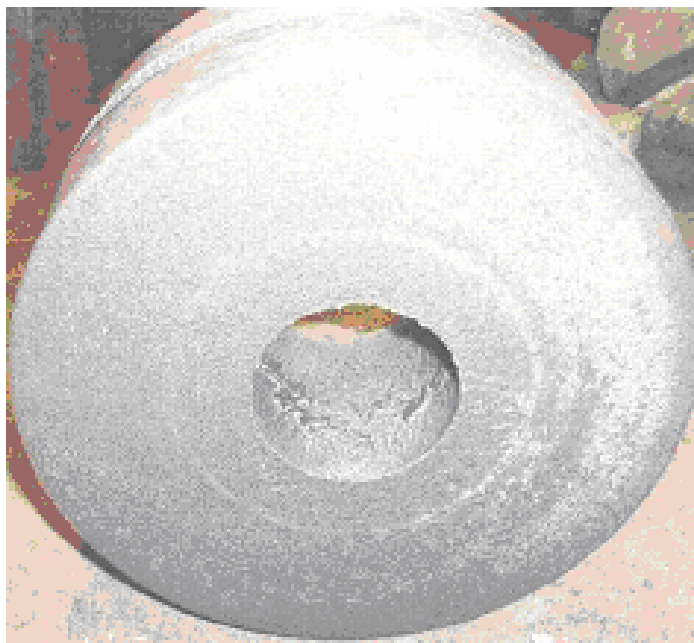
Топлофизичните характеристики на стопилките са познати и установени в необходимия интервал. Масовата скорост на изливане средно е около $2 \text{ и } 3 \text{ kg/sec}$, а ъгловата скорост на формобразуване е определена съгласно зависимост (1).

Получените пробни образци са обработени механично, изследвани са за плътност с ултразвук, измервана е твърдостта на работния (I слой), която е в границите на изискванията $\text{HRC } 52 \div 55$.

При използване на сърце изработено от сърцева смес и при използване на чугунено сърце фасонната повърхнина е гладка и има точна форма и размери съгласно изискванията.

3. Анализ и експериментални резултати

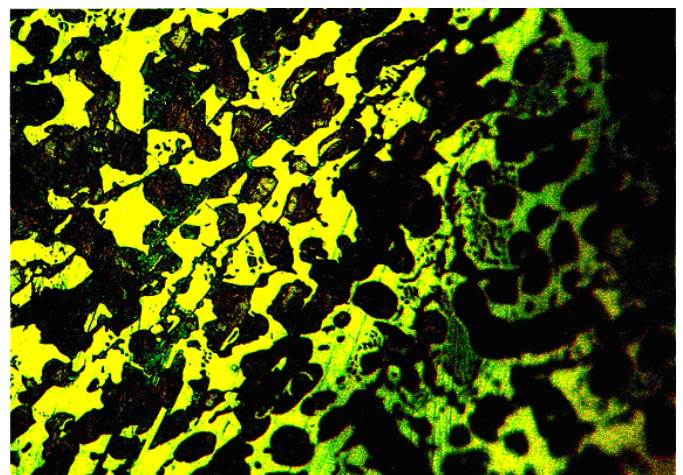
Микроструктурите на летият материал представени на фиг.3



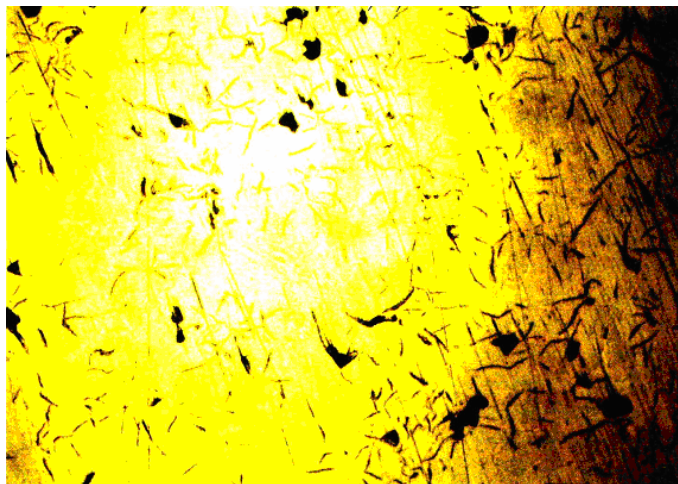
б) общ вид на готовото изделие

Фиг.1 Комбинирана форма за центробежно леене с вертикална ос на биметални фасонни отливки

Съгласно целите на настоящите експериментални изследвания конструкцията на екипировката е точно съобразена съгласно конфигурацията и размерите на отливките. Формата е комбинирана, състояща се от горна полуформа, долна полуформа и сърце, което е изработено от чугун (радиално двуделно) и от сърцева формовъчна смес. Конфигурацията на вложката (сърце) е показана на фиг. 2.



