

СЪВРЕМЕННИТЕ БЕЗКАСОВИ ФОРМОВЪЧНИ МАШИНИ ТИП FBO – ЕФЕКТИВНИ РЕШЕНИЯ ЗА ИЗРАБОТВАНЕ И АДАПТИРАНЕ НА ИНСТРУМЕНТАЛНА ЕКИПИРОВКА (ЧАСТ II)

MODERN FLASKLESS GREEN SAND MOULDING MACHINES «FBO»
– EFFECTIVE TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR MANUFACTURING
AND USAGE OF PATTERN PLATES (PART II)

СОВРЕМЕННЫЕ БЕЗОПОЧНЫЕ ФОРМОВОЧНЫЕ МАШИНЫ ТИП FBO -
ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И АДАПТИРОВАНИЯ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСТНАСТКИ (ЧАСТЬ II)

Dr.Eng. Dosev V.³,
Laempe EAST Co³– Ruse, Bulgaria;
E-mail: laempeeast@datatower.net

Eng. Yanakiev S²,
Progres AD², Stara Zagora, Bulgaria;
E-mail: slavin@progress-sz.com

Dr.Eng. Rachev P.¹,
TechnikalUniversity¹, Ruse, Bulgaria;
E-mail: p_rachev@abv.bg

In the last decades the flaskless green sand moulding machines find increasing demand in the modern foundries. The horizontally parted FBO-III is a good example for such application. Beside the advantage, that the castings produced in flaskless moulds may have complex geometry at near-to-end-product dimensions, high dimension accuracy and surface smoothness, FBO-III allows the production of flaskless moulds with variable height of mould halves, quick pattern change and up to 50% lower maintenance costs. Additional advantages for the foundry men are: high productivity, high quality moulds, and opportunity to integrate the moulding machine in an existing customer's conveyor without any foundation as well as high flexibility for application of pattern plates from different materials and with different levels of complexity. The major theme of the presentation is the usage of new modern solutions for manufacturing of tooling to be used on FBO-III. There are examples showing the usage of existing tooling on the named machine.

KEYWORDS: GREEN SAND MOULDS, MOULDING MASHINES, REGULATION, PRESSURE, GASKET

1. Увод

В [1] са разгледани характерните особености на безкасовите формовъчни машини тип FBO, които намират все по-широко приложение за изработване на лярски форми с хоризонтална делителна равнина.

Машините тип FBO, работещи по метода „Сейатсу“, осигуряват получаването на отливки със сложни форма и дълбоки кухини, високо качество на повърхнините и по-малка големина на прибавките за механична обработка. Добрите резултати се дължат на оригиналната схема за регулиране на налягането на въздуха в песькодувния резервоар по време на вдухване на формовъчната смес.

2. Предпоставки и начини за решаване на проблема

Предимствата на машините тип FBO [1,2] са свързани, както с използвания метод за уплътнение на формите, така и с оригинални конструктивни решения и специфичните особености на основните механизми. Различията в сравнение с най-широко разпространените у нас стръскващо-пресовачни машини, налагат при проектиране на моделната екипировка да се отчитат редица особености. Например, за разлика от класическите форми, при безкасовите разположението на моделите трябва да се съобрази с осигуряване на необходимата якост на формата, както при нейното изработване, така и при следващото затежаване и заливане. Уплътнението чрез двустранно пресоване се отразява върху конструкцията на наливъка и наливната чаша и тяхното разположение на моделните плочи. От съществено значение

за ефективното внедряване на машините FBO у нас е възможността да се използват моделни плочи, конструирани за друг тип формовъчни машини (например стръскващо-пресовачи).

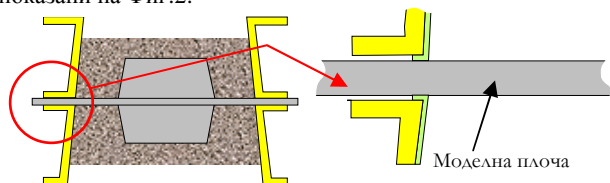
3. Решение на проучения проблем

Разнообразните конструкции на отливките и съответстващата им моделна екипировка, налагат използването на различни режими на вдухване и съответно настройване на клапаните [1]. На Фиг. 1. са показани основните режими на вдухване и подходящите за тях форми на моделите

Време [s]	0.0	t 0.3	t 0.6	t 0.9	Пресоване
Режим 1 ИЛИ Режим 2					
Режим 2					
Режим 3					

Фиг. 1 Типични режими на вдухване и запълване в зависимост от формата на моделите.

