

铝合金型材挤压

〔苏〕 M.З. 叶尔曼诺克
B.И. 费 依 金 著
H.A. 苏霍鲁柯夫

李西铭 张禄泉 译

国防工业出版社

铝合金型材挤压

〔苏〕 M.З.叶尔曼诺克、B.И.费依金、H.A.苏霍鲁柯夫 著

李西铭 张涿泉 译

国防工业出版社

内 容 简 介

本书详细地论述了铝合金挤压型材的品种及其技术要求。全面地介绍了实心断面型材、空心断面型材和变断面型材的挤压方法。分析了挤压过程中金属的流动特点、塑性区几何参数的确定、挤压力计算等问题。叙述了型材的挤压、矫直工艺、挤压工具的设计。本书反映了近年来苏联在铝合金型材挤压方面的生产实践经验、理论分析和试验研究的新成果，内容丰富实用，有很大参考价值。

ПРЕССОВАНИЕ ПРОФИЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

М. З. Ерманок, В. И. Фейгин, Н. А. Сухоруков

Москва «металлургия» 1977

铝合金型材挤压

〔苏〕 М. З. 叶尔曼诺克, В. И. 费依金, Н. А. 苏霍鲁柯夫 著

李西铭 张淦泉 译

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

850×1168¹/₃₂ 印张 9 227千字

1982年6月第一版 1982年6月第一次印刷 印数：0,001—3,200册

统一书号：15034·2344 定价：1.15元

译者的话

《铝合金型材挤压》一书是苏联《冶金工业出版社》1977年出版的一本系统论述铝合金型材挤压生产的专著。它是该社1972年出版的《铝合金型材生产》一书修改补充后的第二版。

本书详细论述了铝合金挤压型材的品种及其技术要求。全面介绍了实心断面型材、空心断面型材和变断面型材的挤压方法。具体分析了挤压过程中金属的流动特点、塑性区几何参数的确定和挤压力计算等问题。还叙述了型材的挤压和矫直工艺及挤压工具的设计。本书反映了近年来苏联及国外在铝合金型材挤压方面的生产实践，理论分析和试验研究的新成果。内容丰富实用，很有参考价值。

本书可供冶金工厂和机械制造厂的工程技术人员及科学研究机关和设计院的工作人员使用，也可供高等院校和中等专业学校的师生参考。

为了加速发展我国铝合金型材的挤压生产，适应祖国四个现代化建设的需要，我们本着互相学习，洋为中用的精神，把这本书翻译出来供广大读者参考使用。由于我们的水平有限，不当之处在所难免，希望同志们批评指正。

译者

目 录

序言	1
绪论	3
第一章 总论	5
§1 型材的品种	5
§2 型材的技术条件	20
§3 挤压方法	32
§4 挤压型材生产的工艺程序	60
§5 铝合金挤压时金属流动的特点	61
§6 塑性区几何参数、变形持续时间及变形速度的确定	71
§7 铝合金的变形抗力	79
§8 挤压受力条件的计算特点	83
§9 挤压时温度变化的计算	91
第二章 型材的挤压工艺	95
§1 挤压时毛料尺寸的选择	95
§2 挤压的温度范围	103
§3 金属流动速度	107
§4 挤压的工艺过程	130
§5 几种挤压方法的特点	135
§6 挤压用润滑剂	161
§7 型材挤压设备	162
第三章 挤压工具	186
§1 制造挤压工具的钢材	186
§2 挤压铝合金型材用的工艺装备结构	198
§3 模具部件的结构	204
§4 挤压模具的结构设计	217
§5 其它挤压工具的结构	243

§ 6 安全使用挤压工具的基本原则	256
第四章 型材矫直	262
§ 1 在张力矫直机上矫直	262
§ 2 在辊式矫直机上矫直	268
§ 3 在立式压力机上矫直	271
§ 4 手工矫直	272
参考文献	275

序 言

苏联在 1976~1980 年发展国民经济的主要方面表明，必须改善冶金产品的质量和扩大品种，掌握新的、经济的有色金属轧制型材的生产。

生产型材最先进的方法是挤压。因为用挤压方法可以生产具有任意断面形状、尺寸精度高、表面质量好和长度大的毛料。

在本书的第一版《铝合金型材生产》(莫斯科，冶金工业出版社，1972 年)中，分析了挤压型材生产的主要问题以及在 1970 年以前所进行的科研、工艺和设计的工作成果。