а)



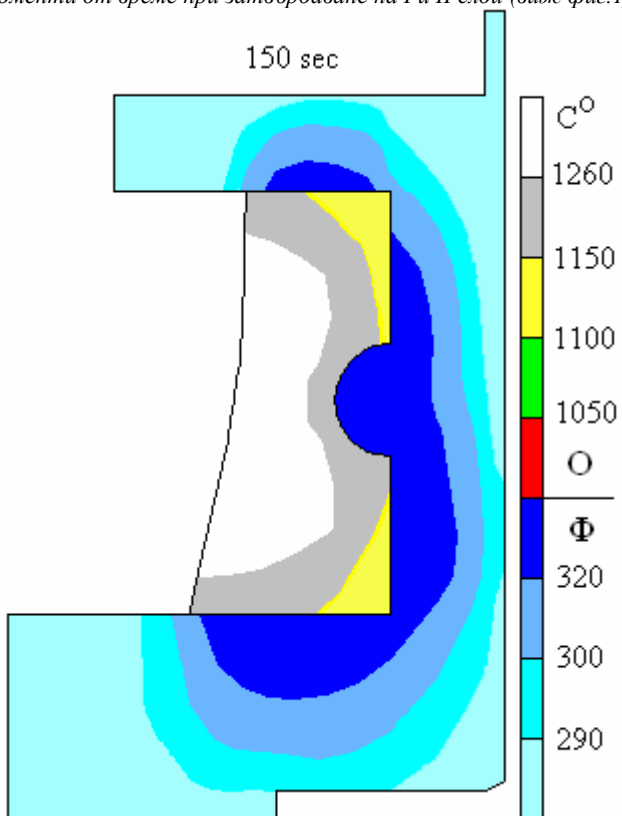
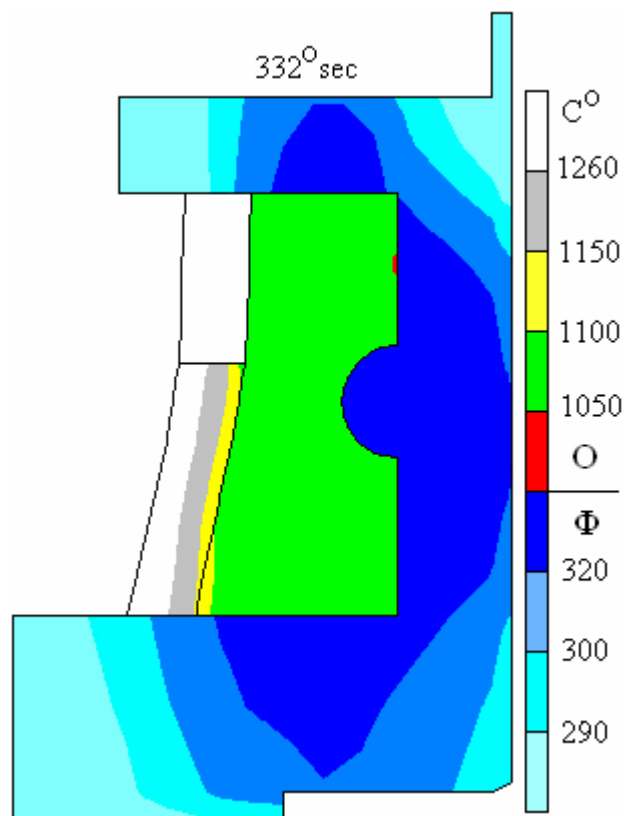
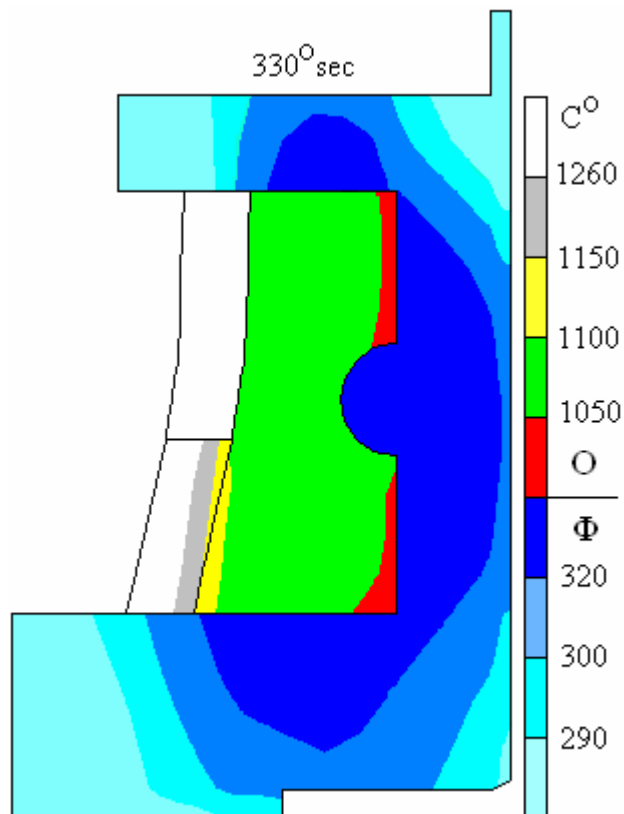
б)

