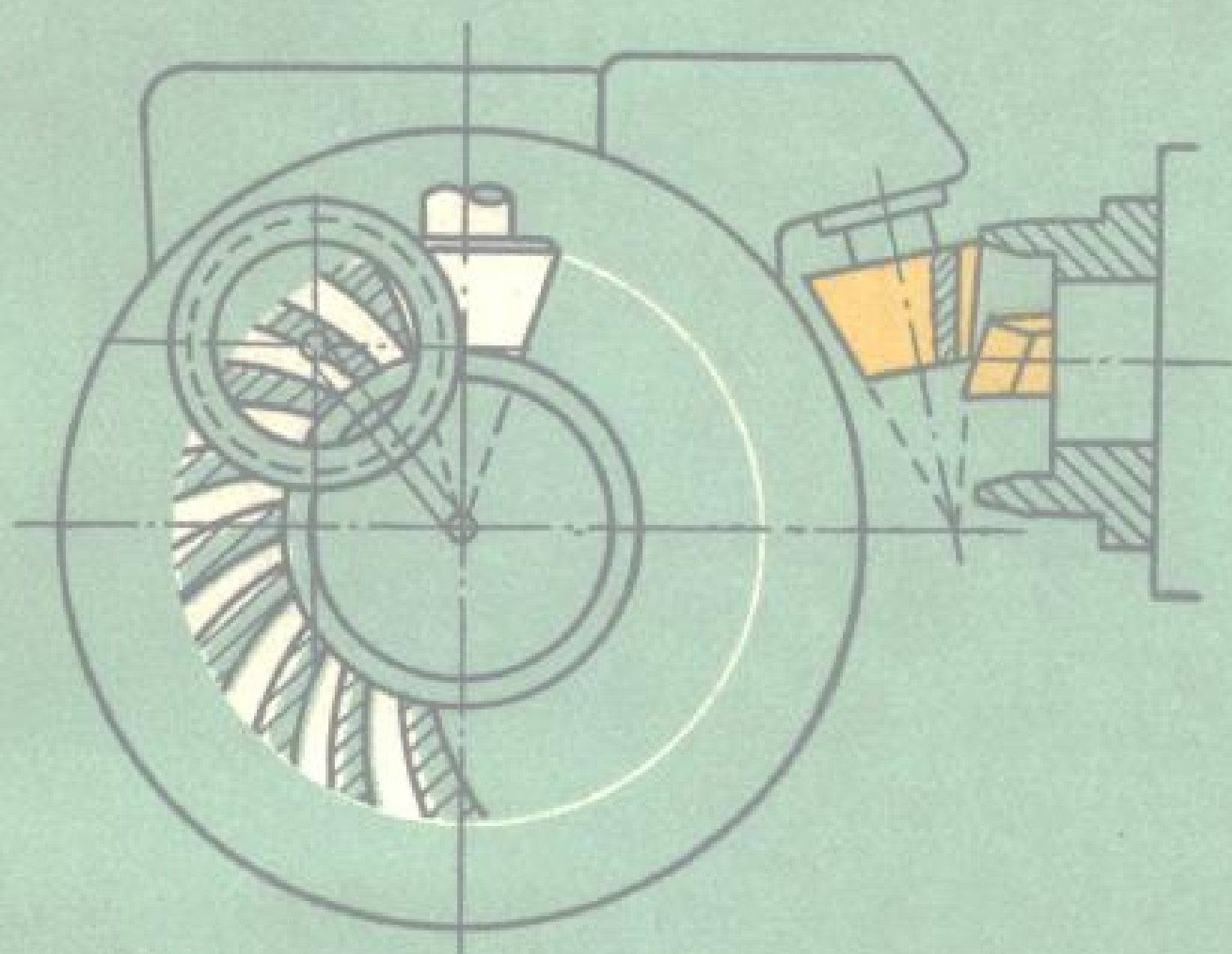




С. И. 維西洛夫斯基 著

几种小模数 齿轮刀具的制造

國防工業出版社

46

几种小模数 齿轮刀具的制造

С. И. 維西洛夫斯基著

关保德译

張之鳴、唐仲文校



國防工業出版社

1964

內 容 簡 介

本书叙述了切削內啮合圆柱齿輪、外啮合人字齿輪、螺旋伞齿輪等几种小模数齿輪刀具的制造方法。

叙述了在改装后的苏联机床上制造小模数带柄插齿刀的特殊方法。

叙述了制造螺旋伞齿輪用的整体刀盘，以及制造刀盘所用的特殊工具、夹具和檢驗仪器。

談到了加工人字齿輪用的梳齿刀的最新制造方法及制造时采用的高效率多位夹具。提供了梳齿刀多面磨削法的資料。

本书适用于从事齿輪切削工具工作的工程技术人员，科学研究工作者和工具制造者，同时对高等工业技术学校学生的課程設計也有所帮助。

ПРОИЗВОДСТВО ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ
ЗУБОРЕЗНОГО ИНСТРУМЕНТА
С. И. ВЕСЕЛОВСКИЙ
ОБОРОНГИЗ 1959

*

几种小模数齿輪刀具的制造

关保德譯

張之鳴、唐仲文校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

*

850×1168 $1/32$ 印張 5 $5/16$ 130千字

1964年1月第一版 1964年1月第一次印刷 印数：0,001—4,400册

統一书号：15034·691

定价：(10-4)0.95元

目 录

原序.....	3
第一章 小模数带柄插齿刀的制造	5
§ 1 概論.....	5
§ 2 制造工艺.....	20
§ 3 技术檢驗.....	101
第二章 切削螺旋伞齿輪用的小模数刀盘的制造	114
§ 1 概論.....	114
§ 2 制造工艺.....	121
第三章 切削人字齿輪用的梳齿刀的制造	136
§ 1 概論.....	136
§ 2 制造工艺.....	144
§ 3 梳齿刀的生产試驗.....	161
参考文献	162

78.246
804

几种小模数 齿轮刀具的制造

С. И. 維西洛夫斯基著

关保德译

張之鳴、唐仲文校



国防工业出版社

1964

內 容 簡 介

本书叙述了切削內啮合圆柱齿輪、外啮合人字齿輪、螺旋伞齿輪等几种小模数齿輪刀具的制造方法。

叙述了在改装后的苏联机床上制造小模数带柄插齿刀的特殊方法。

叙述了制造螺旋伞齿輪用的整体刀盘，以及制造刀盘所用的特殊工具、夹具和檢驗仪器。

談到了加工人字齿輪用的梳齿刀的最新制造方法及制造时采用的高效率多位夹具。提供了梳齿刀多面磨削法的資料。

本书适用于从事齿輪切削工具工作的工程技术人员，科学研究工作者和工具制造者，同时对高等工业技术学校学生的課程設計也有所帮助。

ПРОИЗВОДСТВО ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ
ЗУБОРЕЗНОГО ИНСТРУМЕНТА
С. И. ВЕСЕЛОВСКИЙ
ОБОРОНГИЗ 1959