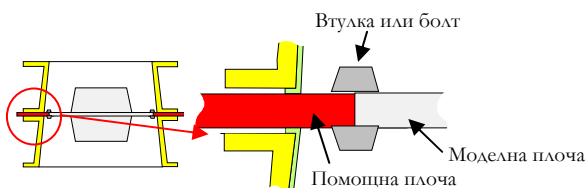
В безкасовите формовъчни машини FBO могат да се използват стандартни или помощни моделни плочи. Положението на стандартната моделна плоча и на разделителната повърхнина на горна и долна каси са показани на Фиг.2.



Фиг.2 Положение на разделителната повърхнина при стандартни моделни плочи.

За машините FBO III се предвижда за размер на формата 20 “ x 24” дебелината на стандартната моделна плоча да бъде 1”.

Съществено предимство на машините тип FBO се явява възможността да се използват стари моделни плочи, които се приспособяват чрез помощна плоча Фиг.3.



Фиг.3. Адаптиране на стари моделни плочи към формовъчен автомат FBO III

По принцип моделните плочи може да се изработват от всички класически материали: дърво, пластмаси, алуминиеви сплави (Табл. 1)

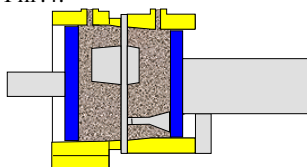
	Цена	Изработване	Якост	Точност	Маса	Трайност	Обща оценка
Дърво	□	□	×	×	□	×	×
Пластмаса	○	○	□	×	○	□	□
Алуминий	○	□	○	○	○	□	□

□ Много добре ○ Добре □ удовлетворително × Лошо

Табл.1. Сравнителна таблица

Факторите които определят избора на материала за изработване на моделните плочи, са усилията при формоване и пластичността на материала. На автоматите от типа FBO, моделната плоча се крепи само на жакета. Налягането на пресоване е най-често в граници 0.8-1.0 МРа и се прилага едновременно от двете страни на моделната плоча. Максималното налягане се създава върху най-високата част на модела и намалява към плочата. Освен това, височината на моделите в горна и долна полуформи най-често е различна, което води до разлики в натоварването.

Пример за подобно разпределение на усилията и теоретичното „огъване” на моделната плоча е показан на Фиг.4.



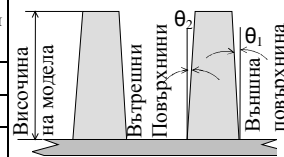
Фиг.4 Разпределение на натоварването върху моделната плоча при пресоване

Ето защо най-често моделните проци се изработват в повечето случаи от прокат от алуминиеви сплави, като допуските на плоча с дебелина от 30 mm са в граници ± 0.15 mm.

При определяне стойността на формовъчните наклони се отчитат много фактори, не е възможно да се използва единен стандарт и ориентировъчно за автоматична безкасова машина може да се прилагат данните от Фиг.5 и Табл.2.

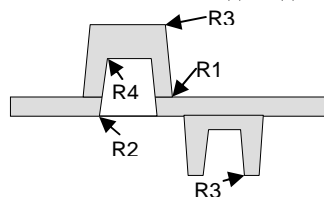
Табл.2

Височина на модела H (mm)	Външни повърхнини θ_1 (Deg)	Вътрешни повърхнини θ_2 (Deg)
<10	3	3
10 ~ 30	1.5 ~ 2	2 ~ 3
30 <	1 ~ 2	1.5 ~ 2



Фиг.5 Схеми на формовъчни наклони

Забележка: За полирани метални модели, наклоните могат да бъдат намалени.



Радиусите на закръгление се изработват по Фиг.6.

