

671635

铜及铜合金管棒材 的挤压



冶金工业出版社



中国有色金属加工工业协会组织翻译

铜及铜合金管棒材的挤压

〔苏〕A.A.纳盖采夫

Л.М.格拉巴尔尼克 著

白淑文 译

马怀宪 校

冶金工业出版社出版

(北京北海沿大街海板院北街89号)

新华书店北京发行所发行

轻工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/32 印张4⁵/₈ 字数100千字
1988年8月第一版 1988年8月第一次印刷

印数00,001~3,160册

ISBN 7-5024-0243-8

TG·42 定价1.10元

前 言

挤压过程是生产铜及其合金管、棒和型材的主要制坯工序。

由于在强化生产的同时，还要明显地提高产品的质量，因而有色冶金企业正大量地进行改建和安装现代化高生产率的挤压设备。新挤压装置的生产率为每小时60~80个挤压件，并可按给定的程序进行半自动和自动化操作。同时，有色金属加工厂还在扩大挤压合金的品种，并大大地提高难变形和低塑性材料的产品产量。

目前，发展挤压生产的主要特点是：扩大复杂形状制品的品种，对挤压制品的几何形状和表面质量严格要求，及在大多数情况下产品必须具有一定机械性能。所有这一切都要求完善加工合金的工艺参数和提高车间工人操纵新型复杂设备的技能。

本书阐述了国内外挤压领域中生产实践的主要成就，并对铜及其合金加工厂就提高产品质量、成品率和生产率提出了具体建议。

书中所见量值均为国际单位制(SI)。为了便于新旧单位换算，可利用下面的换算因数：

1 帕 = 7.5×10^{-3} 毫米汞柱；

1 兆帕 = 10 公斤力/厘米² = 0.1 公斤力/毫米²；

1 牛 = 0.1 公斤力

1 千牛 = 100 公斤力

1 兆牛 = 100000 公斤力

A.K. 尼基福罗夫同志在评阅本书原稿时提出了宝贵的建议，作者谨向他致以衷心的感谢。

目 录

前言

一、挤压过程和设备特性	(1)
1. 挤压方法	(1)
2. 挤压用合金和挤压制品的品种	(7)
3. 主要挤压机系列示意图和技术特性	(8)
二、挤压原理	(22)
1. 挤压的基本操作	(22)
2. 挤压时的金属流动	(23)
3. 穿孔和挤压时作用于穿孔针上的力	(28)
4. 挤压力	(33)
5. 挤压机的速度特性	(38)
三、棒材和管材挤压过程的工艺参数	(41)
1. 铸锭的准备和挤压前的加热	(41)
2. 挤压紫铜、黄铜、青铜管、棒材的力和温度速度参数	(49)
3. 低塑性材料的挤压	(51)
4. 铜镍合金的挤压	(55)
5. 挤压制品的性能和质量	(56)
四、铜及其合金棒材和管材挤压过程的改进	(63)
1. 棒材挤压过程的强化(半连续挤压)	(63)
2. 紫铜及黄铜盘管坯的无氧化挤压	(65)
3. 管材挤压过程的强化和成品率的提高	(68)
4. 圆管材的多孔挤压	(69)
5. 润滑挤压筒的挤压	(72)
6. 铜及其合金挤压用的润滑剂	(76)

五、空心型材挤压	(78)
六、挤压工具	(90)
1. 挤压工具的分类和结构特点	(90)
2. 挤压工具材料	(99)
3. 工具的寿命和磨损特性	(103)
4. 工作前的工具准备	(114)
5. 工具的热处理	(115)
6. 工具的修复	(118)
7. 提高工具寿命的途径	(119)
七、挤压过程的某些技术经济指标	(121)
1. 产品的分组尺寸与计算尺寸	(121)
2. 挤压作业的金属废料	(122)
3. 挤压作业的劳动消耗和加工费用	(128)
八、在近代挤压机上工作时的安全技术	(135)
1. 对加热炉装置和操作的安全要求	(135)
2. 水泵-蓄力站的操作规程	(136)
3. 在液压机上工作时的操作规程和安全技术规程	(137)
4. 挤压作业的发展远景	(139)
参考文献	(141)

