

土壤耕作机具工作零件 寿命的提高

技术科学博士 M·M·赫魯曉夫教授 主編

中国工业出版社

土壤耕作机具工作零件 寿命的提高

技术科学博士 M·M·赫魯曉夫教授 主編

黎 璞 譯

本論文集敘述了土壤性质、化学成分对零件磨损的影响和制造这些零件所用材料的金相組織与硬度問題。同时还敘述了零件的修理方法,改进結構提高寿命的方法,以及在試驗室和生产条件下零件的試驗問題。

本論文集可作为农业机械制造方面的工程技术人员和农业机械化工作者的参考书。

М.М.Хрущов
ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ
РАБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН
МАШГИЗ 1960

* * *

土壤耕作机具工作零件

寿命的提高

黎 璞 譯

*

中国农业机械化科学研究院編輯(北京德外北沙滩)

中国工业出版社出版(北京修麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{2}$ ·印張 $6 \frac{9}{15}$ ·字数168,000

1963年12月北京第一版·1963年12月北京第一次印刷

印数0001—1,230·定价(10-6)1.05元

*

統一书号: 15165·2594(农机-49)

目 次

緒 言	1
提高犁铧耐磨性能途徑的探討	
И.П.拉賓諾維奇	4
犁铧的工作质量，結構，修理与磨損問題	
Ф.И.卡夫尼洛夫	13
改变犁铧的結構形狀延長犁铧使用寿命	
Г.Н.西鈕克夫	30
加强犁铧和犁铧新結構的鑑定	
А.И.拉賓諾維奇	34
組合犁铧与鋤鏟	
И.А.尼洛夫斯基	54
齿形犁铧工作的研究	
В.И.維諾格拉道夫	61
机引犁铧的比較田間試驗法	
А.И.拉賓諾維奇	80
用試驗方法測定作用在犁铧刀口上的力	
В.И.維諾格拉道夫 Г.А.舒什凱維奇	91
对犁铧磨損条件的一些研究	
И.С.烏亞烏斯卡斯	99
犁铧磨損与土壤成分的关系	
Е.Н.庫魯什金	117
波列西耶土壤的磨損特性	
И.С.格卡魯	125
关于土壤的磨損性能	
С.П.瓦西里 Л.С.依魯莫洛夫	131

旋轉耕耘机刀齿的磨損

В.И.沙里尼科夫.....144

在土壤介质中鋤刀的磨損

А.Н.洛金巴烏莫.....161

用等温处理法提高鋼的耐磨性能

Н.М.謝陆平克 М.М.康托魯.....172

在壳型中鑄成的高强度鑄鉄犁鋤

Н.В.德列瓦里.....179

X12Φ1鋼的某些物理-机械和工艺性能

А.А.馬烏拉赫.....183

工作表面光洁度不同的犁鋤和犁鏡的对比試驗

А.Н.烏斯基諾夫.....187

用氧-煤油火焰加热的犁鋤表面淬火

А.М.格里克士捷恩.....190

拖拉机犁鋤的修理

С.И.比斯諾瓦德.....196

緒 言

本論文集介紹了苏联在提高土壤耕作机具工作零件寿命方面所进行的工作。这些論文是发展了过去出版的論文集（国立机械制造科技书籍出版社1956）中的工作。机械研究所会同产业部門和农业部，制訂了进一步发展研究工作和設計工作的协作計劃，其中規定了下述的提高犁铧和耕作机具其它易磨損零件寿命的基本方向：

1. 制訂适用于苏联不同土壤-气候地区的合理的犁铧分类（按技术特性分）。

2. 加速研究土壤切削的物理学原理。繼續研究与土壤类型，机械組成和其它因素有关的土壤磨損性能的測定方法。

3. 繼續研究犁铧的磨損几何参数，外形結構对能量大小和对在各种土壤-气候条件下耕作质量的影响，其目的是：a) 選擇出最好的外形結構，在良好的耕作质量条件下，保証它的使用費用最小；b) 根据耕地的质量和所消耗的能量以及犁铧使用的可靠性，确定报廢（送去修理）和全报廢标准。

