

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ТЕХНОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ ВЪРХУ МЕХАНИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ОТЛИВКА ОТ AlSi7Mg ЗА ДЕТАЙЛ ОТ СИСТЕМАТА ЗА ОКАЧВАНЕ НА АВТОМОБИЛА

INVESTIGATING THE PROCESS PARAMETERS INFLUENCE ON THE
MECHANICAL PROPERTIES OF AlSi7Mg CASTING-PART OF THE CAR
SUSPENSION SYSTEM

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ОТЛИВКИ ИЗ AlSi7Mg ДЛЯ ДЕТАЛИ СИСТЕМЫ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

ст.н.с. I ст. д-тн Момчилов Е., н.с. инж. Георгиев М., н.с. инж. Манева А., н.с. инж. Станев С.,
ст.н.с. II ст. д-р Константинова С., н.с. инж. Бъчваров Г.

Институт по металознание “Акад. А. Балевски” - БАН, София, България

E-mail: emom@ims.bas.bg E-mail: gbachvarov@gmail.com E-mail: geo131@gmail.com

Abstract: This work presents results obtained within experimental series related to the casting quality of the heavy-duty part “Suspension Arm”. In case of such parts any deviation from the quality requirements brings serious operational risk. The influence of three different cooling schemes on the mechanical properties as well as the quality index as a complex feature in four distinct ranges were examined. A scheme of the adopted experimental approach including the complete set of technological and control operations within normal production was presented as well as the used statistic data procession. The analysis and obtained results outline the possibilities for casing quality control concerning given requirements.

KEYWORDS: ALUMINIUM CASTINGS, MECHANICAL PROPERTIES, QUALITY INDEX, COOLING SCHEMES

1. Въведение

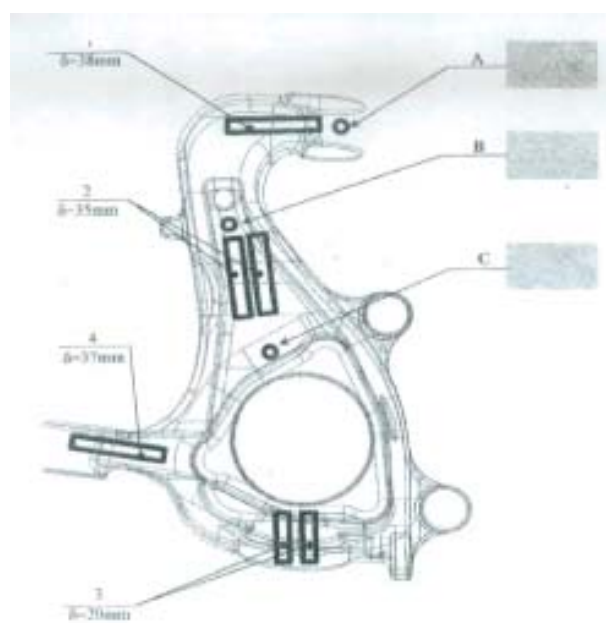
През последните години в редица страни - производителки на автомобили съществува тенденция за замяна на високоотговорни динамично натоварени детайли, произведени от специални чугуни, с алуминиеви отливки. Пример в това отношение са отливки за преден носач от сплав AlSi7Mg [1, 2], предназначени за ходовата част на леки автомобили. С оглед осигуряване на издръжливост при динамични натоварвания, техническите изисквания към механичните показатели са изключително високи за дебелистенни отливки, каквито са тези носачи. Качеството на отливката и крайният желан набор от свойства на изделието се формират по време на целия производствен процес под влияние на комплекс от технологически въздействия при металургичната обработка на сплавта, по време на леене, втвърдяване и след термообработка.

В настоящата работа вниманието е насочено към изследване влиянието на интензивността на охлаждане както по време на кристализация във формата, така и извън нея, на отливки за детайл “Носач” върху механичните показатели след термообработка. Върху примера на тази реална отливка е демонстриран един инженерен подход при провеждане на предходящи редовното производство технологични експерименти.

2. Обект и методика на изследване

Обект на изследване е отливка за детайл “Носач” (фиг.1). Тя представлява несиметрично тяло с тегло 4,2 kg с различни дебелини на стените, отдалечени от мястото на подхранване с течен метал, което е предпоставка за възникване на изолирани термични зони с неблагоприятни леярски последици. Разгънатата конструкция на отливката обуславя централно захранване при хоризонтално положение и е отлята по метода с газово противоналягане на машина ВП 1000 от сплав AlSi7Mg със следния химически състав: Si - 7,23%; Mg - 0,38%; Ti - 0,14%; В - 0,007%; Sr - 0,018%; Fe - 0,1%; Mn - 0,01%; Zn -

0,01% и останалото Al. Използвана е двугнезна форма за едновременно отливане на лъв и десен “Носач” .

