

蘇聯高等學校教學用書

金屬工藝學

第三分冊

杜比寧主編



機械工業出版社

蘇聯高等學校教學用書

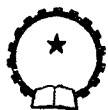


金屬工藝學

第三分冊

清華大學機械製造系譯

蘇聯高等教育部審定爲
機械製造高等學校教學用書



機械工業出版社

1954

出版者的話

本書是根據蘇聯國立機器製造書籍出版社(Машгиз)1952年出版杜比寧(Н. П. Дубинин)主編的‘金屬工藝學’(Технология металлов)翻譯的。原書經蘇聯高等教育部審定為機械製造高等學校的教學用書。譯本可作為我國高等學校教材和工廠技術人員的參考書。

本書共分七篇。譯本分為材料(包括金屬性質、冶煉、非金屬材料)、鑄造、金屬壓力加工、銲接、金屬切削加工及機床等五冊出版。

本分冊是原書的第四篇——金屬壓力加工，由清華大學機械製造系葉慶榮(第15~19及22章)、湯達(第20章)、賀教民(第21章)翻譯，全稿並經該系校訂。

書號 0637

1954年9月第一版第一次印刷 0,001--5,300冊 787×1092¹/₁₆ 131千字 6印張

機械工業出版社(北京盛甲廠17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證出字第008號

定價9,800元(甲)

第三分冊目次

第四篇 金屬壓力加工

第十五章 概論	5
141 金屬壓力加工本質	5
142 壓力加工和加工的條件對於原始材料的性質和組織的影響	6
第十六章 金屬壓力加工時的加熱	11
143 加熱規範	11
144 加熱設備	14
第十七章 輾壓	20
145 輾壓過程本質	20
146 輾壓件的種類	20
147 輾壓設備	23
第十八章 拉絲	35
148 拉絲過程本質	35
149 拉絲設備	36
第十九章 擠壓	38
150 擠壓過程本質	38
第二十章 無型鍛造	40
151 鍛造衝壓生產一般概念	40
152 無型鍛造一般概念	42
153 無型鍛造設備	44
154 無型鍛造工藝	51
第二十一章 模型鍛造	60
155 模型鍛造過程本質	60
156 模鍛錘	61
157 鍛模	63
158 在鍛錘上模型鍛造的原始材料的重量	70
159 在曲柄模鍛壓力機上模型鍛造	73
160 在臥式鍛造機上模型鍛造	76
161 熱模型鍛造的其他形式	82
162 模型鍛造後的修整工序	87
163 鍛造鋁、鎂和銅合金的特點	90
164 冷鍛粗	91
第二十二章 薄板衝壓	92
165 薄板衝壓過程本質	92

166 薄板衝壓工藝.....	93
167 衝模構造.....	100
168 薄板衝壓工作的機械化.....	102
加工薄板金屬的簡化方法	
169 衝壓鉚接結構.....	105
170 薄板衝壓設備.....	105
中俄名詞對照表	106

第四篇 金屬壓力加工

第十五章 概論

在這一篇內所說的現代金屬壓力加工狀況，還遠不能包括目前在祖國工廠裏全部所應用的過程。

壓力加工過程的發展，隨着它所應用機器的改良和新機器的出現，使這類加工在工業上的功用不斷地增長。早先用壓力加工只能獲得粗糙的毛坯，而現在這種方法常有可能獲得不需再加工的成品，同時生產率最高，金屬的廢料也最少。

目前金屬壓力加工是沿着減少和部分地代替削去切屑的加工的方向發展着。這迫使設計師和工藝技師們對選擇零件的結構和它的製造方法特別注意。

不利用現代金屬壓力加工的可能性，就不可避免地要帶來勞動、時間和金屬的損失，這在社會主義的生產中是不能容許的。

141 金屬壓力加工本質

金屬壓力加工的基礎，在於利用金屬的塑性，也就是在於金屬在一定條件下受外力作用具有剩餘變形而不破裂完整性的性能。

由於加壓力工具的幫助，可將坯料最初的體積重新分配，使任何原有幾何形狀的金屬坯料成為需要的新形狀。在這過程中，坯料的整個體積保持不變。但是在壓力加工的實際過程中，金屬的損失、廢耗是存在的，這是由於所應用的工藝過程的不完善，而並非由於壓力加工原則上的本性。

從這方面來說，金屬切削加工是和壓力加工完全相反的，因為在切削加工時，需要形狀的獲得是依靠去掉毛坯一部分的金屬使成為切屑來實現的。

金屬壓力加工雖沿用很久，仍是進步的加工方法。這是由於廣泛利用現代壓力加工方法可以保證減少金屬的消耗、提高勞動生產率、減少切削加工的時間以及降低整個生產成本的緣故。