4. 研究适合于不同土壤-气候条件和农业技术要求的各种耕作类型的耕作质量允許偏差范围：平均耕深，耕深的不均匀度，不平整性，土壤的疏松程度等。

5. 改善犁铧的田間試驗和試驗室試驗方法，特别是：

a) 改善測量犁铧磨損和耕作机具其它零件磨損的方法（微量磨損的檢驗方法，刃口印痕法等）；

b) 使在試驗室中研究刃和鋼試块磨損的条件接近犁铧的田間耕作条件；

c) 改进在田間条件下研究犁铧負荷的方法；

d) 提高装有各种犁铧的犁的比較动力測量方法的精确度，为了完成这项工作需要改进測量仪器；

d) 改进测量耕作质量的仪器和方法；

e) 研究犁铧的经济对比的试验方法。

6. 研究提高其它土壤耕作机具工作零件寿命的可靠性和磨损原因：旋转犁刀，中耕锄头，粗耕机圆盘，钉齿耙等。

7. 继续寻找制造犁铧用的耐磨钢材；验证铬锰钛奥氏体钢的使用可能性。

8. 由于用X12Φ1钢制成的可换刀口组合犁铧，在实验室和田间试验中，得到了良好的结果，因此必须在最短的时间内，生产出大批的这种犁铧，以便对它们进行广泛的经济验证，确定技术经济指标和解决大量生产问题。

9. 由于证明了在湿砂质土壤中采用宽淬火带犁铧是适合的，因为这种犁铧在耕作中不会被砂石碰坏，所以必需尽快的掌握宽淬火带犁铧的热处理工艺过程，另一方面是在犁铧工业中，把这种犁铧的生产固定下来。

10. 对齿形犁铧进行全面的试验，以便确定适合采用这种犁铧的地区。

11. 设计铸铁犁铧，特别是刀口冷铸的高强度铸铁犁铧，这种犁铧在中粘土壤条件下耕作是具有足够的强度。进行这项工作的方向之一是用两种不同成分的铸铁来铸造犁铧，也可设计组合犁铧。

12. 验证在宽的温度范围内进行犁铧等温淬火的可能性。

13. 详细研究在犁铧耕作条件下，当铁合金的化学成分与基体组织不同时，碳化物的形状，大小，数量和分布情况对磨料耐磨性能的影响。

14. 加速研究设计组合旋转犁铧，可换尖与活动齿尖组合犁铧的结构，以及设计能快速装卸的结构。

15. 由于证明了用硬质合金修理犁铧使其强化是合理的，因此，就必须扩大这种合金的生产，在州，边区和加盟共和国中，组织有科学研究工作者和学院的教学工作者参加的讨论会，研究修理方法和训练拖拉机修理站的焊工掌握用硬质合金堆焊犁铧的

方法。

16. 研究凿形犁铧与梯形犁铧的合理修复方法, 并对需要这种犁铧者, 組織集中供应。

17. 繼續研究在修理犁铧时, 用氧-煤油火焰加热淬火强化犁铧的方法, 并在田間試驗条件下, 对这种犁铧进行鉴定, 以及驗証这种强化方法的技术經濟基础。

18. 在机器試驗站中, 驗証犁鏡表面的光洁度对磨損的影响。

19. 在农业大学里, 結合农业生产的需要, 更广泛的开展科学研究工作。

M. 赫魯曉夫教授

提高犁铧耐磨性能途径的探讨

技术科学副博士 И.И.拉宾诺维奇

农业和农机制造业中最迫切的问题之一，就是提高土壤耕作机具工作零件的耐磨性能，尤其是犁铧的耐磨性能。此问题所以迫切，这不仅是由于在犁铧的生产中和农机的其它工作零件的生产中减少金属消耗的可能性决定的，同时也是由于使用的需要所决定的。犁铧，中耕锄铧和其它工作零件磨钝后，会使其所完成的工作质量变坏，并引起牵引阻力增加和燃料消耗加大等。