一、挤压过程和设备特性

1. 挤压方法

挤压法广泛应用于铝、铜合金、钢、钛、钨等半成品的生产^[1~3]。用挤压法可制造管材、棒材和各种形状型材。

正向挤压法的生产过程是由挤压工具组成的孔隙中挤出金属，从而使其成形。

棒材正向挤压法示意图见图1。将加热到挤压温度的铸锭1放在挤压筒2中。在挤压筒的出口端，挤压模5安放于专门的模座3中，制品4从模孔中挤出而成。由挤压机的主

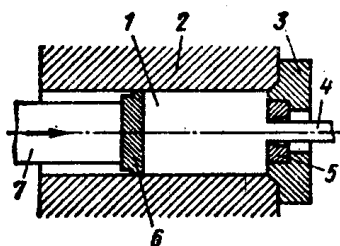


图1 棒材正向挤压法示意图

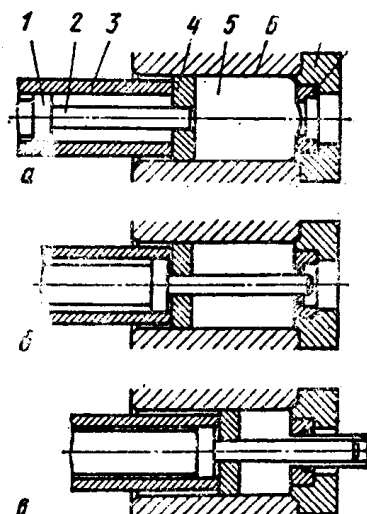


图2 管材挤压示意图

a—填充挤压；b—穿孔；c—挤压；1—针支承；2—穿孔针；3—挤压轴；4—挤压垫；5—铸锭；6—挤压筒

柱塞通过挤压轴7和挤压垫6的运动使铸锭受到压力。在高压作用下,金属流入模孔形成所需制品。

在挤压管材时(图2),铸锭在推入挤压筒后,用固定在针支承上的穿孔针穿通,然后通过穿孔针和模子构成的孔隙挤成管材。

在十九世纪末,首次采用挤压过程生产铜合金制品^[4, 5]。

随着挤压过程应用范围的扩大,挤压设备和挤压方法不断完善。

目前采用的挤压方法如下:正向挤压;反向挤压;侧向流动挤压;联合挤压;“自由”挤压筒挤压;静液挤压和多孔挤压。

现将每一种方法的特点简略介绍如下:

(1) 正向挤压法

在世界范围内的生产实践中,正向挤压法应用最广。在正挤压时(图1, 2),制品挤出方向与挤压轴运动的方向一致。本挤压法的优点是无论挤压实心还是空心制品,其尺寸范围广(最大的制品尺寸可能和挤压筒的尺寸接近),能应用随动的和固定的穿孔针,并且便于布置独立的穿孔系统,过程的机械化和自动化简单。

正向挤压法的缺点是在挤出的过程中铸锭与挤压筒之间发生相对移动。为了克服铸锭与挤压筒之间的相对摩擦力,额外要求大量的能量消耗。近年来为了减小挤压筒与铸锭之间的摩擦力,采用了带润滑挤压筒的挤压过程^[6]。在此情况下,挤压工具结构要求挤压筒平滑地与模支承连接。

(2) 反向挤压法

在反挤压时,金属向模孔中流动的方向与挤压轴的运动

方向相反。

棒材反向挤压示意图见图3。铸锭1推入挤压筒2中，在挤压筒的一端安装有盖板5。模子3放在空心挤压轴4的端头上。在通过挤压轴和模子由主柱塞传来的压力作用下，铸锭通过模孔挤入挤压轴空腔。采用这种挤压方法时，铸锭与挤压筒之间没有相对移动，因而总挤压力降低，这是由于无需为克服挤压筒与被挤压金属之间的摩擦力而消耗能量。

