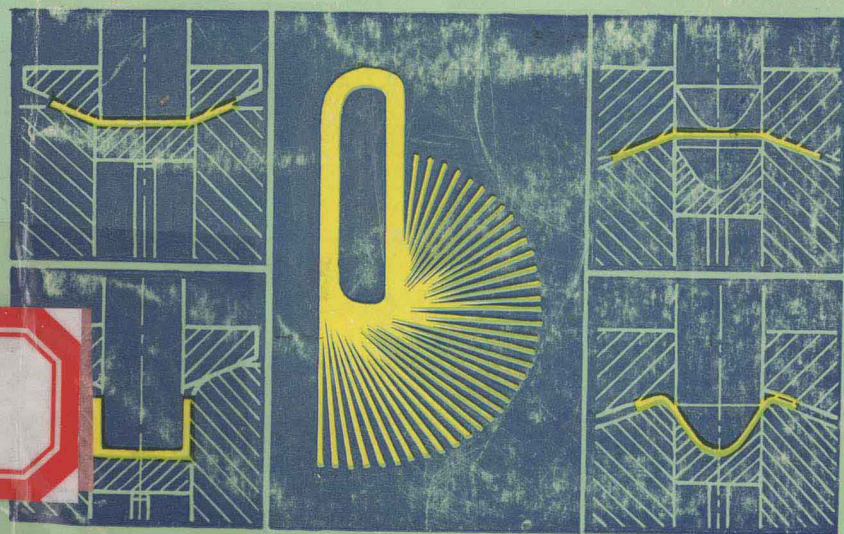


〔苏〕 Ю.Л. 波良可夫

合金板材的冲压

ЛИСТОВАЯ
ШТАМПОВКА
ЛЕГИРОВАННЫХ
СПЛАВОВ



上海交通大学出版社

合金板材的冲压

[苏] Ю. Л. 波良可夫著

王 旭 译
沈健华 校
阮雪榆 审阅

江苏工业学院图书馆
藏书章

上海交通大学出版社

内容提要

本书主要阐述用各种合金板材制造冲压零件的生产经验。介绍了模具结构和制模材料,列举了模具的典型结构和工艺流程,探索了聚酰胺及塑料在模具中的应用状况。

本书供从事板材冲压的工程技术人员、大专学生和技术工人阅读。

合金板材的冲压

出 版: 上海交通大学出版社
(淮海中路 1984 弄 19 号)

印 刷: 上海电视大学印刷厂

开 本: 787×1092(毫米)1/32

印 张: 3.75

字 数: 97000

版 次: 1990 年 8 月 第 1 版

印 次: 1990 年 8 月 第 1 次

印 数: 1—3000

ISBN7—313—00744—2/T

定 价: 3.15 元

**Листовая штамловка легированных
сплавов**

Поляков ю.Л.

« Машиностроение »

1980г

原 序

板冲压是广泛应用的最先进的金属加工方法。它所使用的原材料有板料、带料和卷料。通过冲压加工可制成各种半成品或零件。

合金材料的板冲压用于汽车、航空、仪表制造等行业中。

在工业中应用板冲压有以下优点：金属消耗量最少；生产效率高；可获得形状复杂的零件；冲件质量好且精度高，因而可接弃切削加工或将其压缩到最低限度；不需要具有非常熟练的劳动力；零件成本低。

通过 A.И. 马洛夫、B.Т. 米谢灵、B.П. 罗曼诺夫斯基、Л.А. 舒夫曼、Б.П. 兹伏罗诺、Е.И. 依沙契可夫、М.И. 郭尔布诺夫、Г. 查克沙、Э. 齐别良等苏联和其他国家学者的工作，使板材冷冲压工艺有了进一步发展。在这些学者的著作中，研究了冲压碳钢和某些铝合金材料的工艺过程和模具结构。

由于技术的发展，各工业领域开始采用由高强度结构板材制造的零件。例如高合金钢、防腐蚀材料、耐热材料、热强性材料和钛合金材料。冲压这些材料与冲压碳钢和铝合金不同。它具有以下特性：

1. 变形力大；
2. 容许变形程度较高；
3. 回弹角度增大；
4. 各工序间须对坯料进行热处理；
5. 易将冲压材料粘附在模具工作部位表面，因此冲件表面常出现刮伤和划痕；
6. 必须在冲压材料表面涂覆防护材料，以防冲件表面出现刮伤和划痕；
7. 冲压钛合金和其他牌号合金时，须对坯料加热；
8. 模具的使用寿命短。