最近五、六年，在铝合金型材生产方面取得了很大的进步。型材的生产能力大约提高了 1.5 倍。型材的品种扩大了。在型材生产中，采用了高纯度合金 (Д16ч、Д19ч、В95пч、В93пч) 及一批快速挤压合金 (1915、1925)。详细拟定了新的工艺过程：活性摩擦挤压、带反向挤压变断面型材等。设计了新型的工艺装备。反向挤压方法和润滑挤压筒方法得到了广泛应用。对准确地说明挤压时金属流动的运动学、金属流动速度及挤压过程中温度条件进行了研究，目的是使工具设计最佳化。

根据上述情况我们出版了本书的第二版。在这一版中修改和补充了反映生产实践的最新成果、理论和试验研究的资料。

此外，在这一版中没有阐述挤压型材所采用的铝合金以及挤压筒强度计算的那些部分，因为近几年来，对于这些问题发表了一些专门书刊。本书也没有包括型材的热处理和修整的那几章，因为这些问题对生产所有挤压半成品来说具有普遍意义，应当反映到专门的著作中去。本书保留了型材矫直这一章，补充了最近发表的某些资料，因为这一过程是特殊的，它与管材、棒材和壁

板的矫直有显著区别。

由于这一版的主要内容是论述挤压过程，因此也相应地改变了书的名称。

作者们在写本书的时候，利用了自己的研究和多年实践的成果，利用了国内外发表的资料以及近几年来所撰写的候补博士论文中的资料。

本书第一章的第3节、第二章的第7节、第三章和第四章是由 М. З. 叶尔曼诺克(Ерманок)和 В. И. 费依金(Фейгин)合写的；第一章的第2节和第5节，第二章的第3节和第5节是由 М. З. 叶尔曼诺克和 Н. А. 苏霍鲁柯夫(Сухоруков)合写的，其余部分是由 М. З. 叶尔曼诺克写的。

在编写原稿的工作中，采纳了评论家——技术科学博士 Л. Г. 斯捷潘斯基(Степанский)和技术科学候补博士 Л. С. 斯考布洛夫(Скоблов)的宝贵意见，作者向他们表示感谢。在原稿准备出版的时候，作者对 А. В. 阿布拉莫娃(Абрамова)、Л. А. 别里科娃(Беликова)、Л. В. 利木(Лим)和 Н. Н. 梅谢良科娃(Мешерякова)的帮助表示谢意。

绪 论

提高机械制造业的劳动生产率和减少工艺过程中劳动量的主要方向是减少机械加工量。为了实现这一点，必须最大限度地生产出接近成品零件尺寸的毛料。铝合金异形型材就属于这类毛料。

铝合金挤压型材，特别是高强度铝合金型材比用其它方法（如轧制或模锻）生产的型材具有更高的强度性能。此外，在挤压时，工具的成本比较低，更换比较简单，订货量就没有什么重大意义，但在轧制和模锻型材时，订货量却是主要的限制指标。

复杂形状的挤压产品可以大大减少机械加工量，减少不可回收的金属损失，提高零件的使用性能，特别是对断面变化很大的零件。当用形状比较简单的毛料采用机械加工方法生产同样零件时，由于破坏了变形组织，就会降低零件一系列特性，特别是疲劳强度。

铝合金挤压型材可分为四类：1) 实心断面型材；2) 变断面型材；3) 空心型材；4) 壁板。

下面详细研究前三类型材的挤压工艺，对壁板的生产没有介绍，因为这一过程极为特殊，在文献〔1〕中已经进行了详细的讨论。

实心挤压型材大约占有挤压型材品种的85%。复杂外形的型材占实心断面型材总数的绝大部分：断面不对称程度高的型材，型材缘板的宽度与厚度之比大的型材以及个别缘板厚度大的型材。挤压这类型材的难度很大，因为型材的外形复杂，并且要严格保证纵向和横向几何尺寸的公差。因此，本书与研究金属挤压理论和一般工艺问题的文献〔2、3〕不同，它只叙述铝合金挤