*

几种小模数齿輪刀具的制造

关保德譯

張之鳴、唐仲文校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

*

850×1168 $1/32$ 印張 5 $5/16$ 130千字

1964年1月第一版 1964年1月第一次印刷 印数：0,001—4,400册

統一书号：15034·691

定价：(10-4)0.95元

原 序

在苏联国内外的許多著作里已經很詳細地論述了切削中模数和大模数圓柱齿輪的套装式插齿刀的制造，但缺乏論述制造切削內啮合齿輪的小模数带柄插齿刀的总结性資料，而这种齿輪在仪器制造，机械制造和航空发动机制造业中应用很广。

在本书里将介紹切削內啮合齿輪、螺旋伞齿輪和人字齿輪的工具的制造。

第一章叙述了制造小模数带柄插齿刀的先进方法，这些插齿刀的制造在許多工具車間，甚至專門的工具制造工厂也还未完全掌握。

除了叙述用圓盘单綫砂輪以范成法形成漸开綫齿面外，第一次介紹了苏联在 5832 型● 半自动机床上用蜗杆式砂輪制造齿輪的成功經驗。

同时，还指出了高效率的近似漸开綫齿形的成形磨削法，并用詳細的图解分析計算法确定代替漸开綫的圓弧，分析其偏差值的大小。

在叙述磨削漸开綫齿形方法的同时，还闡明了根据插齿刀模数、齿数和精度等級选择合理的磨削方法的問題。

第二章介紹了切削小模数螺旋伞齿輪的整体刀盘的合理制造方法，这在苏联文献中还是第一次談到。这些螺旋伞齿輪在机器制造业的各部門中，特别是在强力傳动和高速傳动方面应用很广。

第三章介紹了切削人字齿輪的梳齿刀的最新制造方法。采用人字齿輪对提高齿輪傳动的强度和减小外形尺寸很重要，并能提高机器的性能和減輕机器的重量。

此外，还叙述了多面磨削梳齿刀齿形的多位夹具。

● 本书所指 5832 型机床皆为苏联依高里也夫斯基共青团員工厂制造的。

目 录

原序.....	3
第一章 小模数带柄插齿刀的制造	5
§ 1 概論.....	5
§ 2 制造工艺.....	20
§ 3 技术檢驗.....	101
第二章 切削螺旋伞齿輪用的小模数刀盘的制造	114
§ 1 概論.....	114
§ 2 制造工艺.....	121
第三章 切削人字齿輪用的梳齿刀的制造	136
§ 1 概論.....	136
§ 2 制造工艺.....	144
§ 3 梳齿刀的生产試驗.....	161
参考文献	162

第一章 小模数带柄插齿刀的制造

§1 概 論

頂圓直径不大的小模数带柄插齿刀的制造特点

插齿刀 2 的齿数和頂圓直径 D_e (图1) 决定于被切削齿輪 1 的齿数。为防止被切削齿輪 1 的齿尖 b 被插齿刀 2 的齿尖 c 切掉, 两者的齿数必須有一定的保險差数, 这就要引起带柄插齿刀的齿数和頂圓直径 D_e 的减小, 而使其制造复杂化。

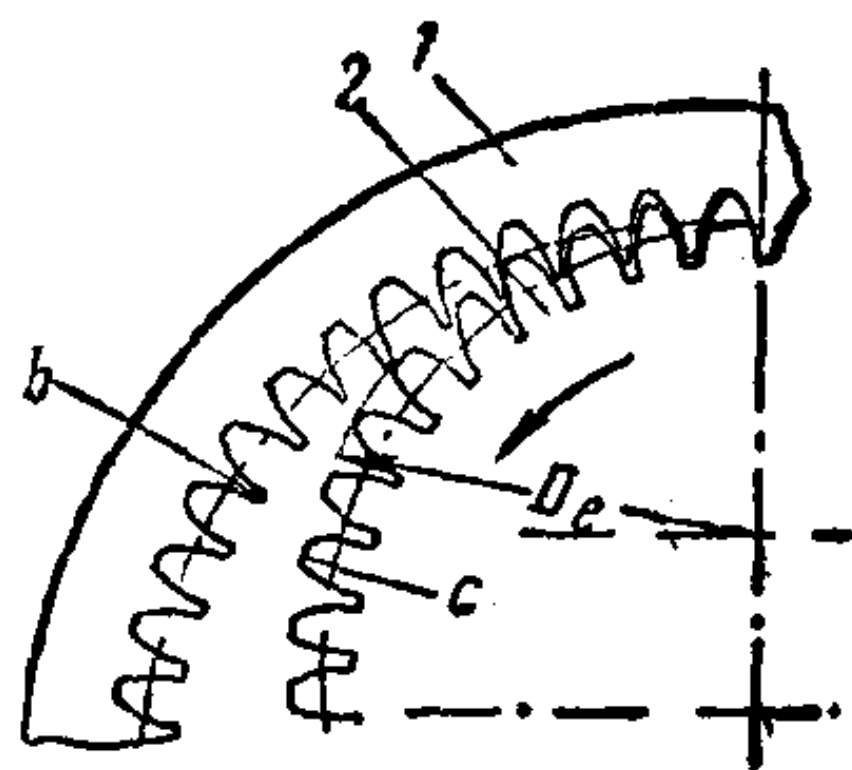


图1 內啮合齿輪的切削。

实际上, 可利用表 1 根据內啮合齿輪的齿数来确定插齿刀的齿数。

随着插齿刀的磨損; 同时由于啮合角的增大, 插齿刀和被切削齿輪之間的允許齿数差要减小。过度地减少插齿刀齿数, 除了使其制造条件复杂化以外, 还可能使切出的齿輪在啮合时发生楔住現象。因而齿数过少将在工艺上造成很大的困难, 这对于專門的工具制造工厂也是个难题。

在某些航空工厂里已制訂和采用了一些新工艺来制造各种类型和不同尺寸的小模数带柄插齿刀。

在制造这些插齿刀的工艺过程中, 最复杂和最重要的工序是磨削漸开綫齿形。

根据模数和齿数, 可用各种不同的方法磨削齿形, 每一种方法都有其应用范圍和工艺特点。磨削漸开綫齿形的方法有两种

表 1

插齿刀 的齿数	被切削齿輪之最少齿数			插齿刀 的齿数	被切削齿輪之最少齿数		
	带修正齿 的20° 合 角	全齿的 20° 合 角	全齿的 14.5° 合 角		带修正齿 的20° 合 角	全齿的 20° 合 角	全齿的 14.5° 合 角
10	22	24	32	30	50	54	66
12	26	29	38	32	52	56	70
14	29	32	43	36	57	61	77
16	32	36	46	40	62	66	82
18	34	39	49	44	66	71	87
20	37	41	51	48	71	76	92
22	39	44	54	52	75	81	96
24	42	47	57	56	80	86	100
26	45	49	60	60	84	90	104
28	47	52	63				

