

矿山工具的金剛石修磨

〔苏〕 И. П. 扎哈连科

Ю. П. 利年科-麦利尼科夫

Н. П. 文尼科夫 著

地 质 书 局 社



TD407

5
3

矿山工具的金剛石修磨

〔苏〕И.П.扎哈连科

Ю.П.利年科-麦利尼科夫

Н.П.文尼科夫 著

刘宗平 张汝光 译

高 森 校

地 质 出 版 社

内 容 简 介

该书从原理上分析了用人造金刚石磨轮修磨截煤机、采煤康拜因所用的硬质合金截齿以及一字形钎头的新过程。介绍了生产上实验和运用金刚石加工矿山工具的研究成果、以及全金刚石修磨矿山工具的新的生产率的机床及其技术经济效果。

该书可供机械制造企业中从事制造矿山工具的工程技术人员、以及矿井和矿山中从事工具修磨的工人使用。

И. П. Захаренко, Ю. П. Линенко-

мельников, Н. П. Винников

Алмазная заточка

горного инструмента

Москва «Недра», 1978

矿山工具的金剛石修磨

〔苏〕 И. П. 扎哈连科, Ю. П. 利年科-麦利尼科夫

Н. П. 文尼科夫 著

刘宗平 张汝光 译

高 森 校

*

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑: 李顺昌

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张: 3 · 字数: 77,000

1981年11月北京第一版 · 1981年11月北京第一次印刷

印数1—880册 · 定价0.80元

统一书号: 15038 · 新748

序 言

金刚石由于具有高度的耐磨性和稳定的切削能力，而有可能使工具的磨削和修磨工序机械化和自动化，制造高生产率的设备和机床，从而可以成组地、连续地或自动地修磨工具。

人造金刚石可成功地应用于精磨以及修磨硬质合金工具、而无需使用普通磨料。同时，对工具进行金刚石精磨不一定能完全消除在工具材料中由于用绿色碳化硅（K3）砂轮预先修磨而产生的一切缺陷。当对工具进行全金刚石修磨，而不必用普通磨料的砂轮预先加工时，所修磨的工具可具有最佳质量和最高的工作能力。由于提高了修磨工具的生产率，减少了金刚石研磨工具的耗损，降低了加工成本，增加重磨次数，减少了工具事故率，因而也延长了工具总的使用期限，于是也附带地达到节约的目的。

由于苏联乌克兰科学院超硬材料研究所〔(ИСМ) АН УССР〕完成的科学研究工作和广泛的生产试验的综合结果，创制了高效率的人造金刚石磨轮供硬质合金工具进行全金刚石修磨，而不使用绿色碳化硅（K3）砂轮。

苏联出产的金属陶瓷硬质合金约有四分之一用于制造矿山工具。所以寻求改善其质量、延长其寿命以及提高其生产率的途径具有重大的国民经济意义。

保证提高硬质合金工具的工作能力和降低其耗损的主要技术措施之一就是金刚石工具对其进行修磨。然而，目前修磨和重磨矿山工具使用的是绿色碳化硅和人造氧化铝的砂轮，其工序本身基本上靠手工操作，这样就降低了工具的质量和增大了工具的开支。

采用人造金刚石磨轮修磨和重磨硬质合金矿山工具受到很大限制的主要原因是：缺乏必须的金刚石工具和修磨设备；需要磨

下的余量太大；硬质合金、钢体和焊料同时受到修磨；以及矿井、生产联合企业、矿山中从事工具业务的工程技术人员和修磨工对这个问题缺乏知识。

为了解决修磨矿山硬质合金工具的问题，超硬材料所使科学研究和工艺设计相结合，研制了有效的磨削方式，创制了专用的人造金刚石磨轮和自动化设备，以提高修磨各种矿山硬质合金工具的生产率。

目 录

第一章 截煤机和采煤滚筒因截齿的修磨	1
§ 1 截齿前表面的修磨.....	3
§ 2 截齿后表面的修磨.....	10
§ 3 全金刚石修磨截齿的效果.....	39
第二章 一字形钎头的修磨	44
§ 1 制造和使用时钎头修磨的特征.....	44
§ 2 金刚石工具应用效果的评定.....	45
§ 3 磨削方法和方式的选择.....	50
§ 4 修磨钎头用的金刚石磨轮.....	54
§ 5 金刚石修磨钎头过程的研究.....	57
§ 6 对修磨设备的要求及其研制和试验.....	72
§ 7 生产条件下钝钎头的修磨.....	78
§ 8 金刚石修磨钎头经济效益的计算.....	82
参考文献	91