同时，大多数合金钢和合金材料与碳钢和铝合金相比，具有较高的工艺性和物理机械特性，因此可使用这些材料的极薄的板材制造出复杂形状的零件。

在现有技术文献中,尚缺乏充分阐述冲压合金钢和合金材料的资料。在该领域中为数不多的著作,基本上是阐述理论研究问题的,几乎没有涉及实际方面的问题。

为此,工艺师和设计师在研究合金钢和合金材料的板冲压工艺过程和模具结构时,只能凭借个人的生产经验,因此往往会作出错误的决断。这样就推迟了掌握和生产新产品的时间,增加了生产难度,提高了生产成本。

本书旨在通过实例就各种合金钢零件的板冲压生产经验作一总结。

目 录

原序	(1)
一、落料与冲孔	(1)
1. 工艺特点	(1)
2. 模具结构	(3)
二、弯曲	(14)
1. 工艺特点	(14)
2. 模具结构	(18)
三、拉深	(34)
1. 工艺特点	(34)
2. 模具结构	(40)
3. 液压机械拉深	()
四、变薄拉深	(56)
1. 工艺特点	(56)
2. 模具结构	(57)
五、闭合轮廓板材零件的张力变形	(60)
1. 张力成形方法分类	(60)
2. 模具结构实例及工艺过程	(65)

六、聚氨酯在模具中的应用.....(79)

七、用塑料制作的模具.....(85)

八、结构原理、材料选择及模具加工.....(96)

附录.....(102)

参考文献.....(108)

一、落料与冲孔

1. 工艺特点

落料和冲孔工序是由几个连续的变形过程组成的,即弯曲、压缩和切断。切断是起决定性作用的变形。这些变形是在冲床压力作用下发生的,并由此力形成非均匀的应力分布。最大的应力分布在刃口处。当弯曲、压缩的塑性变形达到一定的值时,形成带有宏观和微观裂纹的切断区;裂纹走向起始于凸、凹模的刃口。正确选择间隙,使裂纹的走向一致,即形成瞬间切断区,使材料分离。若间隙过小,则裂纹方向不一致,这会导致切断面质量急剧恶化。

落料和冲孔后的板材零件具有不规则的几何形状。

弯曲会使冲件不平整,压缩会使冲件及其较厚部分的轮廓或孔的边缘呈现圆角。切断后冲件断面呈锥形。

对合金材料,特别是镍铬材料的落料和冲孔,其冲裁力要比碳钢高20~40%。其原因是合金材料的抗拉强度极限(表1)和抗剪强度提高了约 $0.8\sigma_B$ 。

由于剪切应力增高,冲裁合金材料的各种模具要采用特殊的方法进行设计。

(1) 设计方法介绍

在设计加工合金材料的各种落料和冲孔模具时,建议注意以下各种状况:

① 为了减小落料和冲孔的冲裁力,宜采用斜刃口模具或阶梯式凸模。落料外形的斜面应设置在凹模上;冲孔斜面则设置在凸模上。

② 中等和大型模具的凸、凹模应采用拼块结构,以保证尺寸不大的拼块在进行热加工时具有很好的锻造性能和最小的变形。拼块式凸、凹模还便于修理,可用备件替换损坏的拼块。

表 1 防腐蚀、抗氧化、耐酸和耐热钢及合金的机械性能^[4]

材 料	状 态	σ_B	$\sigma_{0.2}$	$C_{2.2}$	δ_{10}	ψ
		kgf/mm ²		σ_B		
铬 钢	软	40~80	18~45	0.5~0.6	15~35	45~65
镍铬基钢和合金 (X15H9ti 和 X17H5M3 除外)	软	60~90	25~45	0.45~0.48	36~65	50~75
	冷硬处理至 15~20%	80~110	50~75	0.65~0.7	15~30	40~50
X15H9ti 和 X17H5M3 钢	软	90~110	≤40	0.25~0.35	25~35	45~65
	冷硬处理至 20~30%	110~138	70~80	0.55~0.65	10~20	25~40
钛合金	软	45~110	38~110	0.8~0.9	—	20~55

