

提高蒸汽機車零件 耐 磨 性

Т.В.拉 林
В.П.杰 維 特 金 著
Н.А.馬 洛 敦 莫 夫

人民鐵道出版社

提高蒸汽機車零件耐磨性

T. B. 拉 林

B. П. 杰 維 特 金 著

H. A. 馬 洛 教 莫 夫

鐵道部 机務局 前技術科 譯

人 民 鐵 道 出 版 社

一九五九年・北京

本書介紹了对蒸汽機車零件摩擦面研究的結果、零件使用中所得到的磨耗資料；指出了延長零件使用寿命的途徑，并制訂了确定合理的磨耗限度的方法。

本書适用于蒸汽機車制造、修理和运用工程技術人員，以及有关科学研究的人員。

原書是苏联鐵道科学研究院的論文集，第 103 期。

提高蒸汽機車零件耐磨性

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ
ПАРОВОЗНЫХ ДЕТАЛЕЙ

苏联 Т.В.ЛАРИН, В.П.ДЕВЯТКИН,
Н.А.МАЛОЗЕМОВ 著

苏联国家鐵路運輸出版社 (1955年莫斯科俄文版)

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1955

鐵道部机务局前技術科譯

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市書刊出版业營業許可証出字第010号

新华書店发行

人民鐵道出版社印刷厂印

(北京市建国門外七聖庙)

書号1324 开本787×1092毫米 印張6 $\frac{1}{2}$ 字数138千

1959年4月第1版

1959年4月第1版第1次印刷

印数0001—1,500册 定价(7) 0.48元

目 录

序言.....	2
第一章 磨耗的蒸汽機車零件的研究.....	4
1. 概述.....	4
2. 有关摩擦及磨耗的著作簡介.....	6
3. 蒸汽機車零件摩擦表面的分析.....	19
第二章 引起蒸汽機車零件不均匀磨耗的原因.....	67
第三章 蒸汽機車摩擦部件各零件的工作分析及其磨耗特性.....	81
1. 汽缸組零件.....	83
2. 汽伐組零件.....	102
3. 搖連杆机构各零件.....	121
4. 走行部零件.....	157
第四章 蒸汽機車摩擦零件合理的磨耗限度的制訂及其修理周期的規定.....	177
第五章 关于提高蒸汽機車摩擦部件各零件使用期限的建議.....	192

序 言

延长摩擦零件的使用寿命是改善機車車輛的使用及提高機車日車公里的重要条件之一。系統研究機車零件在运用中的磨耗以及研究这些零件典型的磨耗机构，在解决这个問題上具有重大的意义。

全苏鉄路运输科学研究院多年来对機車最主要的零件的工作情况进行了系統的观察，这些观察的初步結果已刊載在科学研究院論文集第24期中^①。这些著作发表后，在大大增加被观察的機車类型的数量的情况下，繼續进行了有关磨耗数据的积累，而从1951年起，機車零件磨耗的研究更加扩大，并使之服从于延长機車摩擦部件各零件的使用寿命、确定合理的修理限度及修理周期的新任务。这些研究工作是由研究院摩擦与磨耗实验室的全体人員与运输学院的工作人員Н·А·馬洛教莫夫（罗斯托夫鉄道运输工程学院）、С·В·阿洛欣（列宁格勒鉄道运输工程学院）、И·С·赫甯（德涅伯尔彼得罗夫斯克运输工程学院）、Д·М·謝列兹聶夫（哈巴洛夫运输工程学院）、В·А·馬伊苏洛夫（第比利斯鉄道运输工程学院）等人一同进行的。多年研究結果所得到的广泛資料，使我們有可能估計零件构造及相邻表面的材料质量对磨耗的影响，确定修理間走行公里标准以及零件更換的走行公里标准，技术地論証零件消費定額，規定機車修理时零件的合理磨耗限度，以及拟定延长零件使用寿命的方案。这些研究有助于发掘出延长洗修間走行公里、節約有色

① В·А·基斯里克：蒸汽機車零件的磨耗。鉄路运输科学研究院論文集第24期，1948年苏联国家鉄路运输出版社出版。

及黑色金属、降低機車修理費等方面的更多的潛力。廣泛的運用資料及實驗資料使我們能够作出一系列有重大实际意义的新結論，特別是機車車輛的車輪及其他零件摩擦表面磨耗的新的物理解釋。

