

〔苏〕H. H. 巴赫齐罗夫 B. E. 洛吉诺夫 著

柴油机精密偶件 的生产与使用

国防工业出版社

柴 油 机

精密偶件的生产与使用

〔苏〕 H. И. 巴赫齐罗夫 B. E. 洛吉诺夫 著
黄启良 译 朱永孜 校

国防工业出版社

内 容 简 介

本书阐述了汽车拖拉机柴油机燃油系统精密偶件的制造工艺、使用和磨损后的修复方法。对采用的工艺设备、测试仪器以及有关的计算公式等等作了介绍。书中还列举了精密偶件的故障原因分析。

本书可供从事柴油机设计、制造、使用和修理的工程技术人员和工人参考。

ПРОИЗВОДСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

ПРЕЦИЗИОННЫХ ПАР

Н. И. Бахтиаров В. Е. Логинов

Москва «Машиностроение» 1979

*

柴油机精密偶件的生产与使用

〔苏〕Н. И. 巴赫齐罗夫 В. Е. 洛吉诺夫 著

黄启良 译

朱永孜 校

*

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 6¹/₂ 163 千字

1984年1月第一版 1984年1月第一次印刷 印数：0.001—4.400册

统一书号：15034·2539 定价：0.84元

译 序

柴油机燃油系统中的精密偶件是柴油机上最精密的零部件，也是影响柴油机性能、寿命与可靠性的重要关键零部件。

本书第一章介绍了国外近年来精密偶件的制造技术标准要求，机械加工与热处理的工艺过程，采用的设备、测试方法与仪器。第二章介绍了精密偶件使用中的研究方法，包括用光弹、全息摄影等新方法研究精密偶件损坏与磨损的机理。第三章介绍了精密偶件的修理，虽内容较少，但也提出了鉴定与修复精密偶件物理性能的新方法。

上述内容，比较新颖、丰富与实用。

原书第二章关于精密偶件变形计算部分，印刷错误、制图错误与计算公式错误较多，由译校者进行了重新整理校订。

为方便读者阅读，在书后增添了表面粗糙度 R_a 、 R_z 值与光洁度等级的对照表，以及苏联与中国金属材料、公差配合标准对照表等三个附录。

译文不当之处，望读者指正。

译 者

原 序

在柴油机内，往气缸中供给、分配并喷射燃油的工作，是由喷油系统及其主要元件——精密偶件完成的。为了提高柴油机工作的可靠性和寿命，对喷油系统提出了严格的要求，如：必须按指定的供油规律供油；在严格规定的工作循环时刻，向所有各缸供给的燃油应当一致；要有必需的喷射质量，并按燃烧室形式最佳地分布燃油；应当保证正时供油过程的长期高度稳定性、喷油系统及其所有元件的可靠性和耐久性；制造、技术保养和修理费用应当最低。

根据统计数据和分析证明，在使用过程中，对喷油系统的上述要求常常不能保证，由于喷油系统的故障，使柴油机损坏的也不少。

喷油系统在使用时常见的故障有：燃料供给系统个别元件和零件损坏；随着使用时间的延长而供油不稳定，由此使柴油机工作的技术经济指标降低。燃料供给系统个别元件失灵所导致的技术装备大量停工，占机器总停工时间的25~30%。

柴油机喷油系统失灵的最典型的原因有：偶件零件工作表面的几何形状变化，以及它们的过度磨损；燃油通过密封表面和精密表面的渗漏；轴承、弹簧和小轴的磨损；活动的精密零件被卡滞或咬结；喷油嘴针阀体内表面和针阀的外圆柱形部分结焦；接合处的封严性损坏等。

正如所进行的调查表明，使用中的柴油机有70~90%由于喷油系统，其中包括精密偶件工作不稳定的原因，即使燃油消耗率很高，而功率却时高时低。

柴油机工作的技术经济指标的不稳定性，与雾化特性最佳值

的偏差有关；与喷射开始和终止的角度有关；与供油量及其对发动机各缸的不均匀性增大有关。这些原因致使：气缸活塞组零件上形成积炭；燃烧室烧熔和活塞损坏；气缸套镜面和活塞擦伤；轴瓦过度磨损和烧熔；曲轴轴颈磨伤；气缸活塞组和曲柄连杆组的零件咬死；机体零件产生裂纹以及衬垫烧毁等。