③ 模具安装在无顶出装置的压力机上时,应配置楔形推料器。

④ 冲孔模须有足够的卸料力从凸模上卸料,宜采用半刚性卸料板。

⑤ 将冲孔模安装在压力机上后,若机床工作台面无孔或孔的尺寸不够大时,则须采用“压溃”法排出废料。

⑥ 在冲孔模的凸模与上模座之间应设置垫板,以防淬硬冲头端部挤入较软的上模座中。是否必须使用垫板应由凸模所受的压缩应力确定:

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{F},$$

其中 P——冲孔力(kgf);

F——凸模端部横截面面积(mm²)。

圆形凸模的压缩应力由下式确定:

$$\sigma_{cm} = \frac{4S \sigma_{cp}}{d},$$

其中 S——材料厚度(mm);

d ——凸模端部直径(mm);

σ_{ap} ——平均应力。

当压缩压力 $> 18 \text{ kgf/mm}^2$ 时, 则须使用垫板。凸模端部直径小于被冲材料厚度的 4 倍时, 也要使用垫板。若使用交货状态抗拉强度极限接近 65 kgf/mm^2 的金属材料制作垫板, 则可获得最佳效果。确定垫板厚度的先决条件是被冲材料的厚度。当被冲材料厚度小于 2 mm 时, 则垫板厚度为 $3 \sim 4 \text{ mm}$; 被冲材料厚度大于 2 mm , 则垫板厚度为 $6 \sim 8 \text{ mm}$ 。镶套凹模所使用垫板的厚度, 也可按此要求选取。

⑦ 冲头固定板的厚度, 必须是其配合部分直径的 1.5 倍。

⑧ 用于固定刚性卸料板和凸模固定板的螺钉直径, 则以从凸模上脱料所需的力约为冲孔力的 $5 \sim 10\%$ 为出发点来考虑。螺钉直径可选用螺钉的外径尺寸。

(2) 落料和冲孔的凸、凹模间隙

落料和冲孔凸、凹模间隙的确切用途是保证获得冲件的高质量冲切断面。落料和冲孔时凸、凹模之间的间隙列于表 2 中。

表 2 合金材料落料、冲孔模的凸、凹之间许用间隙⁽⁴⁾ (mm)

被冲材料厚度	奥氏体类防腐蚀钢	镍铬钢	钛合金
0.1~0.25	0.005~0.02	0.006~0.014	0.006~0.01
0.25~0.5	0.04~0.1	0.015~0.035	0.015~0.025
0.5~1.0	0.04~0.1	0.030~0.070	0.030~0.050
1.0~1.8	0.04~0.11	0.060~0.140	0.060~0.10
1.8~3.0	0.03~0.11	0.108~0.250	0.108~0.18
3.0~5.0	0.03~0.12	0.30~0.70	0.30~0.50

冲裁板料厚度小于 0.2 mm 时, 模具的凸、凹模之间不设计间隙。它可借助未淬火凸模通过淬火凹模时的推削作用获得, 反之亦然。落料间隙是依靠缩小凸模尺寸获得的。这时, 凹模尺寸应取冲件的最小极限尺寸。冲孔间隙是用放大凹模尺寸获得的。

2. 模具结构

(1)拼块式落料模

图1所示是冲裁厚度为3mm的XII60B合金板材的落料模。

在下模板9上预先加工凹坑,以便安装拼块凹模8。凹坑深度为凹模镶块高度的2/3。凹坑中相互垂直的两侧壁与底面成 90° 角,另外两面是在此基础上再增加 15° 。将拼块凹模扣准嵌合后安装在上凹坑中。其中两个侧面靠紧凹坑的两垂直侧壁。另外两侧壁用楔块7压紧。楔块7用螺钉紧固,螺钉在图1中未画出来。确定了凹模中心和将凸、凹模之间的间隙校准、均衡后,将凹模拼块用销钉销紧,并用内六角螺钉将下模板9固定在下模座上。凸模刃口面同样由拼块10构成。每一拼块用两只螺钉和销钉固定在上凸模座5上,然后再将凸模座压入凸模固定板4中。凸模固定板安装在上模板1上。卸料板6借助橡胶缓冲器11将带料推出凸模。模具由导套2和导柱3导向。