反向挤压法既可挤压实心制品。也可挤压空心制品。但是，在挤压管材时，必须使用预先穿孔的铸锭，因为在此情况下穿孔针是固定在不动的盖板上，填充挤压操作只有在穿孔针进入锭腔之后才能进行（图4）。

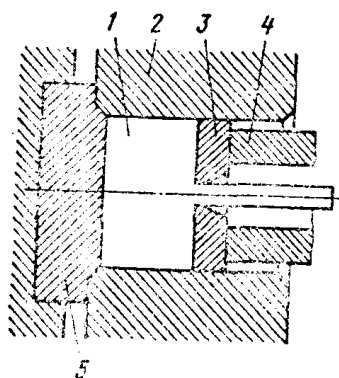


图3 棒材反向挤压法示意图

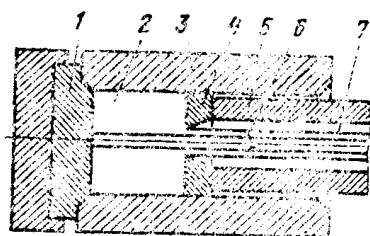


图4 管材反向挤压法示意图

1—盖板；2—铸锭；3—挤压
筒；4—挤压轴-模子；5—挤压
轴；6—穿孔针；7—管材

在反挤压时，制品的尺寸受挤压轴空腔尺寸的限制。

反向法挤压的管材直径常常等于挤压筒的直径。铸锭放在一端封闭的挤压筒中，用挤压轴穿通，使之流入挤压筒与

挤压垫之间的空隙，挤压垫则固定在挤压轴上（图5）。管材的长度在此情况下受挤压轴长度的限制。

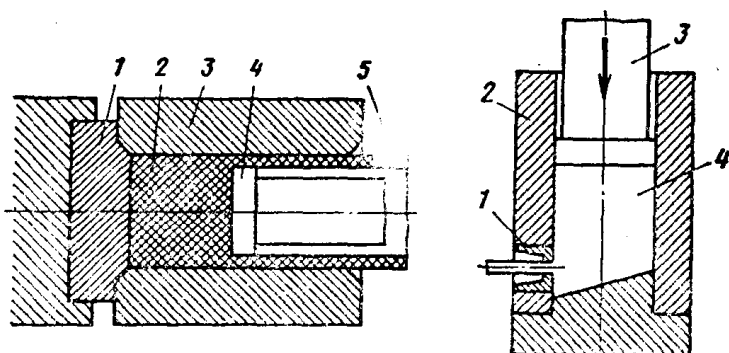


图5 反向法挤压大直径管材示意图 图6 侧向流动挤压法示意图

1—盖板；2—铸锭；3—挤压
筒；4—带固定挤压垫的挤压轴；
5—管材；

（3）侧向流动挤压法

侧向流动挤压过程示意图见图6。在此过程中，模子1位于与挤压轴3的中心线成 90° 角的挤压筒衬套2中。铸锭4的金属流动方向与挤压轴的运动方向成直角。这样改变挤压制品的流出方向，在多数情况下可保证接收制品方便，在立式挤压机上还可以获得最长的制品^[2, 4]。

侧向流动挤压方法在电缆包铅套和铝套上应用最广。

（4）联合挤压法

实心制品经常采用联合流动挤压法（正挤反挤）^[7]。在此过程中，铸锭的大部分以正向流动方式通过前模1（图7，a）。然后，穿孔针2挤住挤压垫3的孔再向后退。这时挤压垫成为第二个模子。金属除继续正向流动外，有可能反向流