第一章 截煤机和采煤康拜因截齿的修磨

在硬质合金的矿山切割工具中，占数量最大的是硬质合金截齿。其年产量大约是一千四百万个。截齿装配有 Г2402 和 Г2403 的合金片（苏联国标 ГОСТ880-75），牌号为 BK8B 和 BK6B 的硬质合金（ГОСТ3882-74）。截齿齿身是由 35XГСА 钢制成，并加以热处理，在硬合金片装置区，硬度达 HRC45-55，硬度逐渐降低到尾部固定区的 HRC33-40。

截齿在制造过程中修磨，并在使用过程中重磨 3—4 次。因此，要消耗大量的普通磨料（ЭБ 和 КЗ）制成的砂轮。例如，克拉斯诺卢奇斯基（Краснолучский）机械制造厂（“红光”机械制造厂）每年仅修磨五百万个 3H2-5.5 型的截齿（图 1），要消耗 ЧЦ250 × 100 × 150 × КЗ40-С1-К7 型砂轮 7000 个以上，总价值

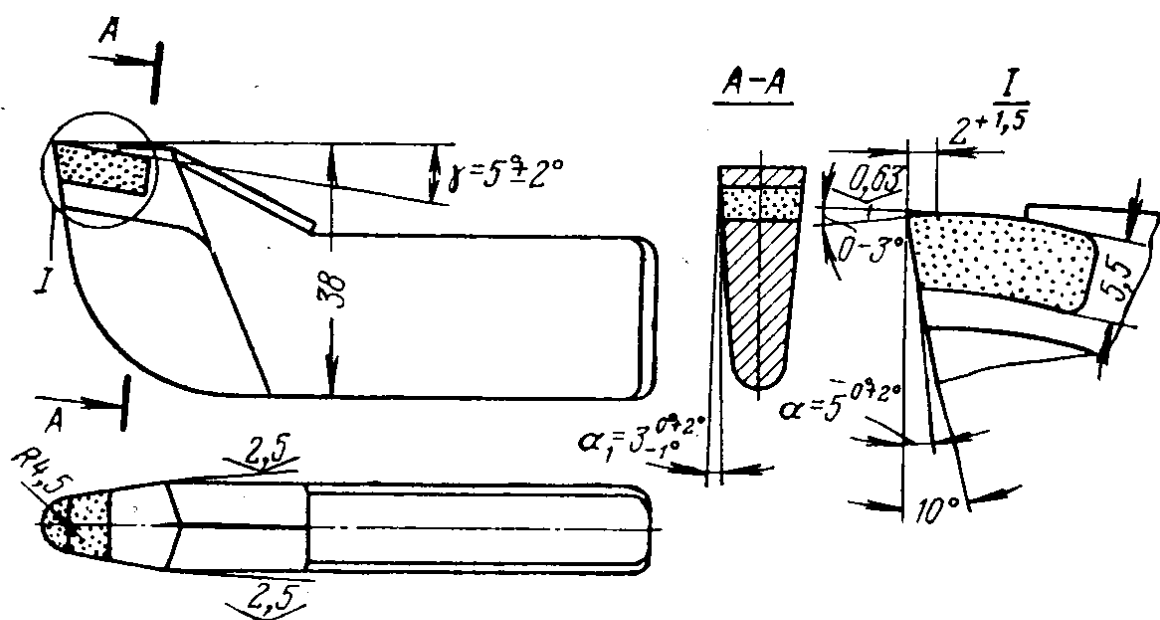


图 1 3H2-5.5型截齿

表 1

工序号码	工 序 名 称	修磨机床类型	砂轮的形式、规格和特性	加 工 规 程			注 解
				U _{кр} 米/秒	S _{шоп} 毫米/往复次数	S _{шод} 米/分	
I	修磨截齿的后表面。要保持角度 $\alpha = 5^\circ$, $\alpha_1 = 3^\circ \pm 2'$; 并保证有 6 级的表面光洁度	3678 (ЛПО14-АКМ)	ЧИ250 × 100 × 150—К340 —C1—K7	27	截齿对砂轮的 压力为22—28公 斤力截齿的转数2		有冷却修磨
II	修磨截齿后表面, 硬质合金片上的硼砂瘤和焊料瘤	КМЗ-119	ПП350 × 10 × 127—Э9А50 —C1—K7	30	手工		无冷却修磨
III	修磨宽度为2 ^{+1.5} 毫米的截齿前表面上的斜面。要保持角度0—3°, 并保证有 8 级的表面光洁度	КМЗ-119	АЧК150 × 5 × 3 × 32— АСВ125/100—M1—100	26	手工		有冷却修磨