——范成法和成形磨削法。

用范成法磨削齿形，可根据工厂的技术条件、插齿刀的结构和制造批量的大小采用三种方式：

1) 在5892●精密磨齿机上用渐开线靠模、连杆和滑座等进行磨削；

2) 在经过改进的5832型磨齿机上用蜗杆式砂轮进行磨削（瓦西里丘克（Васильчук）工程师的方法）；

3) 没有专门设备时，可利用夹具进行磨削。

用范成法磨削顶圆直径不大（小于20毫米）的小模数带柄插齿刀（图2）时，会出现如图3所示的切入相邻齿面 α' 的现象。如减小砂轮的 γ 角，则将降低其机械强度，而且会使切削刃 α 和 β 剥落。如欲减薄切削刃时，则必须采用粒度较细硬度较高的砂轮，同时还必须注意不使其表面《腻塞》。

由于顶圆直径不大的插齿刀的锥柄部分直径大于插齿刀的顶圆直径，磨削时尾部 σ 就会被切，为此，应该减小砂轮的直径，

● 本书所指5892型机床皆为苏联莫斯科磨床厂（МЗШЦ）制造的。——译注

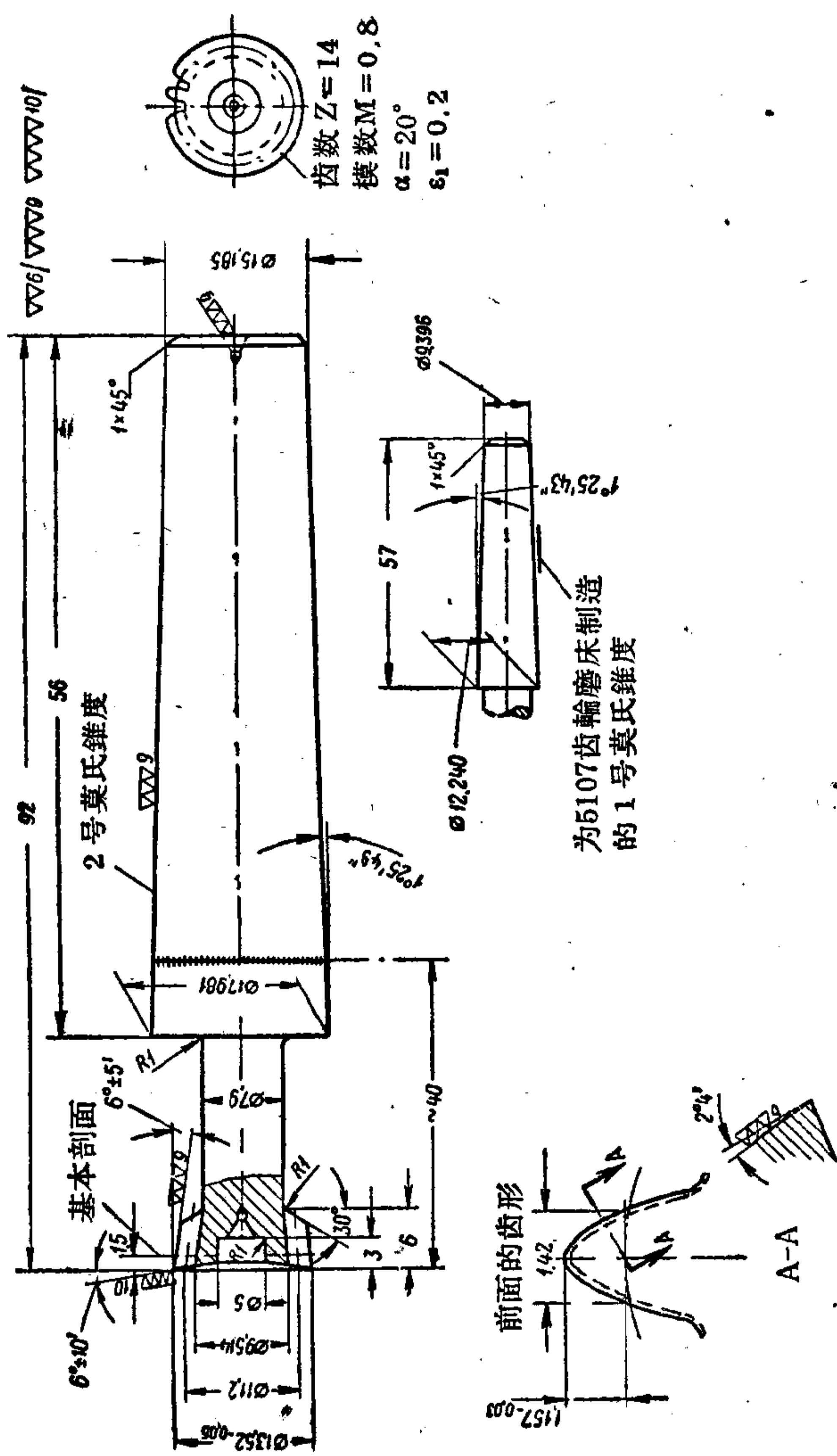


图 2 頂圓直徑不大的小模数带柄插齿刀。

但这会降低磨削渐开线齿形生产效率。此外，减小砂轮直径亦受到磨床本身的限制。在这种情况下经常采取增长颈部 l_1 和工艺辅助锥体的颈部 l_2 的方法（工艺辅助锥度 l_2 在磨削齿的另一面时使用），但增加被磨插齿刀毛坯的长度就将出现颤动和破碎现象，从而降低磨削精度，使表面光洁度变坏。

