

苏联中等专业学校教学用书

有色金属 与合金的压力加工

下 册

B. B. 若洛包夫 等著

冶金工业出版社

苏联中等专业学校教学用书

有色金属与合金的压力加工

下 册

B. B. 若洛包夫 等著

东北工学院有色金属和合金压力加工教研室 译

冶金工业出版社

В. В. Жолобов, К. Н. Богоявленский, М. Е. Зубцов,
А. Д. Ландихов, Е. М. Лекаренко, Н. Н. Постников
ОБРАБОТКА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И
СПЛАВОВ ДАВЛЕНИЕМ
Металлургиздат (Москва, 1955)

有色金属与合金的压力加工 下册

东北工学院有色金属和合金压力加工教研室 译

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

—— * ——

1959年11月 第一版

1959年11月北京第一次印刷

印数4,512册

开本850×1168 · 1/32 · 200,000字 · 印张8

—— * ——

统一书号 15062 1880 定价0.91元

本書系根据苏联冶金科学技术書籍出版社出版的B. B. 若洛包夫等六人合著“有色金屬和合金的压力加工”一書1955年莫斯科版譯出。原書經苏联有色冶金工业部教育司審定为中等专业学校教科書。

本書中譯本分上、下两冊出版。上冊叙述金屬压力加工的理論基础、有色金屬和合金板带材的生产、以及型材軋制、冷軋管的过程，下冊叙述压挤、拉伸和冷冲等生产过程。

本書可供我国有色金屬与合金压力加工企业和設計研究机构工程技術人員参考。並可作为中等专业学校的教科書。

本書下冊由东北工学院有色金屬与合金压力加工教研室左耀先、孙能、杨守山、吳庆齡、周宜森等分別譯出；並經馬龙翔、吳庆齡等校对。

下 册 目 录

第三章 压 挤

第 61 节	压挤过程的概念	235
第 62 节	表示压挤过程的加工量	236
第 63 节	热压挤法	236
第 64 节	冷压挤法	241
第 65 节	压挤时金属流动的性质	242
第 66 节	各种因素对流动性质的影响	245
第 67 节	压挤缩管的形成及其消除	253
第 68 节	压挤管材时的流动性质	253
第 69 节	在反向压挤中的流动性质	254
第 70 节	各种有色金属及合金压挤时温度范围的决定	255
第 71 节	压挤的变形程度	257
第 72 节	压挤速度与流动速度	258
第 73 节	压挤力	261
第 74 节	各种因素对压挤力大小的影响	263
第 75 节	决定压挤力的公式	270
第 76 节	压挤制品的品种和用途	273
第 77 节	准备压挤鑄錠和选择压挤筒	279
第 78 节	压挤速度和压挤温度	282
第 79 节	各种类型压挤机的生产率	282
第 80 节	压挤制品生产工艺过程	291
第 81 节	在水力压挤机上的操作	294
第 82 节	压挤工具	296
第 83 节	废料和废品	301
第 84 节	压挤时的安全技术	306

第四章 拉 伸

A. 拉伸的理论基础

第 85 节	拉伸过程的一般概念	311
第 86 节	拉制的方法	313
第 87 节	拉伸力	321

B. 管材和棒材的拉制

第 88 节	延伸系数与配模方案	333
第 89 节	拉制管材和棒材时的潤滑	338
第 90 节	拉伸机和拉伸工具	341
第 91 节	管和棒材的热处理	346
第 92 节	輔助工序及精整工序	355
第 93 节	拉制管材及棒材的工艺流程	361
第 94 节	拉伸車間中的废品及废料	371
第 95 节	拉制管材及棒材的品种和技术条件	376
第 96 节	拉伸車間操作中的安全技术	380

B. 綫材的拉伸

第 97 节	拉綫配模計算	382
第 98 节	拉綫时的潤滑	393
第 99 节	拉綫工具	395
第 100 节	綫材的热处理及酸洗	398
第 101 节	拉制綫材的工艺流程	402
第 102 节	拉制綫材时的废品及废料	404
第 103 节	綫材的品种及技术条件	408
第 104 节	拉制时的安全技术	410

第五章 冲 压

第 105 节	冲压工作及所用的材料	411
第 106 节	冷冲材料的排样法	413
第 107 节	剪裁	417
第 108 节	用于剪裁的冲模	429
第 109 节	弯形	436
第 110 节	弯形模	445
第 111 节	冲形	449
第 112 节	冲形模	467
第 113 节	成形冲压、压形、縮口和弯边	474
第 114 节	有色金属与合金冲压件制造工艺流程	474
第 115 节	冲压安全技术和自动化	481

参考文献	483
------------	-----

第三章 压 挤

第 61 節 压挤过程的概念

金属压挤的过程是下面这样的。鑄錠或坯料通常多被加热到适当的温度后即放入压挤机的压挤筒内（图 125）；在压挤筒的一端安放着模子，模子上具有符合于压挤制品断面的模孔；在压挤筒的另一端插入直径几乎等于压挤筒直径的压挤杆。压挤杆将压挤机的压力传到坯料上，并迫使金属通过模孔流出。为了减少压挤杆的磨损及减少压挤杆对压挤筒壁的摩擦，在压挤杆的端头套上一个垫片，垫片的直径比压挤杆的直径稍微大一点。