金屬壓力加工的基本方式是軋壓、拉絲、擠壓、無型鍛造和衝壓。

前兩種加工方式可以合稱為軋壓拉絲生產，後兩種加工方式可以合稱為鍛造衝壓生產。

軋壓是使金屬通過軋壓機迴轉軋輥之間來壓縮金屬。軋輥以不停的迴轉而使坯料變形，同時將坯料送進（圖152）。

拉絲是通過孔模把坯料拉伸成‘線’，它的橫截面小於原坯料（圖153）。

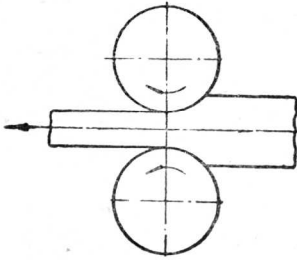


圖152 輾壓簡圖。

擠壓是把放在封閉模型內的金屬從模的孔型內擠出去的過程(圖154)。

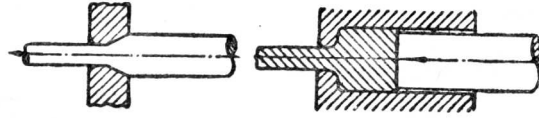


圖153 拉絲簡圖。

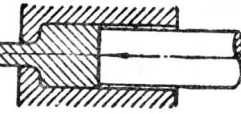


圖154 擠壓簡圖。

無型鍛造是用錘的連續錘擊，或用具有往復運動的壓力機用工具(抵鐵)施以壓力來實現的(圖155)。

衝壓是用專門工具(衝模)使金屬變形。衝模的形狀完全確定被加工坯料的形狀。

如果以薄板作為衝壓的原始材料，那麼就是薄板衝壓(圖156)，其餘的則是體積衝壓，即模型鍛造(圖157)。

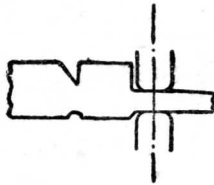


圖155 無型鍛造簡圖。

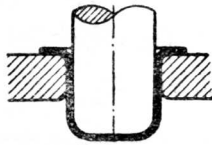


圖156 薄板衝壓過程之一的簡圖。

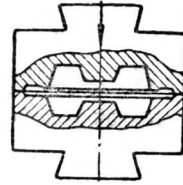


圖157 體積衝壓過程之一的簡圖。

142 壓力加工和加工的條件對於原始材料的性質和組織的影響

壓力加工不僅改變原始坯料的形狀，而且也影響被加工金屬的機械性質和組織。同時必須分為冷壓力加工和熱壓力加工。

冷壓力加工引起所謂物理的硬化或加工硬化。



圖158 滑動線。

在壓力加工理論方面最卓越的蘇聯研究家之一，別洛露西亞科學院院士古畢金(С.И. Губкин)指出了下面在金屬的顯微組織中發現的硬化的基本特徵：晶粒形狀的改變，即晶粒向變形最大的方向伸長和晶粒定向的出現。這樣，金屬的顯微組織獲得了纖維質的性質。當變形程度小時，在結晶的內部可以觀察到滑動線(圖158)；變形程度增大時，纖維質的顯微組織愈益明顯(圖159)。

硬化對於金屬機械性質和物理性質的影響是增加強度極限、屈服極限和硬度，同時減低延伸率、斷面縮小率和衝擊強度(圖160)。

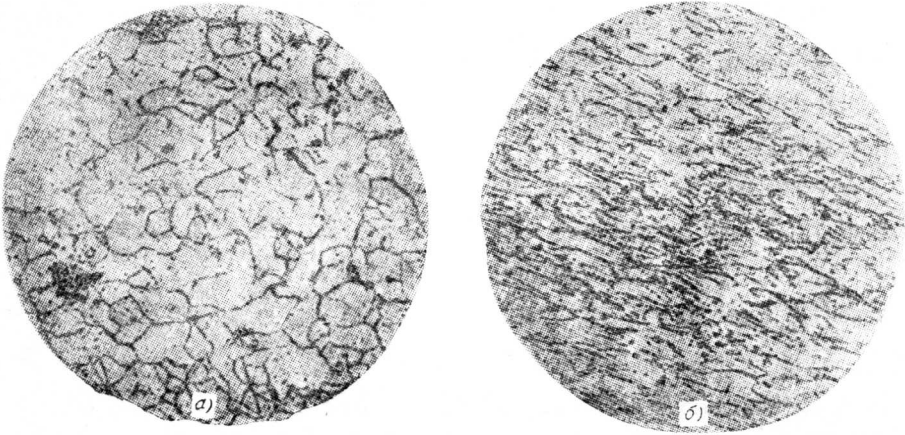


圖159 低碳鋼的顯微組織：
a—冷變形前；b—冷變形後。

由於冷壓力加工的結果，導熱性、導電性和導磁性降低，而溶解性、頑磁力和磁滯增加。

必須特別記住，經冷壓力加工過的金屬並沒有被壓緊，相反，甚至它的比重有些減小，這是由偉大的俄國學者契爾諾夫(Д.К.Чернов)所確定的。

冷壓力加工所引起金屬的組織和性質的變化，並不是穩定的，例如，硬化可以用熱處理(退火)消除之。

當增高溫度後進行壓力加工時，金屬的行為是另一種情況，因為在變形過程的同時，將進行着再結晶的過程，這是軟化的過程。再結晶的現象，按照勃契瓦爾(Бочвар)教授的意見(對於純金屬)，發生在絕對溫度大約為熔點絕對溫度的0.4倍時，是在變形的金屬裏出現再結晶的核心，新的晶粒代替變形了的晶粒在這核心周圍形成和漲大，而且金屬力圖獲得等軸的不同方向的組織。因為再結晶和變形是同時進行的，故

