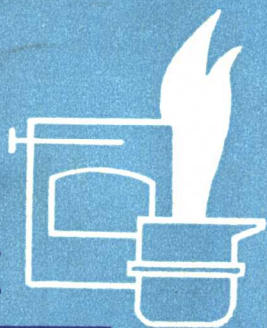


特种铸造

沈嘉猷編



热加工譯丛

上海市科学技术編譯館

15.773
T.14A



热加工译丛
特种铸造
沈嘉猷 编

*

上海市科学技术翻译馆出版
(上海南昌路59号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

中华书局上海印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 11 12/16 字数 360,000
1965年1月第1版 1965年1月第1次印刷
印数 1—6,500

编 号: 62·252
定 价: 1.45 元

目 录

压力鑄造

压力鑄造时鑄件輪廓的形成	[苏联] М. Ф. Мительский 等	1
压力鑄造时的压型工作	[苏联] И. И. Горюнов	6
小批生产中的压力鑄造	[苏联] М. Л. Заславский 等	11
压鑄件的缺陷及其防止的方法	[苏联] П. П. Москвин	15
新型压鑄用鋁合金 АЛ15-8K	[苏联] Е. А. Лебедев 等	17
有色合金压鑄的某些問題	[苏联] М. Л. Заславский	19
压力鑄造时澆注系統的结构与計算	[苏联] Н. А. Шубин	23
长命的新型压鑄型芯	[美国] R. W. Burman	31
鋅压鑄件的澆注	[美国] E. W. Rearwin	34
真空压鑄法	[英国] H. K. Barton	38
鋁合金压鑄件的澆注系統	[英国] H. K. Barton	52
压鑄件缺陷的金相鑑定	[美国] G. L. Armstrong 等	60
H-13 鋼在压鑄型中的应用	[美国] A. E. Scholz	64
近年来压鑄机的发展	[英国] H. K. Barton	68
大型压鑄件的压射系統	[英国] H. K. Barton	75
压鑄机操作过程中质量可变因素的控制	[美国] G. F. Hodgson	79
用声波来改进压鑄件质量	[美国] J. A. Weber 等	83
內澆道金属速度对压鑄件机械性能的影响	[捷克斯洛伐克] Wolf Jindřich	86
压鑄用 Zamak-3 型合金的性能	[法国] U. Georges 等	88
温度測量和 X 光試驗作为发展压鑄件技术的手段	[民主德国] G. Buchmann 等	91

离心鑄造

高轉数离心鑄造鋼鑄件的机械性能	[日本] 落合三雄	94
离心鑄造鋼鑄件的偏析、非金属夹杂物及裂紋		
产生的原因分析	[日本] 落合三雄等	98
成形零件的离心鑄造	[苏联] Л. С. Константинов 等	109
在真空和保护性气体介质中用离心鑄造法制造		
起膜合金鑄件	[苏联] Н. М. Тучкевич 等	113

离心铸造活塞环筒体组织中的蔷薇状石墨	[苏联] П. Г. Березин 等	115
粒状覆料在离心铸造中的应用	[苏联] П. П. Берг 等	119
铸型涂衬对离心铸造铸件质量的影响	[苏联] Ю. П. Поручиков 等	122
石墨型的离心铸造	[美国]	125
鎢鉍合金的离心铸造法	[美国] R. G. Hardy 等	127

金属型铸造

轻金属的低压-金属型铸造法	[西德] E. Bertram	131
液态金属对金属型中裂纹产生的影响	[苏联] А. М. Петриченко	136
铸铁在金属型浇注时的收缩裂纹	[苏联] Л. Б. Коган 等	138
金属型开型力和抽芯力的计算方法	[苏联] Н. П. Дубинин 等	142
铝合金铸件的金属型铸造	[法国] F. Pierre	147
金属型的寿命	[捷克斯洛伐克] Kadlec, Jiri	150
铝合金铸件金属型铸造的浇冒口系统	[美国] George Bier	152
硬模铸造灰铁铸件	[美国] R. M. Teillet	158
铁合金铸造时硬型的损坏与消耗	[苏联] И. Чикель	162

其它方面

挤压铸造时铸件的成型	[苏联] Н. Н. Рубцов 等	174
低压铸造	[日本] 鹿取一男等	177
用压力冷凝法铸造青铜衬套	[苏联] А. А. Рыжиков 等	182

压力铸造时铸件轮廓的形成

[苏联] М. Ф. Макельский 等

压铸时铸件的精度，首先取决于充型时铸件轮廓的形成过程。

压铸时金属流在内浇口进口上的速度由下面的关系式表示：

$$W_{\text{н}} = \frac{\pi \frac{D^2}{4} W}{\omega_{\text{н}}} \quad (1)$$

式中 $W_{\text{н}}$ ——内浇口进口上金属流的速度；

D ——压室的直径；

$\omega_{\text{н}}$ ——浇口的截面积；

W ——压射活塞的移动速度（压射速度）。

在表示浇注系统各元件内液体消耗的等式中，求得充型时间为：

$$\tau_{\text{з}} = \frac{G}{\gamma_{\text{н}} \frac{\pi D^2}{4} W} = \frac{G}{\gamma_{\text{н}} \omega_{\text{н}} W_{\text{н}}} \quad (2)$$

式中 $\tau_{\text{з}}$ ——充型时间；

G ——铸件重量；

$\gamma_{\text{н}}$ ——浇注金属的比重。

里得-普列恩吉斯 (Рид-Прентис) 1.5G型压铸机在制造各种合金铸件时，其压射活塞的运动速度是用记录式感应传感器在 МПО-2 型迹线示波器上测量的，量测结果表明：从金属进入浇道时开始，若压室直径对浇道面积之比、合金的比重以及充型开始前的压射速度等愈大，则活塞速度的降低也就愈大。

图 1 为压铸 ИАМ4-3 合金铸件时得到的活塞速度特性示波图，图中的纵座标为速度，横座标为活塞行程。除了速度曲线以外，在示波图上每隔 0.02 秒还给出一个时间信号。

压射活塞的运动有三个特性时期：

- 1) 启动时期(1 和 2)；
- 2) 稳定的运动时期(2 和 3)；
- 3) 充型时期(3 和 4)。

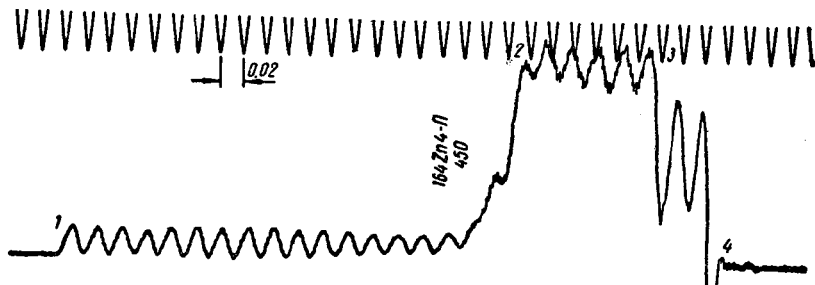


图 1 里得-普列恩吉斯 1.5G型压铸机在制造 ИАМ4-3 合金铸件时压射活塞运动速度的示波图 (压室直径为 60 毫米，内浇口断面为 3×10 毫米，压射速度与封闭阀全部打开时的情况相适应)

1—运动开始； 2—启动结束； 3—充型开始； 4—充型结束

速度图的波动特性显然与以下情况有关，即进入压射缸工作内腔的受压工作液体是为活塞向前运动的组成部分。

活塞速度的降低是由于流体动压力所引起的阻碍活塞运动的结果，这种流体动压力在充填浇注系统时产生于压室中，其值可用下列关系式表示：

$$P_{\text{ед}} = \frac{\gamma_{\text{н}} W^2}{2g} \left[\left(\frac{\pi \frac{D^2}{4}}{\omega_{\text{н}}} \right) (\Sigma \xi_{\text{н}} + 1) - 1 \right] \quad (3)$$