实践证明，要提高柴油机的可靠性，首先必须提高喷油系统工作的可靠性，使之无故障地工作。

提高柴油机的可靠性是国民经济的一个重要问题。由于对设计、制造、使用和修理一系列问题进行了全面研究，所以这个问题是可以得到解决的。

柴油机喷油系统使用期限的增加，主要与精密偶件修理前、特别是修理后的可靠性有关。

要解决提高精密偶件可靠性的问题，应当仔细研究停车的原因，确定磨损过程的物理规律性和喷油系统过早损坏的规律性。

本书从对精密偶件制造工艺的分析，以及对精密偶件零件在各种条件下使用过程中产生的物理现象的分析，并参照统计资料，试图找出提高喷油系统的可靠性和挖掘柴油机使用效率潜力的途径。

目 录

第一章 精密偶件的制造工艺	1
一 制造精密偶件的技术条件	1
二 精密零件的粗加工	8
三 精密零件的初步加工	14
四 小直径特殊深孔的初步加工	23
五 精密零件的热处理	39
六 精密零件的精加工	50
七 精密零件工作表面的研磨	61
八 精密零件的检验方法	76
九 精密偶件的装配和检验	92
第二章 精密偶件的使用	109
一 对喷油系统使用中的统计资料的分析	109
二 精密偶件故障的物理原因	110
三 用偏振光法研究精密零件的显微变形	142
四 研究显微变形的干涉测量法	155
五 精密偶件的零件使用后技术状况的变化	169
第三章 精密偶件的修理	190
一 精密偶件修理的准备工序	190
二 精密偶件零件的修复	193
参考资料	199
附录一 表面粗糙度 R_a 、 R_z 值与光洁度等级对照表	200
附录二 苏联金属材料牌号与中国金属材料牌号对照表	201
附录三 苏联公差配合主要等级与中国公差配合相应等级对照表	201

第一章 精密偶件的制造工艺

一 制造精密偶件的技术条件

精密零件是在这样条件下工作的：受着燃油中机械杂质的污染、承受着交变的液力载荷以及急剧变化的温度；同时，它还受着灼热气体的侵袭，这种气体能促使精密工作表面腐蚀。

液力载荷以及很高的接触压力 and 高温的瞬间作用，会引起热疲劳。这将导致内部形成裂纹、使零件材料的组织、硬度和机械性能改变。

考虑到精密偶件繁重的工作条件，各工厂都采用高合金结构钢和工具钢（11X15、XBΓ、25X5MA、18X2H4BA、P18等）制造偶件。

精密偶件零件的材料，应当有很高的硬度、很高的耐腐蚀性能和耐磨损性能、很高的强度极限、长期的尺寸和表层机械性能的稳定性、很高的耐松弛（由弹性变形到塑性变形）性能，而且其线性膨胀系数要很小。

用热处理和化学热处理方法，可以达到对偶件零件材料要求的机械性能。

制造喷油系统精密零件时，对工作表面几何形状的精度、相互位置、表面光洁度和耐磨性都有很高的要求。

为了提高精密偶件的工作耐久性，苏联喷油系统中心研究所（ЦНИТА）和工业部门的工厂，制定并贯彻了设计、工艺和组织措施。这些措施使制造精度大大提高，零件表面的光洁度也大大提高。

