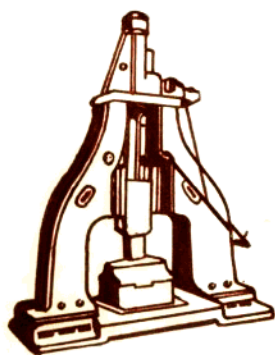


鍛工革新者叢書

水压机自由鍛

馬克林諾夫著



机械工业出版社

苏联 В.Д.Макринов 著 'Свободная ковка под прессами'
(ЛДНТП и ЛОНИТОМАШ 1954 年第一版)

* * *

著者: 馬克林諾夫 譯者: 徐紹隆

NO. 1531

1957 年 11 月第一版 1957 年 11 月第一版第一次印刷

787×1092¹/₃₂ 字數 22 千字 印張 I 0,001—1,500 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業

許可証出字第 008 號

統一書號 T15033·727

定價 (9) 0.14

出版者的話

这套叢書是苏联列宁格勒科学技术推广所和机械制造科学普及协会列宁格勒分会編輯出版的。它循序漸進地敘述了鍛壓生產的理論基礎、工藝和組織問題，並介紹了這方面的新成就。為了幫助我國熟練鍛工和在鍛工車間從事工作的工長、初級技術人員充實和提高同自己工作有關的知識，我們決定把它翻譯出版。

这套叢書包括十九本小冊子：1. [鍛造生產的發展]；2. [鍛工的一般知識]；3-4. [金屬加工的理論基礎]；5. [金屬在火焰爐中的加熱]；6. [金屬壓力在電加熱設備中的加熱]；7. [錘上自由鍛]；8. [水壓機自由鍛]；9. [曲軸壓床鍛造]；10. [自由鍛的勞動組織和工作地組織。鍛造工序的機械化]；11. [錘上模鍛]；12. [平鍛機上模鍛]；13. [壓床模鍛]；14. [在專用機器上模壓工作]；15. [模鍛工的勞動組織和工作地組織。模鍛工序的機械化]；16. [鍛模的使用和鍛模業務]；17. [鍛件的質量檢查和預防廢品]；18. [鍛工車間的經濟計劃]；19. [鍛壓生產的安全技術和勞動保護]。

本書是这套叢書的第八分冊，敘述在水壓機上自由鍛造大型鍛件的先進工藝。包括空心鍛件的壓溝、曲軸的先進製造法以及坯料的翻轉問題。此外，還研討了主要工具——砧子的形狀和尺寸，並介紹了重型水壓機所用的新型量具。

目 次

原序	3
一 水压机的的工作原理	4
二 在芯杆上进行空心鍛件的压溝	7
三 毛坯在水压机上的合理翻动法	9
四 砧子工作面的形狀和尺寸	11
五 鍛造水压机上的量具	16
六 大型曲軸鍛件的先进制造法	20
附表 1 毛坯的翻动工步	29
附表 2 砧子的类型和它的使用性能	31

原 序

在鍛造生产的發展中，大型鍛件的制造具有特殊的意义。

电力站巨型渦輪机的制造、独特的金屬加工机床的制造、化学工業用高压設備的制造和其他一些大型專用机器与設備的制造都要求大型的由合金鋼和由具有优良机械性能的，在个别情况中还具有特殊物理性能的合金制成的鍛件，而这种特殊性能只有在强大的压力机上进行鍛造方能得到。

現有压力机的能力不能滿足上述要求，已經提出了必須制造在其上可以进行鍛造重量为 300~400 吨鋼錠的压力机的要求。

压力机的能力的范围正在扩大中，一方面是朝着制造工作压力为 30000~40000 吨的超强力鍛造压力机的方向發展，另一方面是朝着压力在 500 吨以下用来代替鍛錘的压力机的方向發展。