式中 $P_{\text{ед}}$ ——从压室中挤出的金属容积中的流体

动压力；

$\Sigma \xi_{\text{н}}$ ——表征金属流中流体阻力系数的总和。

作为水压机工作机构的压射活塞稳定的运动速度可用一般关系式表示：

$$W = \left(\frac{d_n}{D_n} \right)^2 \varphi \sqrt{2g \frac{P_a - P_n}{\gamma}} \quad (4)$$

式中 d_n ——工作液体从管路系统进入压射缸的管道直径；

D_n ——压射缸的直径；

φ ——工作液体进入压射缸的管路系统的速度系数, 此系数与封闭阀的打开程度有关;

P_a ——管路(或储压管)中的压力;

γ ——工作液的比重;

P_n ——压射缸中的压力, 其值取决于阻碍活塞运动的阻力。

阻碍活塞运动的作用力有:

1) 活塞活动部分在密封套中与缸壁的摩擦力, 以及活塞头和金属在压室中的摩擦力。为了克服这些摩擦力, 在压射缸中作用着压力 P_1 。

2) 工作液体被压射缸中的活塞压缩时产生的阻力。为了克服这种阻力需要压力 P_2 。

$$P_2 = \frac{\gamma \Sigma \zeta_2 (D_n^2 - D_1^2)^3 W^2}{2g d_1^5 D_n^2} \quad (5)$$

式中 $\Sigma \zeta_2$ ——表征工作液体从压射缸内排出的管道系统中流体阻力系数的总和;

D_1 ——活塞柱塞的直径;

d_1 ——工作液体从压射缸流出的管道直径。

3) 流体动压力的阻力。为了克服它, 就需要压力 P_3 。

$$P_3 = P_{20} \cdot \frac{D^2}{D_n^2} \quad (6)$$

由方程 (3)、(5)、(6) 求出 P_2 值并改换为方程

(4) 中的 P_n , 相对于压射速度解方程 (4), 得:

$$W = \left(\frac{d_n}{D_n} \right)^2 \varphi \sqrt{\gamma + \frac{0.616 d_n^4 \varphi^2 D_n^6 \gamma_m (\Sigma \zeta_2 + 1)}{D_n^6 \omega^2} + \frac{\varphi^2 \gamma \Sigma \zeta_2 (D_n^2 - D_1^2)^3}{D_n^6}} \quad (7)$$

由关系式 (7) 可计算充型时期内压射活塞的速度。

在里得-普列恩吉斯 1.5G 型压铸机制造 AJ12、IIAM4-3 合金铸件与 20Л 钢铸件时, 进行了铸型内最终压力的测定。浇注是在下列的工艺规范内进行:

压射速度(米/秒): 0.43、0.73、1.0、1.3;

比压(公斤/厘米²): 630、980;

内浇口厚度(毫米): 0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、

10.0。

用改变封闭阀的打开程度来调节压射速度。比压的大小用不同直径的压室来改变。内浇口的厚度通过变换模心的方法来改变。利用带有 МП0-2 型记录式迴线示波器的六线应变台来测定压力。在顶杆的表面上, 用赛璐珞胶水粘贴上两支应变计作为传感器。

在测量铸型中压力的同时, 用感应传感器测量活塞的速度, 并用特殊结构的应变传感器来测量压射缸中的压力。

在合金 IIAM4-3 充型后, 作用在铸型壁上的金属压力特性曲线见图 2 所示。

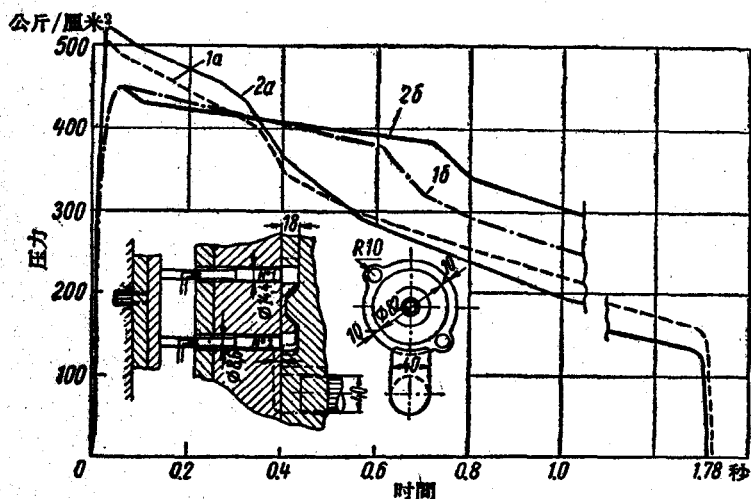


图 2 用 IIAM4-3 合金充型后, 金属作用于铸型壁上的压力特性曲线

$W=0.43$ 米/秒; 1a 和 2a—浇注温度为 890°C; 16 和 26—浇注温度为 480°C

图 3 表示压射活塞的运动速度和压射缸中压力的综合图表, 它根据给定的测量而画出。从图表中

可以看出由关系式 (4) 和 (7) 所表示的、活塞速度和压射缸中压力之间的联系。当启动阀门打开时, 工作

液体就从管路系统进入压射缸，起先沿着小直径的管道进入，而当活塞经过一定的行程后，即活塞头越

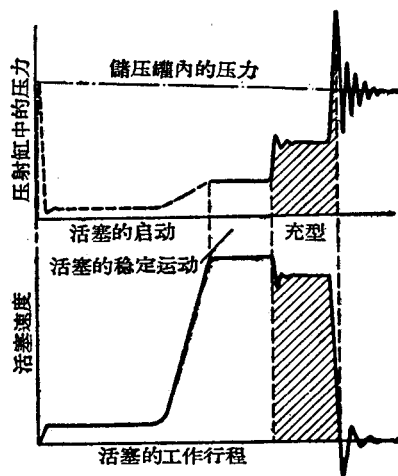


图 3 压射活塞的运动速度和压射缸中压力的综合图表

过压室中的孔眼时，则打开大直径的管道来浇注金属。

启动初期，压射缸中突然产生压力，由于管道中的液压冲击，其值大于储压罐内的压力值。这时活塞开始运动。随着速度的增长，压射缸内的压力降低。在第二个管道打开前，活塞速度达到其极限值后仍为稳定的速度。与此相对应，压射缸中的压力稳定。随着大直径管道的打开，活塞的速度增高，直至达到极限值时为止，此极限值取决于封闭阀的打开程度。与此同时，在活塞下由压射缸中流出的工作液体对活塞的阻力也增长。压射缸中的压力相应地提高，与活塞的速度一样，达到极限值后在开始充型前仍为稳定。

金属进入浇道时，在压室中产生流体动压力，开始时此流体动压力以冲力形式对活塞加以阻力。在压力的作用下，活塞速度降低，而压射缸中的压力增加。冲击可能引起活塞的瞬时停止或者甚至作瞬时的反向运动。

在冲力终止时，压射缸中的压力大于作用着的阻力，使活塞获得恢复其初始运动的加速度。这时再次发生冲击，但是由于不可收回的摩擦损耗使其能量减少。此过程重复到直至惯性力全部耗尽时为止。这时期中压射缸内的压力具有阻尼振动的特性。振动的频率取决于机器的结构，而其振幅与出现的持续时间取决于冲击能量。

此后，活塞的运动稳定，并且其速度和压射缸中

的压力同作用阻力相一致。充型结束时，活塞停止运动并产生冲击，冲击力取决于活塞速度变化的特性与大小。冲击的扩展与充型开始时一样。里得-普列恩吉斯 1.5G 型压铸机中活塞停止时压力增长的最大值（在封闭阀具有各种打开程度及储压罐内的压力为 70 公斤/厘米²的情况下）列举在表 1 中。

表 1

封闭阀的打开程度(旋轉圈数)	活塞的稳定速度(米/秒)	活塞突然停止时压射缸中的最大压力(公斤/厘米 ²)
0.5	0.43	70
1.0	0.73	84
2.0	1.0	112
5.5	1.3	126