Препоръчвани минимални стойности:

$R1 = 0.5 \dots 1$; $R2 = 2 \dots 3$;

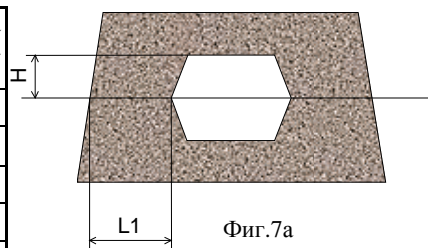
$R3a = 0.5 \dots 1$; $R3b = 2 \dots 3$; $R4 = 2 \dots 3$;

Фиг.6. Радиуси на закръгление

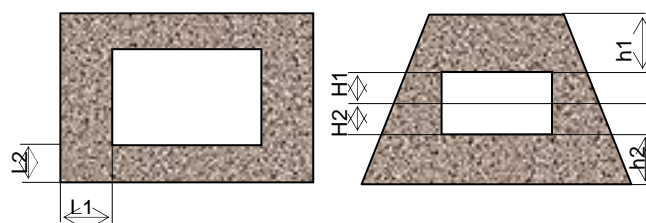
При определяне дебелината на стената на формата може да се използват данните от Фиг.7 и Табл.3.

Табл. 3

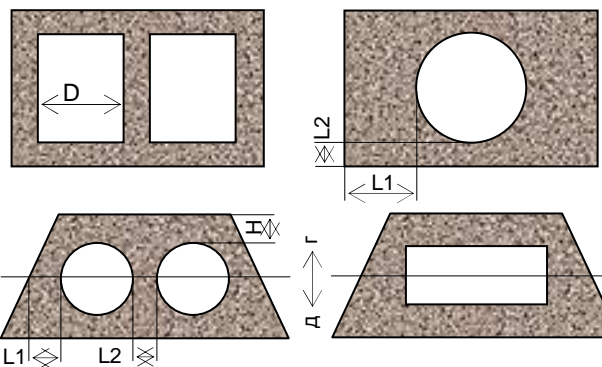
Височина на модела H(mm)	Минимална стойност за L1 (mm)
< 30	30 ~ 35
30 ~ 50	35 ~ 50
50 ~ 80	50 ~ 70
80 ~ 100	70 ~ 90
100 <	$L1 = H$



Фиг.7а



Фиг.7б



Фиг.7в

Фиг. 7г

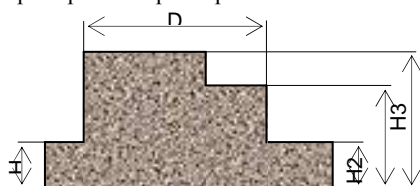
Фиг.7. Схеми за определяне дебелините на стените на формата

Стойностите на $h1$ и $h2$ са \geq на 70 mm, като се осигурява площ по разделителната повърхнина не по-малко от 50% от

общата площ от повърхността на формата (дължина X ширина на вътрешната страна на касите по линията на разделяне). Това изискване гарантира срещу възможното разрушаване на формата или нейното пропускане при изваждане на формата от касата, а така също и срещу деформиране на формата при нейното натежаване.

Ако $H1, H2 > 100\text{mm}$, следва $L1, L2 \geq H1, H2$, с цел осигуряване на добро уплътняване и предотвратяване раздуването на безкасовата форма. За моделите с цилиндрична форма съществува опасност да бъдат деформирани в процеса на пресоване, което налага да се изработват от метал. Ако $D \geq 60\text{mm}$ следва да се използва отношение $H/D = 1$. С цел осигуряване висока степен на уплътнение при формоване на цилиндрични модели с хоризонтално (Фиг.7в) или вертикално (Фиг.7г) делене, за определяне стойностите на $L1, L2$ може да се използват данните от Табл.3.

При формоване на модели със сложна форма е невъзможно да се използват типични образци, но могат да се отчетат примерните параметри от Фиг.8.



Фиг.8 Схема на модели с различни височини.

За участъците с височина $H1, H2 > 30\text{mm}$ може да се използват данните от Табл.3, а за основната част на модела (D) може да се използват стойностите за $L1$ от Табл.3.

При определяне разстоянието между моделите може да се използват данните от Табл.4.

Височина на модела H(mm)	Разстояние между моделите L2 (mm)
<30	15 <
30-50	25 <
50-80	40 <
80-100	60 <
100 <	$L2 = H$

Табл.4. Разстояние между моделите в зависимост от тяхната височина

В случаите на стъпаловидни разделителни повърхнини (Фиг.9) трябва да се осигури минимална дебелина на слоя смес от горната или долната част на формата ($> 70\text{mm}$) за предотвратяване на деформирането им.