上述研究的主要結果都叙述于本論文集中。本書第一、二、三、四各章由技术科学副博士Т·В·拉林及В·П·杰維特金执笔，第五章由罗斯托夫鉄道运输工程学院講師馬洛教莫夫执笔。参加試驗資料的收集与整理有摩擦与磨耗實驗室工作人員В·И·薩霍夫、К·И·米金娜、Е·А·伊弗列娃、А·М·梅尔庫里也娃、Ю·С·波洛金娜等人。

对于本書的意見及詢問函件請寄：

Москва, И-164, Графский пер., 11, Издательский
отдел ЦНИИ МПС。

研究院院长И·А·伊凡諾夫
材料及結構試驗組主任Н·П·夏波夫

第一章 磨耗的蒸汽機車零件的研究

1. 概 述

鐵路機車車輛上很大數量的零件，都是由於磨耗而報廢，但對於由摩擦過程所決定的磨耗的物理本質則幾乎沒有研究。機車車輛的摩擦部分是在十分複雜的條件下工作的。在質量大而運動速度較高的條件下缺乏液體摩擦，修理時所容許的聯結中的大間隙，以及衝出、傾斜等，都會破壞部件的正常工作的，引起零件加劇磨耗。

蒸汽機車大多數摩擦部件所採用的潤滑方式，並不能保證在摩擦表面上保持穩定油膜，這種油膜能在某種程度上滿足以油脂流體動力理論為基礎的要求。在相當大的動力作用的條件下，這就導致摩擦表面間油膜被破壞。此時所看到的表面直接接觸就可能引起金屬接觸，接觸的破壞就同時發生擦傷。

蒸汽機車摩擦部件的各零件，按其作用及工作條件的不同，用鋼、生鐵、青銅及其他合金等材料制成。

蒸汽機車各主要摩擦部件的構件，其材料是根據多年的運用實踐來選擇的。過去研究磨耗主要著重在量的方面，而缺少質的分析，即缺少對磨耗時在摩擦表面上所發生的現象作本質的分析。雖然如此，但以前所採用的關於製造（互相連接的）摩擦副零件用料的建議仍在執行，並在現代機車製造中繼續發生作用。摩擦副中最普遍的材料配合是鋼對鋼。如：車輪與鋼軌，閘動裝置中的銷與套，連杆接頭的肘銷與套， π 型機車十字頭的滾針軸承，彈簧裝置中的刀口銷與V

形墊，月牙板與月牙板滑塊。無論就體積和對整個機車的工作影響來說，車輪與鋼軌在所有其他摩擦部件中都占着特別的地位。在大多數情況下，上述這些帶有鋼制零件的摩擦部件是在大的負荷、油潤不足甚至沒有油潤的條件下工作的，因而遭受重大的磨耗。

鑄鐵與鑄鐵的配合大多使用在汽機及蒸汽的空氣壓縮機中，在那里，汽缸套、汽室套及漲圈是由鑄鐵制造的。這些零件是在過熱蒸汽的高溫下及不經常有足夠油潤的條件下工作的。絕汽運轉時由煙箱落下的磨料小粒（煤碴）的存在，對於汽室來說，可以作為一個特征。這種情況促使汽室套及漲圈加劇磨耗。在搖連杆機構的零件中，有青銅與鋼的配合，如與曲拐銷配合的游動套，圓形套及框形瓦等。除此之外，青銅與鋼的配合還有軸箱部件、扒根、十字頭與滑板、汽閥十字頭。在機車上，鑄鐵與鋼的配合還使用在軸箱部件、扒根、勾貝與汽伐（漲圈及勾貝輪）等零件上。白金與鋼的配合普通應用在機車軸瓦、十字頭與滑板部件上——C型機車搖連杆套（瓦）等部分。

在不同類型的機車上，可以看到同樣部件的摩擦副有不同的配合。例如：在 Φ 型機車的軸箱部件中，鑄鐵制的平鐵和楔鐵與鋼軸箱体摩擦，而在 Π 型機車上，鑄鐵的平鐵和楔鐵都與安裝在軸箱上的青銅襯板摩擦。在 Φ 型機車上，這些零件嚴重地磨耗，引起經常更換，而在 Π 型機車上，青銅與鋼的配合則得到了非常良好的結果。