加工表面精度与光洁度的提高，使工业部门的工厂在大量生

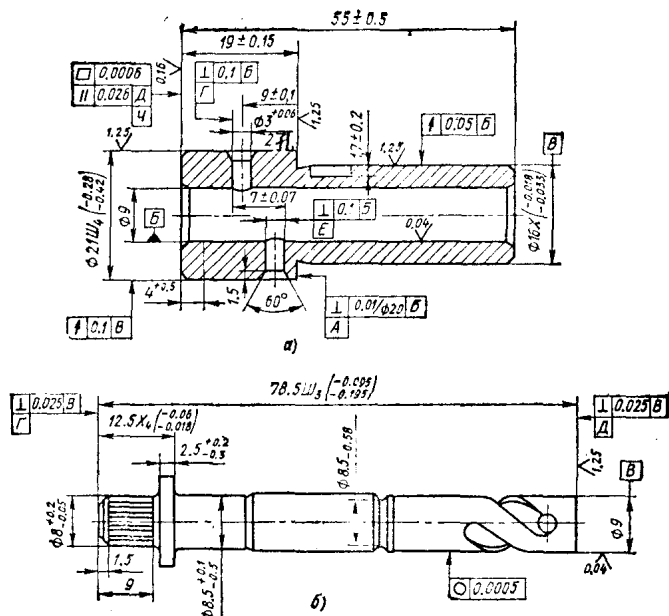


图1 直列式喷油泵

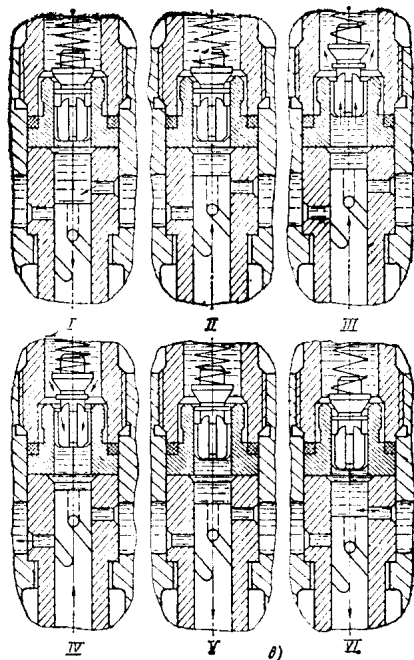
(a) 套筒; (b) 柱塞; (c) 工作原理图 (I、II—充油; III—压

产的条件下, 能转零件分选配装方法。为了实现分选配装柱塞偶件和喷油嘴偶件, 喷油嘴针阀和柱塞与正确的几何形状的偏差, 在纵截面上不应超过 0.0005 毫米, 而在横截面上不应超过 0.0003 毫米。

对与针阀和柱塞相配的喷油嘴针阀体和柱塞套筒而言, 其内圆柱表面的加工精度的要求也提高了。锥度不应超过 0.0005 毫米, 椭圆度不超过 0.0002~0.0003 毫米, 而不直度不超过 0.0006 毫米。

直列式喷油泵的孔阀式精密柱塞偶件, 由套筒 (图 1, a) 和柱塞 (图 1, b) 组成。

制造孔阀式柱塞精密偶件的主要技术要求见表 1。



柱塞和套筒的结构

送油；Ⅱ—供油；Ⅳ—回油和断油；Ⅴ—出油阀关闭)●。

分配式油泵精密偶件，由套筒（图 2，a）和柱塞（图 2，

表 1 孔阀式柱塞偶件的制造技术要求

(ГОСТ 9927-71)

主 要 参 数	套 筒	柱 塞
直径间隙 (毫米) 不小于	0.0006	
圆柱度的允差 (毫米)		
不柱度	0.001	
不圆度	0.0005	
锥度	在表面每20毫米的长度上 0.0006	
直径在25毫米以下套筒密封端面的平度允差 (毫米)	0.0006	
表面粗糙度参数 R_a (微米)		
圆柱形表面	0.04	0.04
套筒密封端面	0.125	—

6), 以及计量器 (图 2, e) 组成。用分选配装法制造时, 其技术要求见表 2。

表 2 分配式油泵精密零件的技术要求

参 数	套 筒	柱 塞	计 量 器
直径间隙 (毫米)	0.0004~0.0012		0.0002~ 0.0010
圆柱形工作表面的形状公差 (毫米)		0.0002	
不圆度		0.0005	0.0003
不柱度		—	—
密封端面的不平度 (毫米)	0.0009	—	—
表面粗糙度参数 R_a (微米)			
圆柱形表面		0.0400	
密封端面	0.1600	—	—

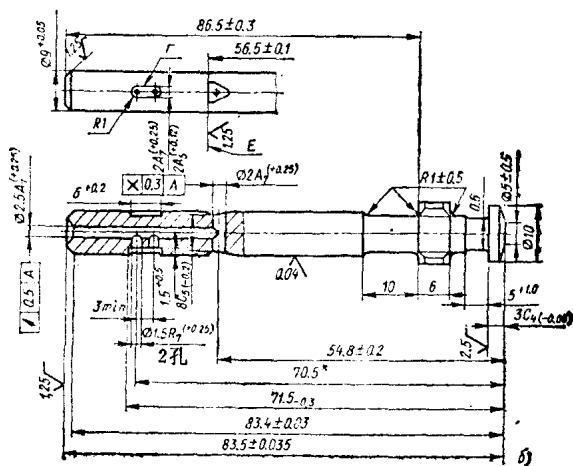
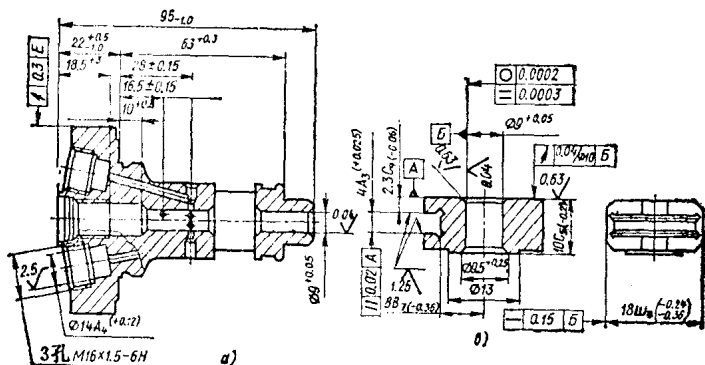