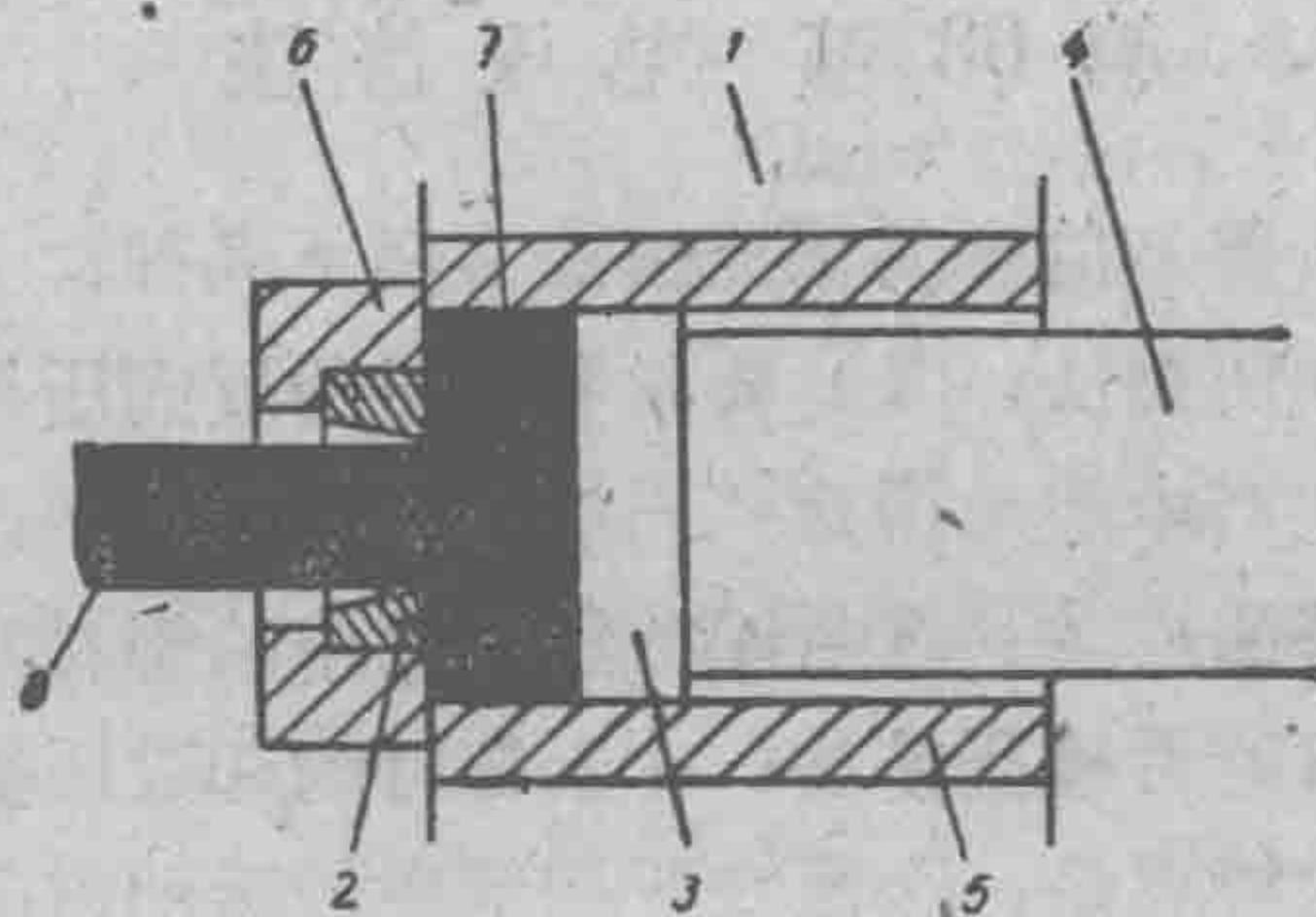


图 125 正向法压挤棒材的示意图

1—压挤筒；2—模子；3—垫片；4—压挤杆；5—压挤筒内衬套；6—模座；7—鑄錠；8—棒材

当压挤管材时，将穿孔棒通过空心的压挤杆而固定在穿孔棒座上，在压挤时，管子的内径就由穿孔棒来决定。当开始对鑄錠进行穿孔时，一部分金属呈棒状先由模孔流出。这一部分棒状物称做实心头，它是由于在压挤开始的瞬间，鑄錠被压挤杆压缩充满压挤筒，同时鑄錠又被穿孔棒穿孔的时候所形成的。

当压挤结束时，在压挤筒中留下一部分金属，这部分金属称为压余，它的多少取决于压挤机的构造、制品的尺寸及合金的性质。

第 62 節 表示压挤过程的加工量

延伸系数或延伸程度是指压挤中实际的延伸程度，人们规定它是压挤筒断面积 F_0 对所有模孔断面积之和 ΣF_1 的比：

$$\lambda = \frac{F_0}{\Sigma F_1} \quad (\text{II}, 1)$$

变形程度或压缩程度乃是压挤筒断面积与所有模孔断面积之和的差，对压挤筒断面积的百分比：

$$\tau = \frac{F_0 - \Sigma F_1}{F_0} \cdot 100\% \quad (\text{II}, 2)$$

第 63 節 热压挤法

近代人们所熟知的金属热压挤法有以下几种：1) 管材、棒材及型材的正向压挤法；2) 棒材和型材的反向压挤法。

此外，在生产中还采用这些压挤法的几种变相方式，即：1) 管材的迎头压挤法；2) 在封闭的压挤筒中的管材穿孔与压挤联合法；3) 管材的舌模压挤法；4) 棒材的起边压挤法。

正向压挤的特点是：金属在压挤筒中的运动方向与通过固定的模子而挤出来的棒材、管材以及压挤杆的运动方向都是一致的，它们的方向取决于压挤杆运动的方向（参看图 125）。

反向压挤与正向压挤的区别在于：模子固定在空心压挤杆的端头，随着压挤杆而向固定的压挤筒中移动。制件由压挤杆的腔膛中流出（图 126）。如果说正向法是鑄錠在压挤筒中顺着金属流动方向而移动的；则在反向压挤中，金属流动时，鑄錠在压挤筒中是不发生移动的，这样就大大减少了有害的摩擦力的作用。在反向法中，金属流动的方向与压挤杆及模子的运动方向相反。

