

СЪВРЕМЕННИ ТЕХНОЛОГИЧНИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА ЛЕЯРСКИ СЪРЦА И СЪРЦЕВИ ФОРМИ НА БАЗАТА НА ПЯСКОСТРЕЛЕН ЦЕНТЪР LCM (Laempe Core Moulding) (ЧАСТ 1)

MODERN TECHNOLOGICAL OPPORTUNITIES FOR PRODUCTION OF CORES AND CORE MOULDS
UNING THE CORE MAKING CENTER LCM (Laempe Core Moulding) (PART 1)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЕЙНЫХ
СТЕРЖНЕЙ И СТЕРЖНЕВЫХ ФОРМ НА БАЗЕ ПЕСКОСТРЕЛЬНОГО ЦЕНТРА LCM (ЧАСТЬ 1)

Dr.Eng. Vihren D.¹,
Laempe EAST Co¹, Ruse, Bulgaria;
E-mail: laempeeast@datatower.net

Eng. Slsvin Y²,
Progres AD², Stara Zagora, Bulgaria;
E-mail: slavin@progress-sz.com

Dr.Eng. Petar R.³,
Technical University – Ruse³, Bulgaria;
E-mail: p_rachev@abv.bg

The statistical data in the last few years show clear tendency to production of different and more complex shaped castings with reproducible technical characteristics under normal conditions. In the last years there is a stronger increase of strengthness in the legislative norms concerning personal safety and environmental pollution in foundries. The LCM method developed by LAEMPE gives the opportunity to produce sand cores and core mould parts with highest degree of accuracy within one machine production cycle of the core shooter. In this way core production and core moulding are uniquely combined in one process and in one production unit – a pioneer solution in the foundry practice. The present paper explains the technological opportunities of the LCM method for simultaneous production of core moulds and sand cores on the basis of different core sands. There is a summary of physical-technological parameters such as bending strength, gas development, gas permeability, dimensional accuracy, shake out ability, reclamaition ability etc. in comparison with classic solutions. There are examples for flexible implementation of the core package technology for direct production of castings.

KEYWORDS: DRY SAND MOULDS, CORE MOULDING MASHINES, CORE PACKAGE TECHNOLOGY

1. Увод

Основна задача на леярското производство е получаването на качествени отливки, съответстващи на изискванията на клиента. Използваните при това технологии могат да осигурят своята конкурентна способност само тогава когато гарантират производството на заготовки с максимално сложни конструктивни елементи и при възможно най-ниска себестойност. За тази цел фирма Laempe GmbH разработва пясъкострелен център тип LCM (Laempe Core Moulding), който се отличава с:

- компактност на конструкцията;
- универсалност при използване на различни свързващи системи и инструменти (ИЕ);
- технологична гъвкавост и висока производителност;
- бърза настройка и смяна на ИЕ;
- висока степен на автоматизация и готовност за роботизация.

2. Предпоставки и начини за решаване на проблема

Непрекъснато нарастват изискванията към сложността на отливките, към възпроизводимостта на техните технически характеристики, задълбочава се конкуренцията между различните методи за производство на машиностроителни детайли. По статистически данни в напредналите индустриални държави протича процес на бърза диференциация на типовете отливки и намаляване на поръчките за доставки на масови отливки.

За последните 10 – 15 години рязко са повишени изискванията на законодателството в Европейския съюз към екологията на леярските технологии и това се отразява в необходимостта от инвестиции в нови материали и машини.

Леярските технологии могат да запазят своята конкурентна способност само когато гарантират производството на сложни конструктивни елементи при ниски разходи.

Тези сложни условия могат да се изпълнят чрез внедряването на пясъкострелен център LCM. Методът LCM за изработване на всички части на сърцевия пакет от висок клас на точност с един цикъл на пясъкострелния автомат сам

по себе си запазва всички нюанси на класическата леярска технология. За първи път в световната практика са обединени сърцарския и формовъчния участък, типични за всяка леярна в една единствена високопроизводителна машина. Създадена е възможност за намаляване на материалните и енергийни разходи, увеличена е гъвкавостта на процеса за изработване на сърца и безкасови форми. Относно изработването на инструментална екипировка е възможно да се реализира натрупания производствен опит в изпълнението на всички части на сърцевия пакет от единна суха смес с един цикъл на пясъкострелния център.