特殊成份的鑄鐵與青銅用來作扒根（填料）；由於構造形式較好，鑄鐵扒根的工作優於青銅扒根。連杆的肘銷連結處，在鋼銷上工作的套，有鋼作的，也有銅作的。

由於機車部件中摩擦副及其工作條件的多样性，因此保證提高其耐磨性的某種單一的解決方案是不可能的。機車零

件材料的耐磨性长期以来从量的方面进行了研究，这就使得在很多情况下部分問題得到了成功的解决，但还远未解决全部問題。只有在通曉摩擦和磨耗时以及引起金属破坏时在表层所发生的現象的本質的条件下，才能最正确地解决提高耐磨性的問題。下面即将进行机車主要零件摩擦表面磨耗的研究。我們先对近年来文献中所載的磨耗过程及現有理論进行研討。

2. 有关摩擦及磨耗的著作簡介

关于摩擦过程与磨耗过程的本質的問題，已发表了很多的著作，B·Д·庫茲涅佐夫在他自己的著作中作了最完整的評論。在批判地估价許多作者的实验研究时，他的結論是：这些著作中的一部分带来原則上不正确的結果，而另一部分則带来不明确的結果，不能实际应用它們。仅仅不多的著作，按其原則性及問題的科学提法才值得引起注意并有实际的价值。

B·Д·庫茲涅佐夫写道：“所謂磨耗，通常系既指眞正的磨耗，它伴随着摩擦表面上物質的消失，又指搓揉，它是表面层的塑性变形，并不同时发生物質的消失”。在发现动摩擦所发生的現象的复杂性时，B·Д·庫茲涅佐夫指出，不可能在任何摩擦体中都存在着同样的摩擦机构及摩擦本質的。“在大多数情况下”，他写道：“一物体沿另一物体的表面运动时，抵抗发生在任何固体表面上，即使是在最平滑的平面上，都有凸出及凹入，当一个物体与其他物体相对移动时，彼此就咬合并产生阻力。除由于凸出咬合外，在表面間也可能发生分子咬合。在摩擦物体表面被精致地磨光与清扫的情况下，分子咬合特别显著地出現”。以及，“在摩擦物体具有足够塑性条件下也出現粘附。”在結束外摩擦

与磨耗方面研究工作的評介部分时，B·Д·庫茲涅佐夫指出了摩擦过程理論解釋的不完整性，以及在这方面創造性工作的进一步发展的必要性。他強調指出：“开始不必为一般情况建立理論，而必須为某种現象，首先突出的（其余的現象則可以忽略）个别的部份的情况建立理論。在这种理論中，摩擦物体的物理-机械属性应当起积极作用。”这种見解是完全正确的，特别是对有金属摩擦表面的部件來說。現在已經很清楚：为了控制磨耗，必須善于認清摩擦物体間相互作用的本質及表面损坏的形式。

在指出摩擦与磨耗問題的特別重大意义时，E·A·丘达闊夫院士強調說明，这个問題在科学方面还研討得很少。許多科学研究机关的研究缺乏目的性及不協調，就使得不能够对照所得到的資料理論地进行綜合工作，使其具有应有的科学根据。E·A·丘达闊夫院士指出：“……摩擦过程与磨耗过程是很复杂的物理与化学过程，到現在其本質还远不能被認為是足够明白了，……”又說：“……在整个机器及机构工作时，机器的結構因素对摩擦与磨耗的影响就更加使現象复杂化”。按他的意見，所有这些都使对磨耗本質的研究复杂化，并且使对所有情况創立一种統一的金属耐磨性評价标准以及选择最好的摩擦配合发生困难。E·A·丘达闊夫指出：摩擦与磨耗时，無論为純机械現象和为物理-化学現象，所伴随的过程的复杂性还决定于这个事实，即中間介質（油脂、空气）对其发生重大的影响，因为摩擦构件的摩擦表面与介質接触后，便具有与制成的材料不同的別种属性。在考虑这种情况时，可以作出这样的結論：現在的关于合理选择摩擦副的材料的理論是帶有局部性質的。

当实验研究的条件最大限度地接近于机械零件的工作条件时，摩擦副零件的材料的选择才可能实现。

H·H·达維金闊夫的研究属于有关摩擦与磨耗的最早著作之列，他指出，摩擦过程中的损坏决定于与材料的机械属性无关的材料的特点。他肯定說：“……机械磨耗是由两个独立的、同时发生的过程組成，一个是磨損，一个是搓揉。”第一过程他认为是金属微粒从表面脱离；第二过程是由所傳遞的力的作用而引起塑性变形。在指出磨耗与其他机械特性在理論上的联系不可能确定时，作者得到的結論是：“一个磨光表面沿另一表面滑动时，发生微观的凸出物互相切断。”