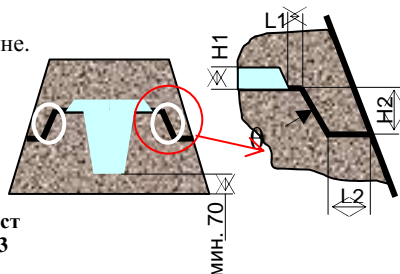
В Табл.5 са показани стойностите на параметрите на формите при стъпаловидно разделяне на леярската форма.

Табл.5 Параметри на стъпаловидното разделяне.

H2 mm	L2 mm
$H2 \leq 30$	$L2 \geq 25$
$H2 > 30$	$L2 = 1.0-1.5H2$

*1) $\theta = 15^\circ$

*2) Минималната стойност $L1$ е показана в Табл.3

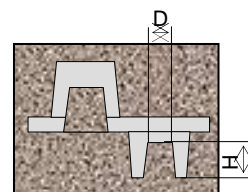


Фиг.9 Стъпаловидно разделяне

При формоване на кухни е трудно да се изведе общо правило за отношението между диаметъра D и височината H на кухнята тъй като влияние оказват и фактори като месторазположение на кухнята, наклони на модела, радиуси на закръгление на ръбовете. В Табл.6 са дадени стойностите за диаметъра D и височината H при формоване на цилиндрични кухни (Фиг.10).

Табл.6. Размери на кухняите

Височина H(mm)	Диаметър, D(mm)						
	5	10	20	30	40	50	60
5	□	○	○	○	○	○	○
10	×	□	○	○	○	○	○
20	×	×	□	○	○	○	○
30	×	×	×	□	○	○	○
40	×	×	×	×	□	○	○
50	×	×	×	×	×	□	○
60	×	×	×	×	×	×	□
70	×	×	×	×	×	×	×
80	×	×	×	×	×	×	×

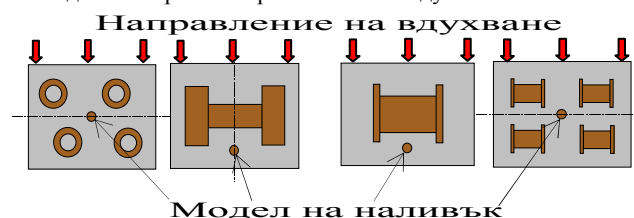


Фиг. 10. Диаметър и височина на кухняите

Данните в табл.6 се базират на практическия опит от използване на метални модели с полирани повърхнини и предварително подобрени наклони. При моделни плочи с няколко кухни, върху опасността от откъсване на формовъчната смес силно влияние оказва количеството и разположението на моделите.

При машините FBO се използва горно вдухване с механизъм за регулиране налягането на вдухване, но вдухването по направление е успоредно на разделителната повърхнина, т.е. налице е случай на странично вдухване.

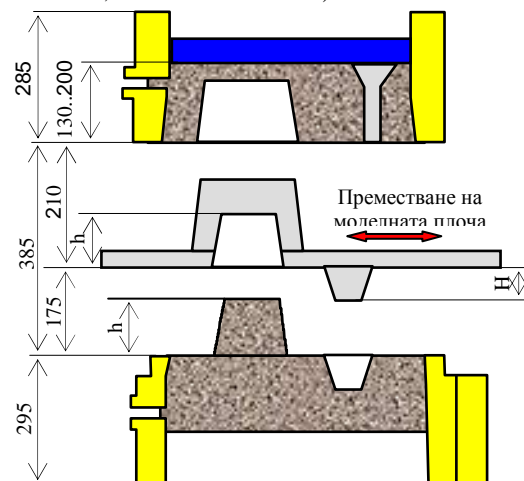
На Фиг.11 са показани примери за подходящо разполагане на моделите спрямо направлението на вдухване



Фиг.11 Примерно разположение на моделите подходящо за машините тип FBO

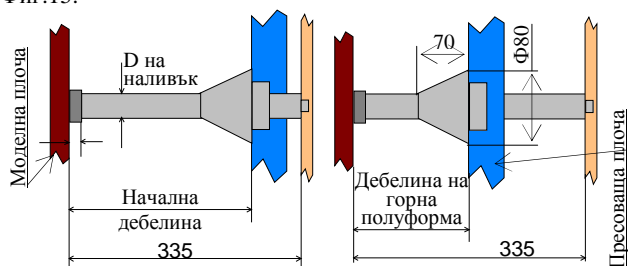
При затваряне на горната и долна полуформа между формообразуващите повърхнини трябва да се осигури хлабина по височина $X=0.2-0.3\text{mm}$. По-малки стойности може да са причина за брак от деформации и разрушаване, а при по-големи ще се появят чепаци.