3. Решение на проучения проблем

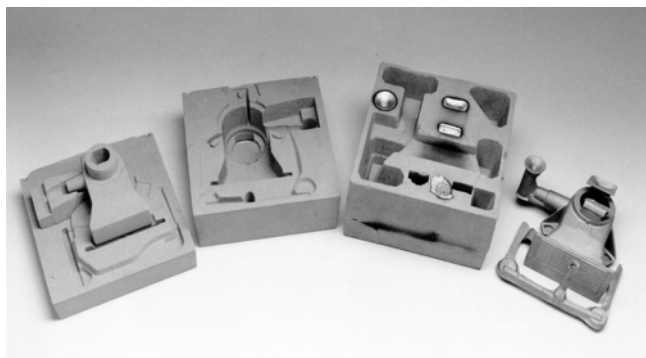
Принципът за изработване на сърца с автомат LCM може да се илюстрира с пример за производство на лагерно тяло от алуминиева сплав по класическа технология (Фиг.1а) и посредством сърцевия пакет изработен по метода LCM – (Фиг.1б).



Фиг.1.а. Отливка лагерно тяло по класическа технология

По класическата технология влажните полуформи се изработват от формовъчен автомат а сърцата от два пясъкострелни автомата с участието на четири работника за 8 мин. Номиналните размери на леярските каси налагат използването на висок наливък и увеличен разход на метал за наливна и подхранващи системи, които след това се отстраняват ръчно.

По метода LCM наливната система е максимално опростена, постига се насоченост за втвърдяване с охладител заложен в моделната екипировка преди запълването и със смес.



Фиг.1.б. Отливка лагерно тяло по технология LCM

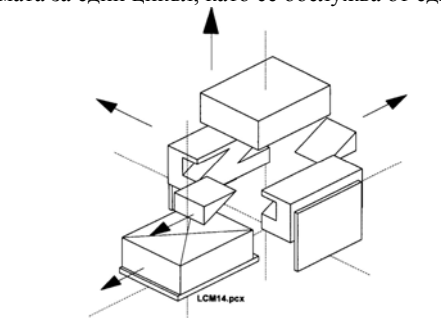
За 40 сек LCM изработва горната и долна полуформи и двете сърца. Обслужващият работник само залага охладителя и след това сърцата в долната полуформа за по-малко от 20 сек. Качеството на сърцата може да се контролира от персонала или от видеосистема. Сглобяването на пакета и транспортирането му е автоматизирано. Особено важен е факта, че отношението обем течен метал : към обем смес е по-малко от 1 : 3. Разрушаването на пакета е бързо и ефективно с минимален разход на енергия.

При чугунени и стоманени отливки минималната дебелина на стените на пакета води до допълнително предимство, свързано с изгаряне на свързващите вещества и повишаване на ефективността при регенерация.

Методът LCM прави възможно по механизирани или автоматизирани варианти да се боядисват, изсушават и сглобяват пакети с такта на пясъкострелния автомат.

Следователно пясъкострелния център LCM с интегриран участък за заливане може да се разглежда като мини леярски завод.

LCM има компактна конструкция, работи с инструментални екипировки с комбинирано разделяне (Фиг.2) и служи за изработване на всички елементи на формата за един цикъл, като се обслужва от един оператор.



Фиг.2. възможности за комбинирано разделяне на моделната екипировка на LCM

Автоматът се прилага рационално за дребно и едросерийно производство. Смяната на моделната екипировка, изнасянето на полуформи и/или сърца върху транспортната лента се извършва в автоматичен режим.

4. Резултати и дискусия

Втвърдяващите се на студено смеси (СВС) имат много предимства в сравнение с пясъчно-глинестите смеси и се използват широко за изработването на касови и безкасови форми посредством класическо оборудване. Прилагането на СВС по процесите Cold box или SO₂ осигурява равномерно разпределена якост в обема на формите и сърцата поради преминаването на газа-втвърдител във всички участъци заети от сместа. Те имат и значителна животоспособност (2 – 4 часа), като началото на втвърдяване съвпада с момента на подаване на газообразния втвърдител, което осигурява високата им подвижност по време на запълване на екипировката.

LCM изцяло оползотворява предимствата от приложението на еднородни смеси (моносистеми) едновременно за формовка и за производството на сърца. Така се намалява частта на материалните потоци в леярната и се подобрява ефективността при утилизация на леярските отпадъци.