4

压型材生产工艺的特点；同时对复杂外形型材的生产特别给予注意。

挤压沿长度方向变断面的型材是生产经济的金属半成品的先进方法。采用变断面型材能够显著地减少半成品的机械加工量，提高强度性能和结构的可靠性，缩短装配的工艺周期。

变断面型材的使用范围已显著扩大了。不久以前，变断面型材首先用于飞机制造业，但是在六十年代后期，重型机械制造业和其它工业部门也开始使用了。近几年来，变断面挤压型材的品种明显增加。工业上已生产的变断面型材大约有 600 个典型品种。本书叙述了工业上使用的变断面实心型材生产的主要工艺过程。

具有内腔的轻合金型材（所谓空心型材）是一种先进的金属半成品。利用空心型材代替实心型材获得了明显的技术经济效果，显著地降低了金属消耗，提高了结构的使用指标，减少了机械加工的劳动量。

铝合金空心型材的主要用户是航空工业、造船工业、冷冻技术、电气工业和无线电探测。近几年来，由于建筑部门利用空心型材制造装璜部件和建筑结构件（窗户镶玻璃的部件、门的部件、间壁部件、吊顶天花板部件、门框窗框部件、内部窗帘架部件、家具部件等），所以铝合金空心型材的品种显著增加。

本书分析了空心型材生产的主要过程以及在生产过程中工艺参数对型材质量的影响。

型材挤压工艺的最重要问题之一是选择合理的工艺装备的结构和确定最适宜的模孔几何尺寸。正如文献〔4〕所指出，挤压工具的结构必须保证以下条件：得到规定形状和尺寸的型材（不需要再矫直），型材表面质量高，允许的挤压速度最大。此外，工具结构必须保证工作寿命长。

第一章 总 论

§ 1 型材的品种

铝合金挤压型材的品种大约包括二万个名称。

现在讨论三种类型的型材：1) 沿型材长度方向断面不变的实心型材；2) 沿型材长度方向断面变化的实心型材；3) 沿型材长度方向断面不变的空心型材。

第一种型材在样本^[5~9]中分为五组：直角型材、斜角型材、带圆弧半径的型材、圆头型材和弧形型材。前四组型材又分为七个小组：带材、角材、丁字形材、工字形材、槽形型材、Z字形材、任意形状的型材^[6,9]。弧形型材不再分小组^[8]。

沿型材长度断面不变的实心型材的主要类型如图 1~4 所示。

按照几何形状的精确度（尺寸公差、缘板之间的角度、横向弯曲、波纹度），断面不变的实心型材在各个标准中都可分为几组。

按照型材的强度不同，又可分为一般强度型材和高强度型材。

变断面实心型材分为两组^[10]：阶段变断面型材和逐渐变断面型材。第一组型材的品种相当多，目前大约包括 600 个典型规格。第二组型材的品种很少，不超过 30 个典型规格。

阶段变断面型材是根据型材部分（薄端）的外形来分类，而大头部分（厚端）的外形可能是各种各样的。根据这个特征，把型材分为六个小组：丁字形的、工字形的、槽形的、带弯边槽形的、Z字形的和任意断面的型材^[10]。