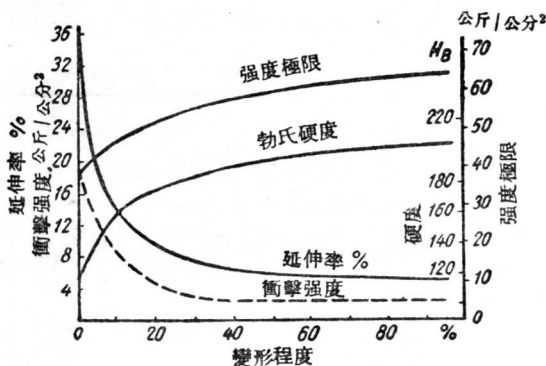


圖160 冷變形對低碳鋼機械性質的影響($\frac{F_0 - F}{F_0}$)

表示變形程度，這裏， F_0 是變形前試樣的橫截面積， F 是變形後試樣的橫截面積。

結晶組織而無硬化痕跡，那末這種加工稱為熱壓力加工。

不僅溫度而且變形的速度都影響着金屬最後的組織。因此，金屬的熱壓力加工是複雜的熱和機械的過程，它根據再結晶速度、一定的溫度和變形速度間的相互關係，可以在被壓力加工的坯料的組織中引起不同的結果。

古畢金把壓力加工過程作了分類。

如果在變形過程中再結晶是這樣充分，在加工末了時金屬具有再

如果和變形同時發生的只有硬化並沒有再結晶，而加工終了時金屬帶有加工硬化的組織，那麼這種加工稱為冷壓力加工。

如果變形終了，金屬是再結晶不完全的帶有硬化痕跡的組織，那麼這種變形稱為不完全的熱變形。

不完全的熱變形引致組織不均勻和機械性質降低，因此實際上是不好的。

熱壓力加工用作原始澆鑄錠料的加工，以及半成品的繼續加工。對於冷壓力加工，照例是應用預先經過熱壓力加工的任何形狀的金屬坯料。

鋼的熱壓力加工是在當溫度在 GOSK 線之上時進行的，即當時鋼有着奧氏體的組織（結構鋼），或者奧氏體加滲碳體的組織（工具鋼）。

原始澆鑄鋼錠的熱壓力加工是使鋼錠變形和改變它原有的樹枝狀的組織，成為

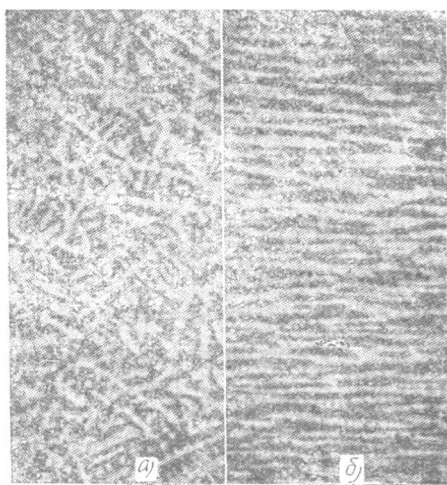


圖161 鋼的目見組織：

α —鑄鋼； δ —熱變形後的鋼。

朝着金屬流動方向伸長的結晶。結果形成所謂條帶狀或纖維質的目見組織（圖161），這種組織引起鍛件和軋壓件宏觀的不均勻性以及當檢查鍛件和軋壓件機械性質時須看纖維方向的必要性（試樣的縱向或橫向）。同時纖維質的目見組織首先在鋼錠的中心部分形成，這裏樹枝狀結晶的軸線方向是和鋼錠軸線成任意的角度，其後隨着變形程度的增加，它們便分佈在鋼錠的周邊部分，這裏樹枝狀結晶的軸線方向垂直於鋼錠的外壁。

蘇聯研究家科學技術博士 哥爾涅夫

(Н.И. Корнеев) 曾確定：根據從原始鋼錠的

橫截面面積 F_0 對它經熱壓力加工後橫截面面積 F 的比值（鍛比）所量得的變形量大小，纖維質的目見組織形成的過程如下表所列：

由原始澆鑄鋼錠經熱壓力加工後獲得的金屬纖維質目見組織是十分穩定的。無論熱處理或再經壓力加工都不可能把它破壞，但當以後壓力加工時，要看所採用的變形方法，直線的纖維方向可以變為曲線的纖維方向。