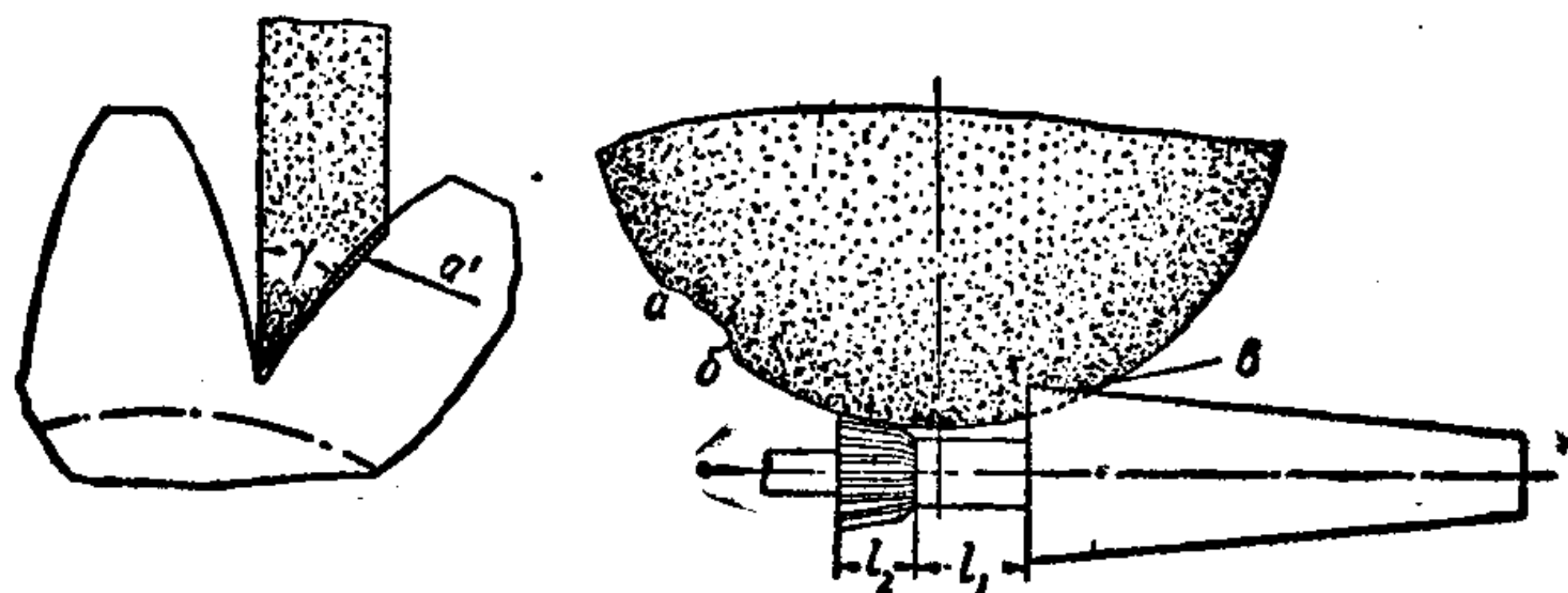


图3 在5892机床上用圆盘形砂轮磨削时切入相邻齿面和柄部的情况。

用蜗杆式砂轮磨削顶圆直径不大的小模数带柄插齿刀 a 时，会出现如图4所示的柄部被切入的现象。如采用轴线偏移的心轴，则对磨削情况会有所改善。但在磨削齿数小于20的插齿刀齿形时，机床个别部位将受到严重的磨损与损坏。