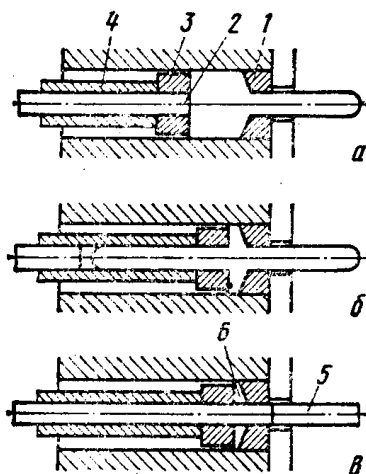


图7 联合流动挤压法示意图

a—正向挤压；b—正向和反向挤压；B—制品与压余分离

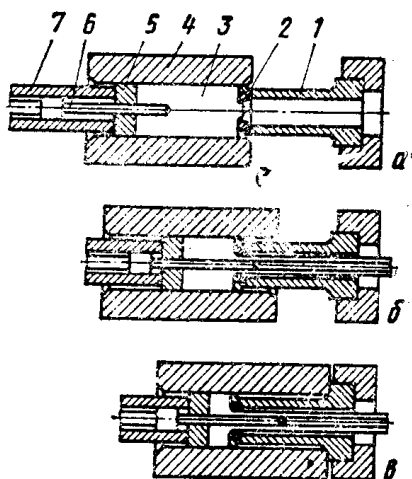


图8 “自由”挤压筒的挤压示意图

a—穿孔；b—挤出；B—结束过程
1—模座；2—模子；3—铸锭；
4—挤压筒；5—挤压垫；
6—穿孔针；7—挤压轴

入挤压轴4的空腔（图7，b）。在挤压结束后，穿孔针向前移动并使制品与压余6分离（图7，B）。用这种方法挤压大直径棒材不会形成缩尾。

（5）“自由”挤压筒挤压法

近年来苏联国立有色金属加工科学研究设计院研究了“自由”挤压筒的挤压方法，它能在一个过程中把正向和反向挤压的优点结合起来。

“自由”挤压筒的挤压法示意图见图8，a~B。用这种方法，要制做较长的模座1。在过程开始时，安装活动挤压

筒（不固定），模座插入挤压筒不深（图8，a）。在此位置进行填充挤压和用穿孔针穿通铸锭。

在挤出的过程中挤压筒受摩擦力的作用与被挤压的金属同时移动（图8，b）。因此，金属与挤压筒之间不发生相对移动，挤压筒的自由行程依被挤压铸锭的长度（不计压余）确定。在挤压过程结束时挤压筒靠在模座的头部（图8，b）。

除了带自由挤压筒的挤压外，我们知道还有有效摩擦挤压法，此法系挤压筒以超过挤压轴的速度向前运动^[8, 9]。这时由于挤压筒与铸锭之间的摩擦，使挤压筒产生附加的力

作用于被挤压的金属。

（6）静液挤压法

近年来，静液挤压过程迅速发展。在此过程中，挤制是在高压液体的作用下完成的。这时被挤压的金属不直接与工作的工具接触（图9），而是被液体层隔绝，因此挤压力显著地降低^[10]。静液挤压过程最初用来加工难变形和低塑性的材料^[11, 12]。但是，近年来日益广泛地用于挤压铜及其合金，因为这样产出的挤制件具有高精度的几何尺寸，良好