“磨耗过程”，——A·K·扎依傑夫写道，“是特別复杂的現象，决定于很多的因素。”根据他的意見，試驗条件变化不大，以及試驗材料的基本属性还没有变化，却引起磨耗的数量及性质的明显变化。这样，他肯定了不可能預先計算磨耗量，必須当作独立的动力性质来考察，并直接以实验方法进行研究。根据这种論断，A·K·扎依傑夫得到的結論是：必須按所发生的現象及过程的本質将磨耗进行分类。他将磨耗現象分为四类：

第一类。机械磨耗，在此过程中，发生摩擦部分的形状、体积的变化，而没有本质上的物理及化学的相互作用的出現。

第二类。物理-机械磨耗，在此种过程中，与机械磨耗的同时，发生本质的物理变化；所謂物理变化，作者是指材料的硬度、强度以及脆性等的变化。

第三类。化学-机械磨耗，此时，与机械磨耗的同时，发生重大的化学过程。

第四类。复合磨耗，即机械磨耗伴随着显著的物理及化学現象。

A·K·扎依傑夫由磨耗現象及过程的本质的分类而轉

入到磨耗性質的确定，并把它們归結为如下的一些特征：根据摩擦的种类与形式，介質，磨耗性質，摩擦表面的形状与接触情况，运动的形式与性質，負荷性質，变形性質，磨耗的产物，物体的活动性以及工作条件等。

在其“固体物理学”著作中，В·Д·庫茲涅佐夫尖锐地批評了类似的分类法与術語，并且根本反对科学中的这种方向。“有关磨耗的科学研究的任务是，——В·Д·庫茲涅佐夫写道，——弄清磨耗的过程，弄清其物理本质。为了这样，就必须有明确的理論的概念，并以相应的实验装置来檢驗，利用实验，就能在磨耗的錯綜复杂的现象中鮮明地分出各种现象来。假使沒有理論的意义，假使沒有某种明确的，即使是不精确的关于磨耗的概念，則任何分类法与術語都不能有所帮助”。对这种意見不能不同意。

在实验室条件下观察試样的磨耗时，А·К·扎依傑夫确定了：在开始的时候，金属的摩擦系数迅速下降至某一定值，此后，在直接接触点开始表面的相互擦伤，引起温度升高以及点熔接，同时发生熔接处的剝落、脱离的微粒的压碎以及剧烈的磨耗。经过若干時間后，这种剧烈的磨耗过程衰减而临界瞬間来到，此时两表面的磨耗比第一阶段进行得較稳定，程度較輕。作者以在某些摩擦副的表面上的氧化物的出現，或者由于应变硬化或由于冷淬火而得到的表面加强，因而提高耐磨性，来解釋摩擦的減輕。上述在实验室条件下試样的磨耗过程为許多研究者所发现，其中也有本書的作者們，在 МИ 型机器上进行无潤滑油鋼試样的試驗时观察到了这种现象。

在摩擦表面上，由于缺乏潤滑，部分接触点中的温度达到 $600\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，甚至更高（到熔点）。在这种情况下，按 А·К·扎依傑夫的断定，熔接及瞬时結合的形成是可能

的，其破坏就同时发生微粒由表面剝落。由于熔接处所的破坏所发生的磨耗尚沒有被許多研究者所証实（他們的著作将介紹于后）。摩擦时所发现的所謂分子結合，很多作者理解为淨表面接触区域内的坚固結合的形成。由于这种結合的結果，接触表面間的物理界限消失了。摩擦时的分子結合在一系列的研究中都有发现。虽然如此，但是关于引起金属結合（共生）的現象，至今还没有統一的观点。一些研究者认为摩擦表面接触处不熔化时金属的分子結合是不可能的，另外一些研究者又断言，在鍛接那么高的温度时就开始分子結合。第三部分研究者却又认为，只要在清洁表面的純金属接触的条件下，任何温度都可能发生分子結合。

許多研究者指出，分子結合时所发生的結合，并不在接触平面，也不在其附近之处，而是在某种深度之处被破坏，在那里，在其沒有发生应变硬化的区域内，金属并未发生大的塑性变形。这种情况就不能不使人設想，当表面相对移动时，由于金属共同变形的結果，在固体状态下就发生分子結合，其温度并不高。