熱壓力加工也明顯地影響以後鋼的機械性質：衝擊強度 α_k 、截

面縮小率 ψ 、引伸率 δ 和疲勞極限 σ_r 。對於強度極限、屈服極限和比例極限，熱壓力

鍛 比	鋼錠中心部分 (雜亂的樹枝狀結晶)	鋼錠周邊部分 (柱狀樹枝狀結晶)
2~3	纖維質目見組織形成	樹枝狀結晶明顯地離開它們原來在鋼錠中的方向
3~6	纖維質目見組織	纖維質表現得很明顯，但所有的樹枝狀結晶並不趨向於金屬流動的方向
10和10以上	沿所有截面纖維質組織都是均勻的，明顯的	

加工在實際上並沒有什麼影響。

由於比值 F_0/F 提高，在 10 以下縱向（順纖維）試樣的 α_k 、 ψ 、 δ 和 σ_r 都是增加的，

表48 橫向試樣比縱向試樣機械性質降低的大概數值

F_0/F	δ	ψ	α_k	σ_r
2.5~3	10	15	50~40	6~11
3~4	20	20	35	6~11
4.5~6	12	25	55	6~11
6.5~24	20	43	50~70	10~15

在 10 以上就保持穩定了。在橫向試樣增加上述比值，這些性質照例是下降的，雖然在個別情況下，當比值 F_0/F 尚小時，有時這些性質會顯出有些改善，但是隨後當比值增大時便即下降。因此，經熱壓力加工後鋼的機械性質帶有方向性：在縱的方向機械性質較好，在橫的方向較差。

科學技術博士哥爾涅夫定出了不同 F_0/F 比值時機械性質方向性的大概數值（表 48）。從表 48 很明顯地可以看到，最大的方向性是表現在衝擊強度的比值，其後順次是截面縮小率、延伸率和疲勞極限。

同時應該考慮被加工鋼錠中心部分的方向性比周邊部分大，由於中心部分橫向試樣的機械性質比周邊部分要更差 10~20%。

為了獲得具有該鋼最好的機械性質的零件，無論在設計或在擬定製造零件的工藝過程時，必須考慮壓力加工的金屬的纖維組織和機械性質的方向性。

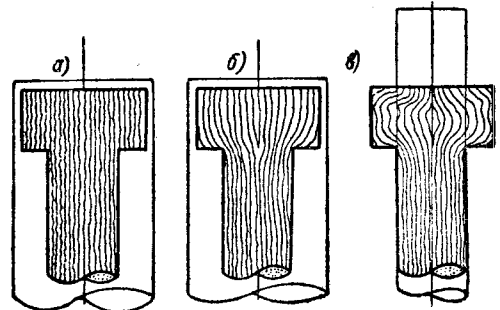


圖162 由不同方法製成螺栓的目見組織簡圖。

必須使零件工作時所發生的最大正應力的方向和纖維的方向重合，最大剪應力的方向和纖維的方向垂直。此外，纖維不得被切斷，而且必須圍繞零件的輪廓。

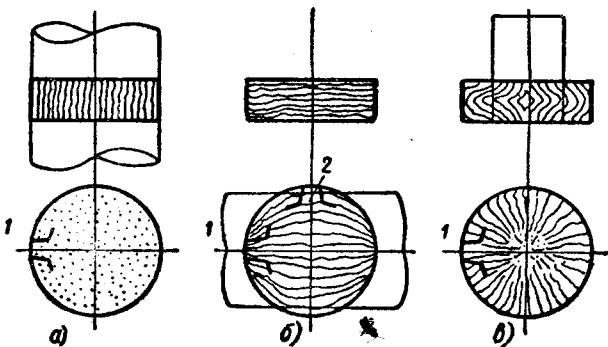


圖163 由不同方法製成齒輪的目見組織簡圖。

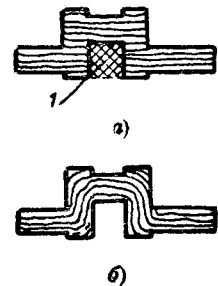


圖164 由不同方法製成曲柄軸的目見組織簡圖。

可用下列例子作為說明。

由輾壓桿料用切削獲得的螺栓，螺栓頭的目見組織不好——剪應力順着纖維方

向(圖162, *a*)。此外, 螺栓桿是由原始軋壓桿料中機械性質較差的中心部分做成。螺栓桿用引伸法鍛成的螺栓(圖162, *б*), 沒有後面一種的缺陷, 且具有較好的纖維方向。從和螺栓桿直徑相等的軋壓桿料用鍛粗螺釘頭的鍛造方法製成的螺栓, 可以獲得纖維分佈最好的螺栓頭(圖162, *в*)。

由軋壓桿料用切削方法製成的齒輪(圖163, *a*), 在齒1上正應力的方向和纖維垂直, 也就是不好的。當由扁鋼料模鍛齒輪時(圖163, *б*), 各齒的纖維和正應力的方向不一樣; 齒1順纖維工作(合理的), 齒2垂直纖維工作(不合理的)。當用鍛粗圓軋壓桿料的方法製造齒輪時(圖163, *в*), 變形的纖維方向是最好的。