35,000卢布。该厂截齿修磨工艺规程按表 1 进行。

采用由焙烧苏打（碳酸钠）0.5%、肥皂 0.5% 和亚硝酸盐 0.25% 配成的水溶液作为润滑冷却液。

修磨硬质合金截齿需要同时磨削硬质合金、钢体和焊料三者，致使砂轮迅速磨损，并需要经常修整。制造截齿时的修磨余量是0.2—0.3毫米。截齿使用过程中的重磨余量达 3 毫米。而每个截齿的磨屑质量相应是0.7—1克和 6—10 克。

§ 1 截齿前表面的修磨

用浸入融熔的焊料中的方法，把硬质合金片焊到截齿齿身上面去。这时，截齿的工作部分覆盖了一层焊料，这一层焊料用 ПП350 × 10 × 127—Э9A25—C1-K7 砂轮从前表面上磨掉。然后用 АЧК150 × 5 × 3 × 32—ACB125/100—M1-100 型砂轮修磨截齿前表面上的斜面。用这种砂轮修磨斜面而不去掉前表面上的焊料乃是不可能的，因为采用M1结合剂的金刚石磨轮很快就会失去切削能力，遭到腻塞，而需要频繁地修整。

创制了新的金刚石磨轮的结合剂，使用这种结合剂粘合的磨轮可在接触钢体和焊料的情况下修磨硬质合金，不必用普通磨料预磨焊料就能修磨截齿前表面〔9〕。为了确定修磨截齿前表面时使用哪种磨轮最好，对MB1、MO13、MO4和MC6结合剂金刚石磨轮进行了试验。

用砂轮修磨是在 KM3-119型磨床上（“红光”厂设计）用手工和专用夹具进行的（图 2）。夹具包括：基体 1，固定在基体迴转轴上的衬套2，衬套上有截齿固定槽3。弹簧 7 的弹力和重锤 5 的重力都作用于衬套上。用踏板 6 可以释去重锤对衬套的作用力。

装置在夹具中的截齿修磨方法如下。修磨工用脚踩踏板。衬套在弹簧作用下向顺时针方向旋转。随后截齿就固定在衬套固定槽内。松开踏板。在重锤作用下，衬套向逆时针方向旋转，并使