扩大大型鍛件生产的必要性在苏联共产党第十九次代表大会的決議中得到了反映，決議中規定到 1955 年重型鍛造机器和压力机的生产要增加到 8 倍。

同时，在第十九次党代表大会的指示中指出：必須改善現有鍛造設備能力的利用，在利用生产中的潜力的基础上来减少金屬和燃料的消耗量。

繼續發展我国鍛压生产的重要使命要求革新工作者以加强自己的創造性劳动，而这种創造性工作就应以更好的掌握新技术、合理化工作方法和广泛交流先进經驗为基础。

这本小册子的目的是在对苏联各先进工厂經驗研究的基础上，来帮助鍛工車間的工作人員掌握大型鍛件的最先进的鍛造工

艺方法。

一 水压机的的工作原理

水压机是属于用無冲击的静压力使金属变型的一种鍛造机械。

水压机是以液体傳遞压力的原理、水的实际不可压缩性和巴

斯卡定理为根据。巴斯卡定理是：对液体所施之压力，被它以相同的力量傳向各方；此液体对容器壁所产生之压力垂直于容器壁的表面，并与其面积的大小成正比。

假設容器 [A] 充滿了水并具有两个孔（圖 1 甲），紧密配合着的活塞可在兩孔中上下运动，并且活塞 [B] 的直径 D 比活塞 [B] 的直径 d 要大得多。

因此，两个活塞各自的端面面积为：

$$\frac{\pi D^2}{4} = F_1 \text{ 和 } \frac{\pi d^2}{4} = F_2,$$

这两个活塞端面面积之比为：

$$F_1 : F_2 = m. \quad (1)$$

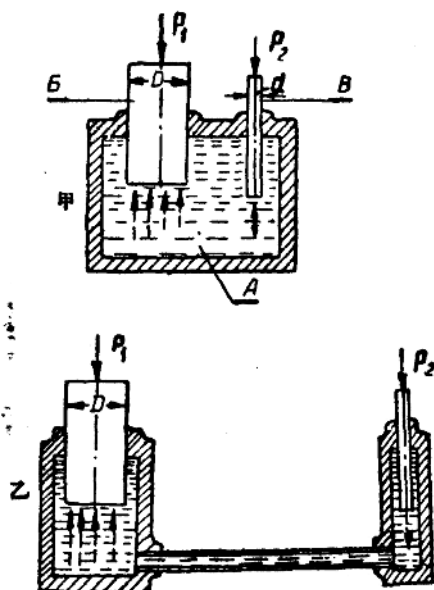


圖 1 水压机工作原理。

假定把力 P_2 加在小活塞上，在該力的作用下小活塞在水中向下降，排除一定容积的水并給水以压力，这压力將均等地傳向各方。

这时大活塞被迫上升，以补偿为小活塞所排开的水的容积。大活塞这时將受到一个为力 P_2 m 倍的力 P_1 ，这是根据巴斯卡定理而确定的，因为，在这里可以把大活塞的端部面积算作容器的这部分面积。

小活塞傳給液体的單位压力为：

$$P_2 : F_2 = p。 \quad (2)$$

由此可求得平衡大活塞的力 P_1 ，力 P_1 等于單位压力同大活塞的面积之乘积：

$$P_1 = F_1 \times p。 \quad (3)$$

根据方程式 (1)，(2) 和 (3)，可証明：

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{F_1}{F_2} = m，$$

这也就是說，使两个活塞平衡靜止的两个力是同两个活塞的面积成比例的。

大活塞所产生的运动行程的長短，取决于被小活塞所排开之液体体积的大小。根据由直徑 d 和 D 所造成的圓柱体体积之比可以看出，小活塞的运动行程應該是大活塞的 $[m]$ 倍。可見，在力量有所增加的同时，行程有所縮短。因此，为了获得力量，必須作功于小活塞，而由大活塞完成必要的工作。