传感器不能测出充型时期内作用于铸型壁上的金属压力，显然是由于压力值太小的缘故。从活塞停止运动时开始，在铸型内发生最终压力，其增长与压射缸中压力的增长同时发生。

可以认为，铸型中的最终压力与比压相对应，比压由下列等式求得：

$$P_{y\partial} = \frac{D_n^2}{D^2} \times P_a = \frac{F_{ny}}{\pi D^2} \quad (8)$$

式中 $P_{y\partial}$ ——比压；

F_{ny} ——机器的压射力。

测量表明，铸型中的最终压力只有在下列情况下才能达到比压值：

- 1) 铸型的充填应该从浇道开始而连续地进行；
- 2) 浇口的凝固时间应比压射缸中压力上升的时间为大。

在所进行的研究中，用铸造的平面拉伸试样保证了上述的条件，试样的厚度为 3 毫米，由试样的端部引入金属，浇口截面为 3×25 毫米。

金属以散流形式充填铸型时，铸型中的最终压力不能达到比压值，此外，在铸型的各个部分内，其数值也不一样。

在其他条件相同的情况下，内浇口的厚度以及封闭阀的打开程度愈小，最终压力也就愈低。

表 2 列出了压铸如图 4 所示的铸件时所测得的压力结果，在 450°C 下用 ILAM4-3 合金浇注，压室直径为 50 毫米，在所有情况下的比压均为 630 公斤/厘米²。

表 2

封闭阀的 打开程度 (旋轉圈数)	傳感器 序号	压力(公斤/厘米 ²)			
		澆口尺寸(毫米)			
		0.5×20	1×20	2×20	4×20
0.5	1	170	242	250	195
	2	263	384	306	335
	3	240	269	308	245
5.5	1	256	262	376	405
	2	354	382	425	560
	3	334	315	415	430

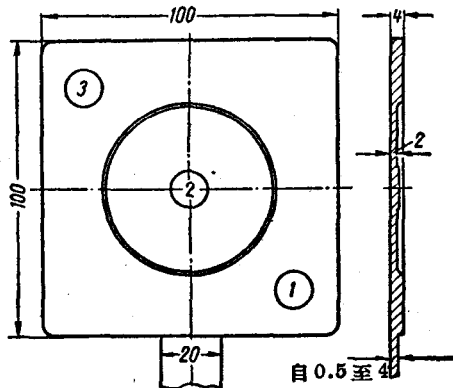


图 4 用来测定金属对鑄型壁上压力的鑄件
1、2、3—裝置傳感器的部位

澆注糊状合金液(粘度較大)时,最終压力比澆注过热合金液时要低,而这与合金的类型无关。

在鑄件凝固和冷却的过程中,金属对鑄型壁上的压力降低,其变化特性参見图 2。压力曲线的轉折点与裝置傳感器部位的鑄件終凝相一致。

在用 3X13 号鋼制成的鑄型中測定鑄型的表面温度,用合金 AJI2、IIAM4-3 及 20JI 号鋼在鑄型中澆鑄了厚度为 3 和 6 毫米的平板。合金液在过热状态及糊状时澆入鑄型,液流的速度自 5~60 米/秒。热电偶的构造及其在鑄型內的安装如图 5 所示。热电偶热端的厚度在 0.005 毫米的范围内。温度用 МПО-2 型回綫示波器和 8 型振子来測量。

图 6 为澆注各种合金时鑄型表面受热的特性曲线。

測量表明,从金属与鑄型开始接触时起,金属流的速度愈高,鑄型表面的受热就发生得愈快。在用 3X13 号鋼制成的鑄型中澆注 AJI2 和 IIAM4-3 合金时,鑄型表面温度的上升速度可用經驗公式表示:对于合金 AJI2

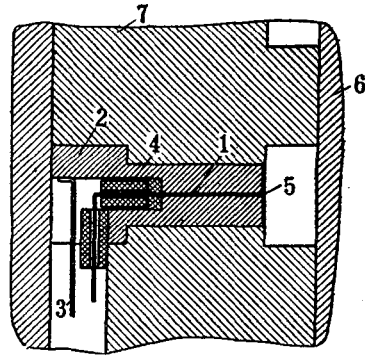


图 5 測量鑄型表面温度用的热电偶裝置与安放簡图

1—銀电极; 2—用 3X13 号鋼制的热电偶外壳; 3—銅电极; 4—瓷管; 5—热端;
6—靜模; 7—动模

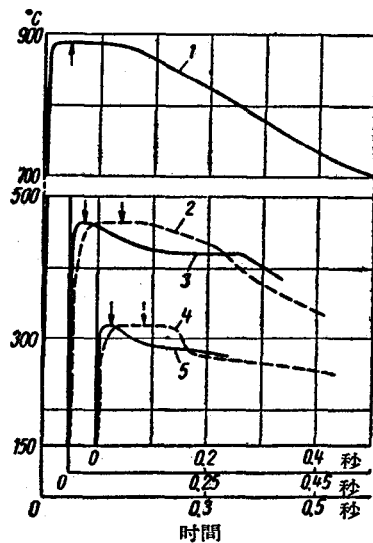


图 6 鑄造螺旋形合金鑄件(6×10 毫米)时,鑄型表面温度的特性曲线

合金牌号: 1—20JI 号鋼,金属流的速度为 7.7 米/秒; 2和 3—AJI2 合金,金属流的速度相应地为 8.3 与 23.0 米/秒; 4 和 5—IIAM4-3 合金,金属流的速度相应地为 8.3 和 24.6 米/秒; 箭头表示充型的結束

$$T = (0.5 \times 10^4 + 0.28 \times 10^4 W) \tau \quad (9)$$

对于合金 IIAM4-3

$$T = (0.5 \times 10^4 + 0.225 \times 10^4 W) \tau \quad (10)$$

式中 T ——时间为 τ 时的鑄型表面温度;

W ——金属流的速度。

当温度达到一定的极限值以后(此极限值取决于接触温度),直到鑄件凝固前,温度实际上为常数。測量表明,这一极限值实际上是是与理想的接触温度

相一致的,該理想的接觸溫度根據已知公式求得:

$$T_k = \frac{T_m \sqrt{\gamma_m C_m \lambda_m} - T_\phi \sqrt{\gamma_\phi C_\phi \lambda_\phi}}{\sqrt{\gamma_m C_m \lambda_m} + \sqrt{\gamma_\phi C_\phi \lambda_\phi}} \quad (11)$$

式中 T_k ——接觸溫度;

T_m ——注入的金属溫度;

T_ϕ ——鑄型的初始溫度;

γ, C, λ ——相應地為: 注入合金 (帶腳標 m) 和鑄型材料 (帶腳標 ϕ) 的比重、熱容量和導熱系數。

當澆注過熱範圍為 70°C 的及糊狀的合金液時, 溫度曲線的特性以及鑄型表面的最大受熱情況都為一致。這表明了在一般的鑄造條件下, 注入鑄型的合金不經過熱, 此外當金屬的流動與鑄型表面相接觸時, 瞬間時間內形成金屬的凝固壳層。

所確定的鑄型受熱規律性提供了基於“平方根定律”來計算鑄件凝固時間的依據。並且凝固系數值可以從最終壓力、鑄型表面溫度的曲線找出, 或者按某些公式求得。

為了研究最終壓力和金屬流的速率對 AJ12 及 IIAM4-3 合金鑄件輪廓的清晰程度的影響, 製造了試驗性的鑄件, 如圖 7 所示。鑄件彎曲部分的厚度為 4 毫米, 并用圓錐形的筋鑲邊。鑄件上筋的厚度為 1 毫米, 至 5° 角以上結束。鑄件擴張式的矩形部分轉入厚塊部分, 其尺寸為 $50 \times 30 \times 30$ 。鑄件的總體積為 86 厘米³。在厚塊上引入金屬, 所用澆口的截面為 4×15 毫米。