为了恢复犁铧的切削性能必需定期的用磨削刃口或延伸刃口的方法进行修理，采用的方法与修理费用的多少有关。此外，由于延伸后一般不淬火，所以延伸刃口后硬度下降。

提高犁铧的使用寿命，有可能使到第一次修理前的使用期限延长，甚至还可以延长修理间距，而增长使用寿命。犁铧的使用寿命与以下的基本参数有关：土壤-气候条件，材料的耐磨性能，犁铧的形状与修理质量。

土壤-气候条件的影响

土壤-气候条件是决定犁铧使用寿命的基本参数。不仅是磨损强度，此强度可用重量损失法测量，就是刀的磨损特征也与这些条件有关。同时，由于刀的磨损特征可影响犁铧到修理前耕作时间的长短，正如上面所说的刀的磨损特征可剧烈地降低材料的耐磨性能，因此刀的磨损特征对犁铧寿命的影响，比磨损强度对犁铧寿命的影响大的多。

在不同的土壤中铧刀磨损的结果，可得到如图1所示的两种形状刀的一种。在很湿的砂土和相对比阻很小的情况下得到（图1、a）的刀形状。当前面刃磨损的慢，而背面刃磨损的很快时，形成了与沟底平行的背棱，便得到此种形状的刀。这种磨损的结

果，使鋤刀在整个使用寿命中始終保持着鋒利，不必进行修理。当鋤刀在粘土中耕作时，由于背面刃磨損很慢，而前面刃磨損很快，便得到(图 1、б)刀的形狀。由于这个結果，經過一段時間后，出現了鈍刀和負后角，犁鋤便不能耕作，需要进行修理。

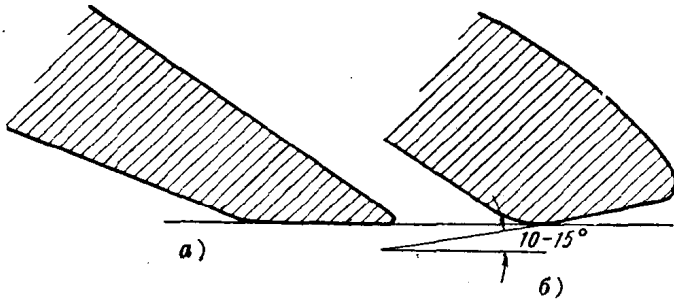


图 1 犁鋤刀的形狀

a—在砂土中形成的；б—在粘土中形成的。

在湿砂土中犁鋤磨損的特点是，先在鋤尖区（沒有淬火的地方）出現沟槽，然后再穿孔，由于这种磨損的結果，虽然犁鋤的外形尺寸改变很少，但已不能再使用。

土壤的磨損性能随着湿度变化而改变。在砂土中，犁鋤的磨損特征随着湿度的减小和砂土坚实的增大而改变：刃变鈍，不修理便不能再耕作。关于土壤的化学成分对磨損的影响，直到現在还无这方面的資料。然而土壤的物理机械性质和化学成分的影响却非常大，从上述結果中也可看出，犁鋤的磨損随着土壤湿度增大而减小，延长了犁鋤到修理前的耕作時間。

采用相同的犁鋤材料，實驗室得到的試驗結果与田間試驗的結果相同，得出以下的結論：

1. 用簡單的途徑即在現有的鋼种中，選擇容易生产的，便宜和供应充足的鋼号做犁鋤材料，这实际上是不能提高犁鋤的使用寿命。

2. 只有采用碳化合金或萊氏体型材料时，才有可能得到高耐磨性能的犁鋤，但这种材料目前尚缺乏，比較貴，也不易生产。

在国外沒有新型的犁鋤鋼，現有的材料証實了提高犁鋤的使

使用寿命实际上是可能的。以前在美国采用过三层鋼板，硬的外层含碳量为 0.8~0.95%，也用过同样含碳量的单层鋼板制造犁铧。在欧洲許多国家中，除了用中碳鋼外，还采用硅鋼和硅錳鋼（0.4~0.5% 碳；到 1.5% 的硅和到 1.5% 的錳）来制造犁铧。