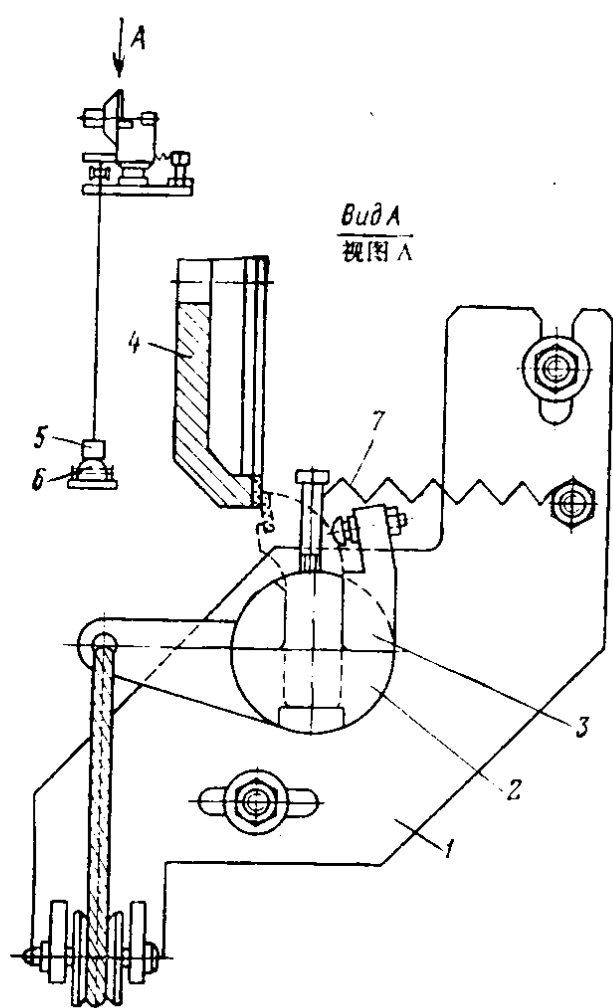


图 2 修磨截齿前表面的装置

1—基体；2—衬套；3—截齿固定槽；4—金刚石磨轮；5—重锤；6—踏板；7—弹簧

截齿以一定的力压向金刚石磨轮 4 的工作表面，与此同时也就进行对截齿的修磨。当截齿修磨完毕，工人再踩踏板，取下已修磨好的截齿，固定下一个截齿，工序再次循环。

应加注意，截齿对磨轮的压力与压紧时间之间的关系取决于金刚石磨轮的切削能力和所选择的工序生产率以及金刚石的单位消耗量。

当以不同的方法修磨截齿前表面时，金刚石磨轮进行试验的条件是： $v_{KP} = 30$ 米/秒，截齿对磨轮的压力（用夹具修磨时） $P_{yc} = 10$ 公斤力。采用含 1—2% 碳酸钠的水溶液作为润滑冷却液。

当修磨前表面时，对金刚石磨轮工作能力进行试验的结果示于表 2。

用 MB1、MO13 和 MO4 结合剂金刚石磨轮可保证高的修磨生产率。但是，其单位消耗量较 MC6 结合剂磨轮高得多。此外，当用手工操作修磨时，所有磨轮的工作表面，特别是用 MB1、MO13 和 MO4 结合剂磨轮，均出现跳动。这种现象随着所修磨截齿的数量增加而增多。跳动现象及其随着时间的持续而增多，是由于在手工修磨过程中，截齿对磨轮的压力不均匀所致。若用专用夹具修磨，则在磨轮工作过程中其工作表面的跳动并不会超过其初始值，而金刚石的单位消耗量在用同种磨轮手工修磨时是用专用夹具时的 1.7—1.8 倍

表 2

金刚石磨轮	承磨的截齿数量	金刚石的消耗量, 毫克	金刚石单位消耗量 毫克/截齿	修磨1000个截齿磨轮清洗次数	附 注
AЧK150×5×3×32 —ACP 125 / 100— MB1-100	2400	2230	0.93	4—5	手工修磨
AЧK150×5×3×32 —ACP 125 / 100 — MO13-100	10400	6970	0.67	4—5	同 上
同上	8200	3280	0.40	1—2	用夹具修磨
AЧK150×5×3×32 —ACP 125 / 100 — MO4-100	12600	7300	0.58	4—5	手工修磨
—ACBM125/100— MC6-100	18300	6590	0.36	6—7	同 上
同上	22000	4400	0.20	2—3	用夹具修磨

“红光”厂推广了对截齿前表面进行全金刚石修磨的新工艺过程，显著地改善和减轻了修磨工的劳动条件，每年节约7000卢布以上，这主要是降低金刚石研磨工具费用的结果。金刚石修磨截齿的成本与工厂所采用的工艺相较降低26%，研磨工具的费用减少30%，而修磨劳动量降低了20%。

然而，用专用夹具（图 2，3a）修磨截齿的过程中，磨轮工作表面沿金刚石层宽度上磨损不均：在修磨过程中，磨轮和截齿不变换本身接触位置，因此，金刚石层不是在其全部宽度内受到磨损[10]。这就需要经常修整磨轮，从而增大了金刚石消耗量和修磨总成本。此外，当单个地修磨截齿时，与装卸截齿有关的辅助时间要占去很大一部分作业时间。

若按图 3b 所示的方式进行修磨，则可排除上述缺点。在这种情况下，修磨的辅助时间为机动时间所构成，修磨过程是连续的。在修磨过程中，固定在迴转器上的截齿均匀地迴转，并以恒定的力压在磨轮的工作表面上。磨轮和截齿的接触点可以改变，而且这时截齿修磨面通过整个金刚石层宽度，也由于接触压力恒