摩擦时由表层的共同变形所决定的分子結合过程，它的物理本质可能是与在其他各种共同变形中所观察到的現象相似。在得到这种結論以及引証許多研究者相同的意見时，A. П. 謝苗諾夫认为：在相当大的范围内模拟共同变形的过程，使大量金属处于与摩擦时直接参与的移动表面的金属层相同的状态下，这样来研究分子結合現象是可能的。

局限于变形、温度、压力等的数量估价而沒有詳細研究摩擦表面相对移动的速度对分子結合的影响，A. П. 謝苗諾夫由試驗結果所得到的結論是：在金属物体彼此摩擦过程中，当分子結合时，它們共生成一体。这种結合是在固体状态下，無論在室温时和在高温时，由于接触面同时塑性变

形的結果所形成的，這些表面是清潔的，沒有被氧化物的薄膜、油脂以及其他附着物所沾污的。

在低溫條件下所得到的結合，具有比原始金屬較高的機械性能。這種增強是由于塑性變形所引起的應變硬化而得來的。在正常溫度時，為分子結合所必需的塑性變形，據作者們的見解，對於不同的金屬來說是不相同的，這說明了它們對分子結合的不同的傾向，這種傾向可以用附加的體積的等邊壓縮或增加溫度來加以提高。提高晶格能量的以及減小塑性變形量的預先應變硬化阻礙着分子結合。基於自己的實驗，А·П·謝苗諾夫提出了分子結合的能量假說，其內容是，為了分子結合，除了金屬的清潔表面直接接觸之外，表面原子必須達到一定能量的狀態。“為了分子結合的來到，”他寫道，“晶格原子（或離子）的能量必須提高到某種一定的水平以上（對該種金屬來說），此水平可以叫做分子結合的能量界限”。

在分析磨耗現象的物理本質時，И·В·克拉格里斯基在自己的著作中把注意力轉到摩擦時特別多種多樣的現象上面，這些現象是由摩擦體的物理-機械屬性的各種配合以及外部條件所決定的。作者將最重要的外部現象列為：1) 運動的性質：滑動或滾動，往復直線運動或簡單直線運動；2) 載荷性質：靜載荷或沖擊載荷；3) 滑動速度；4) 單位壓力；5) 摩擦表面與零件的接觸外形面積之比；6) 摩擦部件中的溫度；7) 周圍速度。

這些現象的配合可能是各種各樣的。雖然如此，但И·В·克拉格里斯基認為：現代有關磨耗的科學擁有兩條法則，這就使有可能控制磨耗過程。第一條法則是由接觸物體的機械相互作用推廣到磨耗上去的，第二條法則則是由分子的相互作用推廣到磨耗上去的。在第一种情況下，磨耗的減

輕可由采用一种具有高硬度的或很軟的、而固体向其中侵入时能变形，但又不与基体金属脫离的材料而得到。在第二种情况下，分子相互作用区域中的被破坏的接触的局部化是主要的。

在研究摩擦表面损坏过程时，И·В·克拉格里斯基指出，由于多次碰撞的結果而开始接触点的损坏，与碰撞的同时，发生摩擦表面的不均匀变形及质的变化，导致摩擦部件中晶格歪扭、应变硬化以及发生各种温度現象。正如И·В·克拉格里斯基所指出的，熟悉磨耗过程的基本因素，就能够在某种情况下用变更摩擦表面相互作用条件的方法，而在另一种情况下用变更物理-化学过程的方法来影响磨耗。

摩擦表面的相互作用可归納为两种形态：1) 机械形态（侵入形态）及2) 分子形态（吸引及分子結合形态），而第二种形态視外部条件、材料性能的不同，或者伴随着第一种形态出現，或者以显著的形式单独出現。

机械相互作用时，按形态损坏可分以下几种：1) 掘出（擦伤时微粒的脫离）；2) 起层（由于輾平过程多次作用的結果）；3) 剝落（由于表面层不均匀状态的結果）；4) 显微损坏（擦伤、起层、剝落，以及輕度熔化）。

