

汽车发动机的 磨合问题

論文集

P.B. 庫蓋耳等著

人民交通出版社

发动机磨合良好与否，对发动机的使用寿命有很大影响。本书选译了苏厂“机械制造通报”及其它杂志有关汽车发动机磨合问题的论文16篇，对于我国汽车制造和修理企业拟定合理的发动机磨合工作规范，以及科学研究机关进行发动机磨合的研究工作，提供了重要的参考资料。本书供汽车制造和修理企业中的工程技术人员及研究机关的工作人员参考之用。

本书由周祖颐、陈德健、杨凤年、于燕蓀、中杰英等同志担任翻译，由向鹏举同志担任校阅。

汽车发动机的磨合问题（论文集）

P.B. 庫盖耳等著

*

人民交通出版社出版

（北京安定門外和平里）

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新 華 書 店 發 行

公私合营慈成印刷厂印刷

*

1958年8月北京第一版 1958年8月北京第一次印刷

开本：787×1092毫米 印张：22张

全书：86,000字 印数：1—3,100册

統一書号：15044·4195

定价（10）： 0.44元

目 录

譯者前言	叶玠良 (1)
一. 借发动机磨合工作規准的选擇是否能降低发动机在 使用中的磨損	“机械制造通报”編輯部 (3)
二. 如何选择发动机最有利的磨合 条件	И. П. 沃依諾夫 (4)
三. 改变发动机短期磨合工作規准是否能 提高发动机寿命	Р. В. 庫 盖耳 (12)
四. 吉斯-120及格斯-51发动机大修后的 气缸磨合問題	Л. А. 傑米揚諾夫 (26)
五. 論发动机最有利磨合条件的 优点	Ю. С. 扎斯拉夫斯基 (33) И. Г. 普奇柯夫
六. 論磨合条件对汽車发动机使用 寿命的影响	И. Б. 古尔維奇 (41) А. И. 切尔諾馬宪采夫
七. 采用最有利的发动机磨合条件 可以提高其使用寿命并降低使 用中的潤滑油消耗量	Я. К. 聶依兰德 (46)
八. 一些有关发动机磨合时初期磨損 的資料	А. Н. 拉扎連柯 (50)
九. 磨合过程中发动机气缸摩擦表面 硬度的变化	Л. А. 傑米揚諾夫 (54) В. А. 卡拉包夫尼柯夫

- 十. 論磨合条件对发动机在使用中磨損的影响.....A. H. 尼基京 (57)
- 十一. 論磨合条件对发动机工作寿命的影响.....A. B. 福明 (60)
- 十二. 合理的发动机磨合.....“机械制造通报”編輯部 (66)
- 十三. 再論磨合工作規准对发动机寿命的影响.....P. B. 庫蓋耳 (68)
- 十四. 合理的磨合提高了发动机的質量.....H. II. 沃依諾夫 (76)

附 录

- 十五. 确定吉斯-120发动机的最有利磨合条件.....A. B. 福明 (78)
- 十六. 汽車发动机新的磨合方法.....A. B. 福明 (85)

譯 者 前 言

苏联石油燃料利用科学研究院H. П. 沃依諾夫同志，多年来一直对发动机的磨合工作規准进行研究。他認為，按照一定的方法，可以確定出一種“最有利的”磨合工作規准（磨合時間較短，并且負載磨合）以及一種黏度最适当的磨合用潤滑油。发动机采用这种工作規准和潤滑油进行磨合，一方面可以节省磨合時間，另一方面还可以提高发动机質量，从而增加发动机的耐磨性以及使用寿命。沃依諾夫并針對这个問題，在苏联科学院作了报告。^①

但是，在苏联，对这个問題的看法极不一致。鑒于此，苏联“机械制造通报”杂志（Вестник Машиностроения）曾組織了对此問題的討論。从1955年2月号起到1956年9月号止，先后在五期杂志中刊載了包括各种不同意見的文章12篇。在这些文章中列举出很多重要的資料，并且提出了一些重要的見解。“机械制造通报”編輯部还特为此問題的討論写了引言及总结。本書除包括了上述所有这些論文外，还在附录中收集了兩篇有关文章。

参加討論的各位研究者的意見，基本上有三种看法：一种是正面的意見，如沃依諾夫、聶依蘭德及福明等人；另一种是怀疑者，如庫盖耳、尼基京、古尔維奇及切尔諾馬克采夫等人；再其次是趋于贊成但不敢肯定者，如扎斯拉夫斯基和普奇柯夫。討論最后，在对短期的新的磨合工作規准可以延長发动机寿命这一点上，各人意見并未能得到統一，这是由于經驗及試驗資料不足。因此，为了問題的解决，尚須繼續观察及研究。虽然如此，也正如編輯部的总结所說：“本討論的基本論題，却仍不失其科学技术意义”。