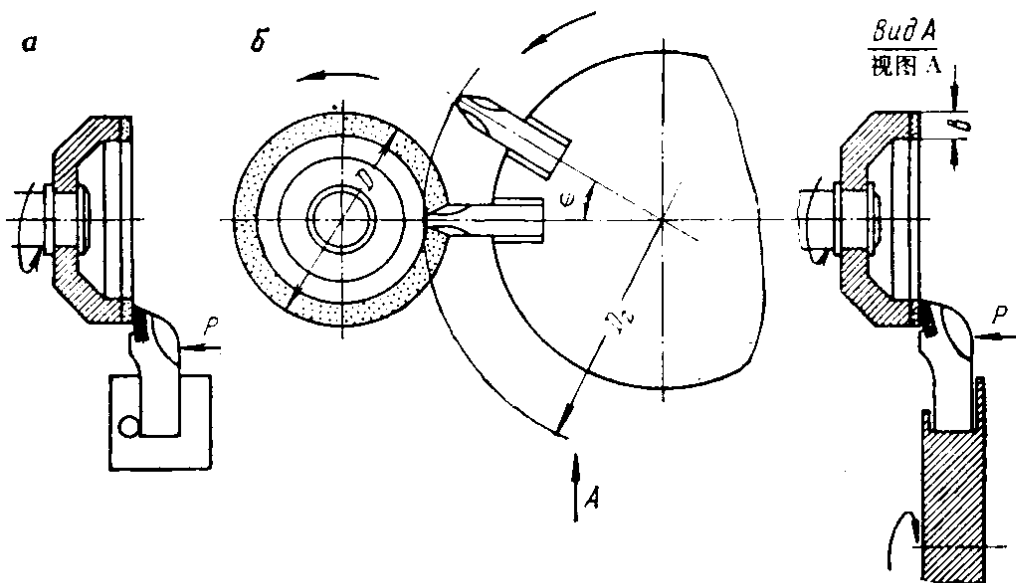


图 3 修磨截齿前表面的方式
a—手工修磨，b—截齿作圆周运动的半自动连续修磨

定，从而保证了磨轮的均匀磨损。

为了保证最大的生产率，截齿在迴转器上的配置应考虑到当某一个截齿与金刚石磨轮分离时，紧接着下一个截齿就接触，因为这些截齿压紧磨轮使用着同一个弹性元件。为了遵守这个条件，

表 3

修磨方案	工序名称	砂轮特性	磨料消耗量, 毫克	磨料成本, 戈比	修磨劳动量, 分	工资开支, 戈比	修磨总成本	
							戈比	%
工厂原用方案	从前表面磨掉焊料	Э9A50—C1-K7	100*	80	110	85	165	—
	修磨前表面	ACB160/125—	160	150	110	85	235	—
		M1-100						
	小计:			230	220	170	400	100
专用夹具修磨	前表面全金刚石修磨	ACB125/100— MC6-100	200	160	176	136	296	74
3A3-1 型机床修磨	同上	ACPM125/100— —MO4-100	150	70	110	85	155	39

* 磨料消耗单位为厘米³

迴转器上的槽沟数目可按公式求出：

$$Z = \frac{2\pi}{\psi}$$

式中 $\psi = 2 \arccos \left[1 - \frac{2b(D+b)}{D_2(D_2+D-2b)} \right]$ ——迴转器上相邻两槽间的夹角，弧度； D ——金刚石磨轮外径，毫米； D_0 ——截齿在旋转时，其顶点轨迹的圆周直径，毫米； b ——磨轮金刚石层的宽度，毫米。

按图36所示修磨方式的生产率可按公式求出：

$$Q = nz$$

式中 n ——转数，转/分； z ——鼓轮槽数。

选择鼓轮转数要考虑到金刚石磨轮的切削能力、截齿对磨轮的壓力以及加工余量的大小。

因而，截齿前表面的新修磨方式可保证磨轮金刚石层在全部宽度均匀磨损，并可显著地提高生产率。此外，采用这种方式易于使工序自动化。

因此，超硬材料研究所在进一步提高金刚石修磨截齿前表面的效果和生产率方面进行了工作。为此研制了3A3-1型半自动机床（图4）〔20〕。

半自动装置的传动系统有三个主要路线：主要运动、圆周和横向（弹性）给进以及辅助移动。

在机座1的顶面上装置有研磨主轴它带有磨轮14，供截齿切向给进的鼓轮4，以及供截齿横向给进的凸轮2，借助重锤16压紧金刚石磨轮。主轴的迴转靠单独的AOЛ2-22-2型电动机13（ $N=2.2$ 千瓦， $n=2860$ 转/分）通过三角皮带传动。用移动发动机机下铁板的办法拉紧皮带、主轴固定在滑架上，滑架借助飞轮来调整轴向运动。由于有磨轮外罩和主轴上的小叶轮，可以完全消除润滑冷却液的飞溅。