在各地區中广泛的应用了灰鉄刀口冷鑄犁铧和球墨鑄鉄犁铧。在英国大量生产灰鉄背面刀冷鑄的犁铧。

根据現有报导，这种犁铧有良好的自动磨刃性能，然而没有得到自动磨刃的鋼犁铧。

过去全苏农业机械制造科学研究所(ВИСХОМ)对 45X, 35Г2, 55С2 鋼犁铧和几种提高了含硅量与含錳量的非标准牌号的鋼材进行了試驗。試驗結果没有得到用这些鋼制造犁铧的推荐依据。对 白口鉄犁铧和冷鑄鉄犁铧进行的試驗指出，它們有良好的耐磨性能，但是强度不够。

应当指出，犁体的結構不适合用在鑄鉄这样脆性材料的犁铧上。

犁铧的形状

犁铧的形状对其耐磨性能和耕作性能的影响研究还比較少。苏联現在生产一种类型的凿形犁铧。专供有杂草石块土壤地区使用的带側板的加强犁铧，实际上沒有組織生产。在这些地区依旧使用一般犁铧，而頗大一部分犁铧都是由于折断而損坏。

按犁铧本身寿命的长短，凿形犁铧比梯形犁铧有許多优点，强度好，热处理能得到很高硬度，由于在凿尖处有金属儲备量，所以它們能在較长時間內，保持自己的形状。

最近在国外的資料中有这样的报导，即凿形犁铧的优点很多，但不能弥补其高的成本。由于这个原因推荐采用去掉铧尖的梯形犁铧(图 2)。近年来精确地测定了刃厚度对犁铧工作性能的影响。早在 1947~1949 年全苏农业机械制造科学研究所研究犁铧耐磨性能的工作人員(Г.И. 格魯斯柯夫和 И.А. 尼洛夫斯基)就肯定了，当刃的厚度小时，犁铧到第一次修理前的耕作時間比較

长。以后 Н.Н. 庫布拉克也
得出了同样的結論。在完成
同样的耕作量之后，薄刃犁
铧的「后頂」(затылка) 高
度与背棱的宽度都比厚刃犁
铧的小，所以只有在完成更
多的耕作量后，薄刃犁铧的
「后頂」高度与背棱宽度才会
变大。有些观察了美国犁耕

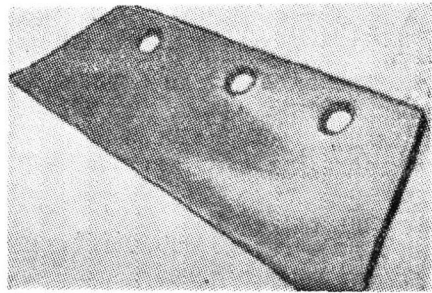


图2 去掉铧尖的美国梯形犁铧

作的农业工作者們，得到了这样的印象，即装在此犁上的犁铧能
自动磨刃。这种錯誤的印象，是因为他們沒有弄清犁铧到修理前
能长时间耕作的原因。这个原因就包含在犁铧本身的形状中。美
国犁铧是用厚度为 7 毫米的三层鋼板制成的。經過延伸得到刃口

部分(图3、a)。在铧尖处堆焊了硬质
合金輔助层。某些公司制的犁側板，
其底边也有淬火层。犁铧全部淬火到
硬度 $H_B = 600$ 左右。

这样就防止了犁铧在耕作中剧烈
地磨損，而且在全部耕作过程中，良
好地保持了自己的形状。由于刃的厚
度小，所以不用修理就能較长时间耕
作。犁铧加寬后 (160 毫米)，能抵消
由于其厚度薄而引起的严重磨損。

在苏联是用軋压鋼坯 (也叫周期
軋制) 法制造凿形犁铧；刃不經過延
伸，其厚度相当于軋制厚度(图3、b)。
更薄的軋制断面犁铧的采用，需要合
理化和分开区域供应，以便避免犁铧
在繁重的工作条件下，有可能产生折
断。