这种方法尚有一种 变相形式，即金属在压挤筒中也保持不动，不过压挤筒带着鑄錠向着不动的空心压挤杆运动（图 127）。

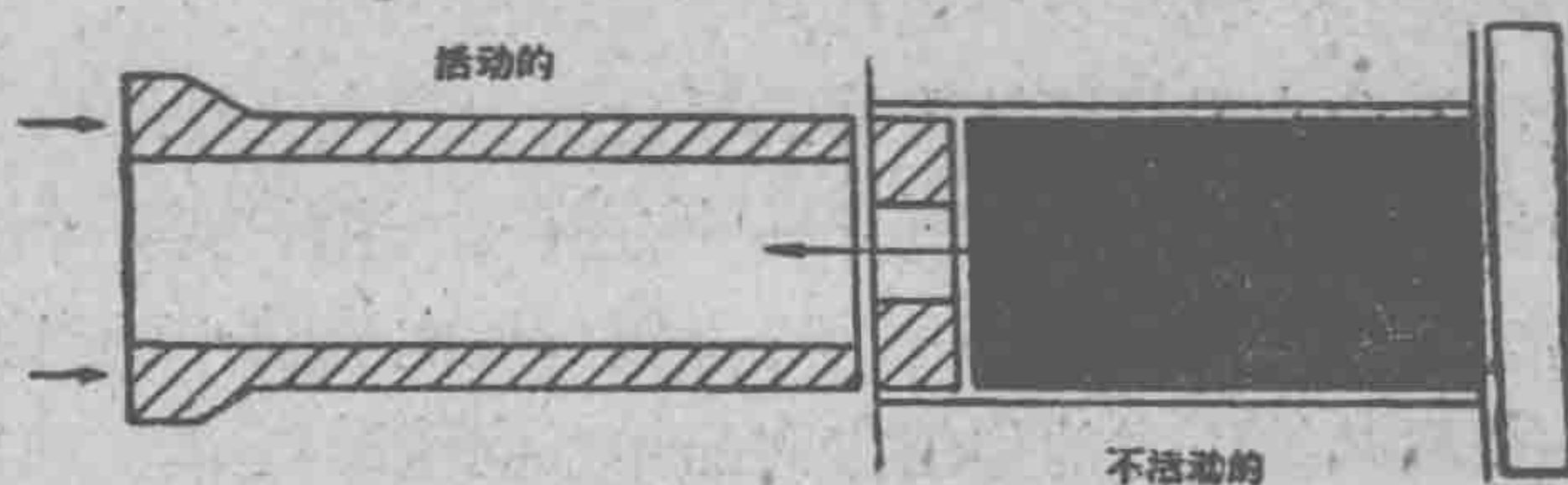


图 126 压挤筒不活动的反向压挤棒材的示意图

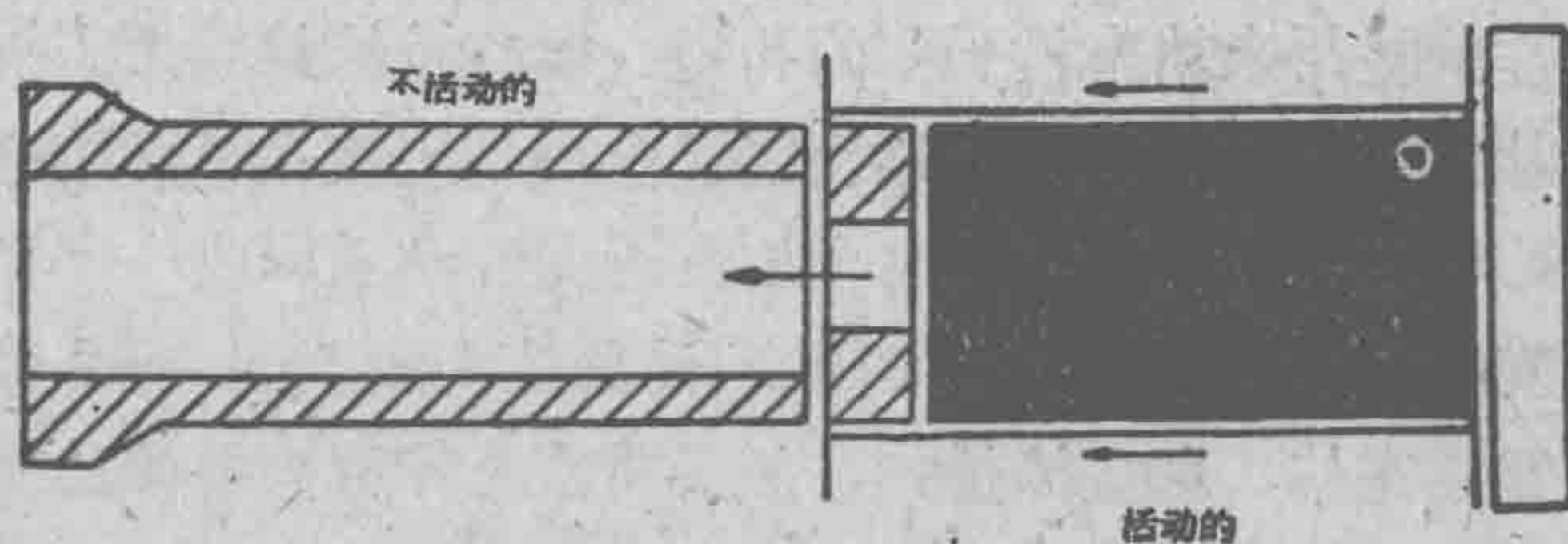


图 127 压挤筒活动的反向法压挤棒材的示意图

在生产大直径（300~400毫米）的管子时，常采用迎头压挤法，这种方法与热冲管子方法类似，压挤筒代替了模子，金属的流动与压挤杆运动的方向相反（图 128），迎头压挤法由于压挤制件长度受到限制而使压挤机的生产率很低。但是只有用这种方法在功率不超过3500吨的压挤机上压挤，才可以得到直径大于300毫米的管材。