鼓轮靠AOЛ-11-4型电动机10（ $N=0.12$ 千瓦， $n=1460$ 转/分）通过减速器传动。截齿11的切向给进速度靠更换齿轮来改

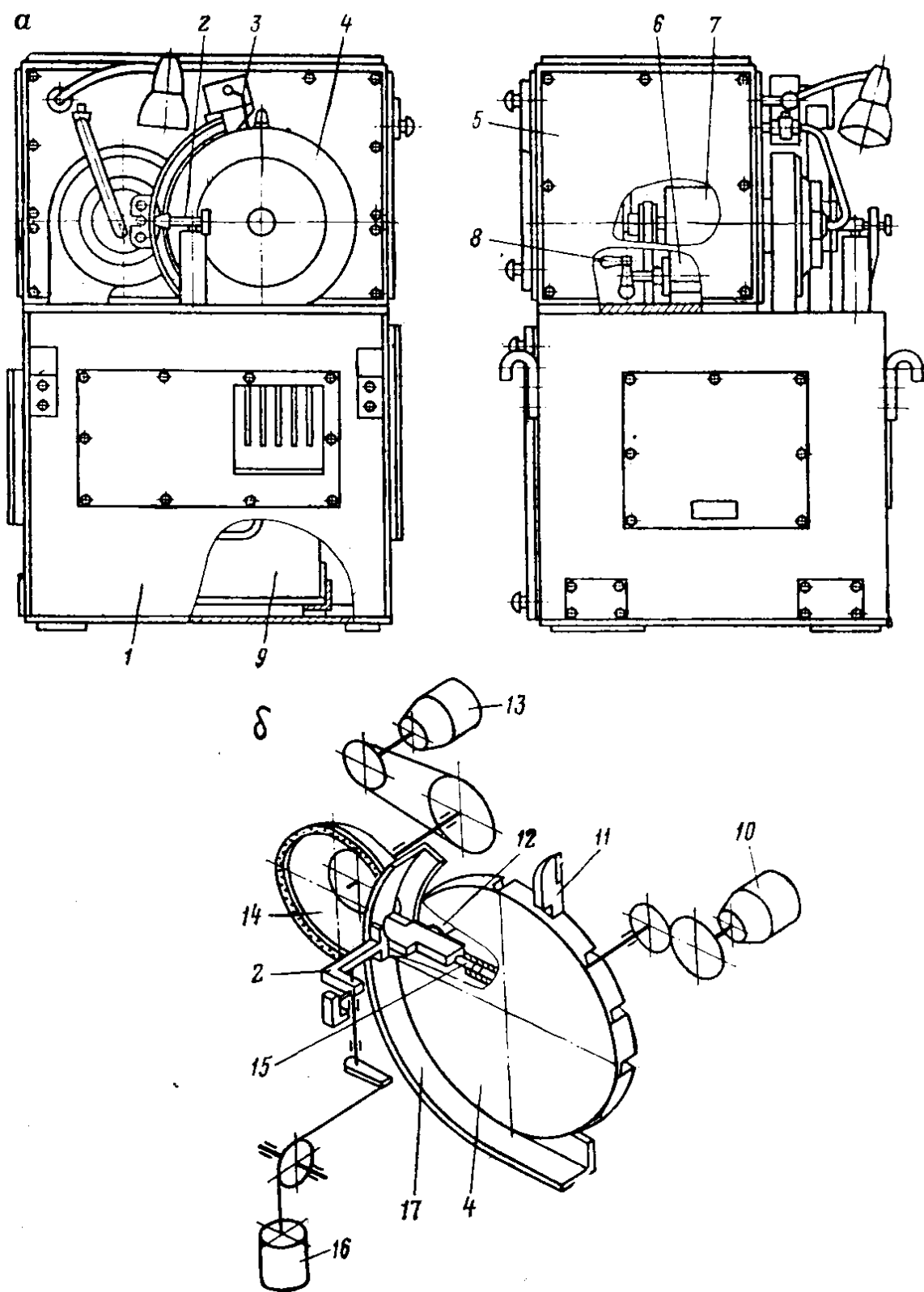


图 4 修磨截齿前表面的半自动装置

(注：原文中提出的图 4 的指引号大都对不上号，责任编辑与译者根据其结构原理共同研究对原文指引号进行了改正)。

a—总图，б—传动系统

变。截齿安置在鼓轮圆周上的径向槽内，由弹簧 12 压挤在槽壁上，并支持在弹簧下面的顶杆15上，在磨轮前罩盖上固定导向板 17，用来给截齿径向定位，还固定有联锁装置 3，联锁装置的旗形开关有同于截齿外形的轮廓孔。机床所属机构用外壳5封盖，外壳侧壁有操纵台，而在外壳的后壁有通向这些机构的检查口。机座底部安装有水箱和 ПA-22 型电动水泵 ($N=0.12$ 千瓦， $n=2800$ 转/分)，用来把润滑冷却液送至磨削区。

截齿沿专设溜槽进入鼓轮槽内。在切向给进中，截齿以其后表面沿导向板滑动并以顶杆压紧导向板。当沿切向给进的方向继续移动时，截齿便碰到凸轮2，在修磨过程中，凸轮把截齿压向金刚石磨轮。当修磨终了时，截齿在其自重的作用下从槽内掉出，同时沿导向装置移动进入接收箱。