圖164, *a*上的曲軸沒有鍛出曲柄軸頸。後者和曲柄是用切去餘部(Напуска)1的方法形成。結果使纖維被切斷, 及曲柄上的金屬垂直於纖維工作。當用彎曲方法製造曲軸時(圖164, *б*), 纖維‘循着’零件的輪廓, 曲柄上的正應力方向和纖維方向重合。

第十六章 金屬壓力加工時的加熱

143 加熱規範

金屬的加熱引起機械性質的改變。如果金屬的變形阻力因溫度增高而降低，而塑性反而增加，那麼改變會幫助壓力加工。變形阻力愈小和塑性愈高，那麼金屬可鍛性愈好。有專門的方法用來確定在不同溫度和不同加工形式下金屬的變形阻力和它的塑性。大概的數據可用拉力試驗得到。如果屈服極限和強度極限因溫度增高而下降，同時引伸率和截面縮小率增大，那麼金屬的可鍛性通常是增加的。

例如，普通灰鑄鐵在冷卻狀況下是脆性的，不可用來壓力加工。當它加熱時，強度極限和引伸率都會下降，也就是，這種鑄鐵在加熱時它的機械性質的改變是趨向於降低可鍛性。加熱後的灰鑄鐵和冷時一樣，是不可鍛的[●]。相反，鋼的可鍛性從300°起是隨着增高溫度而不斷地增加，直到接近開始熔化的溫度為止，正像圖165所示含碳量1%的鋼的情形。

當加熱至某一溫度時，由於晶粒邊界氧化，在鋼的晶粒間出現脆性的薄層鋼即燒枯。金屬燒枯時便完全失去塑性。燒枯的金屬是不可改正的廢品，除回爐以外別無用處。

因此，壓力加工金屬的加熱溫度必須低於燒枯溫度。但是要想得到品質良好的產品，只保持這個條件是不夠的，因為在燒枯溫度線下面是過熱區域。後者表示奧氏體晶粒急劇長大。由於大顆粒的第二次結晶（鐵素體+珠光體或珠光體+滲碳體）照例是和大顆粒的第一次結晶（奧氏體）相當的，由過熱坯料用壓力加工獲得成品的機械性質是低劣的。過熱造成的廢品，可用退火法改正。但對於某幾類的鋼（例如鎳鉻鋼），過熱後要改正就相當困難，簡單的退火是不能勝任的。

因此，加熱的最高溫度，即始鍛溫度（對於軋壓、鍛造等），既不能規定在燒枯溫度，也不能是過熱溫度。

同樣地，熱壓力加工必須在某一最適度的溫度結束。如果在很低的溫度下繼續加工，那麼軟的鋼就要硬化，而硬的鋼就會發生裂紋。如果加工結束時高於合適的溫度

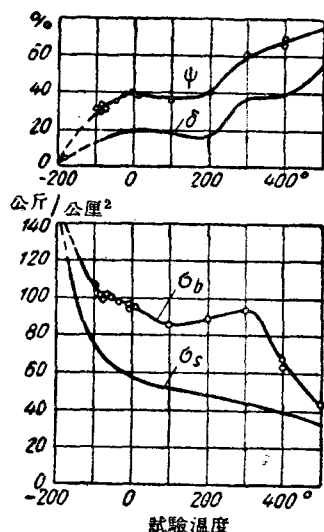


圖165 含碳量1%的鋼的機械性質根據溫度的變化。

● 作者所指的是正常的變形條件。在各方面不均衡的壓力下，灰鑄鐵是能以變形的。——原編者

很多，鋼便得到大顆粒的組織；但這可用退火改正。

於是，熱壓力加工必須保持在一定的溫度範圍之內，這是和合金的化學成分有關的。各種合金熱加工的溫度範圍列於表 49。

表49 鍛造的溫度範圍
(根據苛爾涅夫和畢苛夫P.C.Быков)

合 金 種 類	化 學 成 分 的 性 質 或 牌 號	溫 度 (°C)	
		始 鍛	終 鍛
碳 素 鋼	碳0.3%以下	1200~1150	800~850
	碳0.3%~0.5%	1150~1100	800~850
	碳0.5%~0.9%	1100~1050	800~850
	碳0.9%~1.5%	1050~1000	800~850
合 金 鋼	低合金鋼	1100	825~850
	中合金鋼	1100~1150	850~875
	高合金鋼	1150	875~900
鋁 合 金	Д1	470	350
	AK2, AK4, AK5, AK6	490	380
	AK8	470	400
鎂 合 金	MA1, MA2	430	350
	MA3	400	300
	MA5	370	300
銅 合 金	Бр.АЖ 9-4	850	700
	Бр.АЖМц 10-3-1.5	850	700
	Бр.АЖН 10-4-4	850	700
	ЛС59	750	600
鎳 合 金	鎳銅合金	1180	1000 (870) ①
	鎳鉻鐵合金 (Инконель)	1250	1000 (870) ①