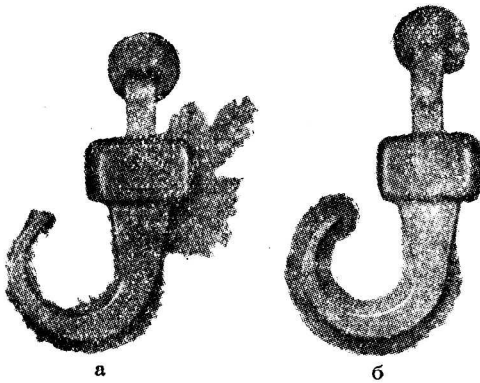


圖 7 試驗性的鑄件

在壓室直徑為 40 和 50 毫米的條件下澆注鑄型。合金液過熱到 70°C 。用封閉閥的打開程度來調節壓射速度, 壓射速度為 0.43、0.73、1.0 米/秒, 金屬流的速率相應地在 9.0~33.0 米/秒的範圍內變動。按照每種規範製造的鑄件, 在壓室中注入了足

夠充型用的一分或略為少些的金屬。在第一种情況下, 具有最終壓力的作用。在第二種情況下, 厚塊被充滿, 但在鑄型內無最終壓力。根據筋邊形成的完整情形來鑑定輪廓的清晰程度。

圖 7 為 IIAM4-3 合金鑄件, 它是在直徑為 40 毫米的壓室中制成的。制取鑄件時 (圖 7a), 金屬流的速率為 9 米/秒。澆入壓室的金屬保證了厚塊部分的充填, 并得到了高為 16 毫米的壓射余料。筋邊輪廓的形成雖然不夠完整, 但充型後具有最終壓力的作用。鑄件 (圖 7b) 在金屬流的速率等於 19 米/秒的情況下獲得。厚塊未曾全部充滿。雖然無最終壓力的作用, 但筋邊的形成尚能滿意。

用 AJ12 合金鑄造時也獲得了類似的結果, 其中同樣採用了直徑為 50 毫米的壓室。

當用細流狀的金屬及不足的金屬量來充填鑄型時, 在一系列情況下也能獲得外形合格的鑄件, 盡管在鑄型中無最終壓力的作用。在所有這些情況下, 鑄件輪廓在充填過程中形成, 金屬流的速率具有決定性的意義。在液流速率低於 9 米/秒的情況下, 不論最終壓力的作用與否, 鑄件輪廓總是模糊的。鑄型內的最終壓力, 原則上可以保證獲得精確的輪廓 (精壓)。為此, 必須在產生最終壓力時, 務使金屬的凝固壳層不應有阻礙壓力的作用。

在壓鑄的條件下, 充型的特点是型腔中金屬的散流。

散流在金屬的前陣全部凝固時停止。為使鑄型得到精確的充填, 必須使充填時間短些, 這一時間決定金屬流的停止, 其必須值可用下式求得:

$$W = \frac{Gk^2}{\gamma_m \frac{\pi D^2}{4} \delta^2} \quad (12)$$

式中 δ ——鑄件上主要厚度的一半;

k ——凝固系數。

保證獲得所需壓射速度的封閉閥的打開程度 (速度系數為 4), 可從等式 (7) 中求得。

實際生產經驗表明, 為了獲得鑄件的精確輪廓, 鑄型中液流的最小速度值應在如下的範圍內: 當整股液流從澆口開始順序的充填鑄型時, 速度不低於 2~3 米/秒; 而用分散的液流充填鑄型時, 則不低於 5~10 米/秒。

(戴路恩譯自《Точность отливок》1960, 193~202 頁, 啟元校)

压力鑄造时的压型工作

[苏联] И. И. Горюнов

在設有熔化的澆注裝置、控制鑄型加熱和冷卻的裝置以及控制鑄型中鑄件停留時間的時間繼電器的臥式冷室壓鑄機上,進行壓力鑄造時,其整個鑄造周期將具有下列階段:加料和爐料的熔化(30~120秒);液態金屬流入壓室(10~20秒);液態金屬充填型腔(0.03~0.10秒);鑄件在壓型中靜置至完全凝固(2~5秒);從鑄型中取出鑄件(1~3秒);為下一工序準備壓型(3~30秒)。

鑄造周期的時間在0.5~3分鐘之間,視鑄件的重量、尺寸和複雜程度而定。這時,壓型的工作表面由於所用合金的不同而分別加熱至200°C(鉛合金)或1,100°C(鐵基合金)。因此,壓型工作表面將產生溫差應力,在壓鑄鋁、銅、鐵合金時,這種應力可以使材料達到屈服極限,引起韌性材料的塑性變形和脆性材料的開裂。

對於強度和硬度較小的材料,塑性變形會引起壓型翹曲,特別是沿著連接或接合綫發生翹曲。

壓型材料在變向循環載荷下工作時也經受熱疲勞,會引起熱網紋。

含有氧、氫等活性氣體的液態金屬,可以引起壓型工作表面的氧化、氫化和氣體腐蝕,使壓型表面產生腐蝕疲勞或者腐蝕裂紋。

液態金屬在高压下和壓型工作表面接觸時產生由澆注金屬成分引起其飽和的擴散過程,從而使鑄件向型壁粘附或焊合,並加強其表面層的應力狀態。

在比壓為2,000公斤/厘米²下,當液態金屬以50米/秒速度充填鑄型時,壓型的工作表面經受摩擦和液體動力衝擊,使表面產生浸蝕磨損。與此同時,當取出鑄件時,壓型材料還受到大的機械載荷。

因此在進行壓力鑄造時,特別在壓鑄銅基和鐵基合金時,壓型是在非常困難的條件下工作的。壓型破壞的主要原因是其工作表面溫度的循環變化。

壓型工作表面加熱溫度變化與材料導熱率和潤滑的關係示於圖1。

試驗資料表明,壓鑄重100~300克的鋼鑄件時,達到最高溫度的時間為0.02~0.07秒。壓型工作表面最高溫度保持0.08~0.5秒,然後降低到規定的溫度。壓鑄鋼鑄件時,壓型工作表面的加熱溫

度隨壓型材料的導熱率和潤滑條件而在很廣的範圍內變動。在無潤滑的情況下工作時,由牌號為3X13

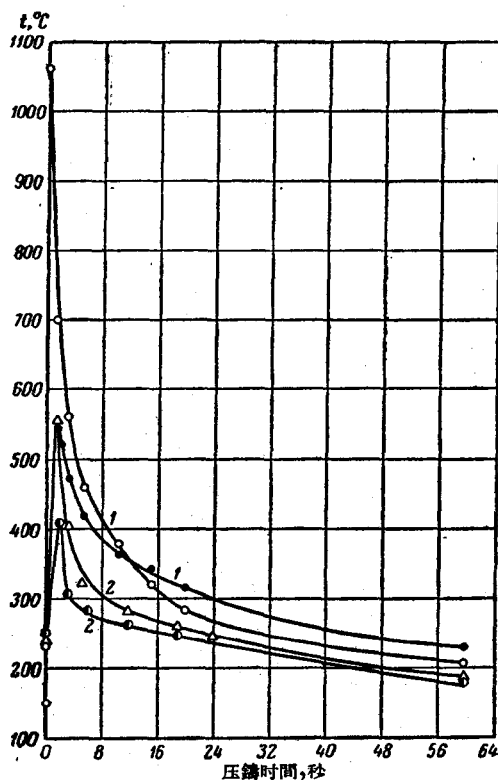


圖1 壓鑄鋼鑄件,壓型工作表面加熱溫度與壓鑄時間和壓型材料的關係

1—由3X13號鋼制成的壓型在有潤滑和無潤滑時的工作; 2—由銅制成的壓型,在有潤滑和無潤滑時的工作

號鋼制成的壓型接觸溫度為1,065°C,而對於銅制成的壓型,其接觸溫度為565°C。在有潤滑的情況下工作時,對由3X13號鋼制成的壓型,接觸溫度為560°C;而對於銅合金制成的壓型,接觸溫度為410°C。這時潤滑層厚度將近0.1毫米。