当截齿在槽内安装不正确时，联锁装置的旗形开关就会转动而停机。由于截齿作圆周运动，截齿的修磨表面沿金刚石层的全部宽度通过，因而在接触压力恒定的情况下，可保证磨轮磨损均匀。

此外，在鼓轮上截齿安装槽的数量适当就大大地节省了辅助时间。当某一个修磨好的截齿一旦与磨轮脱离接触，下一个截齿就紧跟着进入接触。这样，就可以实现不间断地半自动化修磨截齿。

半自动装置的技术特性

生产率，个/时	800—2000
转数，转/分	
主轴	1275—5100
鼓轮	0.5—1.5
截齿对磨轮的压力，公斤力	15
润滑冷却液箱的容量，升	50
主要尺寸，毫米	915 × 885 × 1260
质量，公斤	665

半自动装置在“红光”厂进行了试验。

在试验过程中，修磨了 50 多万个截齿。加工是采用 АЧК 150×5×3×32-ACP125/100—MO4-100 金刚石磨轮，转速为 30 米/秒，切向给进速度为 0.9 米/分的情况下进行的。采用 1—2% 碳酸钠水溶液作为润滑冷却液。

试验说明，半自动装置可保证高的修磨质量，与普通方法相比，可提高生产率 1—2 倍，工作安全可靠，维护简单。

对 3H2-5.5 截齿前表面用各种方法进行修磨后的指标（按 1000 个计算）列入表 3。由表可见，用 3A3-1 型机床修磨的劳动量比用专用夹具修磨低 30%，同工厂所采用修磨方法相比，要低 50%。截齿的修磨成本相应地降低 21% 和 61%。