大头端是一个整体，其横断面积超过型材部分横断面积的

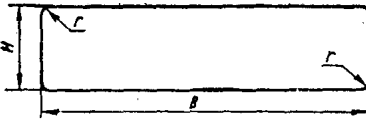
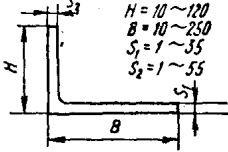
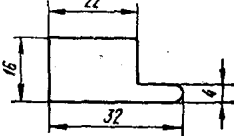
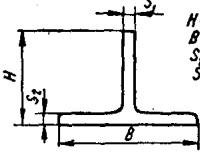
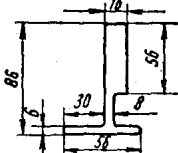
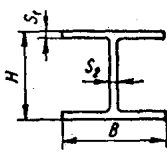
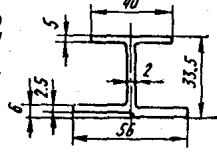
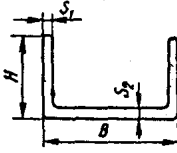
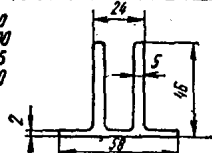
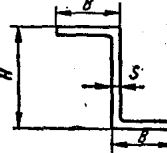
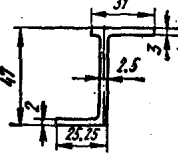
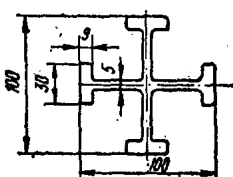
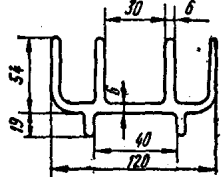
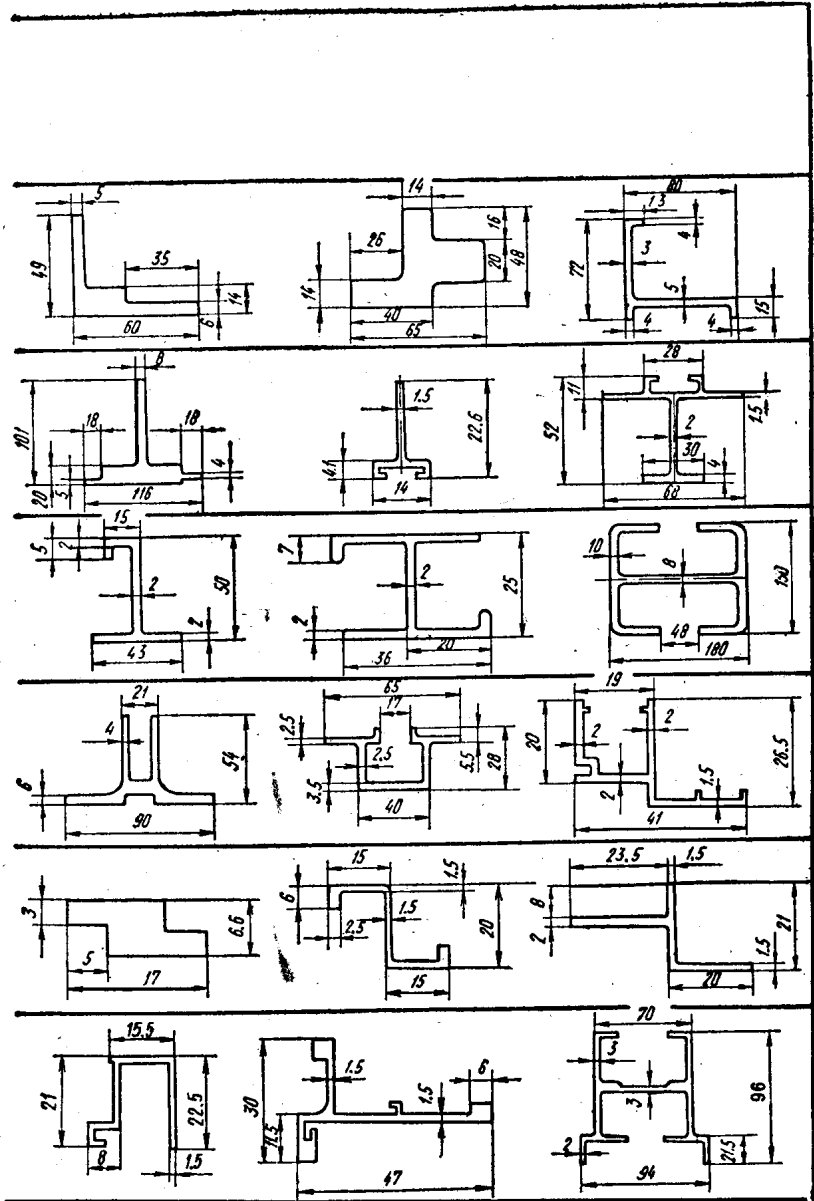
<p>带材</p>	 <p>$H = 1.5 \sim 187$ $B = 10 \sim 613$ $r = 0.5 \sim 10$</p>
<p>角形型材</p>	 <p>$H = 10 \sim 120$ $B = 10 \sim 250$ $S_1 = 1 \sim 35$ $S_2 = 1 \sim 55$</p> 
<p>丁字形型材</p>	 <p>$H = 5 \sim 330$ $B = 5 \sim 400$ $S_1 = 1 \sim 32$ $S_2 = 1 \sim 32$</p> 
<p>工字形型材</p>	 <p>$H = 5 \sim 500$ $B = 7 \sim 220$ $S_1 = 1.2 \sim 35$ $S_2 = 1.5 \sim 16$</p> 
<p>槽形型材</p>	 <p>$H = 3 \sim 120$ $B = 6 \sim 300$ $S_1 = 1 \sim 45$ $S_2 = 1 \sim 30$</p> 
<p>Z 字形型材</p>	 <p>$H = 2.5 \sim 150$ $B = 4 \sim 80$ $S = 1.2 \sim 40$</p> 
<p>异形型材</p>	 <p>$H = 100$ $B = 100$</p> 