① 輕輕錘擊時的溫度。

俄國冶金學家契爾諾夫第一個注意到壓力加工的溫度條件。他在 1868 年已經指出，鋼必須在 α 和 δ 點的範圍以內鍛造。 α 點是低於熔點的溫度， δ 點是和現今的 A_3 點相符合的。

金屬到達始鍛溫度的加熱有很重要的意義，因為成品的機械性質決定於金屬的溫度。

合理的加熱過程必須保證：在坯料沿截面和長度加熱最均勻的情況下獲得坯料所需要的溫度；保持金屬的完整性，表層脫碳最少，氧化鐵皮最少。

到達規定溫度的加熱速度決定於一系列的因素，其中最主要的是爐膛溫度、坯料在爐內的放置方法（單個的、緊接着的、放在支架上的等）、坯料的大小和形狀以及金屬的物理性質。

爐膛溫度愈高，坯料加熱時間愈短。爐膛溫度和要求達到的溫度之間的差叫做最後的溫度頭，它的大小普通是 $100 \sim 150^\circ$ 。

放置在爐底的單個坯料有較大的輻射面，它比一個個緊連的或中間略有距離的坯料加熱得快。

坯料放置對加熱時間影響問題的研究指出，單個圓坯料加熱比一個個緊連放置的坯料快一倍。

加熱坯料的尺寸愈大，加熱需要的時間則愈長。

溫度昇高率 α 表示金屬的導熱率，比熱和比重對坯料加熱過程的共同影響：

$$\alpha = \frac{\lambda}{c\gamma}。$$

要看導熱性 λ ，熱容量 c 和比重 γ 採用怎樣的度量單位，溫度昇高率 α 是公分²/秒或公尺²/小時。溫度昇高率愈大，則加熱進行得愈快。

對鋼來說，溫度昇高率是因含碳量和合金成分的增加而減小，同樣也因溫度昇高而減小。但是各種鋼之間因溫度增高而溫度昇高率的減小量是有差別的。

在上列因素中，爐膛溫度是當其他條件相同時用來調整爐內金屬加熱速度的基本因素。但爐膛溫度和坯料表面溫度的差別愈大，那麼在加熱過程中沿坯料截面溫度的差別（溫度梯度）也愈大。後者同時因金屬溫度昇高率的減小和加熱坯料的截面增大而增大。

溫度梯度在加熱的金屬裏引起溫度應力。特別當在冷坯料中具有先天應力時，在加熱的第一時期，即通過組織變化的範圍（ $A_{c1} \sim A_{c2}$ ）到轉折點，溫度應力會引致金屬完整性破壞，即出現顯微或目見的裂痕。在直徑 $100 \sim 150$ 公厘以下的小結構鋼坯料裏，由於快速加熱引致金屬完整性破壞的情形，實際上是沒有的。這種坯料可以堆在爐膛溫度高於金屬加熱所需最後溫度達 $100 \sim 150^\circ$ 的爐子裏。

溫度昇高率低的合金鋼冷坯料、大件冷坯料以及各類鋼錠，必須保持容許的加熱速度。在這種情況下，裝料時的爐溫必須比鍛造溫度低很多。例如，對於 $1 \sim 2$ 噸重的碳鋼鋼錠，加料時的爐溫必須不超過 900° ，對於同樣大小的高合金鋼錠，必須不超過 $500 \sim 600^\circ$ ，對於各種重約 60 噸的大鋼錠，必須不超過 200° 。

當還未通過組織變化的溫度範圍時，將爐溫逐漸提高或把坯料推運到爐溫較高的區域來加熱。這種加熱的第一時期，約為鋼錠加熱的全部持續時間的 $60 \sim 70\%$ 。

相反，加熱的第二時期，即從臨界溫度到加熱終了溫度，必須用該爐子技術上最大可能的速度來進行。通過組織的變化，鋼成為塑性，不再有出現裂縫的顧慮，這時緩慢加熱反而有害，因為晶粒的長大加劇，脫碳和形成氧化層。

由於恐怕在加熱的金屬上形成裂紋，金屬加熱的速度要比應當有的慢得多。

蘇聯學者和工程師們曾研究過關於加熱速度的問題，並證明急劇的增高加熱速度的可能性。

在目前，要確定冷坯料和鋼錠容許加熱的大致速度，可以用烏克蘭科學院院士道

畢拉哈托夫(Н.Н.Доброхотов)的公式:

$$T = KD\sqrt{D},$$

式中 T ——加熱時間(小時); D ——坯料(或鋼錠)直徑(公尺);

K ——係數, 碳鋼和低合金鋼取 12.5, 高合金鋼取 25(根據蓋列蓋雪——В. В. Керекеш)。

按上列公式確定的時間, 包括加熱終了爲使沿坯料截面溫度均勻所必需的均熱時間。

上列關於加熱持續時間的知識是屬於在火燄爐中加熱的; 以後在講電熱設備的時候, 會談到電加熱的速度。

爲了熱壓力加工獲得好的成品品質, 不僅加熱規範很重要, 而且冷卻規範也有着重要的意義。過分迅速冷卻的結果會產生由於熱應力所引起的裂紋。如果鋼的溫度昇高率愈小和成品的尺寸愈大, 那麼冷卻必須愈慢。