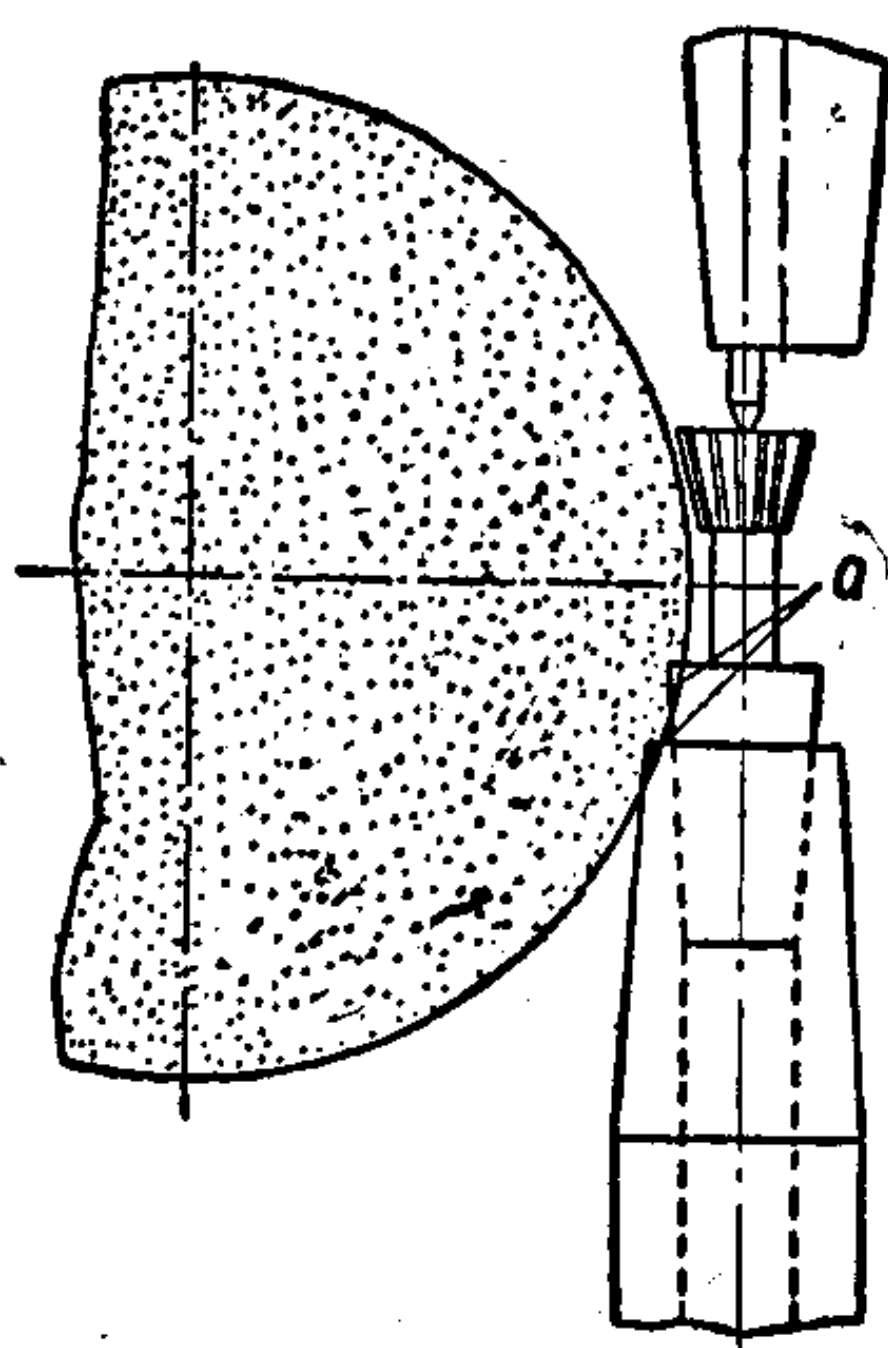


图4 用蜗杆式砂轮磨削时切入插齿刀柄部的情况。

在5892型精密机床上用范成法磨削渐开线齿形

在5892型精密磨齿机上用范成法磨削插齿刀的渐开线齿形能达到很高的精度，它是根据想象齿条和齿轮啮合的原理而工作的。

机床的工作原理见图5。

当母线6-6始终与固定的基圆3相切而没有滑动时，则在同一根母线6-6上的相应各点就形成渐开线1-1和2-2的曲线。

在5892型机床上磨削时，渐开线1-1就相当于插齿刀的齿

形，而漸开綫 2-2 就相当于靠模，靠模和被磨插齿刀固定在同一根軸上。

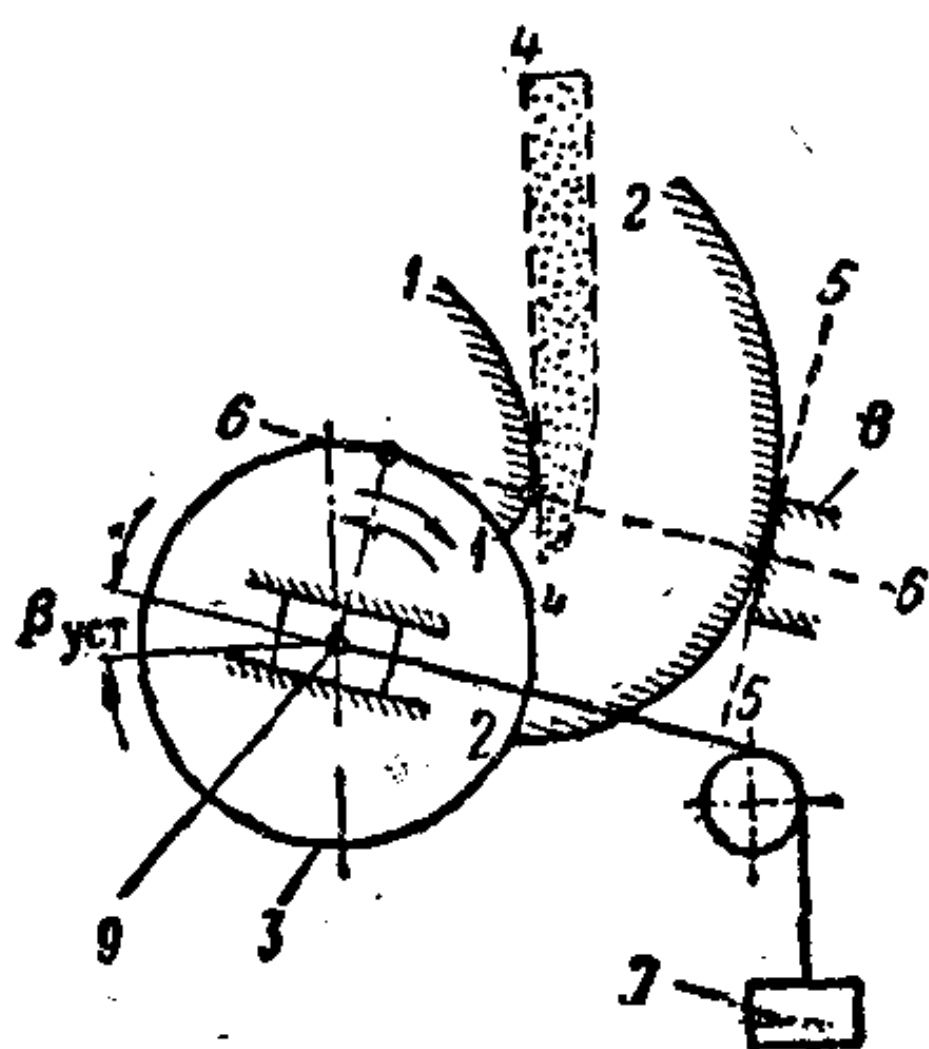


图 5 5892型机床的工作原理。

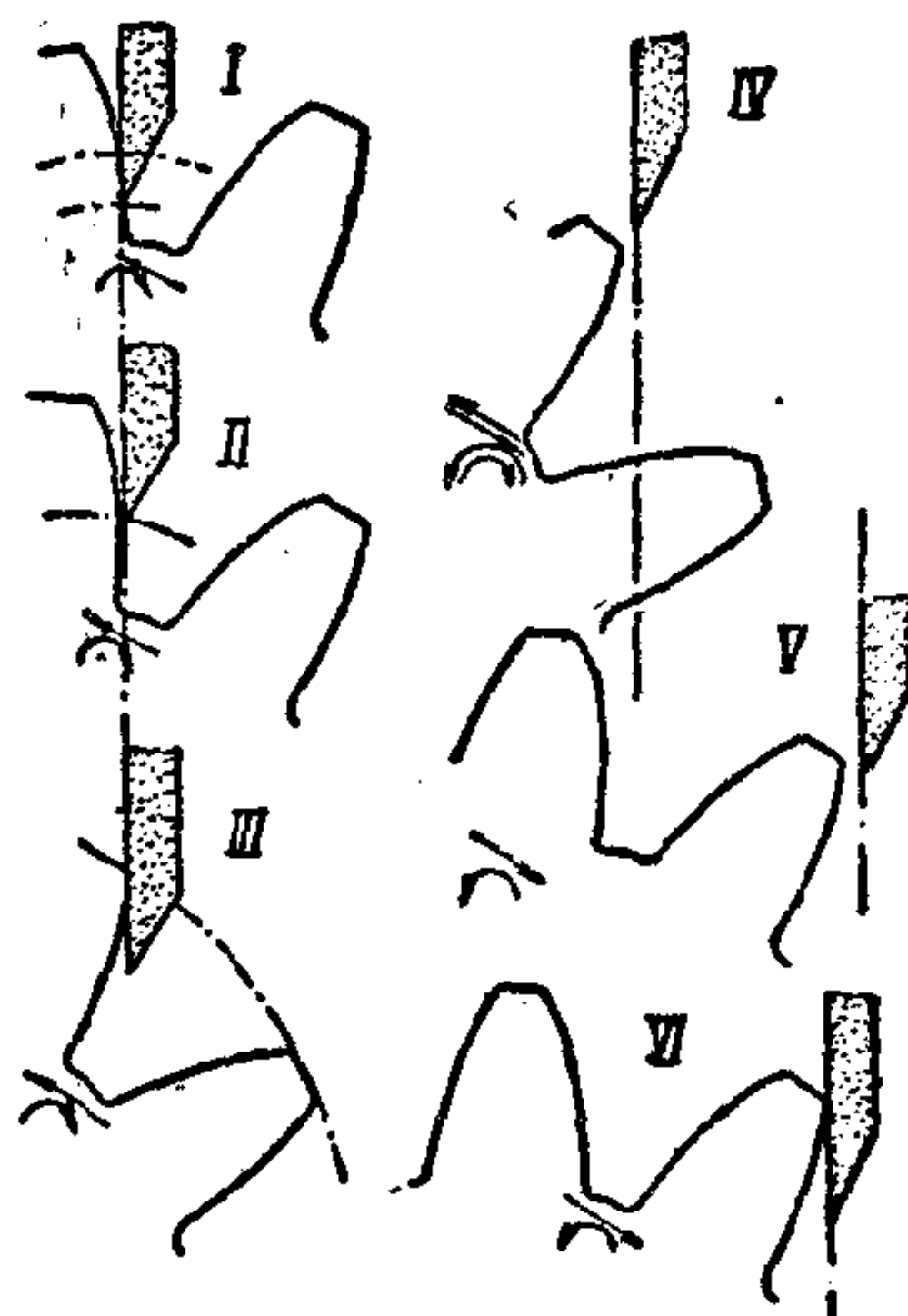


图 6 在5892型机床上用范成法磨削带柄插齿刀齿形的整个过程。

当机床主軸旋轉时，基圓 3 圍繞中心 9 作順时針轉动并始終与固定的母綫 6-6 相切而无滑动；与基圓 3 相連的漸开綫 1-1 和 2-2 則沿切綫 4-4 与 5-5 滑动，切綫 4-4 与 5-5 始終和母綫 6-6 保持一定的方向。

砂輪起着插齿刀漸开綫齿形 1-1 的切綫 4-4 的作用。靠模的漸开綫表面 2-2 借重荷 7 的作用靠在支承 8 上；当主軸旋轉时，漸开綫表面 2-2 沿着支承的切綫 5-5 移动，这就使机床工作头的滑座沿着導軌移动，導軌与母綫一起对水平綫轉动 β_{ycr} 角。