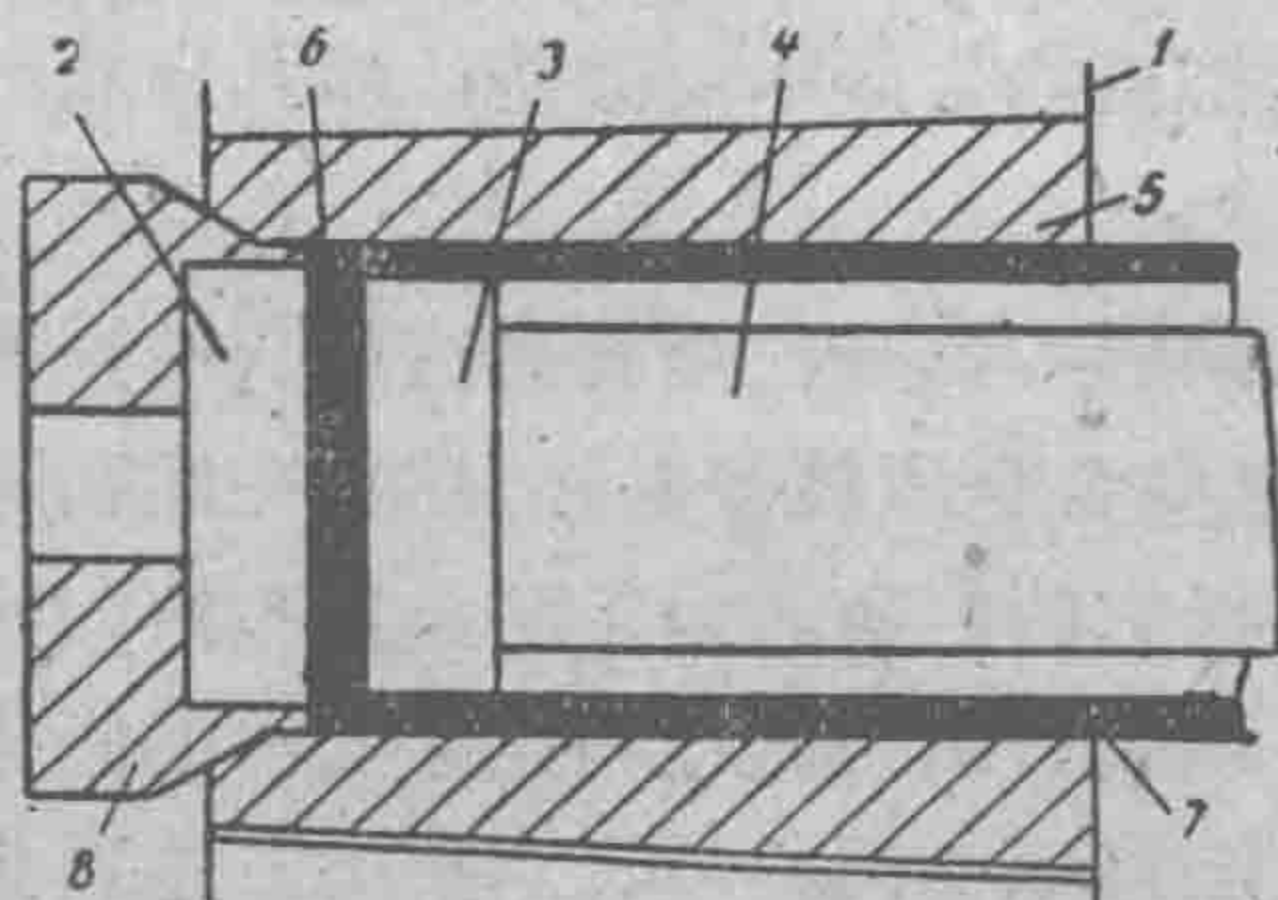


图 128 用迎头流动方法压挤管材的示意图

- 1—压挤筒； 2—模子；
3—垫片； 4—压挤杆；
5—内衬套； 6—压余；
7—管子； 8—模座

在普通的正向压挤管状制件的方法中，在鑄錠穿孔时，生成很大的废料由模孔以实心头形式挤出。这种废料的量决定于穿孔棒及模子的直径，它可以多达鑄錠重量的40%。

最近，工业上采用压挤管材的联合法生产大直径的管子，这样可以使穿孔时的废料减少到30~40之一。这种方法兼用两种金属流动方式：当鑄錠穿孔时——金属作反向流动；而当进行压挤时——金属是按压力的作用方向而作正向流动。

此法可说明如下。将普通的棒状垫片1放入压挤筒中（图129a），使其平的一面对照着压挤杆2：当穿孔棒4进行穿孔时，这个垫片就被用来堵塞模子3的孔道。继而将鑄錠5用压挤杆及另一垫片6推入压挤筒。在穿孔之前先用小压缩量使鑄錠充满压挤筒。为了保证在穿孔过程中金属得返回流动以形成一个《杯》状，须使压挤杆返回移动一段距离，这距离应相当于流回金属的体积。穿孔完毕，即去掉垫片，然后将穿孔棒再向前移动冲开杯底，穿孔棒就插入模孔中（图129b），而形成一个环状孔隙，当压挤杆向前运动时，金属就通过这一孔隙进行所定尺寸的管材之正常的正向压挤。

联合压挤法还可以使人们不必由306毫米压挤筒用迎头流动法来压挤大管材。这类管材可由408毫米压挤筒用联合压挤法制得，并可充分利用全部鑄錠材料，所得管材的长度要比用迎头压挤法所得者大一二倍。这种方法最初曾用于铜，后来又用于铝青铜，近年来在黄铜、铝、镁及其他合金的大直径管材生产中也采用这种方法。它的缺点是压挤机的生产率要低些，而且金属也必须稍微过热一些。

镍合金的管材以及特殊钢管，都是在金属高达1000~1300℃的高温下进行压挤的。当用这些合金压挤管材时，鑄錠在穿孔时会引起穿孔棒的强烈受热并降低它的寿命。为了防止穿孔棒与热合金接触，穿孔前在棒端套一顶头，顶头直径稍比穿孔棒的直径大些；当鑄錠穿孔后，顶头就与杯底一同由模孔中挤出。这顶头除