下面是(按冷卻持續時間增加的次序)進行冷卻的方法:

1)在空氣中; 2)堆在空氣中; 3)在密閉的箱子中; 4)在密閉的箱子內, 埋在沙子、爐渣、鐵滓等裏面; 5)在爐中。

例如, 甚至尺寸甚小的高合金工具鋼的鍛件, 是在爐中冷卻的; 結構鋼的大鍛件, 直徑約從 500 公厘起, 也是在爐中冷卻的。

144 加熱設備

壓力加工金屬的加熱設備, 基本上分爲加熱爐和電熱設備。

加熱爐則分爲用燃燒燃料以獲得熱的火燄爐和以電能作爲熱源的電爐。電熱設備不同於電爐的地方是它是靠被加熱坯料本身不斷的發生熱量來加熱的。

在壓力加工金屬的加熱方面, 目前火燄爐用得最普遍, 它的特點是非常通用, 可以加熱(根據爐子的大小)無論是最小的坯料, 或是重約300噸的鋼錠。

火焰爐工作過程的理論是十分複雜而多方面的。但是現在由於俄國學者努力的結果, 它已達到了很完善的程度。這個理論的基礎, 是偉大的俄國冶金學家之一格魯格爾士馬勒(В.Е.Грум-Гржимайло)教授所奠定的他在雷蒙諾索夫(М.В.Ломоносов)著作的‘論露天礦井中空氣的自由運動’中所發表意見的基礎上, 創造了他的火燄運動的流體理論(1908年)。

基爾皮契夫(М.В.Кирпичев)院士擬定了熱的模型試驗的方法。用此方法可以在研究爐內氣體運動現象的模型中做試驗。最後, 必須提到林契夫斯基(В.П. Линчевский)教授, 他大大地根本地改進了爐子的理論, 並在總的方面和個別地方詳細地確定了格魯格爾士馬勒和科學技術博士巴烏孟(В.А.Баумо)合作的一系列假定。

蘇聯工程師在建造爐子作業上已達到高度的完善, 研究出新的高生產率的爐子的結構, 在這方面是遠遠超過了外國。例如, 蘇聯工程師首先設計和運用有旋轉爐底

的巨型爐子，這種爐子後面將會談到。

現代火熱加熱爐的形式和結構是十分多樣化的。首先，可以把它們分為正式爐和打鐵爐。在前面一種爐內，加熱的金屬並不直接和燃料相接觸，只是放置於燃燒燃料所產生的熱流之中。在第二種爐內加熱時，金屬直接和熾熱的燃料（在煤爐裏）或和火燄（在柴油爐和煤氣爐裏）相接觸。

打鐵爐幾乎僅限於手工鍛造時加熱金屬，它分為可搬運的和固定的兩種。打鐵爐的構造如圖 166 所示。

爐子可以用固體的（其中包括粉末狀的）、液體的和氣體燃料燃燒。在供給及分配燃料、調節的可能性和最少的物理（失敗、運走）及化學的不完全燃燒損失方面來說，用液體和氣體燃料的爐子是最為完善的。但是考慮液體燃料經改造後產品的價值，不適宜於直接在爐內燃燒，所以在目前廣泛採用煤氣爐。

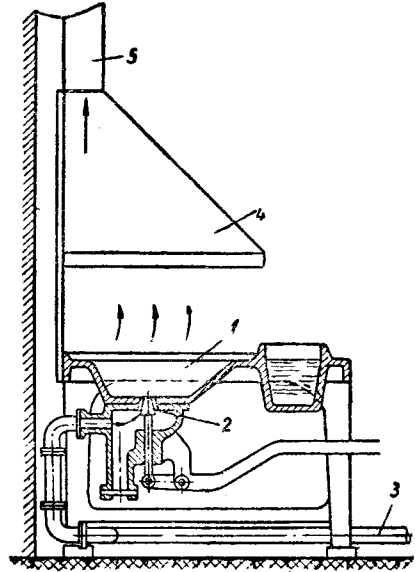


圖166 打鐵爐裝置簡圖：

1—放燃料和加熱坯料的地方；2—供應空氣的風口；3—從鼓風器來的空氣管；4—烟斗；5—烟道。

塊狀固體燃料是在各種形式的爐篦上燃燒的。圖 167 所示是有傾斜爐篦的爐子。

如果把成塊的煤炭磨碎，便是煤粉，它燃燒的便利是和液體燃料差不多的。圖168所示是燃燒煤粉的設備。煤粉裝在儲存器1中，從這裏被螺旋輸送機2送入管子3中。通過套管4從鼓風機鼓入的空氣，裹住煤粉並把它經由噴射管5噴入燃燒室。為使燃燒充分所必需的補充空氣，從可調節的孔6中進入。粉末狀燃料在加熱爐內的應用是有限制的，因為它必須要有專門的磨碎設備以及清除爐膛內灰燼和鐵渣的設備。