插齿刀漸开綫齿形和砂輪的接触点就是該齿和想象齿条的嚙合点，因此砂輪就相当于齿的一个表面。

由于轉动了滑座導軌，在磨削漸开綫齿面 1-1 的过程中其接触点将略向砂輪中心移动，因而砂輪的工作部分是一个环形表面。

当角度 β_{ycr} 在一定范围以內时（正如下面所指出的），因为砂輪环形表面的磨損比較均匀，故可改善插齿刀齿形磨削的条件。

在 5892 型机床上用范成法磨削带柄插齿刀齿形的整个过程

如图 6 所示，图中的箭头表示进给方向和旋转方向。

I 表示磨削点在基圆上的情况。

II 表示砂輪和被磨插齿刀齿面的啮合点在分度圆上的情况。

III 表示磨削结束；砂輪和齿面在顶圆处接触。

IV 是空行程——砂輪和渐开线齿面不接触。这时进行自动分度，被磨插齿刀转动一个齿。

V 表示新的被磨齿处于工作状态。在插齿刀向右向下作相反的运动时就开始磨削过程。

VI 表示砂輪和新的渐开线齿形在顶圆部分开始接触。这时渐开线和齿距的偏差不超过 0.003~0.005 毫米。

在 5892 型机床上磨齿形的缺点是生产率比较低（4~5 小时一件），并且必须制造工艺辅助锥柄才能磨带柄插齿刀的第二面。

在 5832 型机床上用蜗杆式砂輪磨削渐开线齿形

在 5832 型机床上用蜗杆式砂輪磨带柄插齿刀齿形的方法，生产率最高，但精度较低。

在 5832 型机床上蜗杆式砂輪和插齿刀的运动代替了一般滚齿机上滚刀和被加工零件的运动。

机床的工作原理见图 7。砂輪 1 的型面是由挤輪 2 滚压（制型）而成。

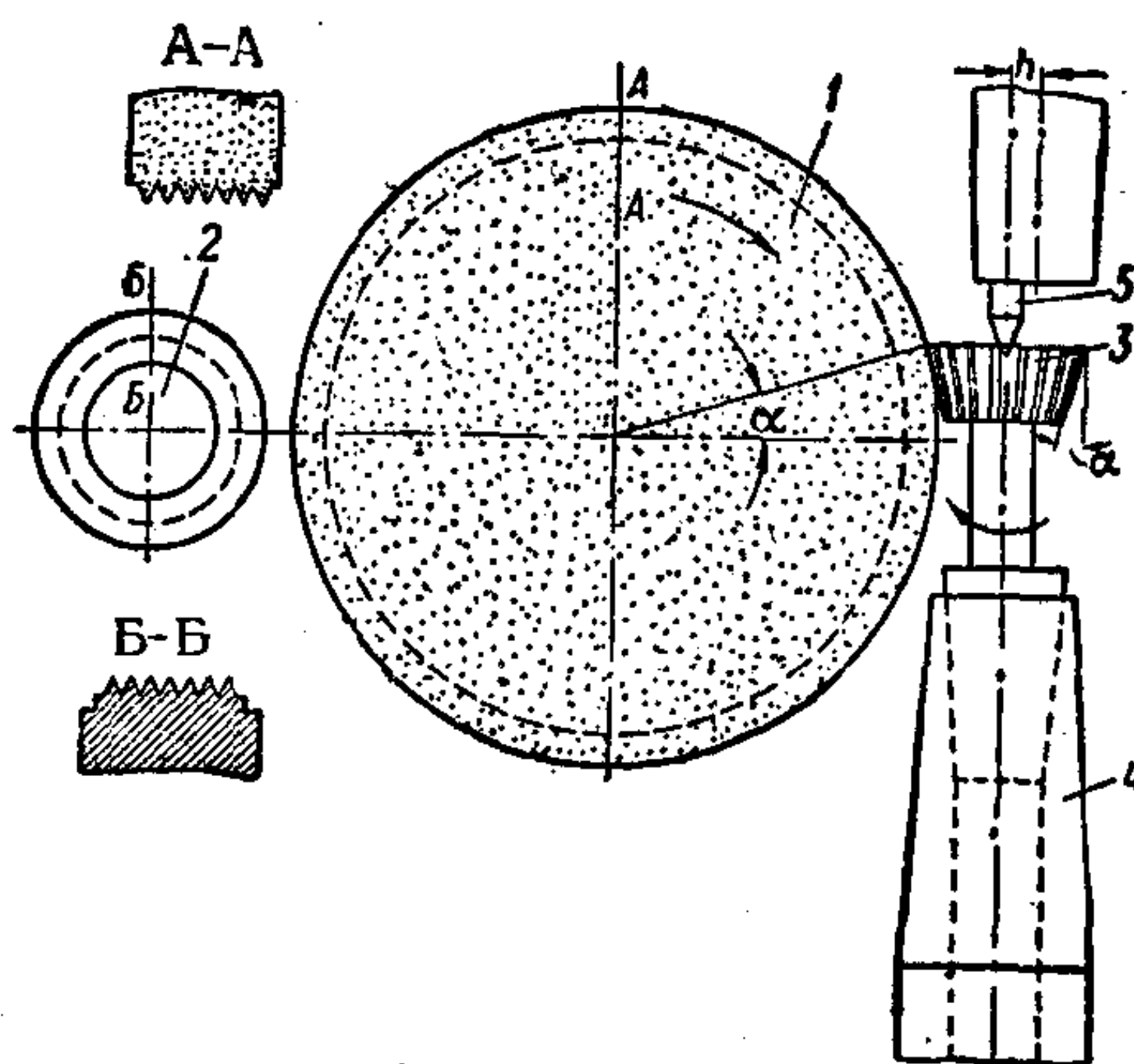


图 7 5832 型机床的工作原理。

被磨插齿刀安装在支座的顶尖上。为了防止插齿刀柄部和顶尖支架被砂輪切入，将插齿刀装在心轴 4 的锥孔里，用顶尖 5 顶紧。顶尖 5 的轴线对顶尖支架的轴线偏移一个距离 h 。

用蜗杆式砂輪形成漸开綫齿形的方法是一种比較完善和先进的方法。机床的分度机构使蜗杆式砂輪和被磨带柄插齿刀协同旋轉。蜗杆式砂輪旋轉一周，被磨插齿刀轉动一个齿。

为了获得插齿刀的后角和側后角，插齿刀对于蜗杆式砂輪水平軸綫安装成 α 角，当蜗杆式砂輪的直径为450毫米时，这个角等于插齿刀的后角。当后角等于 6° 时，被磨插齿刀移离水平軸綫的距离为47.8毫米。

5832型半自动机床的生产率比5892型精密磨齿机高8~10倍。

必須說明，磨削模数小于0.5的带柄插齿牙齿形时，要求用500粒度的砂輪，这种砂輪在磨料工厂也还没有完全掌握。

由于蜗杆式砂輪和被磨插齿刀轉数之間有精确的关系，不能磨削齿数少于20的带柄插齿刀。因此，机床的运动系統就可以簡化。挤輪2（見图7）只有旋轉运动沒有纵向移动。在砂輪上滚挤出环形槽綫，因而蜗杆式砂輪就变为盘形磨