金屬進入壓型時所經過的澆道,被液體金屬所包圍的細薄凸起部分和銳角處以及經受液體衝擊的區域等等,這些地方受熱最大。

壓鑄時,金屬和壓型之間的接觸近似於理想情

况, 接触温度 T_k , 在不考虑结晶热时, 可由下式进行计算:

$$T_k = \frac{T_0 b_0 + T_{\phi} b_{\phi}}{b_0 + b_{\phi}} \quad (1)$$

压型任一点的温度 T 由式(2)计算:

$$T = T_k - (T_k - T_{\phi}) G\left(\frac{x}{\sqrt{4a_{\phi}\tau}}\right) \quad (2)$$

式中 T_0 ——进入压型的金属温度;

T_{ϕ} ——压型温度;

b_0 ——铸件热惯性系数;

b_{ϕ} ——压型热惯性系数;

$G\left(\frac{x}{\sqrt{4a_{\phi}\tau}}\right)$ ——高斯误差积分;

τ ——时间。

接触温度的计算和试验数据是相互一致的 (图 2)。

在每一铸造周期的加热过程中, 材料发生压缩温度应力, 而在冷却过程时则发生拉伸温度应力。

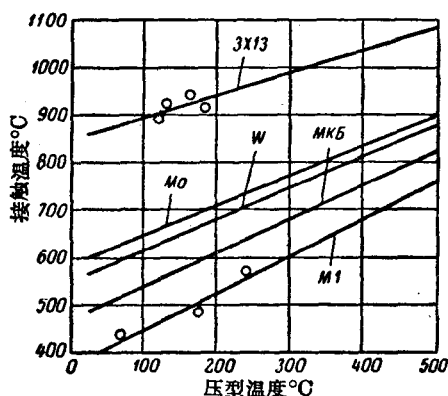


图 2 接触温度与压型温度的关系
(计算数据和试验数据)

加热物体上的每一点, 沿着三个相互垂直方向的应力总和, 可以近似地由方程(3)表示。

$$\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z \approx \frac{2\alpha E \Delta t}{1-\mu} \quad (3)$$

而沿一个方向的最大应力等于总和的一半。

$$\sigma_{T.H} \approx \frac{\alpha E (T_k - T_{\phi})}{1-\mu} \approx 1.5\alpha E (T_k - T_{\phi}) \quad (4)$$

式中 $\Delta t = T_k - T_{\phi}$; $\mu = 0.33$ 。

在由 3X2B8 号钢铸造的压型中压铸各种合金铸件时 (压型具有调节预热装置, 操作在无润滑剂情况下进行), 计算的温度应力列于表 1。在相同条件下压铸钢铸件时, 压型材料的影响列于表 2。

表 1

指 标	合 金 基 体				
	Pb	Zn	Al	Cu	Fe
接触温度 T_k , °C	244	326	492	700	945
压型材料的屈服极限 σ_s , 公斤/毫米 ²	130	125	100	60	10
温度应力 $\sigma_{T.H}$, 公斤/毫米 ²	13.5	37.5	88.5	150	245
比值 $\sigma_s/\sigma_{T.H}$	9.6	3.3	1.13	0.4	0.04
压型寿命 (压铸次数)	1,000,000	300,000	100,000	3,000	300

表 2

指 标	压 型 材 料		
	3X2B8	MKB	BM2
接触温度 T_k , °C	945	610	709
压型材料的屈服极限 σ_s , 公斤/毫米 ²	10	33	60
温度应力 $\sigma_{T.H}$ 公斤/毫米 ²	245	103	135
比值 $\sigma_s/\sigma_{T.H}$	0.04	0.35	0.44
压型寿命 (压铸次数)	300	2,000	8,000

注: 压型寿命在压铸重 21 克的小型钢铸件时获得
MKB—钴-铍青铜; BM2—钼基合金

压型材料的屈服极限与热应力的比, 称作压型材料的热疲劳强度指标或材料的高温强度指标。

$$\Pi_{T.y} = \frac{\sigma_s^{T_k}}{\sigma_{T.H}} \quad (5)$$

接触温度下的屈服极限是压型材料最重要的特性之一, 如果压型表面的热应力达到屈服极限, 那末将出现残余塑性变形, 并将发生应力松弛。

对于倾向脆性破坏的材料, 在应力集中的地方达到强度极限的热应力, 引起裂纹, 并且也将发生应力松弛。

铸造周期中的材料残余热应力可由古列维奇 (Гуревич) 公式计算:

$$\sigma_{0.H} = \frac{\alpha E (T_k - T_{\phi})}{1-\mu} - \frac{1-2\mu}{1-\mu} P_{y\phi} \cdot \sigma_s \quad (6)$$

当 $\mu = 0.33$ 时, 公式可以写成下面形式:

$$\sigma_{0.H} = \sigma_{T.H} - 0.5 P_{y\phi} - \sigma_s \quad (7)$$

式中 $P_{y\phi}$ ——压铸金属时作用于型壁的比压。

计算时假设残余热应力与压铸周期次数无关, 但是高莫尔斯基 (З. М. Гомольский) 用 X 光组织分析法获得的试验资料并没有证实这一点。根据他的资料, 随着冷热循环变换次数的增加 (压铸次数),

残余热应力就增加(未进行降低应力的回火),由下列数据可以看出这一点。

压铸次数,千件 9 21 35 38 53 60

残余应力,公斤/毫米² 13 10 10 15 26 32

苏尔曼(В. Б. Шульман)和作者一起在光学机械厂,曾在压型操作过程中用中间回火降低残余应力的办法来提高压型在压铸铝合金铸件时的寿命。压型的寿命提高到1.5~3倍。这一方法已推荐作广泛应用。

为了鉴定材料的热疲劳强度或热强度,提出了一系列指标:

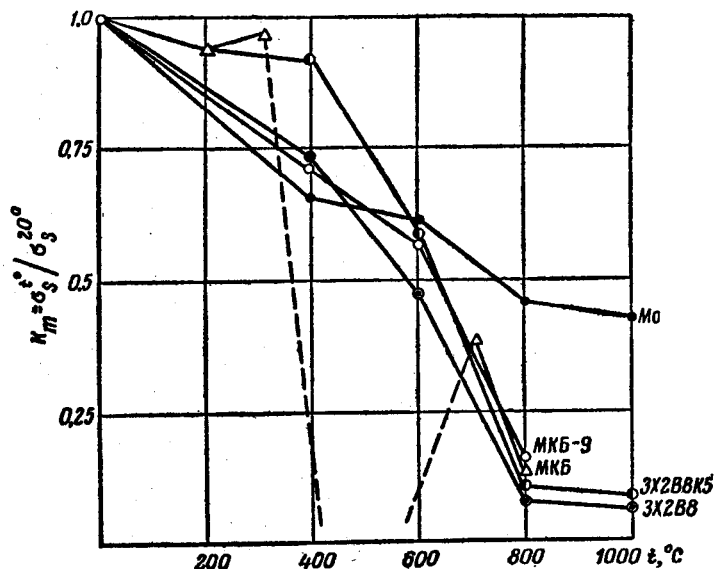


图 8 不同温度时,屈服极限与正常温度时屈服极限的比值变化

(1) 热裂强度指标或称梅尔法(Мерфа)热应力系数:

$$\Pi_p = \frac{\alpha E}{a} \left(\frac{\text{公斤} \cdot \text{秒}}{\text{厘米}^4 \cdot \text{度}} \right) \quad (8)$$

式中

α ——线膨胀系数;

E ——弹性模数;

$a = \frac{\lambda}{Cr}$ ——导热系数。

材料的热强度随着这一指标的増加而降低。

(2) 热冲击强度指标:

$$\Pi_s = \frac{\sigma_s \lambda}{a E} \left(\frac{\text{卡}}{\text{厘米} \cdot \text{秒}} \right) \quad (9)$$

压型寿命随这一指标的増加而增加。

还有许多其他指标,但是其中没有一个可以可靠地用来作为鉴定材料热强度或热疲劳的标准。

分析压型在制造各种合金铸件时的寿命指出(表1,2),在接触温度时材料的物理-化学性能对压型寿命发生决定性的影响。物理化学性能也决定材料的热强度。

如果接触温度时热应力不超过材料的疲劳极限,那末压型工作表面便不会出现裂纹。如果接触温度时热应力不超过材料的屈服极限,那末便不会出现热网纹。

因此,材料的热强度取决于压型在接触温度时的屈服极限数值以及不同温度时屈服极限和正常温度时屈服极限的比值(图3)。

从提供的资料可以看出,当温度为800~1,000°C时,钼钨钽-钨合金 MKB 和 3X2B8 号钢有更高的屈服极限,这样就保证了由钼合金制成的压型在压铸钢铸件时具有较高的寿命。