上述的关系不仅当两个活塞裝在一个容器中时是正确的，就是对用管子連通的两个容器也是正确的(圖 1 乙)。

在水压机中，在小液缸中工作着并产生压力的活塞是一个帶蒸汽驱动机构或电力驱动机构的水泵，它送出水的水压力为 200~400 大气压，而大活塞則是水压机工作缸的柱塞。水泵即使有相

当数量的液缸，它供給水压机的水仍具有着不稳定的压力，并且水的数量不足以迅速地充滿水压机的液缸，因此在水压机裝置的液体系統中加入重力式蓄勢器或空气式蓄勢器，蓄勢器能消除水的压力脉动，并能在柱塞工作行程間的停息時間內把高压水貯存起来。

水压机裝有在机柱間可以移动的工作台，砧子紧固在它的上面，在鍛造过程中工作台把鋼錠和毛坯送入送出。

工作台的移动和活动横梁的提升是用具有压力的水驅动，这里水的压力通常是比供給水压机工作液缸的水压力要低。

圖 2 是帶有空气蓄勢器的水压机略圖。

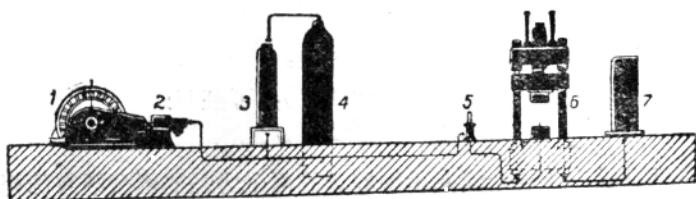


圖 2 帶有空气式無活塞蓄勢器的水压机：

1—电动机；2—臥式水泵；3—空气式無活塞蓄勢器；4—壓縮空气筒；5—操縱台；6—水压机；7—充水筒。

第二类鍛压机是用蒸汽-水压增压器进行工作。所以，这种压力机叫做蒸汽水压机。增压器由一高压缸和一低压缸組成（高压缸是水压缸，而低压缸是蒸汽缸），實質上就是一个每次行程都需要单独操縱的活塞式水泵。

在水压缸中所形成的水压力比进入增压器蒸汽缸中的蒸汽压力所增高的倍数，是和蒸汽活塞的工作面积大于水压缸的柱塞工作面积的倍数相同的。

由于增压器水压缸的容积并不太大，为了保証水压机柱塞完

成整个的或較長的工作行程，增压器的活塞就得运动几次。这便使得蒸汽水压机工作速度变得低緩，同时还要求蒸汽供应，因此，都喜欢采用效率較高的純水压机。

为了概略計算鍛压結構鋼的毛坯所必需的水压机压力，可以采用下述的經驗公式：

$$P = K \times F。$$

式中 P ——水压机的压力(吨)，

F ——被鍛粗的毛坯的橫截面面积(平方公分)，

K ——單位压力根据鋼料而定：

碳鋼及低合金鋼所需單位压力——0.16 吨/公分²，

中合金鋼所需單位压力 ——0.2 吨/公分²，

高合金鋼所需單位压力 ——0.25 吨/公分²。

在各种水压机上鍛造的鋼錠的最大直徑，可以按表 1 确定[●]。

表 1 在各种水压机上所能鍛造的鋼錠的最大直徑

水压机的压力(吨)	500	800	1200	1700	2200	3000	5000	7000	10000	15000
鋼錠的最大直徑(公厘)	350	500	800	1000	1250	1500	1900	2300	2700	3200