采用 3A3-1 型半自动装置修磨截齿前表面可显著地减轻工人劳动和改善劳动条件。

§ 2 截齿后表面的修磨

目前修磨硬质合金截齿的后表面通常是用 ЭБ 和 КЗ 砂轮在磨床上用手工操作来进行的（图 5 a）。这种修磨工艺不能保证截齿获得必要的几何形状和高质量。

修磨 3H2-5.5 截齿是在“红光”厂的 3678 型（ЛЮО-14АКМ）专用半自动修磨机床上（图 6）用 ЧЦ250—КЗ40—С1-К7 磨轮进

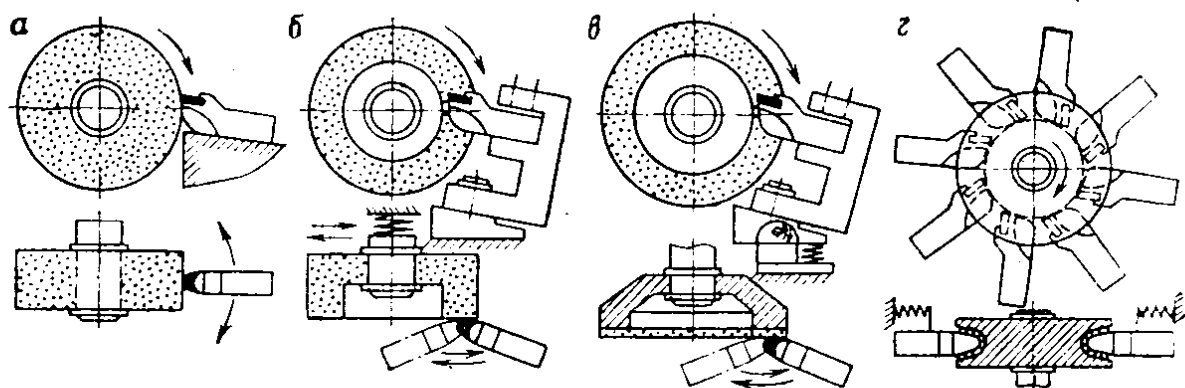


图 5 3H2-5.5 截齿后表面的修磨方式：

а—3М635 (KM3) 型机床；б—3678 型机床（ЛЮО-14АКМ，全苏重型煤机所）；

в—3678 型现代化的机床（超硬材料所）；з—用异形磨轮成组修磨的 3A3-2 型机床（超硬材料所）

行的〔4〕。

采用金刚石修磨的目的，不仅要提高工具的质量及其效能、提高修磨的生产率和降低修磨费用，而且要改善工人的劳动条件，提高设备的服务期限及其工作的可靠性。

用ЛИО-14АКМ 半自动装置对截煤机和采煤康拜因的 3Н2-5.5截齿进行金刚石修磨的效果给予初步评价是以“红光”厂的数据为依据的。用ЛИО-14АКМ半自动装置对3Н2-5.5进行修磨的经济指标如下：

修磨1000个截齿的时间定额 t ，小时	6.84
工人工资率 T ，卢布/小时	0.64
考虑附加工资的系数 $K_{доп}$	1.06
考虑社会保险基金附加额的系数 $K_{соц}$	1.077
磨轮的单价(ЧЦ250×100×150—К340—С1-К7) $\Pi_{и}$ ，卢布	5.0
每个磨轮到完全磨损可修磨的截齿数目 q	700

作为对金刚石修磨效果评价方法的基础曾进行计算确定修磨截齿的基本总费用。基本总费用包括：工资和研磨工具的费用

(在金刚石磨轮价格和工序生产率在一定范围内变化的情况下与工厂所采用的修磨方法和费用相比较)。

工资费用由下式确定：

$$C_3 = T k_{доп} k_{соц} t,$$

确定工具费用的公式是：

$$C_{и} = \frac{\Pi_{и}}{q}, \text{卢布/个}.$$

用来计算的磨轮 (АЧК 250×20×3×75—АСРМ125/100—МС6-100) 价格是55卢

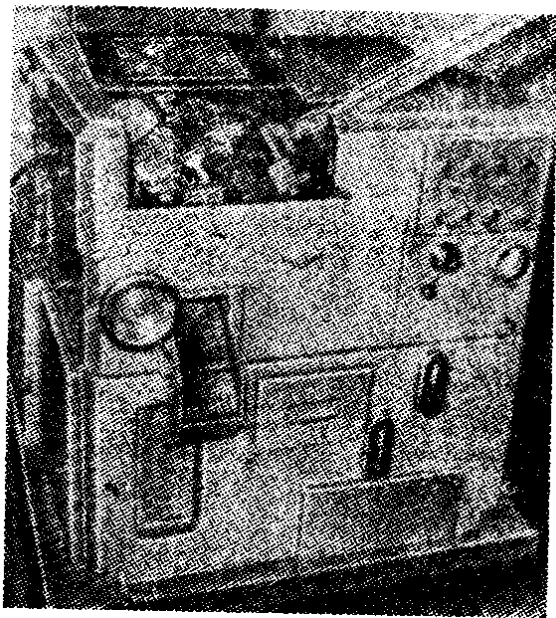


图 6 3678 (ЛИО-14АКМ) 型半自动磨床