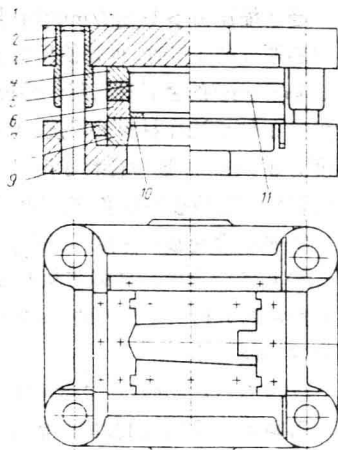


图1 拼块式落料模

10构成。每一拼块用两只螺钉和销钉固定在上凸模座5上,然后再将凸模座压入凸模固定板4中。凸模固定板安装在上模板1上。卸料板6借助橡胶缓冲器11将带料推出凸模。模具由导套2和导柱3导向。

(2)由楔形推料器共同作用的复合模

对厚板和高强度材料进行落料、冲孔复合加工时,压力机和模具的推顶机构并不能始终保证可靠地将冲件从凹模中推出,因此降低了劳动生产率和模具寿命。图2所示是带有楔形推料器的模具。经使用,其工作相当可靠。

图2所示的模具用于在厚度为3mm的14X17H2合金板上冲裁直径350mm的坯料。

楔形推料器的组件由推料器5本身及斜楔4组成。它们被安装在凹模6的槽中。楔块的 45° 斜角一方面由推料器斜面支撑着,另一方面由安装在模板11上的专用导柱9的垂直面支撑着。导柱进入压装于上模

板2的导套3中,使导准装置构成辅助支点,以保证推料时导柱发生的弯曲最小。导柱直径可按杆类零件计算,由两个支点紧固。确定导柱长度的原则是在推料过程结束后仍不脱导。

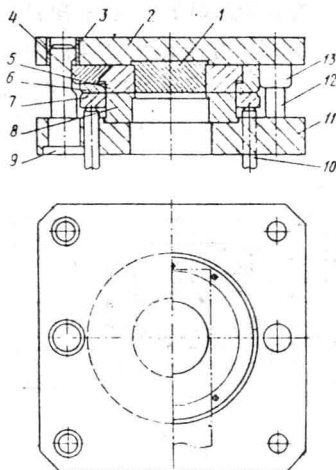


图2 由楔形卸料器共同作用的模具

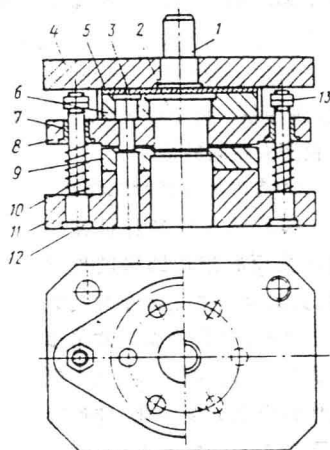


图3 带半刚性卸料板的冲孔模

当压力机滑块向上移动时,斜楔4沿导柱9的斜面运动,对推料器5的斜面形成一个作用力。在此力的作用下,将冲件从凹模6中推出。冲裁的带料由卸料板7从凸凹模8上推出。卸料板7由安装在压力机缓冲装置上的推杆10推顶。模具中还装有凸模1及导柱12和导套13。

专用导柱9、斜楔4和推料器5选用9XC钢制造,淬火硬度为HRC 56~60。为了使导柱相对于斜楔的定位准确,应用Γ形或T形镶嵌把它们安装在下模板上,并用螺钉固定。

(3)带半刚性卸料板的冲孔模

在1.5mm厚的合金材料XH75MBT10坯料上冲7只孔时,要求具有较大的力将冲件从凸模上脱出,因此须采用图3所示的半刚性卸料板结构。

半刚性卸料板由卸料板8和压入卸料板中的导套7组成。卸料板由

安装在下模板 11 上的导柱 12 导向。开模的卸料板 8 由弹簧 10 撑起,使坯料置于凹模 9 的平面上。凹模 9 与卸料板 8 的距离由螺母 13 调节。压力机滑块下降时,冲头 2 和 3 即进行冲孔,卸料板 8 压住冲件表面,使冲件平整。滑块上行时则恢复初始状态。冲件随凸模上升,达到卸料板 8 平面时即脱出冲头 2、3。冲头 2 和 3 压入冲头固定板 6 中,再将固定板 6 与上模座 4 紧固在一起。垫板 5 的作用是防止冲头在上模座上挤出凹坑。由模柄 1 将上模固定在压力机滑块上。冲头刃口刃磨后,也要将卸料板磨去相同的量。