二 在芯杆上进行空心鍛件的压溝

在鍛造大型空心鍛件（高压鍋爐和合成塔的毛坯等）时，特别是当在芯杆上的拉伸系数很大的情况中，金屬的流动表现出显明的不均匀。因而，形成不整齐的端面。

● 当被鍛压的毛坯在 $H:D \geq 0.5$ 範圍內，这公式得出实际上可以采用的結果。水压机压力比較精确的計算建議采用本叢書第 3-4 册上所叙述的方法。

这种不整齐的端面使鍛件很难以紧固在車床上进行車削。有时，当鍛件有極長的舌形突出时，就使这个工序不可能进行。

因此，在制造大型空心鍛件时，通常要从鍛件的一端或兩端气割去它的不整齐的端面。

气割大型空心鍛件的不平整端面需要耗用大量瓦斯，特别是当鍛件的壁很厚时，同时切割操作本身的时间也很長。

为了容易进行气割不整齐的端面，和减少瓦斯的消耗量，进行在芯杆上空心鍛件的压溝，使得鍛件在进行气割的地方的一圈壁厚减薄。

压溝和工具的相应位置的示意图見圖 3。

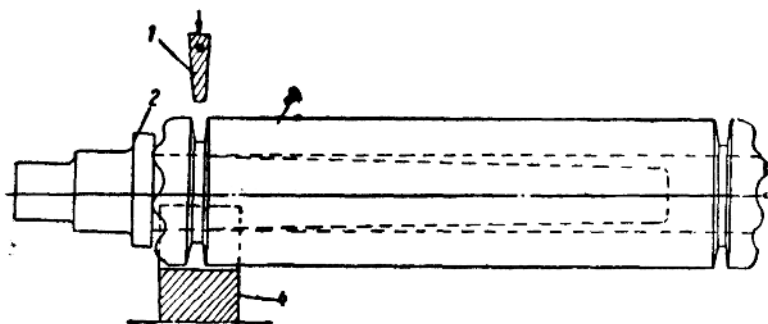


圖 3 空心鍛件的周圍压溝示意图：

1—上砧子；2—芯杆；3—空心鍛件；4—下砧子。

大家知道，在制造長的空心鍛件时，根据鍛件的長度，要分兩次，或兩次以上在芯杆上完成精压。

当在芯杆上分兩次进行时，把鍛件分成兩段順次鍛成。当在芯杆上分多次进行时，首先鍛造鍛件的中部，然后，再依次把鍛件的端部鍛出，在每次鍛造中，芯杆都須紧貼在鍛件上。

上述情况对于压溝是十分有利的。一般是用适当高度并且不

太厚的剝刀进行压溝。

沿鍛件圓周上压溝的方法是水压机多次連續压击剝刀，在每次压击前把鍛件进行适当的轉动。同时，为避免伤損芯杆，剝刀同芯杆之間的距离不得小于 50~60 公厘。

三 毛坯在水压机上的合理翻动法

在生产重型大鍛件时，在水压机上的鍛造过程中，鋼錠和毛坯的翻轉問題具有重要的意义。

当毛坯的形狀特殊，如伸長率度很小而横向尺寸却相当大，和沒有柄部和其他工艺的夾持柄时，为水压机服务的翻轉机和操作机常常不能得到充分的利用。

在鍛造工艺中，有效的翻轉方法完全是可能的。因为，在保持一般的操作的特性和程序的原則下，当在水压机上进行鍛造的各个阶段中，采用比較完善的鋼錠和毛坯的翻轉方法，可以使整个鍛造的工艺过程合理化，以至于使加热次数减少，使劳动生产率大大得到提高。

以下举出几个例子。

环形鍛件的有效鍛造方法同鍛造类似鍛件所采用的一般操作是相同的，所不同的是全部过程大大合理化，这是由在水压机工作台上特殊形狀的工具的特殊布置方法所得到的，其中須指出以下几点：