Специфична особеност при машините FBO е наличието на транспортна количка със закрепените моделни плочи, която се премества преди затварянето на формата. Тъй като височината на горна и долна полуформа може да варира, но в определени граници за всеки модел FBO, за да се избегне разрушаването при контакт на най-високите точки на модела с формата трябва височината на моделите да се подбира в съответствие с Фиг.12 (цитираните числа са за машина FBO IIIA, $H + h = \text{max. } 160\text{mm}$).



Фиг.12 Схема за определяне височината на модела.

За машините тип FBO са характерни решенията за формоване на наливъка и наливната чаша. Относителното положение на наливъка и наливната чаша са илюстрирани на Фиг.15.

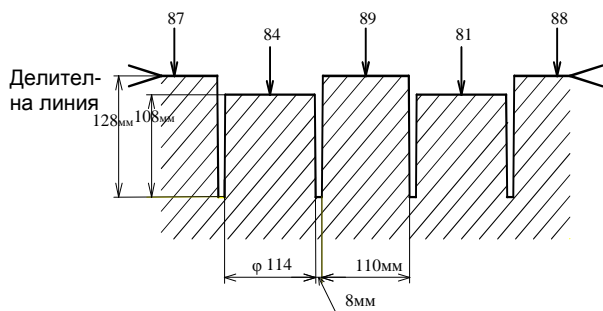
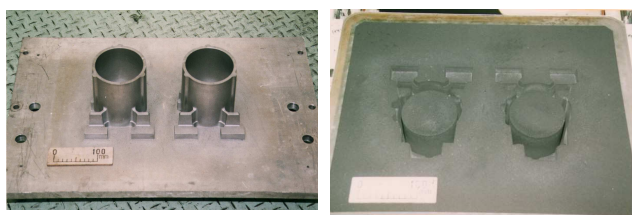


Фиг.15 Примерно относително разположение на наливъка и наливната чаша

4. Резултати и дискусия

На фигури 14, 15, 16 са показани типични лярски форми и отливки изработени на безкасова формовъчна машина FBO. Показаното разпределение на твърдостта на уплътнените лярски форми е много благоприятно за получаване на отливки с висока точност на формата и размерите и много добро качество на повърхността им.

Когато се използват жакети за гарантиране срещу деформации и разрушения на безкасовите форми е възможно препоръчаните в т.3 разстояния да се намалят и така да се увеличи използването на площта на формата по разделителната повърхнина.



Разпределение на твърдостта, N/cm².

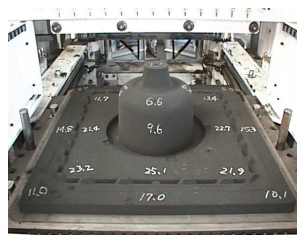
Фиг.14. Корпус на двигател



Горна полуформа

Отливки

Фиг. 15. Детайл тип скоба



Горна полуформа

Отливки

Фиг.16. Детайл тяло

5. Заключение

На базата на препоръките в т.3 в условията на Прогрес АД са проектирани и изработени стотици моделни комплекти.

Разнообразните конструкции на отлятите изделия илюстрират ефективността на предложените решения, както за несложните по форма отливки, така и за корпусни детайли със сложна форма, дълбоки кухини и др.

6. Литература

1. Petar R., Slavin Y., Vichren D. – The modern flaskless moulding machines-actual basis for revival of the Bulgarian foundry industry (Part1), Machines, Technologies, Materials, Issue 4-5/2007, s. 86-88.
2. Буданов,Е. Модернизация литейных производств арматурных отливок в странах Восточной Европы.- Литейщик России, №3, 2006,с.25-31.