Якостните характеристики на най-често използваните формовъчни и сърцеви смеси са обобщени в таблица 1. Основния критерий за определяне на якостните характеристики на смесите които се втвърдяват по химически път е якостта на огъване. Тази якост се определя на база пробни образци с размери 22x22x180mm. Таблица 1.

Таблица 1

Процес	Състав на сместа	Якост на огъване в МПа, след:			
		0 h	0.5h	1.0h	24h
BC/CO ₂	100 т % кв.пясък 3 т% в. стъкло	0.35	0.4	0.6	2.2
Ф. смола CO ₂	100 т % кв.пясък 2.5т% фен.смола	0.6	1.2	1.4	1.8
Фуранова смола SO ₂	100 т% кв.пясък 1.6 т% смола 0.35т%орг. прекис 0.0024 т % SO ₂	2.0	3.2	3.8	5.4
Бетасет	100 т% кв.пясък 2 т% смола 0.006т% метилформиат	1.6	2.2	2.4	2.5
Епоксидна смола SO ₂	100 т % кв.пясък 6.6 т% смола 0.35т% орг прекис 0.0024 т % SO ₂	2.2	3.8	4.2	5.2
Амин процес	100 т% кв.пясък 0.6 т % смола 0.6 т% изоцианат 0.8-1 гр амин/кг	2.0	3.0	3.8	4
Амин процес	100 т% кв.пясък 0.8 т% смола 0.8 т% изоцианат 0.8-1 гр амин/кг	2.4	3.5	4.7	5.8
Croring / Shell (235- 250 ⁰ С)	100 т% кв.пясък 4.55 т% смола 0.3 т% уротропин 0.1т% стеарат	6.0	12.0	12.0	12.0
Hot box (180- 220 ⁰ с)	100 т% кв.пясък 2 т% смола 0.45т% втвърд.	10 s. подгряване			
		6.5	6.5	6.5	6.5

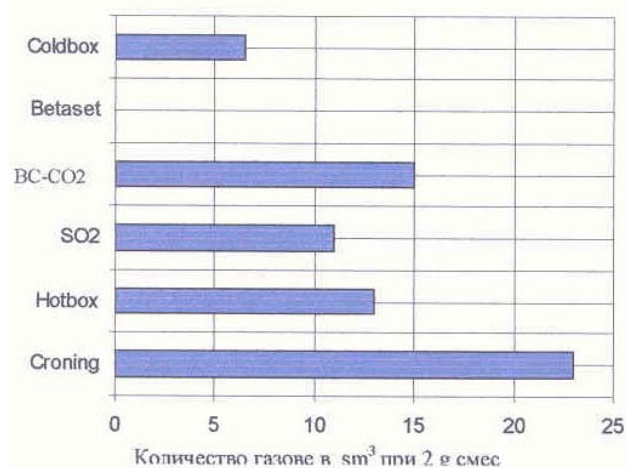
Сърцата получени по амин процес и по процеса SO₂ постигат своята начална якост след секунди и изискват минимално колическво газообразен втвърдител (катализатор).

За съвременните химически втвърдявани смеси е характерно отделянето на газове при температури над 600⁰С,

които могат да бъдат причина за образуване на шупли и газова пористост в отливките.

Технологичните мерки (увеличаване площ на марките и изработване на вентилационни канали) са възможни, но не винаги са допустими. Това налага при избора на процес за производство на сърца да се отчита кинетиката на газоотделяне от сърцевата смес.

Диаграмата (Фиг.3.) показва количественото сравнение на интензивността на газоотделяне на съвременните сърцеви смеси.

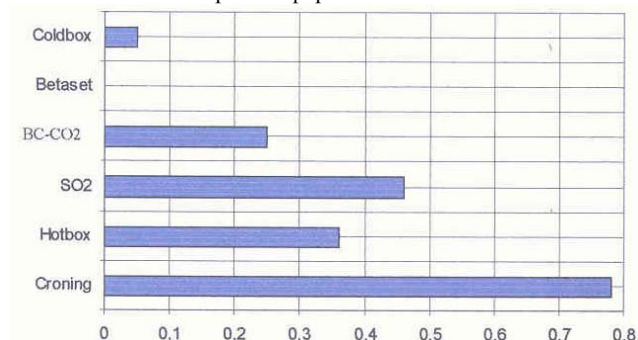


Фиг.3. Интензивност на газоотделяне

Взаимодействието между интервала на затвърдяване, температурния градиент и кинетиката на затвърдяване на леярската сплав от една страна и интензивността на газоотделяне от сместа трябва да се подбере технологично така, че газовата пористост да не превишава допустимите стойности за конкретните отливки.