表 3 出油阀的制造技术要求
(ГОСТ 8334-68)

每

主 要 参 数	出 油 阀	阀 座
直径间隙 (毫米) 不大于	0.010	
有减压凸缘与相配内孔者, 其出油阀与阀座 内外圆柱面的椭圆度和锥度 (毫米) 不大于	0.003	
无减压凸缘与相配内孔者, 其出油阀引导圆 柱面与阀座孔的椭圆度和锥度 (毫米) 不大于	0.01	
出油阀支承面对引导圆柱面的跳动以及阀座 密封锥面 (倒棱) 对内圆柱表面的跳动 (毫米) 不大于	0.004	
密封端面 and 出油阀出油端的端面的不平行度 (毫米) 不大于	—	0.04
密封端面对轴线的不垂直度 (毫米) 不大于	—	在端部点上 0.04
外密封锥面和外圆柱形配合面对轴线的跳动 (毫米) 不大于	—	0.05
表面粗糙度 R_a (微米)		
圆柱形表面	0.160	0.08
密封端面	—	
锥面	0.160	

喷油器的非轴针式喷油嘴由针阀体 (图 4, a) 和针阀 (图 4, б) 组成。各厂要遵守对相关零件几何形状的要求, 才能实现喷油嘴的分选配装法 (表 4)。

对精密偶件还有其它要求, 如: 密封表面和支承表面的不平行度, 不应大于 0.02~0.05 毫米; 密封支承端面对圆柱面的不垂直度, 不应大于 0.01~0.03 毫米; 端面对圆柱工作面的跳动在 0.01~0.05 毫米范围内, 对各精密工作表面的跳动, 不超过 0.01~0.05 毫米。

(续)

主要参数 (毫米)	针 阀 体	针 阀
表面粗糙度参数 R_a (微米)		
圆柱形表面	0.04	0.04
密封端面	0.125	—
锥面	0.32	0.16

二 精密零件的粗加工

毛坯的制取 近来制造精密零件的精制毛坯(图5)的方法,是将 11X15 钢,在单头与双头的自动挤压机和压力机上,用冷镦与半热挤的方法制成的。

用这种方法制取的毛坯,它的机械加工余量很小,又由于金属没有气孔、松孔、起层和疏松,从而改善了金属的组织,并大大地改善了切削刀具对零件的加工性能。

毛坯镦压后,在自动车床上加工,车床上配有单个零件的装料装置。

用精密铸造或在高压下用金属模铸造法制取零件的精制毛坯,则是另一种很重要的方法,它能提高发动机工作的可靠性和稳定性。

在苏联一些工厂和国外许多专业公司,是用冷拔棒料做精密零件原始毛坯的,它们的粗加工在自动车床上进行。但此时金属

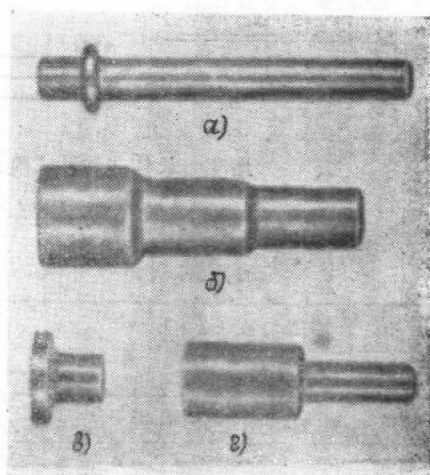


图5 用冷镦或半热挤压方法在通用锻压设备上制成的精密偶件的毛坯图

(a) 柱塞; (b) 套筒; (c) 出油阀体;
(d) 针阀体。

的利用系数很低 (25~50%)。

柱塞 柱塞毛坯的外圆柱面, 在棒料用自动车床上进行粗加工。例如, 在 1A240-6、1A240-6K、1A225-6 和 1265M-6 型自动车床上加工。

柱塞毛坯用 ILIX15、XBT 或 25X5MA 钢, 直径为 15~16 毫米校直的精整棒料。

在自动车床上, 采用综合调整方式, 并利用多刃的硬质合金刀具, 可以保证很大的走刀量和很高的切削速度, 因而也保证了很高的劳动生产率。用硫化切削液做冷却润滑液。

经自动机床加工的柱塞, 具有 3~5 级精度, 表面粗糙度 $R_z = 40 \sim 80$ 微米。圆柱形工作表面对基准面的跳动不超过 0.2 毫米。切削后端面上凸缘的圆柱形凸起, 允许不超过 3 毫米。加工规范: $n = 326$ 转/分; $t = 0.35 \sim 2.0$ 毫米; $s_{\text{进}} = 0.18$ 毫米/转; $s_{\text{背}} = 0.015 \sim 0.03$ 毫米/转。下道工序的余量应当在 0.5~0.8 毫米范围内。