Фиг. 3 Микроструктури – валец

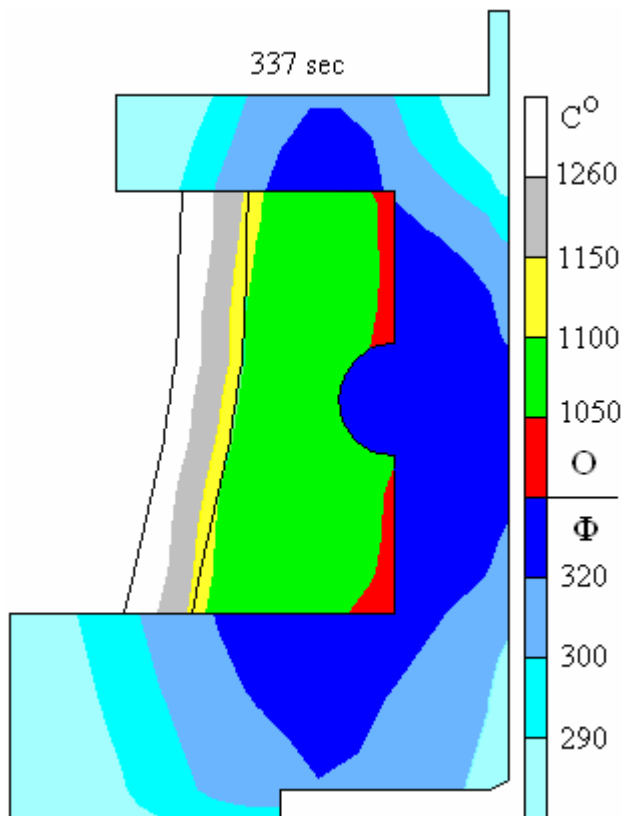
а) I слой – мартензит + карбиди HRC 52-53; б) II слой Si 1,8% с форма на графита – компактна и завихрени ламели

се вписват в изискванията към изделието.

Нестационарното 3D температурно поле при затвърдяване на биметалната отливка се описва с математичният модел, въз основана на задачата на Стефан-Шварц от работа [3] и с отчитане на ур.(1) за вертикален случай. Създаден е алгоритъм за полиметални изделия, с който може да се прави оценка на такива технологични параметри като: необходимата дебелина на обмската на формата, началните температури на форма и стопилка, необходимата температура на първия слой за отливане на втория, граничното условие форма – околна среда. На фиг. 4 са показани изчислени температурни полета в отделни моменти от време при затвърдяване на I и II слой (виж фиг.1)



а) I слой – затвърдяване



б) II слой – запълване и затвърдяване от 330 sec до 337 sec

Фиг. 4 Температурни полета на системата отливка-форма и процеса на затвърдяване на биметалната отливка – сивата зона за двата слоя

Изводи

1. Създадена е машина и комбинирана форма за центробежно леење с вертикална ос на фасонни отливки-
2. Получени са фасонни двуслойни отливки за детайл „Валец“ за нуждите на индустрията.
3. Приложен е математичен модел за описание на нестационарното температурно поле отливка – форма и характера на затвърдяване на биметалната отливка..

Литература

1. Юдин С., Левин М., Розенфелд С. „Центробежное литье“ част I, Москва, 1972.
2. Гушев Л., Вълков В., Георгиев И. Моделиране на определящите технологични параметри при получаване на топлоустойливи покрития върху форми за центробежно леење. Сб. Доклади „Научни трудове“, том IX, СНРБ – клон Враца, 177-187, 1986.
3. Valkov V., I. Georgiev, S. Bushev, M. Dimitrov, N. Stoichev. Formation of Long Pipes by Centrifugal Casting Method. Mathematical Modeling. 25 Anniversary Scientifically Conference International Participation MTF'2007, 14-16 September 2007, Sozopol, Bulgaria, v.1, p. 94-99.