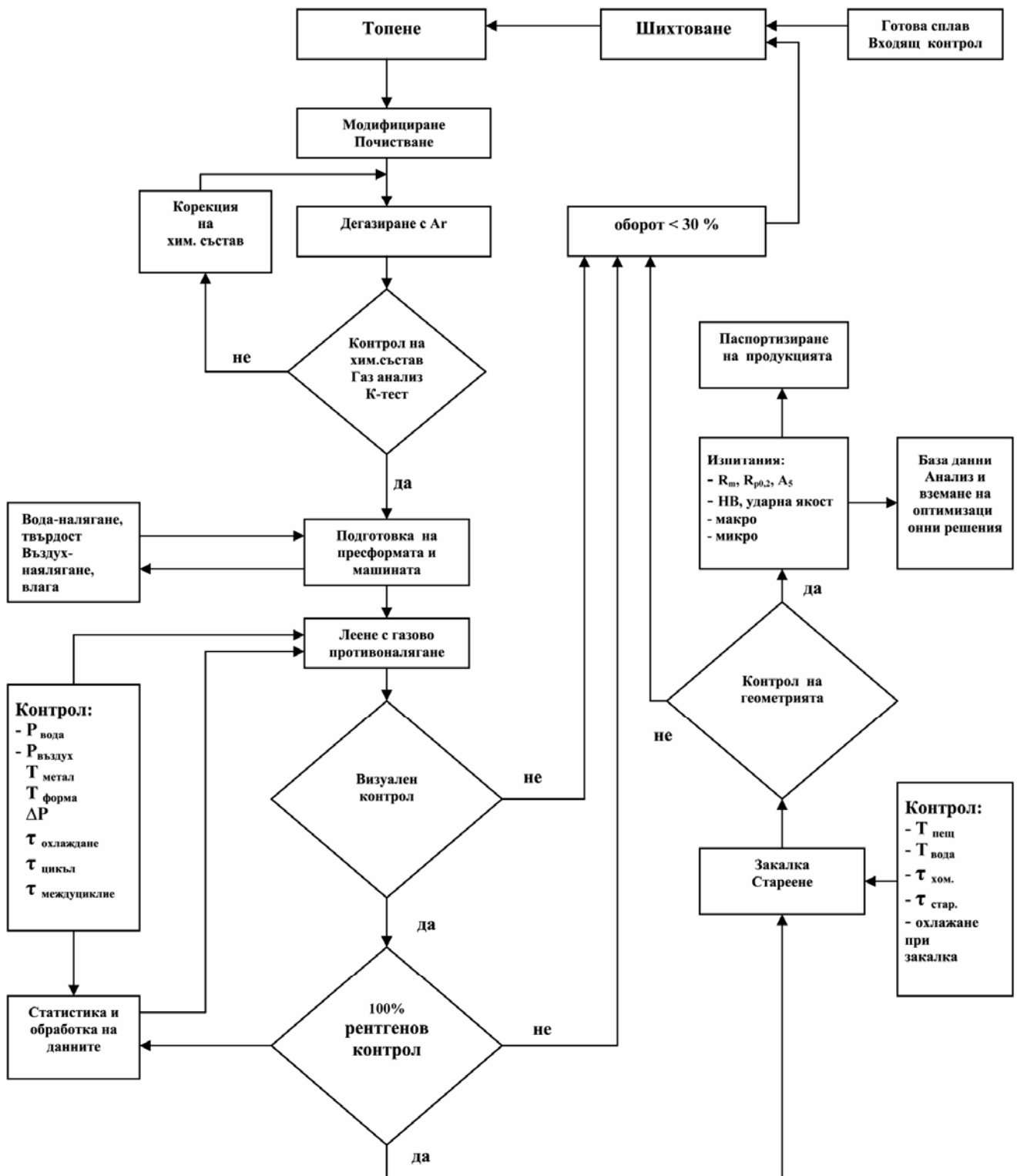


Фиг.1.

Чертеж на отливка за детайл “Носач” с указани позиции за вземане на образци за механични изпитания (1, 2, 3, 4) и за металографски изследвания (А, В, С) от характерни зони.

Схема на технологичния процес и контрол при отливане на детайлите е показана на фиг.2.

С цел постигане на оптимален технологичен режим на формата е предвидено комбинирано охлаждане. Охлаждащите контури са разположени в горна и долна полуформа. Изследвано е влиянието на охлаждането при три конкретни технологични схеми, както следва:



Фиг. 2. Схема на технологичния процес и контрол при отливане на детайл “Носач”.