图 1 实心断面直



角型材的品种

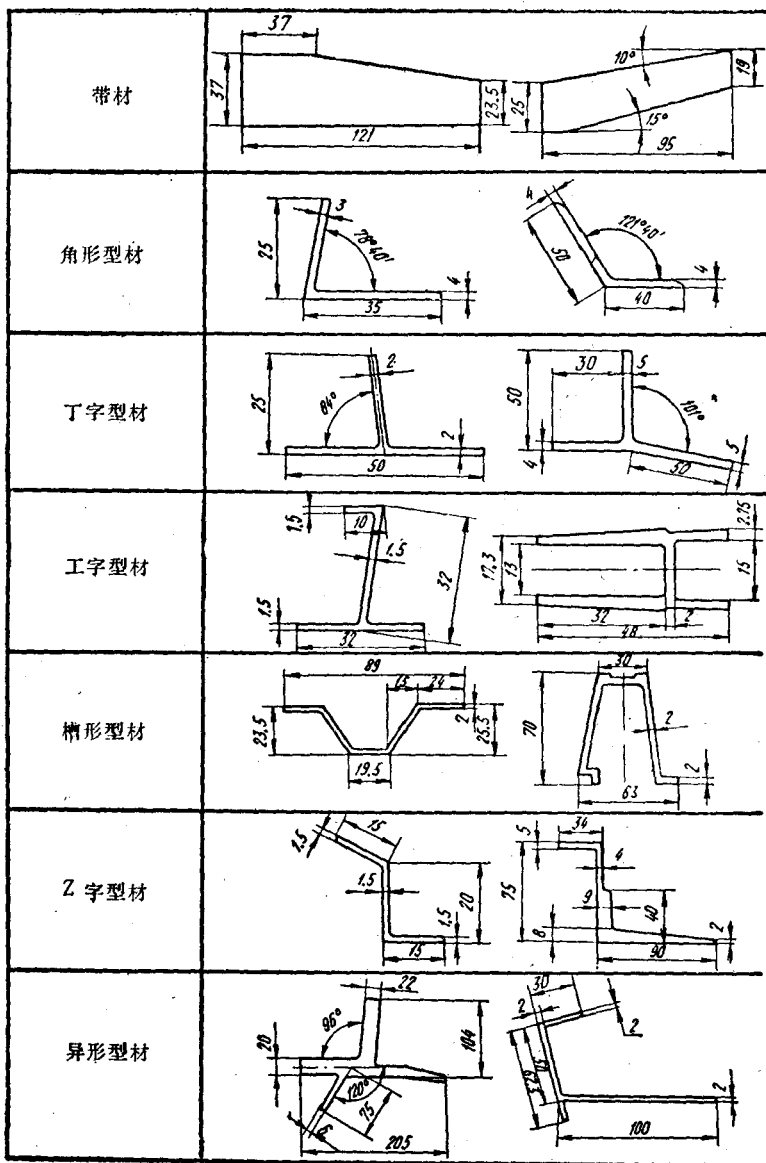
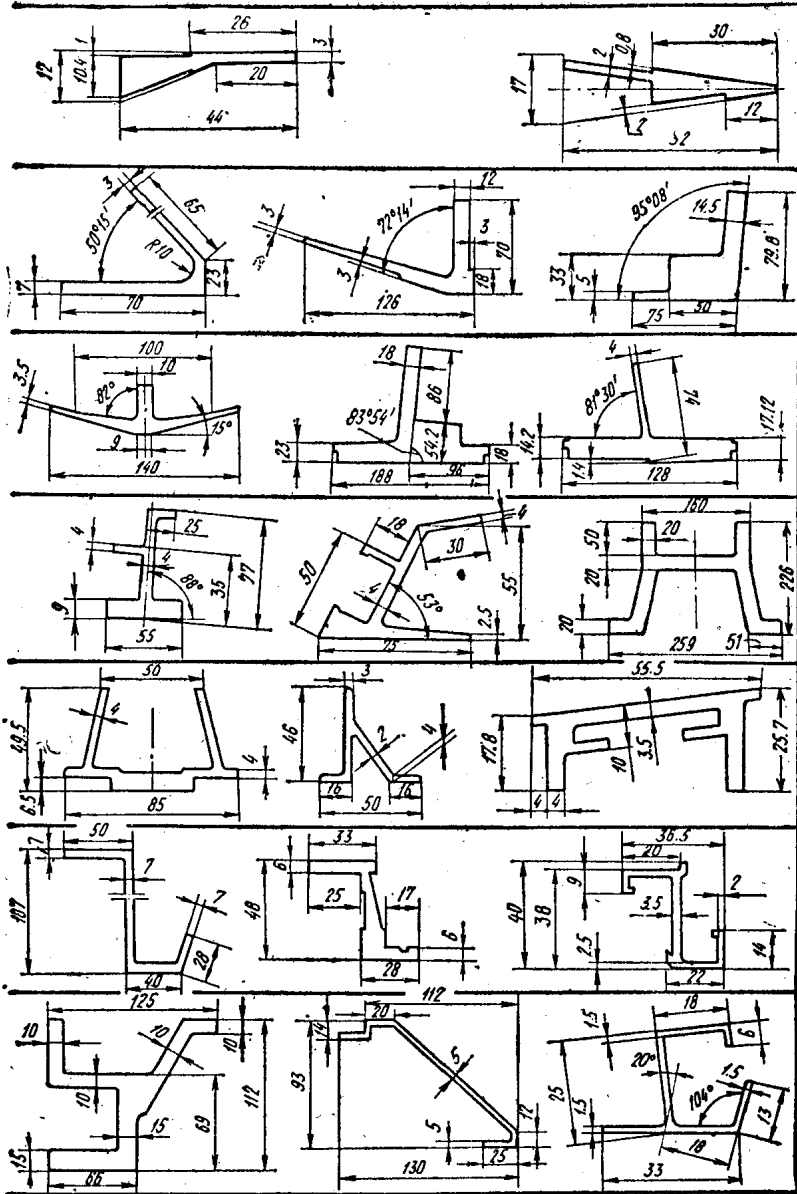