Газопроницаемостта на съвременните сърцеви смеси зависи от размерите на пясъчните зърна. За най-често използваните кварцови пясъци (0.16-0.31 mm.) газопроницаемостта на СВС с газово втвърдяване при еднаква степен на уплътнение се изменя в интервала $200-350 \times 10^{-8} \text{Pa/m}^2 \cdot \text{s}$.

Размерната точност на вътрешните кухни в отливките оформени чрез сърца е определяща при изработване на технологията на леярската форма.



Фиг.4. Размерна точност на отливките

Сърцата и формите изменят своите размери в резултат на термичното въздействие на течния метал. Еластопластичното поведение на формите и сърцата зависи от термичната устойчивост на свързващите вещества. Допълнително трябва да се отчита и прехода бета-алфакристобалит при 573°C , който е свързан с обемното разширение на кварцовия пясък.

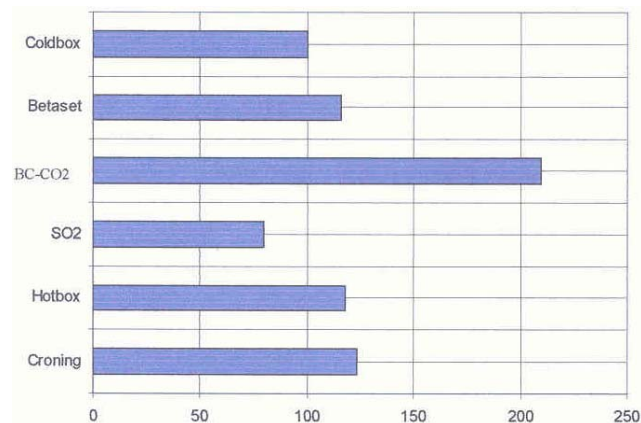
Диаграмата (Фиг.4.) [1] показва изменението на номиналния диаметър ($\phi 108 \text{ mm.}$) на цилиндричен отвор на отливка (7 kg.) от сив чугун (температура на заливане 1340°C).

При недостатъчна податливост на формите и сърцата нараства вероятността от поява на горещи пукнатини.

За изработване на леярските форми се подбират фрмовъчни и сърцеви смеси които имат висока начална якост при минимално съдържание на свързващи вещества, висока термична стабилност, но ниска остатъчна якост.

При заливане с течен метал, при прогряване на формата и сърцата, изработени с органични свързващи, якостта на полимерните системи отначало нараства до максимум, след това спада, образува се коксов остатък. Ако температурата на заливане и внесената топлина се недостатъчни за изгаряне на свързващите вещества (например при алуминиеви отливки) тогава освобождаването на сърцата се усложнява.

На диаграмата Фиг.5. [2] е показано сравнение на избиваемостта на сърцеви смеси за алуминиеви отливки. Избиваемостта е оценявана по време в условията на разрушаване чрез вибриране за цилиндрично сърце с височина 25 mm. и диаметър 175 mm., залято със силумин (температура на заливане 740°C).



Фиг.5. Избиваемост на смеси от различни свързващи системи

При чугунените и стоманени отливки поради по-високата температура на заливане тези проблеми почти не съществуват.

5. Заключение

Методът LCM предоставя на леярите така желаната възможност за гъвкав избор на подходяща технология във вариантите на високопроизводителното „етажно“ леене или леене в „пакет“.

Около машината може да се вгражда и периферия за допълнителна обработка и подготовка на отделните елементи на сърцевата форма, както и за събиране на последната.

Производството на всички части от безкасовата сърцева форма (пакет) с центъра LCM става с един цикъл на сърцевия автомат.

Високите технологични характеристики и манипулаторна якост на произвежданите сърца и сърцеви елементи дават възможност за избор на най-благоприятния вариант на леене на безкасовата форма

6. Литература

1. Giesserei 1987, №4, s. 82
2. Foundry Management & Technology, 1990, №12, p-11