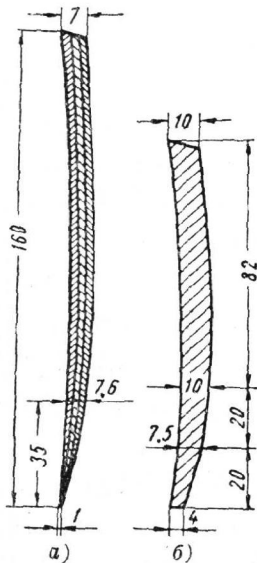


图3 犁铧断面

a—美国三层鋼犁铧；b—凿形犁
铧毛坯。

提高犁铧耐磨性能的重要問題之一，是研究犁铧的形状对其耕作性能的影响和設計最适合的犁铧形状。

关于犁铧的自磨刀

在寻找提高犁铧寿命的过程中，必須考虑到犁铧本身产生自磨刀現象。当然，这种犁铧是最理想的。

当前面刃与背面刃的材料，在耐磨性能方面有很大差别时，則有可能調整犁刀的磨損强度与磨損特征，在此基础上形成自磨刀犁铧。

可用单面冷鑄，单面淬火，渗铬，在前面刃或背面刃上堆焊硬质合金等方法得到不同的耐磨性能。国外(法国，美国)用司太立特硬质合金堆焊，經過堆焊的犁铧可以自磨刀，在技术刊物和广告中都有这样的报导，总之，到全报废为止，这种犁铧需要的修理量很小。

早在1931~1932年全苏农业机械制造科学研究所就开始了用堆焊硬质合金(斯大里尼特耐磨合金，苏尔瑪合金等)的方法提高犁铧耐磨性能的工作；以后他們又数次地恢复了这项工作，并且也注意到創造自磨刀犁铧。犁铧試驗的結果是不稳定的：在这种情况下出現自磨刀，而在另一情况下就沒有。在砂质土壤中所有的犁铧都能「自磨刀」，而在其它土壤中，当試驗方法不完善时，甚至观察不出来，自磨刀的优点并不明显。「自磨刀」的含意是指，犁铧在砂质土壤中耕作时，始終保有了与沟底平行的鋒利背棱边，并不是指保留了刀的原始形状而言(这在任何时候都不能得到，实际上也是不可能的)。在其它土壤条件下，这种形状的刀未必适用，因为这种犁铧的入土深度可能不够。

为了研究自磨刀，在實驗室条件下，曾进行了专门的試样試驗。試样应该这样选择，以便得到背面刃与前面刃的耐磨性能有不同的对比关系，最耐磨层或是在背面，或是在前面，而在另一組試样中耐磨层在中間。

图4、a所示为經過淬火与回火后 硬度 $H_B = 49 \sim 51$ 的 И53

鋼的标准試样的断面图。当犁铧在粘土中耕作时，才得到这种形状的刃。后角为 $12\sim 15^\circ$ ，而«后頂»高为 $1.2\sim 1.5$ 毫米。在上面堆焊了苏尔瑪合金的3号鋼試块(图4、б)，由于下面边剧烈的磨損，其背棱与沟底平行，后頂高减小到 $0.7\sim 0.8$ 毫米，刃尖半径也同样变小。将3号鋼換成較硬的沒有淬火的45号鋼时，刃的磨損特征并不改变。如果用淬火的方法把45号鋼的耐磨性能提高，就会出现形成負后角的傾向(图4、в)。如果在試块的下面堆焊，則刃的磨損特征发生变化(图4、г)。由于堆焊层有高的耐磨性能，所以下面磨損的慢，趋向形成大的«后頂»。但是，背棱的宽度比起在上面堆焊的試块来要小的多。在上面边磨損非常快时，刃变鈍才会慢。