(4) 盘形冲件的冲孔模具

模具结构应能保证减小将冲孔废料推出凹模的推顶力,其具体方法是减小冲孔废料的直径。这种结构形式的模具适用于以下场合,即:压力机工作台上无漏料孔;冲孔废料直径大于漏料孔直径;因压力机闭合高度的限制而不能增加下模座厚度,无法开设排出废料的槽。

模具基本结构如图4所示。其中标准件有上模座4和

下模座 10, 导柱 3, 导套 2 和模柄 1。凸凹模 7 和带缓冲器的卸料板 6 安装在上模座上, 下模座上安装凹模 9、推料器 8、缓冲器 11 和凸模 12。

冲孔后, 废料落在凸模 12 上, 其上平面低于冲孔凹模平面约 3~5 mm。压力机滑块继续下降, 凸模 12 和凸凹模 7 在废料中心拉深出圆柱形凹坑。由于废料直径显著减小, 在缓冲器 11 的作用下推料器 8 可很轻松地将废料从凹模中排出。

(5)带伸缩凹模在筒体上冲孔的模具

图5所示模具用于在厚度为1.2mm的XH78T合金材料圆柱形筒

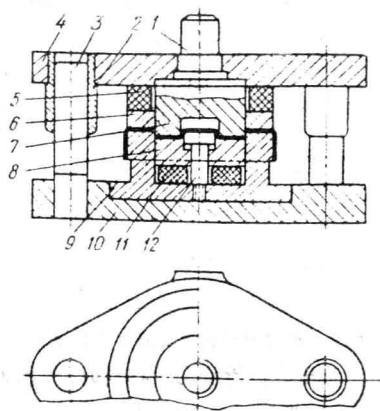


图4 盘形冲件的冲孔模具

体上冲4只孔,并保证4孔均匀分布的精度为0.5mm。在冲孔之前,借助伸缩凹模16使松驰的筒体胀到正常直径。伸缩凹模是在头部装有锥形套17的杆5推动下向外胀出的。下模座12上装有伸缩凹模16的支架

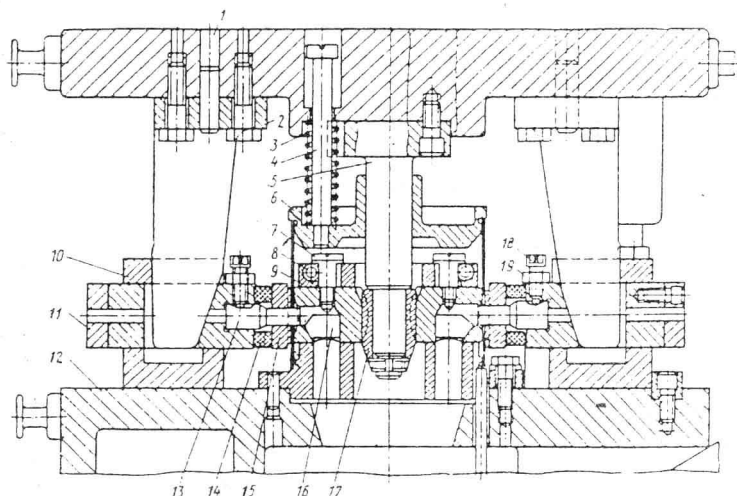


图5 带伸缩凹模在筒体上冲孔的模具

9。弹簧8套在螺钉7周围,开模时使凹模收缩。滑块11在导轨10中滑动。在滑块11上装有快速调换冲头13,由紧固螺钉18和锁紧螺母19紧固,还装有卸料板15和橡胶缓冲件14。在上模座1上固定斜楔2和杆5,杆5头部装有锥形套17。压板6由杆5定中心,并由螺钉4固定。弹簧3保证将筒体压向底座9的端面。滑块11由弹簧使其复位(弹簧在图中未画出)。

筒体置于底座9的支承面上。当压力机滑块向下运动时,压板6在弹簧3的作用下将筒体压紧在支承面上。当压力机滑块继续下降时,锥形套17胀开凹模,使其达到标准直径。然后由斜楔2推动带有冲头13的滑块11进行冲孔。