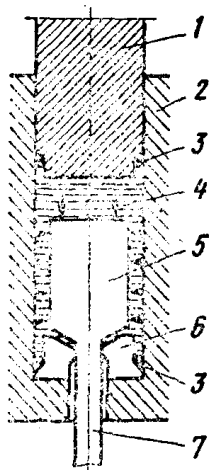


图9 静液挤压示意图

- 1—挤压轴；2—挤压筒；3—密封件；
4—工作液体；5—被挤压的坯料；
6—模子；7—挤压制品

的表面质量和均匀的机械性能^[12]。

在世界上，上述几种方法，以正向挤压法应用最广泛。用这种方法挤制棒、管、实心 and 空心型材，既可采用单孔

模，也可采用多孔模。

2. 挤压用合金和挤压制品的品种

目前，用挤压法可生产100种以上的铜合金制品，如铜锌合金（黄铜），铅黄铜，锡黄铜和砷黄铜，铜镍合金，各种成分的青铜，含银、磷、镉和其他的铜合金。

由于铜及其合金制品要满足所有主要工业部门（无线电技术，机械制造，飞机制造，汽车及拖拉机，电工、电子和造船工业）的需要，所以铜合金用量很大。黄铜，青铜和铜镍合金应用最广（量最大）。

目前用铜及其合金挤制实心、空心型材、棒材和管材。挤制紫铜棒材直径为14~170毫米。管材的外径为20（壁厚1.5毫米）到560毫米（壁厚15毫米）。挤制黄铜棒和线坯的直径为5.9~160毫米，在壁厚为1.5~20毫米时管材的外径为30~200毫米。青铜挤制棒的直径为16~160毫米，在壁厚为5.0~50毫米时管材的直径为50~250毫米。

MHЖ5-1铜镍合金和MHЖМ₃₀₋₁₋₁白铜挤制管材直径由35×2.5到280×15毫米。

此外，目前在有色金属加工厂还生产品种范围广的实心型材，矩形空心型材和带偏心孔的型材^[14]。

实心型材用紫铜、黄铜和青铜挤制。实心型材基本上是挤成成品尺寸。当对型材表面质量和几何尺寸公差有较高要求或必须获得一定的机械性能时，型材要在链式临床或卷筒拉伸机上进行拉伸。拉伸用的坯料由挤压制得。

空心型材基本上是用紫铜和有限量的黄铜制成。

矩形和带中心孔的正方形型材可挤压成中心孔直径大于11毫米和外形尺寸由18×18到140×140毫米的成品。

带偏心孔的型材挤出的孔径为14~40毫米和外形尺寸由

22×28到50×76毫米。

3.3 主要挤压机系列示意图和技术特性

目前，加工铜基有色金属合金时，采用的立式挤压机能力为600~10000千牛，卧式挤压机能力为10000~80000千牛。

国外采用的挤压机能力大小不一——立式由3000~25000千牛，卧式为7500~250000千牛。

挤压设备是由加热装置、铸锭传送装置（由加热炉到挤压机）、挤压机本体、挤压机后部工序装置（冷却器，制品剪切和修正机械）和挤压机传动装置及所有机构——由水泵站或高压水泵-蓄力站组成。

挤压铜合金的第一台挤压机制造于1855年^[4]。这是一台挤压筒可放圆锭的四柱卧式挤压机。用固定在柱塞上的挤压轴经安装在前横梁上的模孔将金属挤出。这种工艺基本上仍保留到现在。

第一批挤压机为棒-型材挤压机。用这种挤压机也曾挤制过管材，将穿孔针固定在挤压轴上，使用带中心孔的铸锭，这样金属由挤压筒中挤出，通过穿孔针和模子间的环形孔隙挤成管材。以后发明了联合式的管-型材挤压机，在该机上挤压空心制品前用穿孔针穿通实心铸锭^[5]。

立式挤压机比卧式挤压机的优点多^[1]：1）由于主柱塞的行程短，立式挤压机生产率高于卧式（每小时的挤压次数）；2）由于运动部件垂直布置，这种挤压机易于控制中心，从而能够获得偏心度较小的管材；3）挤压筒进行润滑和采用锥模的工作条件良好，另外单位压力较高，能够挤制壁厚比较薄的管材。