图2 实心斜



角型材的品种

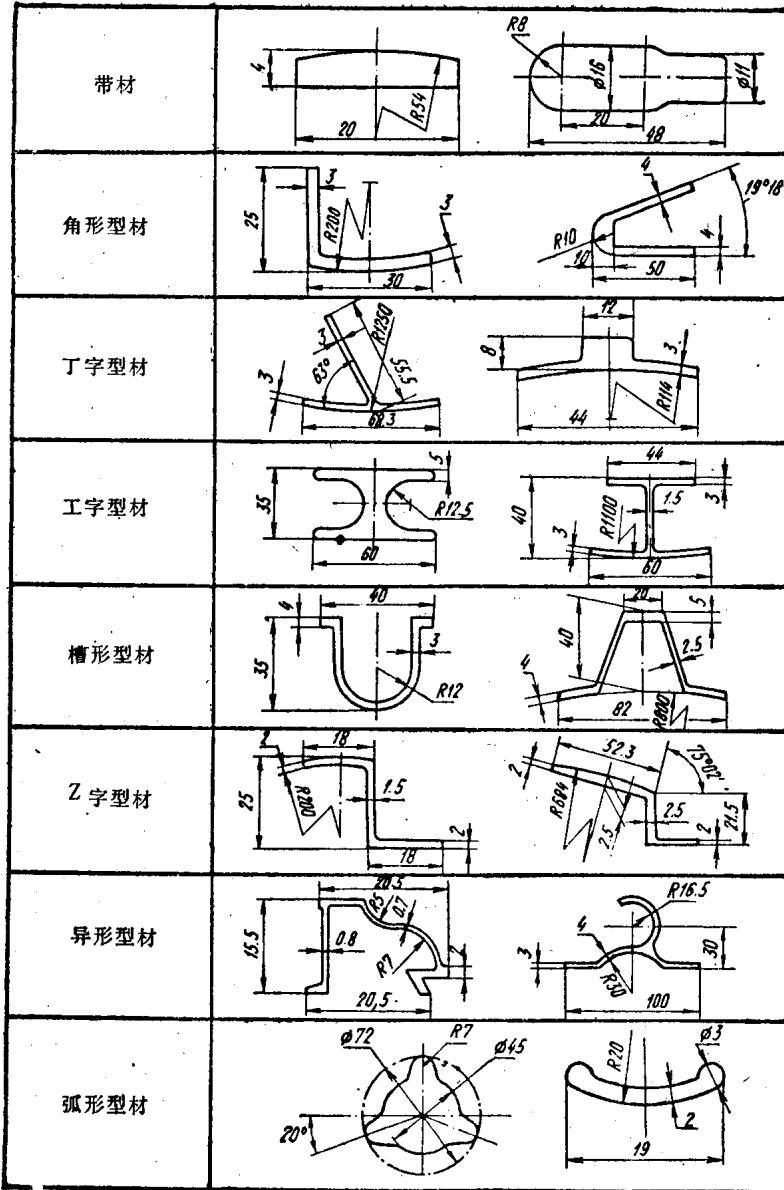