(6)在互成角度的平面上同时冲孔的模具

在冲压位于支架和角铁类零件弯曲边上的互呈角度的孔时,通常用几副独立的模具进行。因此,难以保证孔位的精度。

图6所示的是能够在12X18H9T合金钢支架上同时冲出4只孔的模具,各孔位于互成角度的平面上。

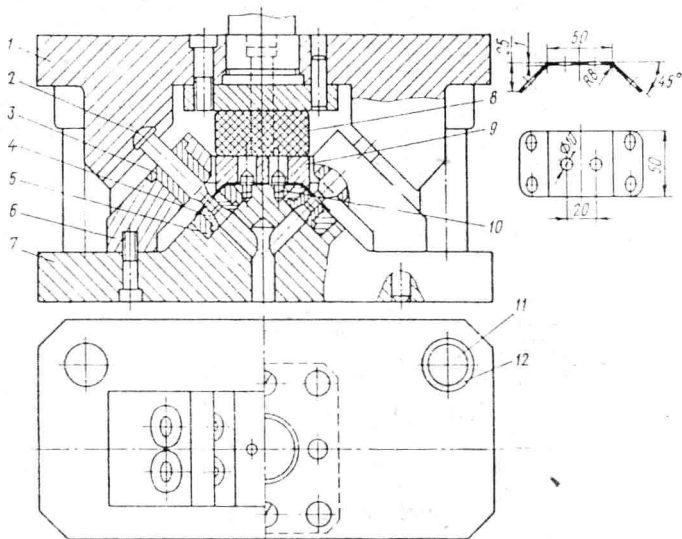


图6 在互成角度的平面上冲孔的模具

在下模板 7 的凹坑中, 安装有带凹模 4 的凹模座 5。凹模座配置与冲件形状相适应。导向衬套 3 压装在支架 6 中。凸肩位于上模板 1 的斜槽中的冲头 2 能在导向衬套中运动。压板 9 在缓冲器 8 的作用下将冲件压在凹模座 5 上。冲件由定位钉 10 定位。模具中还装有导柱 11 和导套 12。

在压力机的工作行程中,压板 9 将冲件压向凹模座 5。冲头 2 沿着上模板 1 的斜槽滑动,并通过导向衬套 3 对凹模作垂直运动,在两斜面上同时冲出 4 只孔。孔的位置精度为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

(7)在截面呈V形的环状冲件上冲槽的模具

要求在截面呈V形的环状冲件上冲6条均匀分布的槽，其冲切平面平行于冲件基面。冲件用厚度为1.2mm的XIH60B合金板材成形，并使用图7所示的特种结构模具冲槽。该模具能在压力机的一次行程中完成被分解为两个工步的冲槽工序。

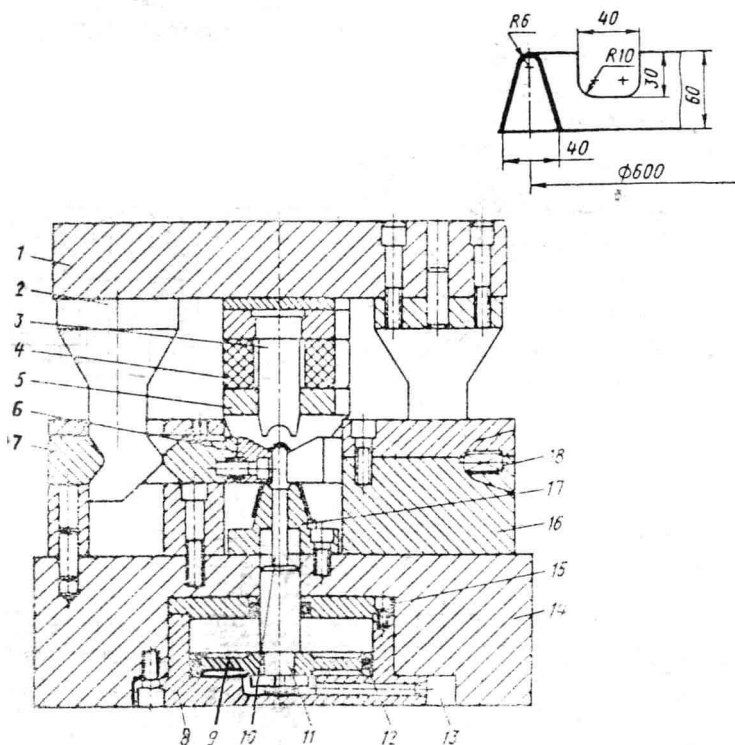


图7 在V形截面环状冲件上冲槽的模具

冲件放在模具中规定的部位(图中未画出)和固定在下模座14上的凹模17上。压力机滑块下降时，压板5在缓冲器4的作用下保证将冲件