水压机的上砧子比一般所采用的要高；

矩形的頂鍛下砧子上帶有当毛坯穿孔时供漏出鉄心用的槽口，这个砧子用横向的垫鉄固着在水压机的工作台上。

两个支架的高度可以用附加的接長臂来改变。

操作机的鉗口夾住三阶梯芯杆粗的一端；芯杆每段的長度应

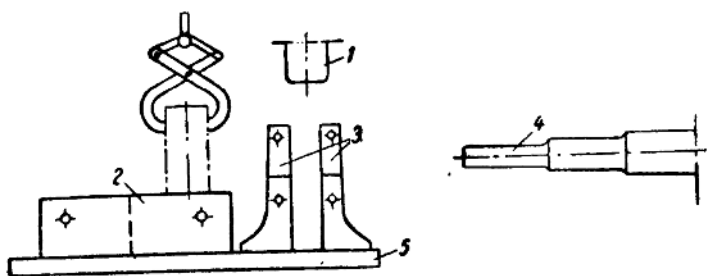


圖4 在鍛造圈環中，工具和毛坯的位置情況：

1—上砧子；2—帶槽口的下砧子；3—支架；4—階梯形芯杆；5—
水壓機的活動工作台。

該比支架的總寬度大；而芯杆各段的直徑根據沖頭的直徑和鍛件的規定直徑來確定。

工藝示意圖（圖4）和附表1所載的工步說明操作的过程和工具在水壓機上的相互位置。

在上述鍛造方法中，熱毛坯的翻轉是用機械進行，而工人只是做些輕易的輔助操作。

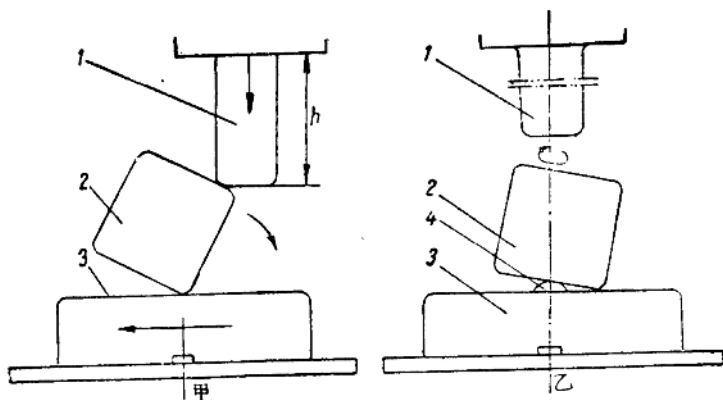


圖5 翻轉矩形毛坯的示意圖：

甲—繞水平稜邊翻轉；乙—繞垂直軸的轉動。

在水压机上鍛造長方形模坯鍛件的有效方法：在这一方法中毛坯是用上砧子和活动工作台来进行翻轉（圖5）。

上砧子1輕輕地压在毛坯2的邊緣上，同时，向左側移动工作台3，使毛坯在工作台上翻身，并达到所要求的位置。

这样的翻动方法只能把毛坯繞着水平棱边翻轉，所以不能保証六面都得到鍛压。因而，采取了另一輔助方法，可以不用很大的力量，而使毛坯繞着垂直軸轉动：在用上法轉动的毛坯的底面中心处放置一个厚为25~30公厘的鋼質垫塊4。它承受了毛坯的大部重量，由于它的接触面是球形的，因而减小了毛坯同砧面的摩擦力，所以可以很容易地用撬杆或翻杠使毛坯繞垂直軸轉动（圖5乙）。