接触温度主要取决于压型材料的导热率,它随着材料导热率的增加而降低。

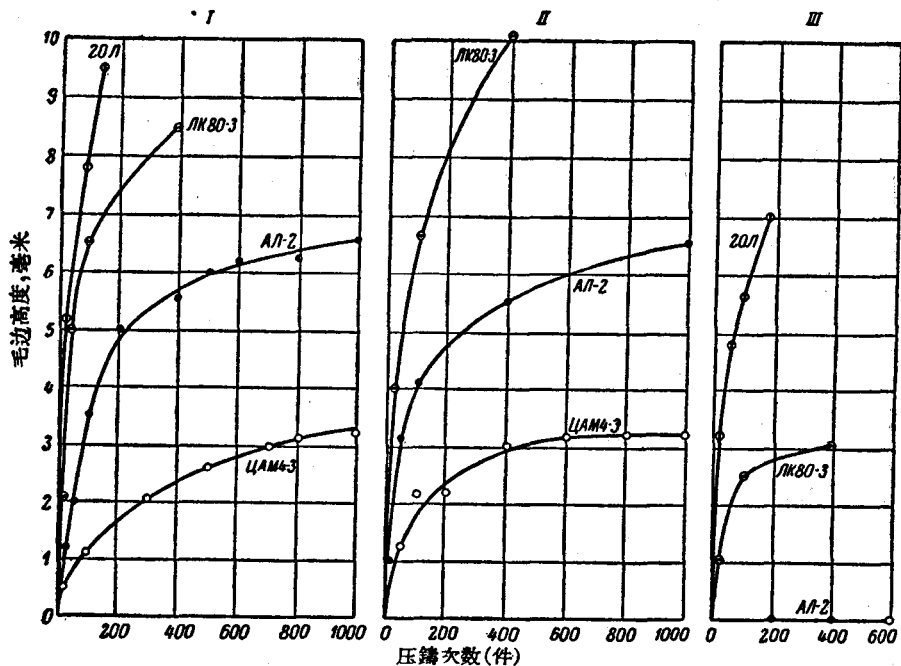
压型材料的热强度取决于材料抵抗反复塑性变形的能力,这种能力随着材料的塑性、韧性和导热率的增加而增加。例如,压力铸造钢铸件时(压型材料为硬度55HRC的3X2B8号钢),压型寿命为100次;而硬度为30HRC时,压型寿命则为300次。

应该指出,硬度为30HRC的压型,在工作过程中硬度可以提高到50HRC。在铸造铜基合金时出现类似现象。因此,通过消除应力和降低硬度的回火,可以提高压型寿命。

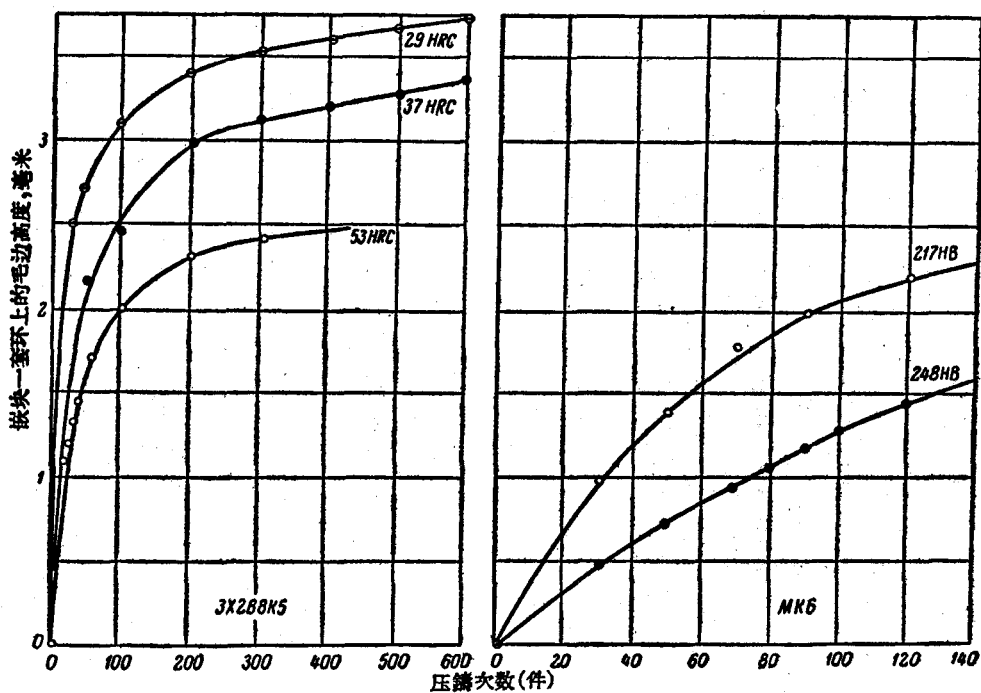
在压铸铸件时压型工作表面发生塑性变形,压型的表面层在嵌块-套环、嵌块-顶杆、嵌块-嵌块等连接方向上膨胀,两个方向相反的应力在连接和结合处相遇,使压型材料发生扭曲,扭曲的程度随压型表面加热温度的升高、压型材料硬度和强度的降低、以及型壁上金属比压的增加而增加。

牌号为 M1 的铜是十分耐热的材料,所铸造的压型即使在压铸钢铸件时也不会形成热裂纹,但是它很快地翘曲。因此,必须区别压型材料的热强度和寿命的概念。

制造高温合金(黄铜、青铜、铸铁和钢等)铸件时,压型的扭曲特别强烈地呈现。



a



6

图 4 毛边高度与压铸次数的关系

a—应用不同材料的嵌块: I—M-1 铜, II—黄铜 JIC-59, III—45 号钢; 6—应用不同硬度的材料的嵌块

压型材料和鑄件材料对扭曲的影响示于图 4a,

6.

由牌号为 3X2B8 号鋼制成的压型, 其工作表面塑性变形与鑄件材料的关系的計算列于表 3 ($T_{\phi}=20^{\circ}\text{C}$, $\mu=0.33$)。塑性变形决定于假想变形和彈性变形之差。通常以接触温度时假定的热应力与彈性

模数之比来表示假想的变形。

通常将材料从彈性状态轉变为塑性状态时轉变温度下的屈服极限的比作为彈性变形数值。

假想变形 ε'_e 由公式确定。

$$\varepsilon'_e = \frac{\sigma_{T_{\phi}}}{E_{T_s}} = \frac{\alpha(T_{\kappa} - T_{\phi})}{(1-\mu)} = \frac{\Delta l}{1-\mu} \approx 1.5 \Delta l \quad (10)$$

表 3

指 标	鑄 件 材 料 的 合 金 基 体				
	Pb	Zn	Al	Cu	Fe
接触温度 $T_{\kappa}, ^{\circ}\text{C}$	127	253	425	621	862
线膨胀系数 $\cdot 10^{-6}, ^{\circ}\text{C}$	10.6	12.4	13.1	13.3	13.5
塑性变形	0.001060	0.002852	0.005240	0.007980	0.011340
假想彈性变形	0.001596	0.004278	0.007860	0.011970	0.017070
屈服极限 σ_s , 公斤/毫米 ²	84	80	69	40	9
彈性模数, 公斤/毫米 ²	21900	21100	19400	16600	13000
彈性变形	0.003836	0.003791	0.003562	0.002410	0.000692
塑性变形	—	0.000487	0.004298	0.009560	0.016478