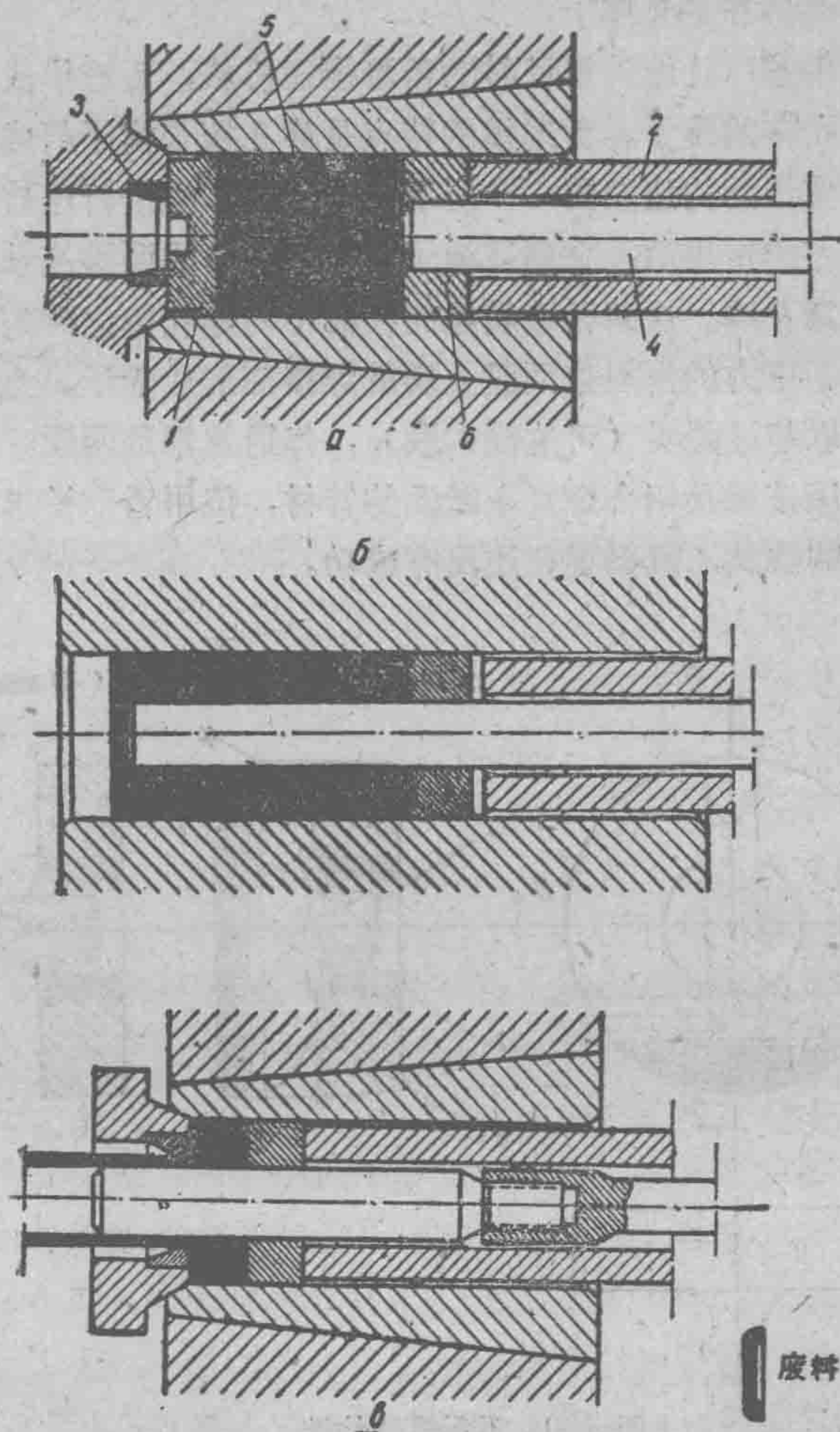


图 129 用联合压挤法压挤管材的示意图

a—穿孔开始前；6—穿孔结束；B—压挤管子

了防止穿孔棒受热外，还用来保护涂在棒上的潤滑剂，使潤滑剂在穿孔时保持在穿孔棒上。

这几年曾广泛地采用**管材的舌形模压挤法**，舌形模或称为带有固定穿孔棒的模子。舌形模的特点是穿孔棒与模子組成一个整体。这种模子的构造如图 130 所示。当用舌形模进行压挤时，鑄錠受到压力的作用后，金属被模子的刀形端分成两股流动，这前端就装着穿孔棒。这两股金属繼而在模子与穿孔棒之間的区域内汇合；由于压力的作用这两股金属就焊接而形成管子。金属分流的数目可以超过两股（可达到六股），但通常都是两股。这个方法可用于压挤鋁及鋁合金复杂断面的管材，但用舌形模来压挤銅及銅合金的尝试，直到現在还没有成功。

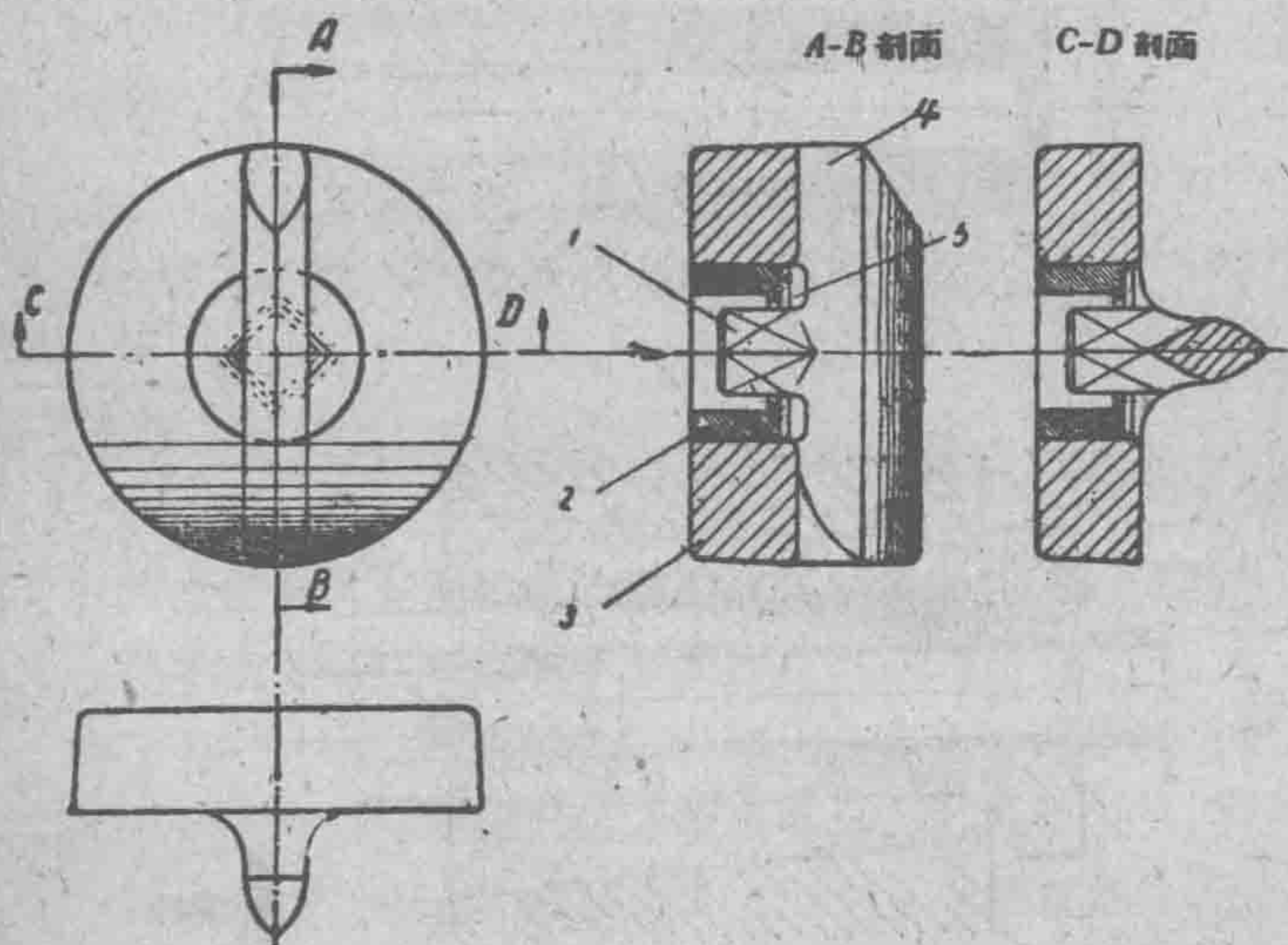


图 130 舌形模的构造

1—穿孔棒；2—模子；3—模座；4—刀刃；5—縫隙

舌形模压挤法有可能使管材获得极好的內表面，并可以消除形成管壁不均匀的現象。此外，虽然舌形模本身比普通的穿孔棒与模子的制造較复杂，也較貴，但它可以节省制造压挤工具穿孔