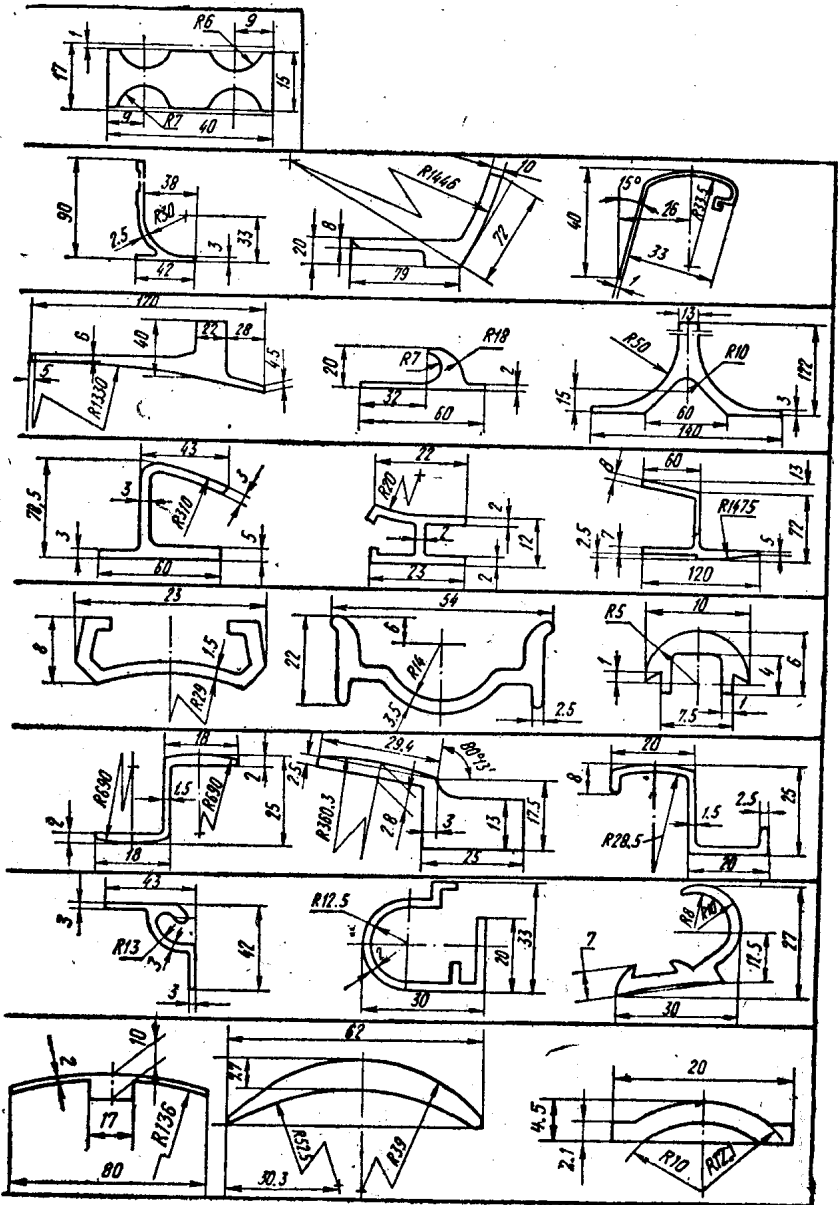


图 3 带圆弧半径的和弧



形的实心型材的品种