观察有 $1\sim 2$ 毫米渗碳层的試块时，很明显的看出渗碳层厚度对刃的影响；渗碳层厚度越大，則得到刃越不鋒利。当上面层与下面层都很軟，而高硬度层夹在中間时，就为形成寬的与沟底平行的背棱創造了条件，由于前面剧烈的磨損，所以刃非常鋒利。

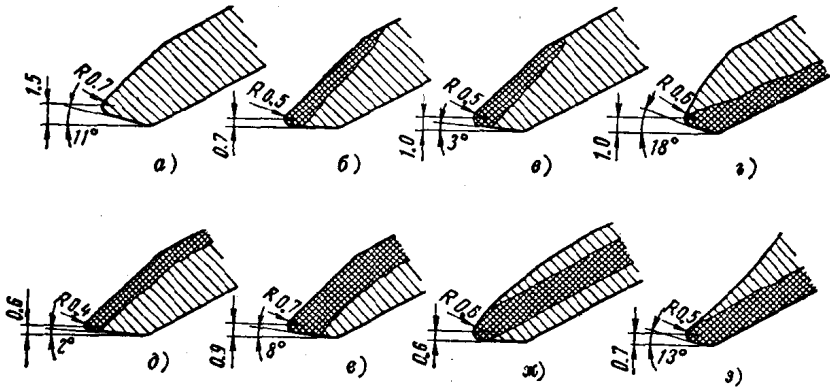


图4. 在«轉盘式»磨損試驗机上試驗后的犁刀試块断面

а—标准試块；б—上面堆焊苏尔瑪合金(3号鋼)；в—上面堆焊苏尔瑪合金(45号鋼，試样經過淬火)；г—下面堆焊苏尔瑪合金(3号鋼)；д—渗碳层厚度为1毫米的試块；е—渗碳层为2毫米的試块；ж—表面层軟，硬层夹在中間；з—表面冷鑄格綫所示为材料的最耐磨層。

由于土壤的磨損性能和在犁铧表面上压力分布的影响，因此，为了得到上述的磨損特征，对刃边耐磨性能的要求将会改

变。但是，在任何条件下，都能观察到以下的普遍规律：1)犁铧的加强部分在上面时，则在较好的工作条件下，有可能得到与沟底平行的背棱；2)犁铧的加强部分在面下时，则必然形成「后顶」；刃的形状将与表面层的耐磨性能，加硬层的厚度，土壤的磨损性能以及犁铧表面上压力的分布有关。

对下面冷铸并经过退火的灰口铸铁试块进行试验时，这些规律出现的最多，特别是在磨损最快的铧尖处(图4、3)。为了得到试块的上面与下面的耐磨性能有很大的差别，因此在本试验中所采用的试块都经过退火。底面冷铸的试块其下面磨损的慢，虽然也形成「后顶」，但不会很大；试块的上面，特别是如断面图中所示在接近铧尖的地方，磨损的非常快。与其它所有的方案比较，冷铸犁铧的刃形状更接近于原始形状。或许是因为有这种磨损特征的缘故，所以在英国认为底面冷铸的犁铧是理想自磨刃的。

由此说明了，尽可能的强化犁铧的背面和降低犁铧正表面的耐磨性能可以得到自磨刃犁铧。有关这方面的工作还要继续进行。必须指出，在全苏农业机械制造科学研究所的一些地区的犁铧使用资料中说明，犁铧背面堆焊比在正表面堆焊，得到的自磨刃效果更好。

試驗犁铧的試驗与結構設計

进行試驗犁铧的結構設計的同时，把犁体的結構也稍加改变，因为只有在这种条件下，此种結構在近些年生产中应用，可认为是现实的。

組合犁铧。在这项工作中，主要集中在設計有可換刃的犁铧，同时也考虑到采用有高耐磨性能的較貴重和稀有的材料制造可換刃的可能性。此种結構犁铧的設計，可不必改变犁体結構。

与乌克兰科学院(АН УССР)黑色冶金研究所一起試驗的結果指定用X12鋼做可換刃，在許多的試驗鋼材中，此种鋼的耐磨性能最高，并且不含有稀有的合金元素。后来根据乌克兰科学院机械研究所的建議，又研究了韌性很高的X12Φ1鋼制的可換刃。