棒所用的鋼材。

由某些合金制造棒材时，常采用起边压挤法。这种方法（图131）就是在压挤时采用直径稍小于压挤筒直径的垫片。当压挤时，金属的表层被这垫片剥成一个环状壳套，与残料一同留在压挤筒中。起边压挤法可以使鑄錠上所带的表面缺陷及压挤前加热所生成的表面缺陷，都保留在所脱下的壳中，而与

压余一同成为废料，不致进入制品中。起边压挤法的缺点是它多少要降低压挤机的生产率，而且压挤筒内衬套受热较快，常需停止压挤机的运转以便进行冷却。采用起边压挤法

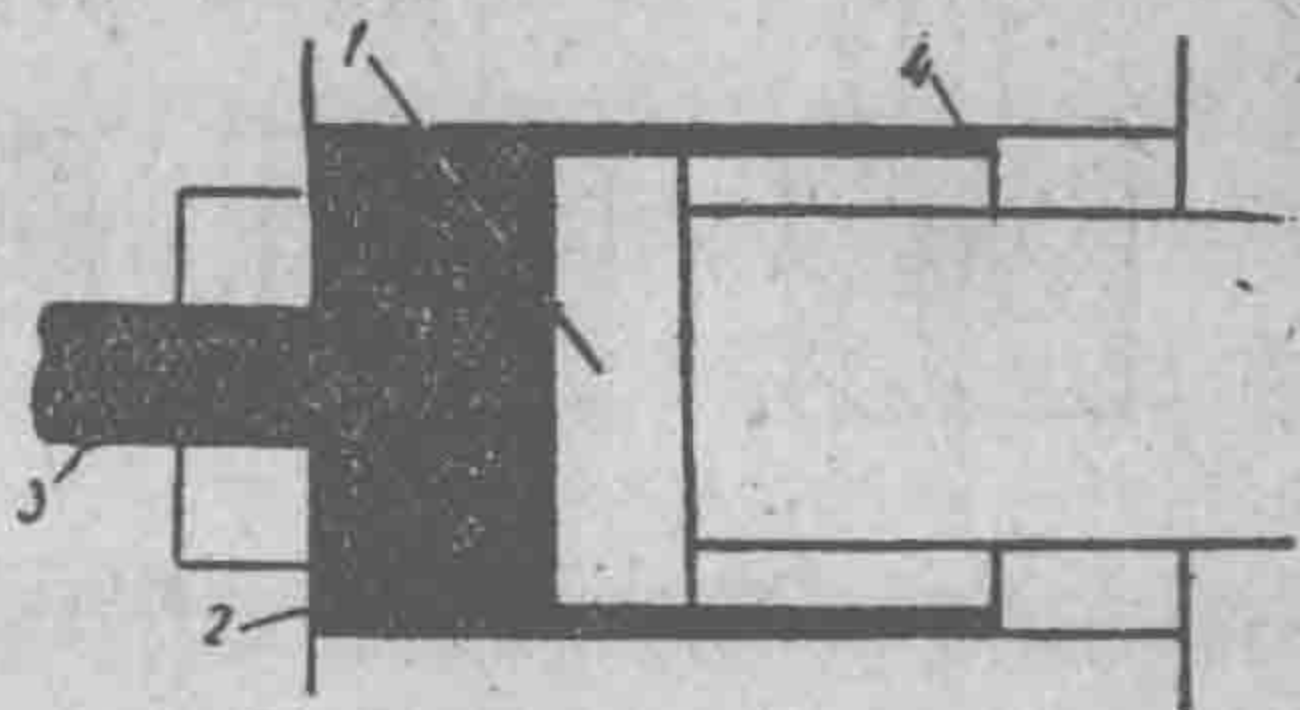


图 131 棒材的起边压挤法示意图

1—垫片；2—鑄錠；3—棒材；4—边壳

时，在清理压挤筒之后必须进行检査，因为如果所脱下的壳套清除得不彻底，有一些碎边可能留在压挤筒中，而在下次压挤时被压入制品中，以致造成废品。

第 64 節 冷压挤法

上述方法中的任意一种方法都可以在冷状态时用来压挤鉛及其合金，对于在冷态时其他金属的压挤都采用冲击压挤法，或是在机械压力机（立式或臥式的）上进行冲压。这个方法是将六角形断面的盘状或碟状坯料，放在无孔的阴模中；冲压力作用在坯料上迫使金属由模壁与冲杆之间的隙縫中流出，这样就形成了相应尺寸的管状杯形制品。

图 132 是压挤这类管状制品的示意图。用这种方法可以制薄壁的圓筒杯形制件。当压挤鋁、銅及硬鋁时，如杯形制件的壁厚为 0.5 到 1.0 毫米，則杯子的长度可以等于它的直径的六、七倍；当压挤黃銅时，杯的长度可达直径的三、四倍。用这种方法