在这样轉动以后，再用上砧子来翻轉毛坯，在翻轉时就可以把垫塊取出。

因此，在鍛压完平行棱边之間的四个面，并接着把毛坯繞垂直軸轉动 90° 以后，就可以鍛压剩下未曾鍛压过的兩面。

在鍛压矩形鍛件中，須把它繞垂直軸轉动2~3次。其余的翻轉工作用机械进行。

为了用上砧子进行翻轉毛坯，上砧子的高度 h 須略大于毛坯長棱边的長度。

短矩形鍛件的这种鍛压方法所具有的优点：生产率高、大大減輕工人的劳动强度，同时毛坯的精鍛質量也很高，所以根本不用着使用光平展鉄。

四 砧子工作面的形狀和尺寸

在水压机自由鍛造中，主要的工具是鍛压砧子，砧子大致可以分为三大类：

平面砧子，用来做矩形橫截面鍛件的拔長鍛造；

凹面砧子（弧形凹面和角形凹面），用作圓柱形鍛件的拔長鍛造；

鍛鍛鉄板和鍛鍛墊环。

砧上的凹槽形狀和它的寬度，以及某些其他因素对拔長的强度、变形滲透的深度、形成表面和內部裂紋的可能性（特别是当金屬的塑性很低的时候）和鍛件精鍛的光整度都具有很大影响。

鍛鍛墊环工作表面的形狀有时对金屬的耗用量有很大影响。

在某些工厂的水压机車間中，采用着帶有各式各样凹槽的砧子，用来鍛造各种牌号的鋼材和合金，但是，并不考虑这些材料的塑性。

因此，便有把有关砧子形狀的影响的資料加以綜合的必要。根据这些資料的綜合，現提出几点有关評价各种型式砧子的形狀的意見。

在研究类型最多并具有特別实际意义的凹面砧这一类时，特指出，根据凹槽的形狀和它各个尺寸同被变形毛坯直徑的适应程度，而毛坯产生不同程度的脹寬。这种現象是使拔長緩慢和在毛坯側面上引起裂紋的主要原因，特别是在滾轉鍛造中更为显著。

这种脹寬对最終的金屬結構和消除金屬的一些冶金缺陷是有益的，这是因为金屬变形的方向在輪次的改变着（例如，当方截面棒料拔長时，每次轉翻都是 90° ）。

在圓柱形毛坯的滾轉拔長中，为了加速拔長操作，更主要的是为了防止金屬的坏損，在某些情況下，采用封闭式砧槽（一对帶弧形凹槽的砧子、挤压砧子）。它只容許極小程度的脹寬，但是具有四周挤压的作用，并能形成中心部位晶粒在軸向上的强烈

变形。

在閉式砧槽中拔長，对直徑的改变是極其有限的，所以在工業生产中采用着另一种槽形比較开放的砧槽，按其工作性質同平面砧子很相似。在这样砧子上可以从鋼錠鍛压出直徑很小的鍛件。

根据上述一切可以做出如下結論：

砧槽的形狀决定毛坯的脹寬量；脹寬变形对塑性低的鋼材，特别是处于鑄造状态的鋼材是很危險的；在同样的挤压中，脹寬变形越大，伸長变形就越小。但是，由于具有各个不同方向的变形，較大的脹寬量能保証良好的鍛件晶粒結構。

假定，圓柱形毛坯在选配得好的弧形砧槽中拔長时的脹寬度为零，而同样鍛件在平面砧子上的脹寬度为1，則在生产中所使用的砧子，可按砧槽的形狀排列成一定的次序，并确定在相同的压挤条件下毛坯在各种砧子上可能具有脹寬量。

假如毛坯同上下砧面接触点之間的側表面較大，則將产生較大的脹寬。圓柱形毛坯的开露側面与橫截面圓周上的相应弧長成比例，这里弧長以度数計算，因此經過計算之后，脹寬量則可以相应的系数来表示。