- Вариант Y1 - изцяло въздушно охлаждане на формата;
 - Вариант Y2 - изцяло въздушно охлаждане на формата с непосредствено потапяне на отливката във вода след изваждането;
 - Вариант Y3 - изцяло водно охлаждане на формата.
- Получените отливки са подлагани на визуален и 100 % рентгенов контрол. Годните отливки са термообработвани по режим T6:
- хомогенизация – 535 °C - 6 часа.
 - закаляване - H₂O - 20 °C
 - стареене -160 °C - 6 часа

От термообработени отливки са взети образци за механични изпитания от четири характерни зони (фиг.1 - позиции 1, 2, 3, 4), като в две от зоните са взети по два образца. Определяни са основните механични показатели: якост на опън R_m , границата на провлачане $R_{p0,2}$ и относително удължение A_5 . За комплексна оценка на якостните и пластични свойства на лятия материал е определян индексът на качество Q [3] чрез зависимостта:

$$Q = R_m + 150 \lg A_5 \quad [\text{MPa}]$$

Таблица 1. Механични показатели и индекс на качество Q в зони на отливката 1-4 при различни схеми на охлаждане.

Отливка условен №●	Yi Техн. схема на охл.	Механични показатели и индекс на качеството $Q_{\bullet\bullet}$ в зони на отливката 1-4																	
		Rp0,2		Rp0,2		Rp0,2		Rp0,2		Rm		Rm		A ₅		Q		Q	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	1	213.5	205	206	210.5	305	291.5	249	289	12.5	11.5	7	11	469,5	450,6	375,7	445,2		
2	2	216.5	206	203	210	304	288	266	290	15	11.5	7.6	9	480,4	447	398	433		
3	3	213.5	216	204.5	211	305.5	298.5	245.5	277.5	17	16.5	3.8	6.8	490,1	481	332,5	402		

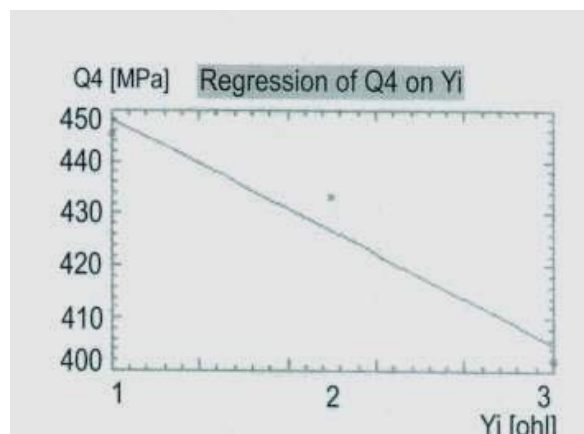
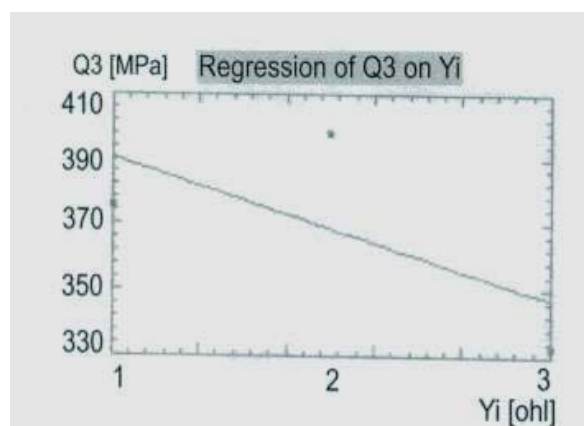
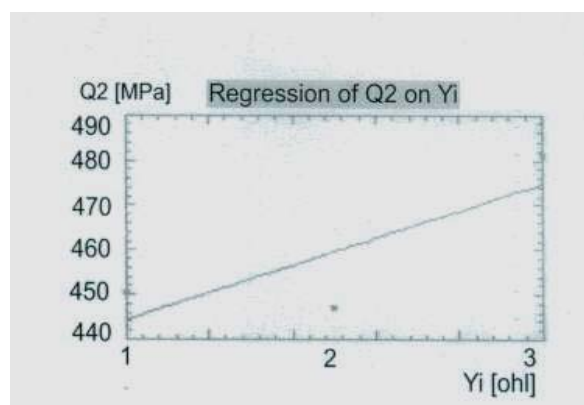
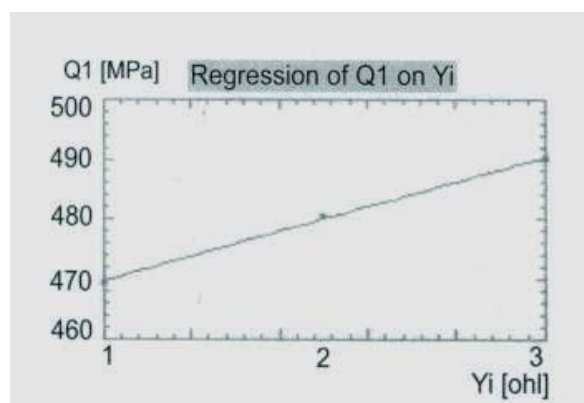
● под отливка условен номер да се разбира усреднената стойност на показателите в посочените характерни зони

●● $Q = R_m + 150 \lg A_5 \quad [\text{MPa}]$

Таблица 2. Корелационна матрица от статистическа обработка на данните за индекса на качество Q и границата на провлачане $R_{p0.2}$ в зони на отливката 1-4 при различни схеми на охлаждане.