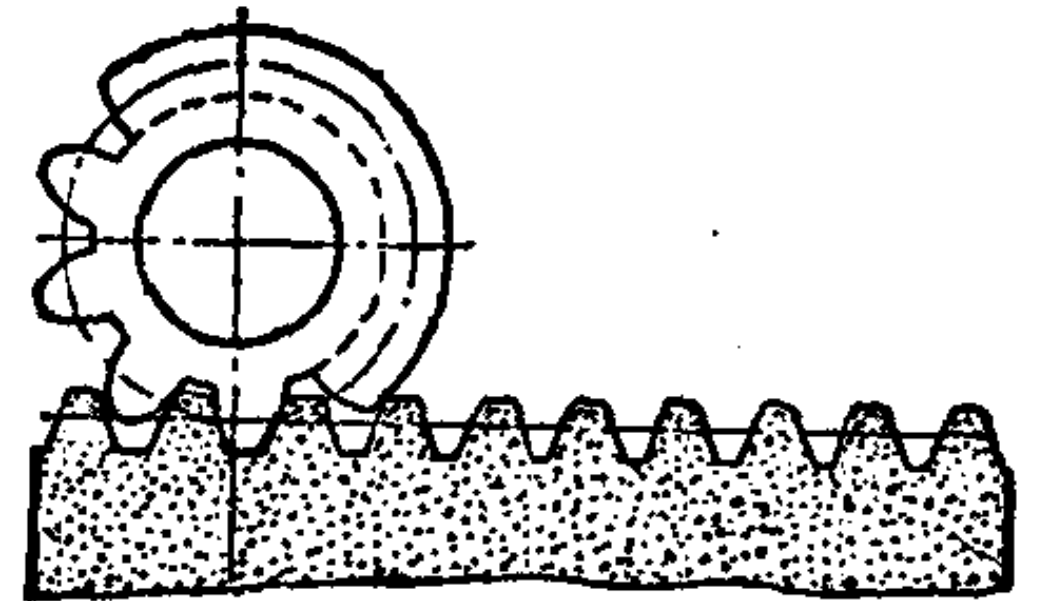


图8 插齿刀沿磨料齿条滚动的情况。

料梳齿刀。在这种情况下，砂輪的直径减小。被磨插齿刀可用任意速度旋轉。插齿刀沿着磨料齿条滚动的情况如图8所示。

依高里也夫斯基《共青团員》机床制造厂的职工И. В. 普列茨盖尔(Прицкер)創造了行星式工作头(磨头)，它不再需要砂輪和被加工零件之間的轉数保持严格的关系。并可在保証多綫磨削的情况下，簡化砂輪的制造过程。

行星式磨头由直径为300~350毫米的鼓輪构成，其中装有12个主軸筒。每个軸筒的右面都装有直径为60~70毫米的单独砂輪，而鼓輪左端的每个軸筒上都装有皮带輪。

由电动机通过普通皮带使这些軸得到旋轉运动。每个砂輪的旋轉速度为30~35米/秒。

在每个砂輪上都挤压出环形槽綫。第一个砂輪的环形槽綫和最后一个（即第 12 个）砂輪的环形槽綫偏移一个齿距。每两个相邻砂輪槽綫之間偏移 $1/12$ 个齿距。

行星式磨头可以安装在任何一种机床上。故而使用比較方便。在該厂这种磨削头是装在滚齿机上的。

没有专门設備时，采用特殊夹具，以范成法

磨削漸开綫齿形

磨削漸开綫齿形有两种夹具，一种是用漸开綫靠模，另一种是用鼓輪和鋼帶。

用漸开綫靠模的夹具能得到比較精确的漸开綫齿形。該夹具的作用原理如图 9 所示。“A”表示砂輪平面和被磨插齿刀齿面之間的啮合角等于 0。这时漸开綫靠模 3 的基圓直徑等于被磨插齿刀 2 的基圓直徑。支承 4 的支承面处于垂直状态。