可以制造圆筒形的，也可以制造复杂断面的制件；杯形制件可以制成平底的，半球形底的，以及任何异型底的。

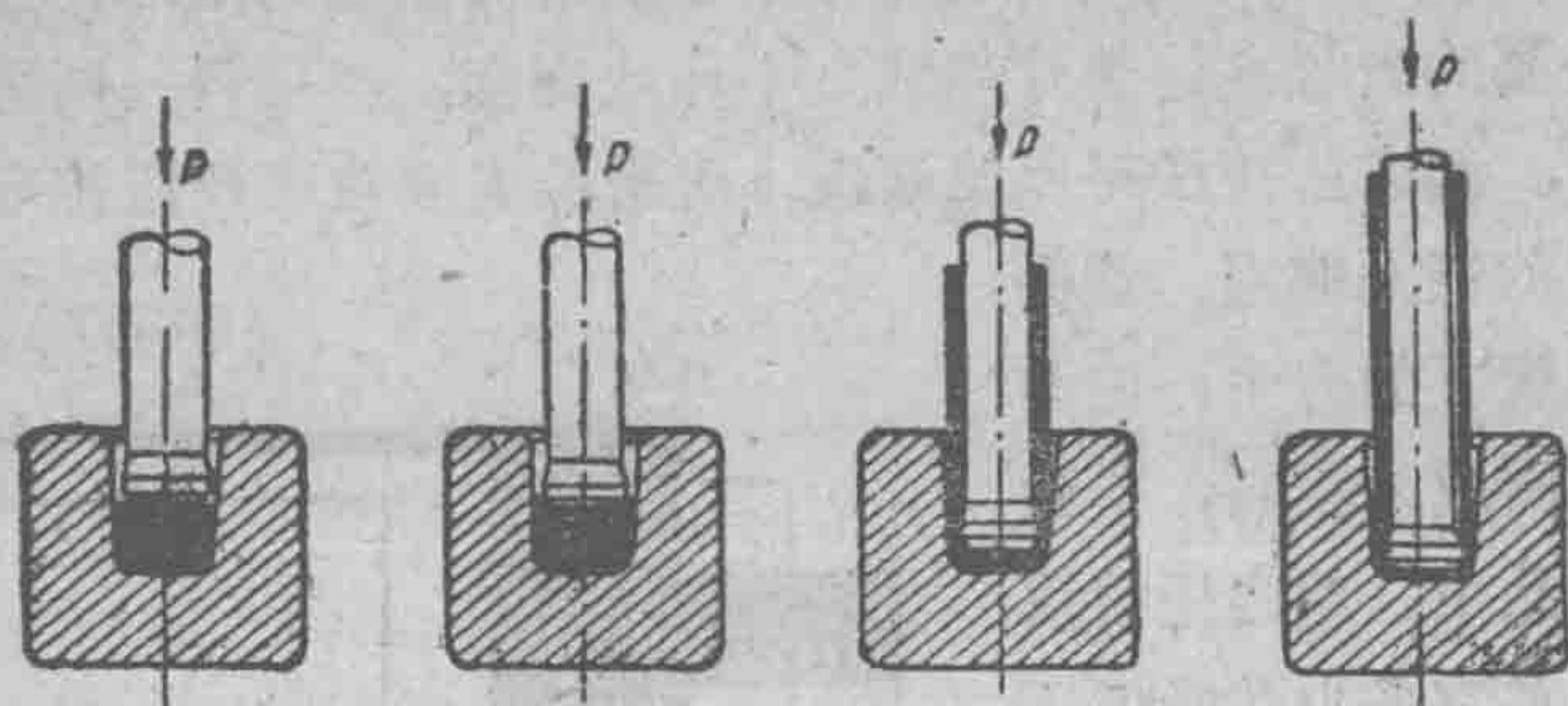


图 132 冲击法压挤管状制品示意图

冲击压挤法有各种方式——正向的，反向的，复合式的，并且既可在冷态下进行也可在预热后进行。预热温度取决于现有设备及压挤金属或合金所需的压力。

第 65 节 压挤时金属流动的性质

被加工的坯料的各个部分，在外力作用下，沿其长度及断面依次移动的特性，称为压力加工时金属流动的性质。

金属压挤与其他金属压力加工过程不同，在其他（轧制、拉伸）的加工过程的各阶段中，金属流动的性质可能是均匀一致的，而压挤工序在开始与结束时金属流动的性质是有显著不同的。其原因在于压挤过程中镦长与直径的相对比值、力的分布及温度条件，在压挤开始与结束时都在剧烈地变化着。研究压挤时有关金属流动规律的知識是非常必要的，因为这可以有助于消除金属压挤时所产生的废品。

研究压挤时金属流动性质的方法

确定金属流动性质的最普遍及最简单的方法，是研究压挤棒材的宏观组织A 压余的低倍组织。

为了确定棒材末端压挤缩管的分布情况，人们研究棒材的低倍组织，即从压挤制品的这一部分切取试样，并制成横断面磨片，以决定压挤缩管发展的长度。为了根据压余的低倍组织来研究金属流动的性质，可将压余顺着中心线切开、抛光及磨光；在将低倍磨片腐蚀之后，判断其流动情况。

此外还采用镶嵌的方法，此法的要点如下。由铸锭的外表面钻几个小洞，这些孔顺着铸锭及其直径对称分布着。向这些孔中塞进一种其他金属，这种金属的塑性很近于被研究的金属，但具有另一种颜色或在腐蚀以后着色不同，例如黄铜的铸锭用含少量（0.03%以内）砷的黄铜嵌料来压挤；德国银用软钢的嵌料来压挤等等。这样组成的铸锭被压挤之后，再将铸锭顺着纵向切开，以制成低倍磨片进行研究。