分配式喷油泵的柱塞用 25X5MA 钢制造。为了增加刀具的耐用性和提高金属的加工性, 棒料应当调质到硬度为 HRC24~30。柱塞在 1A225-6 型棒料用六轴自动车床上进行粗加工。

加工规范: $n = 590$ 转/分; $t = 0.5 \sim 2$ 毫米; $s_{\text{进}} = 0.1$ 毫米/转; $s_{\text{背}} = 0.17$ 毫米/转。这样, 可以达到 3~5 级精度, 表面粗糙度不超过 $R_z = 80$ 微米。

出油阀 出油阀在多轴自动车床上 (例如, 在 1A240-6 型自动车床上), 或在 14318、1H318P 型六角车床上进行加工。原料毛坯是直径为 10 毫米的 ILIX15 钢棒料。加工规范: $n = 141$ 转/分; $t = 0.5 \sim 1.7$ 毫米; $s_{\text{进}} = 0.12$ 毫米/转; $s_{\text{背}} = 0.03$ 毫米/转。

机械加工后, 出油阀几何形状的精度, 可达到 3~5 级, 表面粗糙度 $R_z = 40 \sim 80$ 微米。

喷油嘴针阀 针阀用 P18 高速工具钢棒料, 在纵向切削单轴自动车床上加工, 机床型号为 1П12、1П16、《施托姆》和《特

劳布》牌（西德）、《托诺斯》牌（瑞士）；或在棒料用单轴六角自动车床上制造，机床型号为1Д112、1Д118或《皮特勒》牌（西德）。

喷油嘴针阀，在1П116型自动车床上的加工见图6。在自动车床上加工的针阀，具有3~5级精度，表面粗糙度 $R_z=40\sim80$ 微米。加工规范： $n=1400$ 转/分； $t=1.2\sim1.5$ 毫米； $s_{\text{进}}=0.23$ 毫米/转； $s_{\text{背}}=0.015\sim0.04$ 毫米/转。

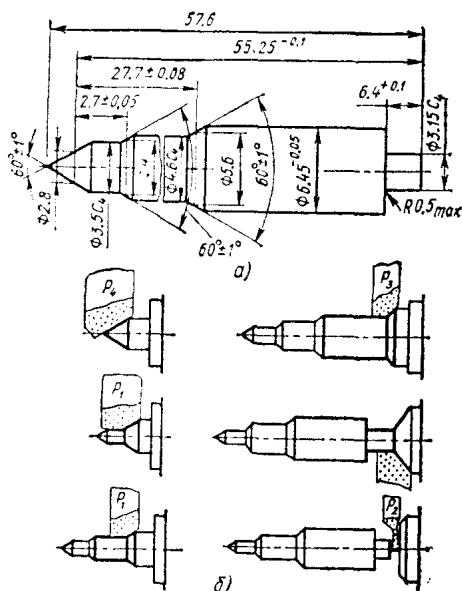


图6 加工喷油嘴针阀用1П116型纵向切削自动车床调整图

(а) 针阀的工序图；(б) 调整图。

柱塞套筒 直列式喷油泵柱塞套筒的机械加工用棒料在多轴自动车床上进行，车床的型号为1A225-6、1A240-6、1265M-8和《Нью-Бритен》牌。套筒的毛坯是ХВГ、ЛЛХ15或其它材料的棒料。加工规范： $n=332$ 转/分； $t=0.25\sim0.7$ 毫米； $s_{\text{进}}=0.17$ 毫米/转； $s_{\text{背}}=0.015\sim0.04$ 毫米/转； $n_{\text{粘}}=1420$ 转/分。

在自动车床上加工的套筒，具有3~5级精度，表面粗糙度 $R_z=40\sim80$ 微米，外圆柱表面的相对跳动不超过0.1毫米。孔表面的锥度不大于0.02毫米，而扭曲度不超过0.005毫米。套筒在以后的机械加工中，其余量为：外圆柱面0.8毫米，孔0.15~0.3毫米。

分配式喷油泵柱塞套筒用25X5MA钢棒料制造，钢材预先热