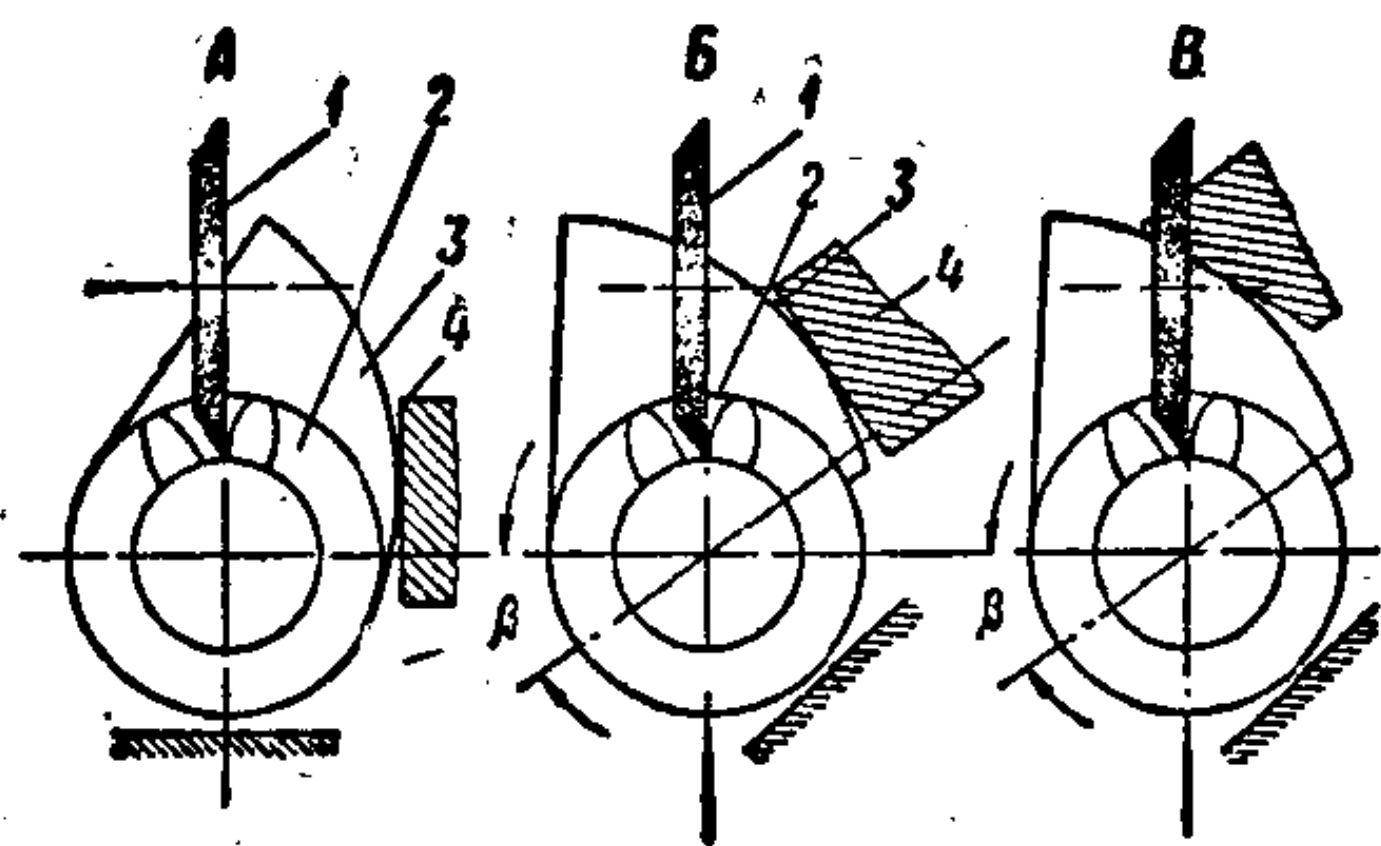


图 9 С. И. 希別金 (Шипетин)
設計的夹具的作用原理。

“B”表示砂輪 1 的平面和被磨插齿刀 2 的齿面之間的角度等于啮合角，夹具亦按此角度安装。

“B”表示用斜面支承夹具磨漸开綫齿形的原理。这种夹具和用鼓輪鋼帶作用的夹具比較起来具有較高的精度。用鼓輪鋼帶作用的夹

具如图 10 所示。

在鼓輪 1 的同一根軸上安装着被磨插齿刀 2。軸装在軸承里，而軸承安装在工作台的拖板上，工作台沿箭头所示的方向运动。柔性薄鋼帶 4 和 5 固定在鼓輪上，并繞在鼓上。鋼帶的另一端固定在夹具的支架 6 和 7 上。

当拖板按箭头所示的方向纵向移动时，被磨插齿刀 2 就得到

旋轉運動。

在磨削大模數和中等模數插齒刀的漸開綫時，鼓輪 1 的直徑等於被磨插齒刀的基圓直徑。

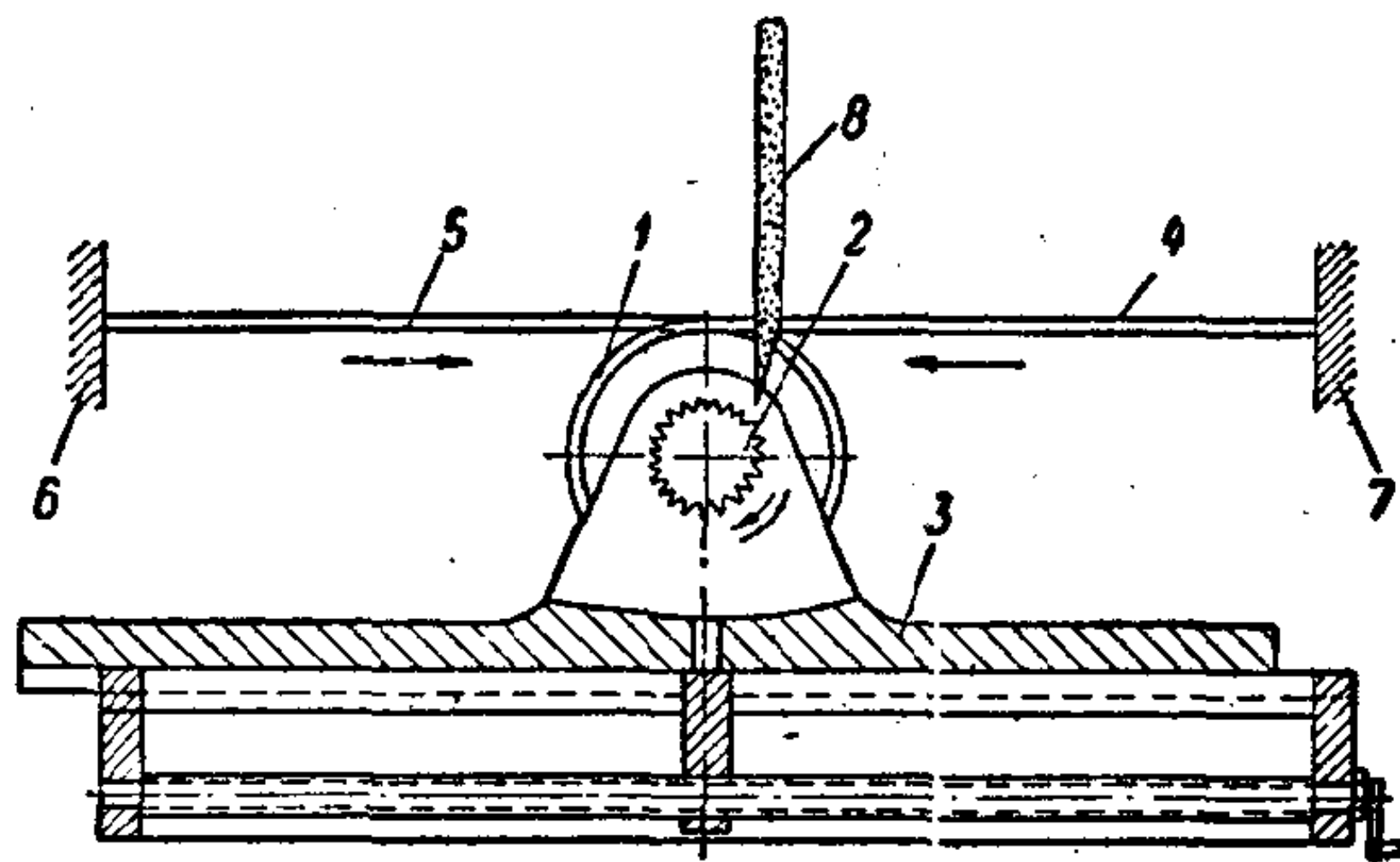


图10 利用鼓輪和鋼帶作用的夾具的工作原理。

磨削小模數帶柄插齒刀時鼓輪的直徑大於被磨插齒刀的基圓直徑。此時，夾具應有修正裝置，它的作用原理上面已經講過了。當砂輪 8 垂直安裝時，就可磨出插齒刀的漸開綫齒面。

用成型法磨削以圓弧代替漸開綫的齒形

用成型法磨削近似漸開綫的原理如圖 11 所示。在萬能工具磨床和平面磨床的工作台上裝上分度機構 1 和修正砂輪 2 用的角鐵 3。分度機構 1 的安裝角度等於插齒刀後角(6°)。被磨插齒刀 4 裝在夾具主軸的錐孔里。

角鐵 3 和分度機構 1 之間的距離必須保證砂輪 2 能自由移動。在修正時，將砂輪 2 移向角鐵 3，並使其垂直軸綫恰好通過金剛鑽所在的平面。

用這種磨削方法時，分度機構的軸綫 I—I，砂輪面的對稱軸綫 II—II 和角鐵的中心綫 III—III 必須處於同一平面內，該平面垂直於機床主軸的軸綫。機床的工作台和砂輪不允許有橫向移動。

機床工作台縱向移動時，砂輪就移向插齒刀。切削進給則依靠砂輪或工件的垂直移動。用成型法磨出的齒形曲綫（圓弧）其