和苏联拖拉机农业机械使用与修理工艺研究所 (ГОСНИТИ) 在一起曾研究了犁铧的使用性能, 其結果在 А. III. 拉宾諾維奇和 И. А. 尼洛夫斯基的論文中全有。仅指出以下几点:

- а) 田間試驗指出 X12 和 X12Φ1 鋼实际上有相同高的耐磨性能, X12Φ1 鋼的韌性更高些;
- б) 梯形犁铧能在比較长的時間內保持它的形状;
- в) 有高耐磨性能的 X12 和 X12Φ1 鋼和較薄的刃, 都能延长犁铧到修理前的耕作時間, 能显著延长使用寿命。

全苏农业机械制造科学研究所专业設計局 (СКБ), 十月革命工厂 (им. Октябрьской) 参加下与乌克兰科学院黑色冶金研究所一起将繼續进行可換刃犁铧的使用試驗。

三层鋼犁铧。高尔基冶炼厂冶炼和軋制的三层鋼犁铧, 其硬表面层是 Y9 鋼, 軟的中心层用 2 号鋼, 肩寬为 8 毫米。按着最普遍的美国試样, 用这种鋼制造了一批犁铧。刃是經過鍛打延伸出来的; 铧尖鍛焊上了 2 毫米厚的 Y9 鋼輔助层; 側板也是用鍛焊方法焊上的。犁铧的断面形状如图 5 所示。对这种犁铧的試驗得到了以下几点: 1) 弄清了帶側板犁铧与加强尖犁铧的工作性能, 这点是很重要的; 2) 薄刃犁铧的工作情况可以檢驗。

在 А. III. 拉宾諾維奇的論文中有三层鋼犁铧的試驗結果。应当指出, 用三层鋼制造犁铧很困难, 并且修理复杂, 因此采用这种犁铧在苏联不认为是先进的。

寬淬火帶犁铧。經驗証明, 在砂质土壤中耕作时, 采用寬淬火帶犁铧是合理的, 特别是与土堡运动平行的地方, 此处由于剧烈的磨損(铧尖处)而产生沟槽。铧尖处淬火区域的加大和犁铧淬火寬度的增加, 可显著的提高其使用寿命。

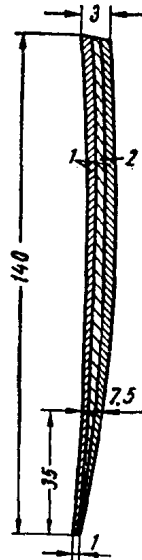


图 5 三层鋼犁铧
1—Y9鋼; 2—2号鋼。

有合金刃的鑄鋼犁鉞。下述几点是設計新結構犁鉞的基础:

a) 得到經濟的鍛件; 6) 考虑到改善鋼表面深約1.5~2毫米厚度的化学成分, 可提高耐磨性能。

用鑄造方法可以很較易地得到任何复杂形状的犁鉞, 并且鑄造用在含石块土壤中耕作的, 有側板的犁鉞也沒困难。

这种鑄造犁鉞初步試驗結果是良好的, 因此建議生产一批鑄造犁鉞約5000片, 进行广泛地生产驗証, 以便确定采用这些犁鉞在技术經濟指标上最合理的地区。

此外, 还必须指出以下几点:

1. 要解决提高犁鉞寿命問題, 缺少关于磨損强度和磨損特征方面的土壤磨損性能資料, 以及有关地区的土壤耕作机器工作部件机构的資料是非常困难的。必需得到有关这一方面工作的資料, 才能完成第一次會議关于提高犁鉞耐磨性能的決議。

2. 要根据一定的土壤气候条件, 磨損强度与特征来設計犁鉞与犁体。应采用經過初步試驗效果良好的犁鉞型号, 在广泛試驗的基础上結束这一工作。

3. 組合犁鉞是很先进的, 可以采用高耐磨材料, 但是, 在設計这种犁鉞的結構时要特別注意。