然而，卧式挤压机由于吨位生产率较高，可以挤压较长

的制品；而且易于自动化，从而获得了更广泛的应用。

设有水泵-蓄力站的水力挤压机传动原理图见图 10。液体由水箱 1 进入水泵 2，然后送入通往挤压机 8 的高压干管 3 中。在该干管中液体的压力为 20~32 兆帕。若挤压机的液体消耗低于水泵的生产能力，则剩余的高压液体进入蓄力器的水罐 4 中，此液体处于空气压力作用下，气压来自空气压缩机 5 充气的罐 6。当挤压机的液体消耗大于由水泵供给的液体时，蓄力器向干管供水。回水进入低压罐 7，多余的水流入低压回水管路返回水箱 1。

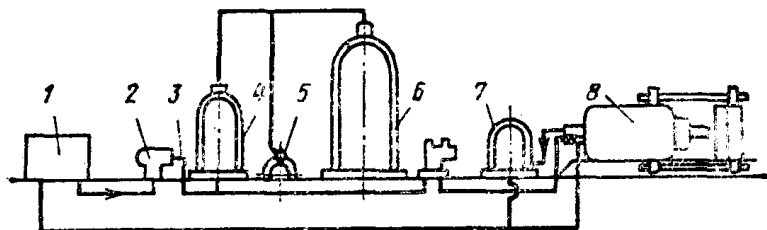


图 10 挤压机传动原理图

低压液体用于挤压机主要部件的空行程。其压力一般为 0.4~0.8 兆帕。

水泵-蓄力器传动的缺点之一是，在系统中必须保持固定的液体压力，从而导致多余的能量损耗。所以在许多情况下直接在挤压机上安装高压泵。这样能量损耗较小，因为没有蓄力器。

但是，当无蓄力器传动时，水泵能力要高于有蓄力器，因为它的能力应该相当于挤压机的高峰负载。

单独传动的挤压机主要用于挤压轻合金，这时挤压轴的速度和所需传动功率不高。挤压重金属及其合金的挤压机速度达 200 毫米/秒，主要用水泵-蓄力器传动，因为在这种情

况下直接由水泵传动的话，则投资昂贵。

作为两种传动类型的界限^[1]，挤压轴的运动速度(50毫米/秒左右)^[5]。

(1) 立式挤压机

立式挤压机有两种类型——无独立穿孔系统的和有独立穿孔系统的。两种都基本上用于生产有限长度的管材。

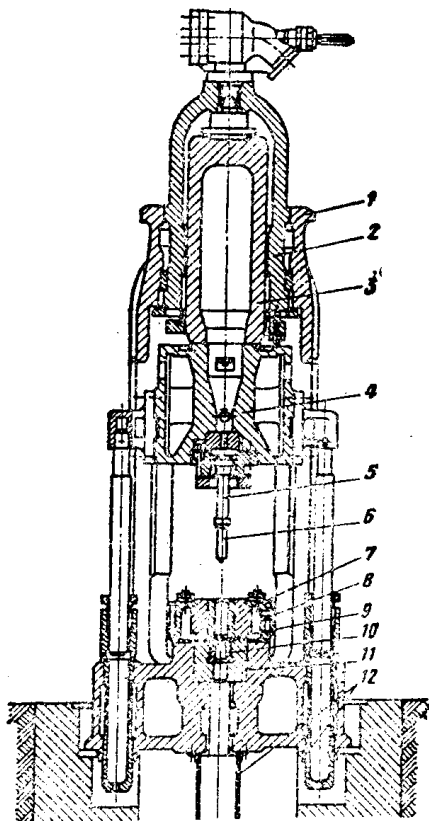


图 11 无穿孔装置的立式挤压机简图

在无穿孔系统的挤压机上挤压管材时使用空心坯料。

无穿孔系统的立式挤压机简图见图11。在铸造的框架1中安放主缸2，柱塞3可在其中移动。柱塞将工作压力传给活动横梁4，挤压轴5固定在活动横梁4上。在这类挤压机上穿孔针6直接拧在挤压轴顶端。挤压筒7的支承8安放在挤压机下底座上，并在底座中嵌入带模座10的挤压筒枕块11。在挤压筒的出口端装有模子9。此外，在主柱塞的横梁上固定有主柱塞的回程柱塞，其回程缸12安装在挤压机的下底座上。通常立式挤压机安装在车间的地面上，而挤压制品顺斜槽进入挤压机地坑的接料槽中。