彈性变形由下式确定:

$$\varepsilon_e = \frac{\sigma_s^{T_s}}{E_{T_s}} \quad (11)$$

$$\varepsilon_p = \varepsilon'_e - \varepsilon_e = \frac{\Delta l}{1-\mu} - \frac{\sigma_s^{T_s}}{E_{T_s}} \quad (12)$$

$$\Delta l = \alpha(T_{\kappa} - T_{\phi}) \quad (13)$$

式中 Δl ——塑性变形指标;

$\sigma_s^{T_s}$ ——开始出現塑性变形的温度下的屈服极限;

E_{T_s} ——开始出現塑性变形的温度下的彈性模数;

T_s ——开始出現塑性变形时的温度。

$$T_s = \frac{(1-\mu)\sigma_s^{T_s} + \alpha E T_{\phi}}{\alpha E} \quad (14)$$

由于压型工作表面的高温加热和作用于型壁的高比压, 对扩散和腐蚀过程的进行造成有利的条件。

扩散过程的结果为:

(1) 压型工作表面被浇注金属的元素所饱和。例如, 制造鋁合金鑄件时, 鋁强烈地轉移到压型金属中去, 因而降低压型的热强度和寿命。

(2) 鑄件粘附或焊合于压型型壁而降低压型寿命。

沿着顆粒的边界集中有各种杂质, 它們很快地被氧化, 使边界的强度降低而产生裂縫。研究指出, 压型材料的破坏是沿顆粒边界发生的。

大家知道, 应力和腐蚀加速金属材料的破坏过程。但在应力和腐蚀共同作用时, 对于在恒定应力下产生所謂腐蚀破坏以及在交变应力下产生腐蚀疲劳, 都起着很大的作用。

金属充填型腔的不平衡性和液体冲击, 在型壁的各个区域造成不平衡的加热和不同的温差应力, 使压型的工作条件恶化并降低寿命。

随着充型后液体静压力的增加, 压型表面的加热温度和热应力也增加, 而压型的寿命則降低。

随着液体金属流速的增加, 摩擦也增加。摩擦和腐蚀现象共同使压型的浸蝕磨損增加。压型工作表面的浸蝕磨損是鑄造鉛、錫、錫等低温合金鑄件时压型损坏的主要原因。

因此, 在金属流所能允許的最小速度和适宜的最小液体静压力下, 从澆口向对面型壁連續充填型腔將給压型造成最良好的工作条件。

(戴路譯自《Взаимодействие литейной формы и отливки》1962, 147~155 頁, 植 人校)

小批生产中的压力鑄造

[苏联] М. Л. Заславский А. И. Мамочкин

在小批生产的条件下，压鑄模的一般設計和构造方法都有很大改变，因为此时模具应当最为簡便，并由标准零件組成。

对于臥式压鑄机，已經拟制和采用了新式的模壳結構(图 1)。与以前的結構相比較①，其特点在于：可以采用較大的鑲块和只从側面引导澆口；可以显著地增大型芯固定孔；并可压鑄尺寸很大的多腔零件。由于用螺栓 6 压紧四块特殊結構的压板 5 把嵌型紧固在分型面的一边，因此在更換嵌型时不需要从机器上拆下模壳。用碳素工具鋼制造的模壳套板已足够坚固，因而不需要采用座板。

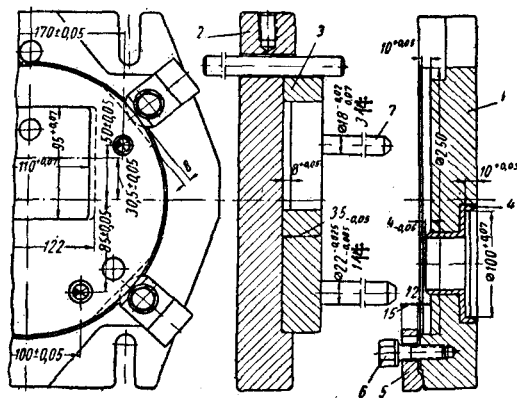


图 1

1—定模套板； 2—动模套板

定模套板 1 具有直径为 250 毫米的凹槽，用来固定嵌型的定模部分。浇口套 4 没有专门的紧固装置，而以压配合镶入套板。嵌型上的可拆卸板 3 装在模壳的四根固定的导柱 7 上；其中三根直径为 18 毫米，另一根是 22 毫米。这个差别保证嵌型的正确装入。第三个零件——型芯——装在与嵌型直径相同的模壳套板内，并用压板压紧在分型面一边的套板内。同样的结构在个别情况下允许不采用套板来安装非标准的嵌型，例如在嵌型厚度特别小或大于模壳的导柱的情况下。中央型芯的孔做成长方形的，这样不仅可以浇注圆筒形零件，而且也可以浇注各种形状的壳体铸件。为了减轻重量，套板外形带有斜面。用螺栓穿过四根垂直的槽把套板紧固在压铸

机的平板上。套板上有一些供推杆穿过的孔，推杆的一端支持在推杆板上，另一端支持在压鑄机的相应的平板上。

图 2 所示为装在上述模壳中的一种嵌型和硅铝明铸件简图。显然, 这里没有大的中央型芯, 代替它的是形成铸件内平槽的小型芯 4。从这种压型的例子上可以看出, 标准化的工件图不仅可以用于多腔铸件, 而且可以用于其它类型铸件, 以及平板形铸件。

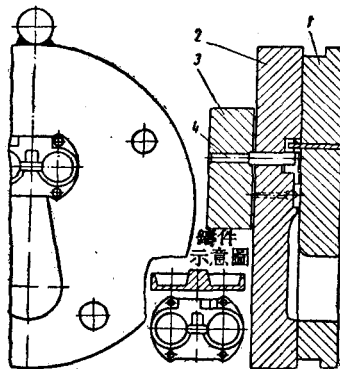


图 2

在这种嵌型结构中，鑄件外表的主要部分是在可更換的定模板 2 內形成，這在小批生產和試制性生產的許多情況下，可以大大簡化壓型結構。雖然從這種模板內取出鑄件需要的附加時間，但並不困難。這種結構的優點，除了大大簡化壓型結構外，同時在推出鑄件時消除了鑄件的變形。在可拆卸的定模板內形成鑄件的外形，甚至在沒有型芯時，仍可以从壓型的定模中取出鑄件。以鉚接法固定小型芯使壓型簡化，就沒有必要採用座板。在這種嵌型結構中，由於沒有大型芯，就把底蓋 3 安裝在模殼的相應套板內；在這個底蓋上同樣用鉚接法來固定型芯。在卸料板上面焊一檔鐵，檔鐵位於一根推杆的下面，推杆布置在機器的某一部位，這個部位不列入嵌型的

① 苏联《Литейное производство》杂志，1956年第11期

基本尺寸內。

图 3 所示为上述模壳用的另一种类型的嵌型结构和环形骨架鑄件簡图。

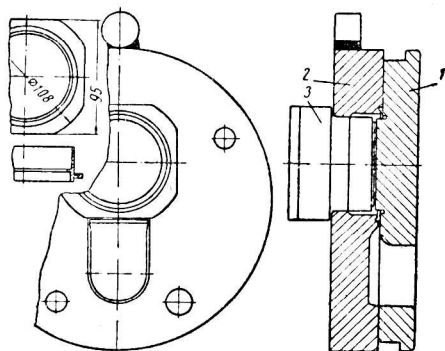


图 3

1—定模； 2—卸料板； 3—型芯

在这种情况下，使用卸料板比推杆更有利，推杆会使压型复杂化。尽管鑄件相当复杂，嵌型一共由三个零件組成。图 4 所示嵌型的特点是用来鑄造高的零件。假如用在立式压鑄机中心澆口的情况下，这种压型更为輕便，但用在臥式压鑄机上就缺乏适当規格的模壳。而在图 1 所示的模壳上有可能在較大程度上用来鑄造带有大型芯的鑄件。图 4 的代号与图 3 相同。