	Yi	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Rp0.2 1	Rp0.2 2	Rp0.2 3	Rp0.2 4
Yi	1.00000	0.99943	0.81381	-0.64863	-0.96986	0.00000	0.90419	-0.50000	0.50000
Q 1	0.99943	1.00000	0.79381	-0.62268	-0.96112	0.03361	0.88933	-0.52883	0.47061
Q 2	0.81381	0.79381	1.00000	-0.97016	-0.93089	-0.58113	0.98406	0.09637	0.91018
Q 3	-0.64863	-0.62268	-0.97016	1.00000	0.81454	0.76111	-0.91157	-0.33482	-0.98345
Q 4	-0.96986	-0.96112	-0.93089	0.81454	1.00000	0.24368	-0.98102	0.27389	-0.69596
Rp0.2 1	0.00000	0.03361	-0.58113	0.76111	0.24368	1.00000	-0.42712	-0.86603	-0.86603
Rp0.2 2	0.90419	0.88933	0.98406	-0.91157	-0.98102	-0.42712	1.00000	-0.08220	0.82199
Rp0.2 3	-0.50000	-0.52883	0.09637	-0.33482	0.27389	-0.86603	-0.08220	1.00000	0.50000
Rp0.2 4	0.50000	0.47061	0.91018	-0.98345	-0.69596	-0.86603	0.82199	0.50000	1.00000

Получени са регресионни зависимости, отразяващи влиянието на технологичните схеми на охлаждане върху индекса на качеството. Графичният вид на тези зависимости е показан на фиг.3.



Фиг.3. Графичен вид на зависимостите на индекса на качество Q в зони 1-4 на отливките от вида на охлаждане.

От извършения анализ се потвърждава, че конструкцията на формата е добре оразмерена и охлаждащите контури са правилно разположени в критичните зони, създаващи предпоставка за всмукнатинни дефекти. Чрез това управление и постигане на желан термодинамичен режим може да се влияе върху качеството на отливките. При правилно подбиране броя на охлаждащите контури и тяхното оразмеряване в комбинация с вида на охлаждане (въздух, вода) и дебита на охлаждащия агент, технологичният цикъл може да бъде сведен до 155 s.

Върху макрошлифове от различни сечения на отливката (фиг.1- А, В, С) се наблюдава чиста повърхнина без наличие на газово-всмукнатинни дефекти, неметални включения, ликвация и нехомогенна структура.

Микроструктурата на изследваните отливки, показана на фиг.1- А, В, С, е типична за използваната сплав - α -твърд разтвор плюс силициева евтектика плюс интерметални съединения. Микроструктурата е равномерна и фина. Стойностите на DAS са ниски и силициевите частици са окръглени и с малки размери, което свидетелства за успешно модифициране на зърната и евтектиката на Si.

4. Заключение

1. Получени са данни за механичните показатели, включително и за комплексната характеристика индекс на качество Q , в четири характерни зони на отливки за автомобилен носач от сплав AlSi7Mg, произвеждани при различни режими на охлаждане по време на втвърдяване във формата и извън нея.
2. Статистическата обработка на данните показва чувствително влияние на охлаждането върху механичните показатели в изследваните зони. Построени са графични зависимости на индекса на качество Q от вида на охлаждането.
3. С тези изследвания се потвърждава конструктивната годност на формата и възможността за правилен избор на броя и вида охлаждащи контури, чрез които се създават предпоставки за отливане на годни отливки с високи механични показатели в съкратен технологичен цикъл.
4. Представен е подход при провеждане на сравнителни технологически експерименти, включващ и статистически методи.

5. Литература

1. Batchvarov G., S.Konstantinova, M.Georgiev. Aluminium castings for hanging knots in cars and electrical networks. - Scientific Proceedings of the Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, Jan VI, vol. 5, Sept. 1999, ъарт 1: Foundry, 3-5 (Proc. Second Int. Scientific-Technical Congress "Mechanical Engineering Technologies'99", Sofia, Bulgaria, Sept.1999).
2. Report "Test castings made with Brocast process (Merrien licence) in BROCHOT pilot plant Oct. 2000-Jan. 2001", Part 3: Test on actual automobile parts, 6-9.
3. Drouzy M., S.Jacob, M.Richard. Interpretation of tensile results by means of quality index and probable yield strength. - AFS International Cast Metals Journal, June, 1980, 43-50.