有时采用由不同的金属制成的圆片组合成的坯料。压挤这样组合成的坯料之后，顺着纵向或横向将铸锭切开，并将它制成低倍磨片。腐蚀后按其低倍组织判断它的流动性质。

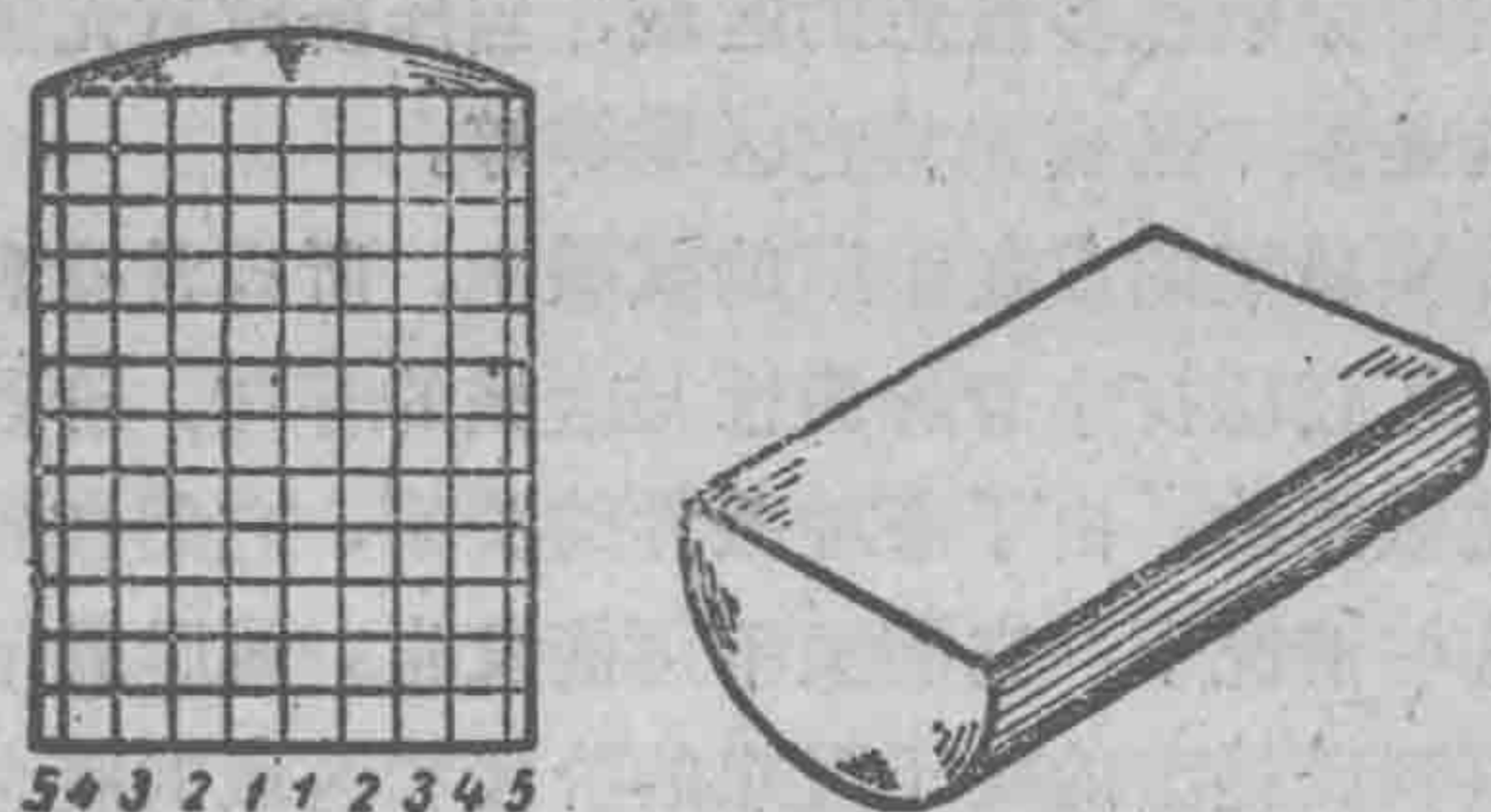


图 133 研究压挤中流动性质的带有坐标网格的坯料

除了这些方法以外，还常采用坐标网格法，用它来研究压挤时缩管及各种表面缺陷（成层 чулок 压入 запрессовки）等的形成。当研究压挤缩管时，压挤用的坯料是由两半个沿纵向合成的（图 133）。在其中的半个的水平表面上画出坐标网格，其深度

依鑄錠尺寸而定。两个半圓柱体的接触面都涂上一层潤滑剂（水玻璃混以石墨、高岭土、赭石或氧化鋅），以防止在压挤过程中它們会焊接在一起。然后将这两个半圓柱体合在一起，用綫綑好，加热至适当的溫度并使其承受压挤。在这个合成的坯料压挤之后，它的每一半很容易与另一半分开，按其上座标网格的变化来判断压挤过程各阶段的流动性質。

当研究压挤制品的表面缺陷时，座标网格可画在坯料的端头或它的表面上。

采用何种方法則取决于研究的目的。

流动性質的基本概念与基本定义

許多研究者，主要是苏联的研究者，在實驗室及工厂的条件下，关于压挤时金屬流动性質的研究，做了很多的工作，并指出压挤过程是一个連續过程。某些研究者們提出了压挤周期的概念，例如他們認為压挤的第一阶段是金屬充滿压挤筒；第二阶段則出現鑄錠中央部分的流动等等。另一些研究者們認為，金屬在压挤筒中可以分成很多假想的区域，当压挤时首先流出的是第一区域，繼而是第二区域和其它区域等等。

無論在實驗室的或在工厂的試驗中，所經常看到的过程的連續性，否定了在压挤中有阶段性与区域的存在。阶段与区域的划分很可能是假想的，由于某种条件的关系，它們在压挤中可能出現，但在某些情况下，它們又不可能发生。暂时放下不談这些为分析實驗資料而提出的关于假想的阶段和区域的概念，我們必須确定一系列的定義，这些定义对于过程的連續性具有絕對的物理意义。

在这种情况下，首先要注意的是变形区。金屬进行变形的范围，即金屬在压力作用下往模子中的流动的范围，称做变形区。这个范围的大小对流动过程的结果具有重大影响。有时变形区局限在模子的附近，有时它扩展到垫片，而有时它包括整个鑄

錠的体积。下面我們就各种金屬及
鑄錠长度的分布情况。

具有一定物理意义的第二个概念是流动的不均匀性。人們把流动的不均匀性理解为沿鑄錠长度上的各阶段中延伸的差異。在压挤开始时，鑄錠充滿压挤筒，延伸最小，繼而增加，到压挤結束时达到最大。但是关于不同的金屬，以及在不同的压挤条件下压挤同一金屬或合金时，沿鑄錠长度的延伸变化可能是不同的。一种金屬由压挤筒中較均匀地流动，另一种則中央部分超过外层部份。这种不均匀性，最后致使压挤棒材的尾部形成所謂压挤縮管的不致密区。縮管可能生长得很小，但有时可能順着压挤制品的长度分布得很长。

第 66 節 各种因素对流动性質的影响

無論是金屬本身的性質——强度、塑性、高溫变形抗力，还是外界的阻力（外摩擦，工具的状态，工具的形狀等等），都能影响到热压挤时的流动性質。压挤条件、金屬及压挤筒的溫度、变形程度、压挤速度、鑄錠长度等等对流动性質也有所影响。我們將分別研究每一个因素对压挤时流动性質的影响。

金屬的塑性

不同的金屬及合金具有不同的变形抗力。某一种合金在不大的压力下就能被压挤，另一种則需要加很大的压力。难压挤的合金比那些在不大的压力下就能压挤的合金流动性質較均匀些。

图 134 簡略地表示出压挤开始时期流动的两种类型，而在图 135 列出两种不同合金压挤后的座标网格。磷青銅 БрОФ 6.5—0.15（鑄錠直径 150 毫米，棒材直径 60 毫米）具有很高的变形抗力，它的流动性質較均匀，合金 ЛС-59—1（鑄錠直径 175 毫米，棒材直径 85 毫米）的塑性很好，容易压挤，但是在压挤中的流动性質較不均匀。