某些表征出典型砧子的使用性質的实用数据已列入附表2中。

在鍛造中的变形性質在相当大的程度上取决于所采用砧子的寬度。

当砧子寬度同鍛件厚度之比为0.5时，可以得到滿意的透鍛。

当砧面太狹时，毛坯金屬与砧面間的摩擦很小，因而金屬表層將得到最强烈的变形。

在鍛造高合金鋼时，砧子的寬度和鍛件直徑的比值建議为

0.6~0.8。当这一比值增加到1.0的时候，表層金屬的流动將被制住，由于中間層金屬伸長的增强，所以变形向金屬的深处發展。

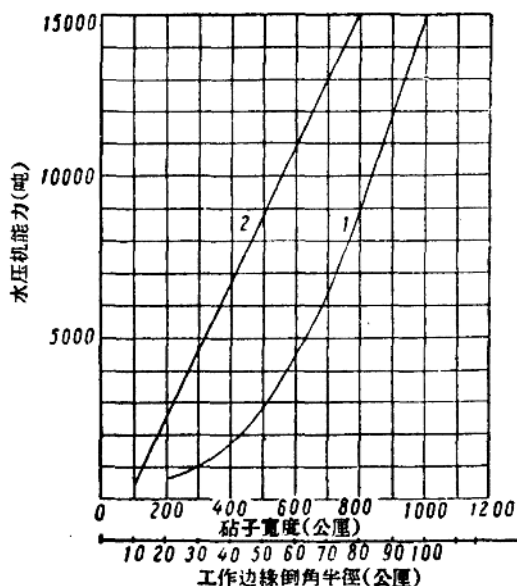


圖6 砧子寬度，工作邊緣的圓角半徑同压力机能力的关系圖解：
1—砧子寬度的变化曲綫；2—圓角半徑数值变化曲綫。

为了更充分地利用压力机的能力，凹面砧的寬度可以比平面砧的寬度大25~30%，因为在鍛件和砧子之間的摩擦力比較小。砧子的寬度同水压机能力間的关系見圖解（圖6）。

为了减低毛坯或鋼錠的变形部分同不变形部分交接处的拉应力，自砧子的工作表面到側面的过渡應該做成圓的邊緣，邊緣圓角的半徑取決于挤压量。在圖6中給出了砧子的工作邊緣圓角半徑同水压机压力的关系。在鍛造塑性低的高合金鋼时，建議將按曲綫（圖6）所求得的砧子工作邊緣的圓角半徑值增大1.5~2倍。

在制造重要鍛件时，在个别情况下为了增大鍛造比，而把毛坯进行鍛粗。

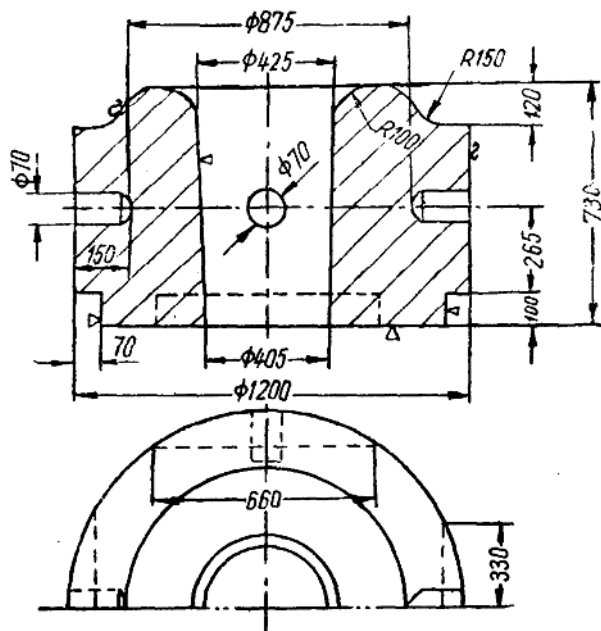


圖7 在鍛造方形截面鍛件時所使用的鍛粗墊環。

这里所采用的鍛鍛墊環通常是有有一个杯形凹部，为了使毛坯的端部得到凸的形狀。这样作的目的是为了为了防止在滾轉鍛造时毛坯中部的金屬發生流动緩慢的現象。

当用鍛鍛的原始毛坯制造方形截面鍛件时，其中心部分將發生强烈的变形，因而毛坯端面成为凸形，这样便引起金屬料头的增加。

工艺师梅德文斯基 (В. Г. Медвинский) 建議了一种新型鍛鍛墊環 (圖7)，用来鍛粗將鍛成立方形鍛件的毛坯，它容許在鍛制