在立式挤压机上操作简单，每小时可生产100~150个挤压件。

立式挤压机的优点促进了它的进一步发展——增加了穿孔装置，活动挤压筒装置和回转头。回转头可以用其切割冲杆使管材与压余分离，并从挤压筒中取出。

图12所示为具有独立穿孔装置的6000千牛的立式挤压机，穿孔装置的连杆2通过主柱塞5和主缸3的中心孔，主缸3固定在机座6上。

穿孔缸4配置在挤压机框架的侧面，活动的穿孔横梁1位于主缸和框架上面。在穿孔连杆的下部固定有带针8的穿孔针支承，穿孔针通过挤压轴7的内孔。模子9位于挤压筒10中，并靠在制品与压余分离装置的剪刀12上。剪刀用专门的液压缸11驱动。

在无穿孔系统的立式挤压机上使制品与压余分离的最有效方法是采用固定挤压轴和切割冲杆的回转头。

图13系6000千牛立式挤压机回转头结构。

回转头圆盘1绕固定在板2的轴3在止推轴承4中旋转。在圆盘中固定两个带挤压垫和穿孔针的挤压轴5及两个

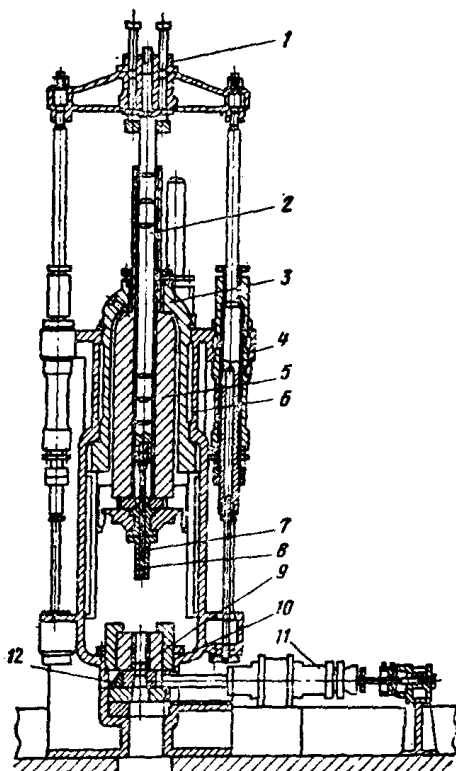


图 12 具有独立穿孔装置的6000
千牛立式挤压机

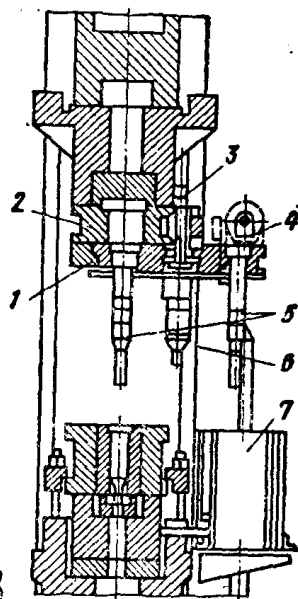


图 13 固定挤压轴
和切割冲杆用的6000千牛立
式挤压机回转头

带切割冲杆的冲头座 6。

圆盘上的挤压轴和切割冲杆相对安装。每一次回程后，安装在机架上的水缸使圆盘旋转 90° 。挤压轴或切割冲杆退到挤压机轴线上。在制品挤出后，带穿孔针的挤压轴从挤压筒中退出，并将切割冲杆退到挤压机轴线上。当主柱塞