在分子相互作用时，发现：1) 深处掘出，此时黏附力大（分子結合）；2) 机械相互作用时所发现的第二、三、四类损坏形式，此时黏附力小。

由于具有各种不同的损坏形式，对于金属耐磨性的评价就需要不同的办法：在一种情况下金属表現出的高耐磨性，在另一种情况下就可能表現为很低。因此，И·В·克拉格里斯基指出：“不根据摩擦部件中损坏的形态，关于能适合于各种情况的耐磨材料的提法是不正确的”。

М·М·赫魯却夫在減磨合金方面也大致得到了类似的

結論：“对同一軸承在使用期間所發生的各种使用条件、各种摩擦条件与滑潤条件，各有其提高耐磨性的方法。按照这个理論，減磨性能应包括所有多种多样的摩擦条件，以及金属的各种性能的表现”。

П. В. 叶林用摩擦的大的敏感性以及（难以使得絕對相同的摩擦条件再度重复以及近似的試驗資料难以获得的）各种因素的影响来解釋研究固体摩擦与磨耗問題的复杂性。按照他的意見，这种情况就导致有关摩擦問題的矛盾的結論。П. В. 叶林指出了在摩擦与磨耗方面知識的局限性。基于他自己在边界潤滑条件下的研究，他指出：“在边界潤滑条件下，摩擦机构与磨耗机构是十分特殊的，需要特別研究”。П. В. 叶林断言，在实际条件中，单分子层起着重大的作用。在具有大的强度时以及依靠聚于凹处的油脂而具有迅速复原能力时，在边界潤滑条件下，它可減輕摩擦。根据П. В. 叶林的意見，在边界潤滑条件下，摩擦的減輕也是由于油脂与金属的半化学結合（这說明表层活动性的提高）的原故。基于对油膜强度的研究，П. В. 叶林得到結論說：“在边界潤滑的条件下摩擦时，对于金属的损坏，摩擦体的金属接触完全不是必需的；当油膜存在时，由于引起金属疲劳的頻繁的冲击，以及由于在表层的結晶羣中形成裂紋时金属的氧化能力被提高，都可能发生表面损坏”。

П. В. 康維沙洛夫写道：机械零件的磨耗程度，并不能用許多原因中的某一个原因来解釋。按照他的意見，下列这些因素都能影响磨耗程度：1) 运动副的形式及結構；2) 运动副的材料；3) 磨擦表面的机械加工方法；4) 运用条件。他指出，由于上述原因之一而引起先期磨耗的現象是很少見的。在大多数情况下，磨耗的发生是由于一系列原因同时作用的結果，消除其中的一个，效果总是不大

的。

在注意到机械零件的磨耗是一个很复杂的过程时，Д·В·康維沙洛夫提出应在其中好好进行整理，将其分列为各个組成单元，并研究单位压力、金属組織、摩擦面形状、粗糙程度、油脂种类等等因素对它們的影响。

按照Д·В·康維沙洛夫的意見，固体的磨耗在各种不同程度上取决于下列各因素：1) 摩擦体的化学成分及組織；2) 其表面的形状；3) 机械加工方法；4) 一物体沿另一物体表面相对移动的形式及速度；5) 物体之間的单位压力；6) 物体之間相互作用的延續時間；7) 两物体在其中相互作用的介质的物理与化学性能；8) 接触温度与接触区域；9) 中間层（滑潤剂、磨耗产物）微粒的性能及性質。

Б·И·柯斯杰滋基写道：使用高质量的鋼、油脂以及各种不同的加强方法，远远不能經常带来預期的結果。找出引起摩擦表面强烈损坏的实际原因，才能达到增加耐磨性的最大的效果。

由于熟悉了许多作者有关无滑潤表面的摩擦与磨耗問題的著作，Б·И·柯斯杰滋基得到的結論是：按其方向，所有这些著作可以分为二类：他把那些从数量上评价磨耗現象的研究列为第一类，即沒有对磨耗时表层中所发生的現象的本質作质的分析；把研究磨耗的物理本質、它的质量方面，列为第二类。按照Б·И·柯斯杰滋基的意見，第二类研究材料可以用作建立金属磨耗理論的基础。基于对机械零件表面层所发生的摩擦与磨耗現象的金相分析，Б·И·柯斯杰滋基指出，在摩擦部件中可能有四种在质量上各不相同的基本磨耗形态：1) 氧化的，2) 热的，3) 磨料的，4) 痘状的。对于每一种磨耗形态說来，表面损坏的发展及表面损坏的机构都各有其各自的方式。如磨耗的氧化形态，其特征