燃燒液體燃料是藉助於噴嘴，噴嘴把燃料噴散，並保證燃料和空氣很好的混合。噴嘴之一的構造如圖 169 所示。

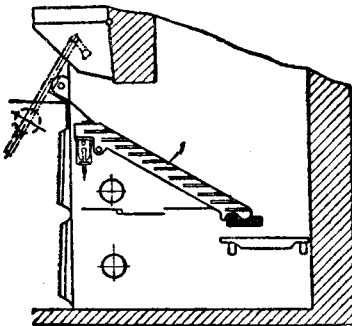


圖167 有傾斜爐篦1的爐子的簡圖。

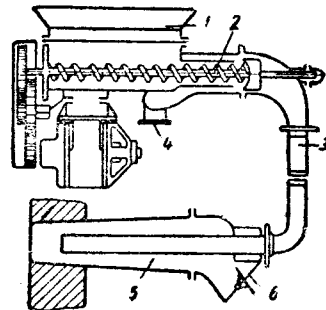


圖168 粉狀燃料燃燒器簡圖。

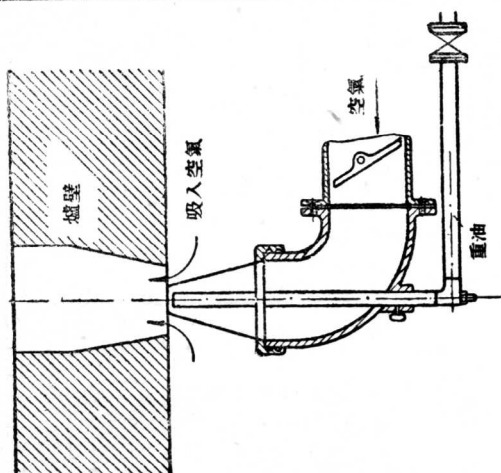


圖169 噴嘴(低壓的)簡圖。

燃燒煤氣應用煤氣燃燒器，它供給爐子燃燒所必需的煤氣及空氣，並使之混合。煤氣燃燒器之一的動作原理如圖 170 所示。

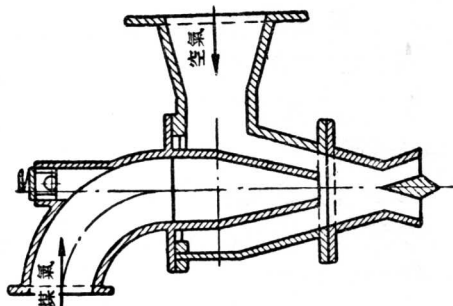


圖170 煤氣燃燒器簡圖。

被加熱的金屬是放置在爐膛(加熱室)底上。按照在爐膛內溫度分配的性質，壓力加工前金屬加熱用的爐子可以區分為兩大類：整個爐膛溫度都相同的爐子(所謂單室爐)和爐膛溫度按從加料口到出料口的方向增高的爐子(所謂連續式加熱爐)。

燃燒固體燃料的簡單的單室爐如圖 171 所示。

在單室爐裏金屬一加入後便不再動它，其後多半是從爐子的加料口把它取出。當加熱大型坯料和鋼錠時，加料時的爐溫必須比加熱所需的最後溫度低得多(參閱 13 頁)。然後增加供應的燃料數量，逐漸地增高溫度。為了使在單室爐裏的大型坯料和鋼錠加料機械化，可以應用各種形式的加料機器。此外，為了加料和卸料的方便，可以應用爐底可動的爐子(圖 172)。

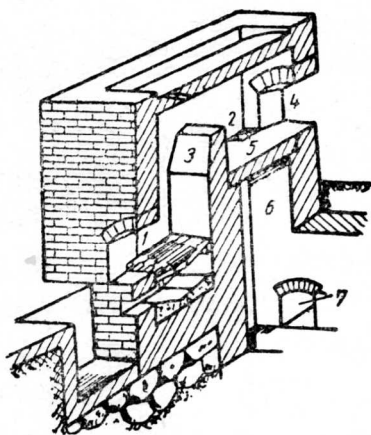


圖171 燃燒固體燃料的單室爐簡圖：
1—爐篦式燃燒室；2—加熱室；3—使加熱室和燃燒室分開的火牆；4—加料口；5—引出燃燒產物的煙道；6—煙室；7—煙道。

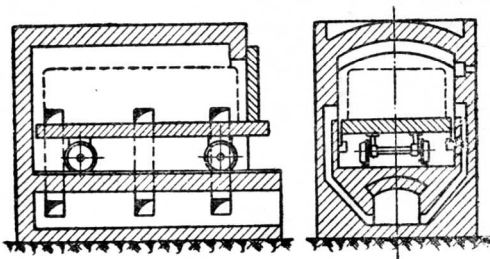


圖172 爐底可動的爐子的簡圖。

坑式加熱爐從上面加料，鋼錠垂直地放置在爐內。坑式加熱爐主要是用煤氣作為燃料(圖173)。

單室爐的加料口有爐門，爐門可以藉手動的槓桿機構上昇和下降，或具有機械化