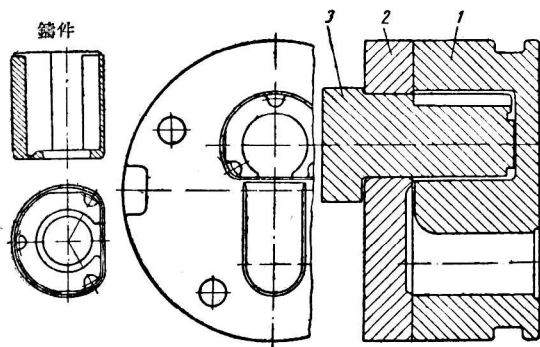


图 4

在所观察的生产中，最有意义和发展前途的是：在垂直分型的嵌型上采用所設計的模壳，可以鑄造极为复杂的、无側面斜度的、带有內凹的零件。

在上述模壳中，也可以鑄造外形与典型鋁鑄件完全不同的鑲嵌零件，例如嵌有叠层变压器片的零件(图 5 a, 6)。虽然这个零件很复杂，嵌型一共由三个零件組成，叠片嵌入沿模壳导柱滑动的动模卸料板內。

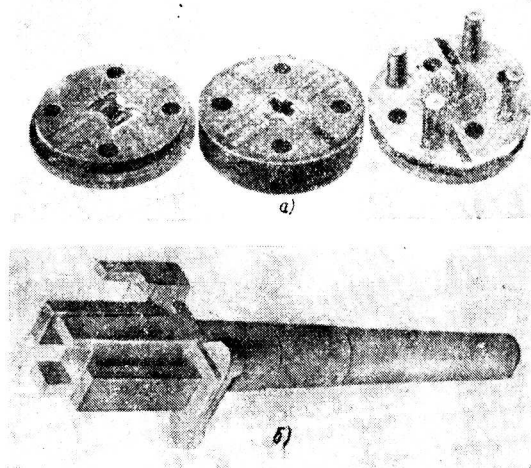


图 5

打开压型后，从导柱上取下这块板，在压鑄机外把澆注好的零件从卸料板中取出。嵌件固定在卸料板內和型芯上；型芯不形成鑄件，而仅用来固定嵌件和防止金属发生毛边。整个鑄件主要是在定模板和卸料板中形成。嵌型的使用显示了它在工作中的可靠性。

在工厂中已設計了通用的模壳，它可以安装在立式和臥式压鑄机上(图 6)。它的工作原理与前面图 1 的模壳一样。这种模壳的特点是具有用来紧固定模套板 1 于压鑄机的槽，以及可以安装中心澆口套 4。

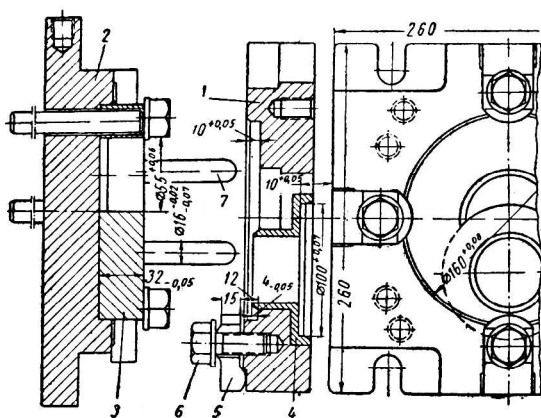


图 6

1—定模套板； 2—动模套板； 3—套板； 4—澆口套； 5—压板； 6—螺栓； 7—导柱

此外，嵌型的主要輪廓尺寸为 160 毫米。图 7 为装入这个模壳中的嵌型。这个嵌型的特点是采用两个鑲孔来代替安装在模壳鑲孔內的一个型芯。用板

1 来代替模壳内相应的型芯固定板。模壳的这种组合式的局部利用,在某些情况下大大地扩大了带有可更换模板的模壳的应用范围。在这种嵌型中浇注两个圆筒形零件时,浇注系统保证从一面导入金属,金属最后进入外圈部分末端、带有排气槽的溢流槽 2 内。溢流槽可提高铸件的致密性。

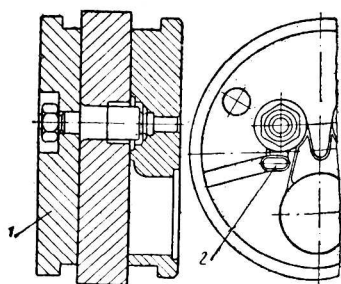


图 7

經驗证明,在极大多数情况下,卸料板是保证可靠地推出铸件和简化压型结构的最好方法。但在个别情况下,必須用推杆来保证铸件的推出。为此設計了一种模壳,嵌型是用螺栓紧固在模壳的固定板上。压型安装在立式压铸机(例如 511 型)的模壳内,它是几乎完全独立的压型,但是已經大大简化,尺寸极小。作为这种模壳应用的实例,可以引用由两个零件組成的联合嵌型(图 8)。

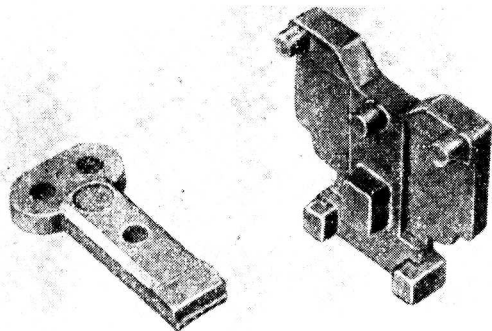


图 8

铸件的主要部分在动模板内形成。在压型内同时浇注两个尺寸极小的不同零件,而压型的鋼材消耗与制造劳动量都大大地减少。为了简化定模和取消座板,型芯用鉚接法固定。这种固定小载荷型芯的方法完全允許用于小批和中批生产中,并在許多情况下可以大大地简化压型结构。在許多研究过的模壳结构中,沒有詳細說明带有侧面活动型芯嵌型的应用可能性。在个别情况下,这些模壳可以用来

安装几乎完全独立的、不大的、設有固定装置的压型,以及用来传动侧面型芯。同时在小批生产中常有可能遇到有侧面型芯的压型。对許多结构分析的结果,选定了有传动侧面型芯的三个部件的模壳①;并使 23 个零件标准化(不是部件标准化)是适宜的。这些零件的每一个各自有一定规格去适应各种规格的模壳。模壳的标准化系列可以随铸件品种的增加而扩大。

可以装置具有三个侧面型芯嵌型的模壳,也可以用来装置具有一个或二个侧面型芯的嵌型,这就可以扩大其应用范围。

当生产量比較小的时候,就沒有必要备有一个或二个侧面型芯用的单独模壳。虽然在这样的用法中,模壳有一个或二个传动侧面型芯的部件不能使用,但以实际生产中减少压型品种来补偿。

上述模壳中侧面型芯用螺栓固定在滑块上,嵌型的其余零件用压板固定在模壳内相应的带有槽的板上。金属从下面导入模壳。只要更换浇口套,模壳就可安装在立式或卧式压铸机上。用标准的斜銷机构使侧面型芯在模壳内滑动。

图 9 为安装在上述模壳中带有两个侧面型芯的嵌型结构。这种压型显示了标准化和统一化在小批和中批生产中的优越性。在压型中可以浇注由总重量小于 10 公斤的由几个零件組成的鑲嵌铸件。普通压型就要求較多的零件,且制造劳动量和鋼材消耗将增大 2~3 倍。用两个套筒嵌件鑲鑄的铸件,采用侧面型芯来固定套筒,用装置得与形成铸件凸出部分的侧面型芯不交叉的推杆推出铸件。

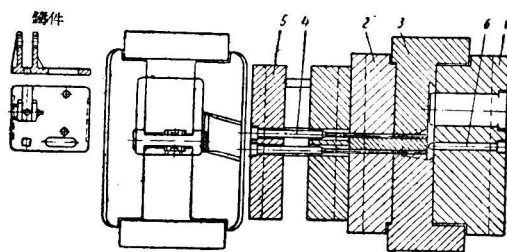


图 9

1—定模鑲块; 2—动模鑲块; 3—侧面型芯;
4—推杆; 5—推杆板; 6—型芯

在工厂中为小批生产拟訂了压型的新原理:在完成小量定貨和試制工作时,认为带有垂直分型的

① 参閱《Литье под давлением》1959 年版,作者 Л. И. Винберг