我們知道磨合良好与否，对发动机使用寿命有很大影响，磨合不

① 見本書第三篇文章之注。

良，將會使發動機迅速磨損。而延長機器的壽命在國民經濟中價值極為巨大。我國汽車製造工業正在蓬勃發展，汽車修理廠遍於全國各地，因此推廣合理的磨合方法，並結合中國具體情況對磨合問題進行深入研究，就具有極大意義。在我国的某些修理廠中，往往對磨合極不重視，磨合不但沒有一定合理的工作規准，甚至對磨合的意義了解得也并不十分清楚。如有些修理廠中，只是為了調整汽化器、氣門腳間隙而進行試車；又如，剛裝配好的發動機即令其高轉速工作等等。這些不正常的措施，會直接使各個相互摩擦的工作表面質量惡化，因而降低了修理後的行駛里程。因此，翻譯此論文集的目的在於：一方面，希望使工廠的磨合試車工段能逐步的改進磨合方法，最後擬定出一種合理的發動機磨合工作規准；另一方面，為發動機磨合的科學研究工作提供一些方便。

叶 玠 夏

1956年12月

一 借發動機磨合工作規准^①的選擇

是否能降低發動機在使用中的磨損？

——“機械製造通報”編輯部對磨合問題討論的引言——

蘇聯石油燃料利用科學研究院（ВНИИТНЕФТЬ）近年來曾進行了有關改善發動機廠內磨合問題的研究，並且得到了重要的成果：確定了評定磨合質量的標準，闡明了潤滑油黏度對磨合的影響，擬定了選擇發動機磨合工作規准的方法，並且也為很多工廠找出可以顯著縮短磨合過程的根據。

在技術科學碩士Н. П. 沃伊諾夫敘述這些問題的論文中，同時也指出了合理磨合的另一些優點，特別是由于減少氣缸-活塞組的零件的磨損，可以提高發動機以後使用的耐用性，因而也就可以顯著地節省潤滑油。

改善發動機磨合方法對提高發動機耐用性的影響的問題有着重大實際意義。假如上述現象得到証實，則通過選擇最有利的磨合工作規准的方法，以降低發動機在使用中的磨損，對工廠來說是非常簡便易行的，並且完全不需要改變發動機零件的結構、材料和其製造工藝。

目前，既有人支持可以通過選擇“最有利的”試車方法來降低發動機氣缸-活塞組零件在使用中的磨損的主張，也有人反對這種意見。

只有對在發動機使用過程中或者在專門的實驗中獲得的精確資料進行研究，才有可能最後解決這個問題。

鑑於提高機器耐用性問題的迫切性，編輯部決定在“機械製造通報”上討論這個問題——借選擇發動機的磨合工作規准是否能降低它在使用中的磨損？——並登載了兩位技術科學碩士Н. П. 沃伊諾夫及Р. В. 庫蓋耳的論文。

（周祖頤譯自蘇聯“機械製造通報” №0.2, 1955.）

① “磨合工作規准”原文為 Режим обкатки，其含意為磨合時所使用的發動機轉速、負荷以及磨合時間等。在本書各篇文章中皆譯成“磨合工作規准”。

二 如何選擇發動機最有利的磨合條件

技術科學副博士，副教授H.Π.沃依諾夫

內燃機在送交使用以前要經過磨合。在磨合過程中，摩擦表面得到磨合。沒有經過磨合就不能正常地使用，因為新裝配的發動機的摩擦表面將被刮傷，就是在最好的情況下，它們也會磨損得很厲害。發生這種情況的原因是因為摩擦表面具有微觀的和宏觀的幾何形狀上的缺陷，使配合面的接觸面積比計算面積減小很多，因而使單位面積負荷增大。由於這種原因，過載部份就被破壞，隨後整個摩擦表面也將損壞。

在磨合過程中，摩擦表面的負荷逐漸增加，所以，表面上的凸起部份逐漸被磨平，並在摩擦表面上形成能夠承受和傳遞使用時的負荷而不損壞的支承面。

通常是用發動機工作時所用的潤滑油來磨合摩擦表面。這時，假定潤滑油對磨合過程中形成的摩擦表面的耐磨性沒有影響，並假定耐磨性只決定於金屬的質量及摩擦表面的加工工艺。

磨合時採用不同潤滑油的結果表明，潤滑油對摩擦表面質量的形成有顯著的影響。這裡所謂的質量不僅指表面光潔度，而且包括表面的其他物理-機械性質。

在表1中列出了發動機摩擦功率特性。其中一部份發動機用10號汽車潤滑油磨合，另一部份用2號錠子油磨合，然後再用同一種潤滑油（10號汽車潤滑油）試驗。

從表中可以看出，磨合時摩擦功率的差別，根據所採用的潤滑油的不同，可以達到2馬力（在2,500轉/分時）。

用上述潤滑油磨合後，測定發動機發出的功率同樣証實這樣一個結論：用2號錠子油磨合時所形成的表面較為良好。表2中列出了有關的數據（測定功率時發動機用10號汽車潤滑油工作）。

把摩擦表面進行比較可以看出：用低黏度潤滑油磨合時，表面上形成的較深的刮痕數量較少，也就是說表面層的損壞程度比用高黏度潤滑油磨合時低。

吉斯—120发动机用不同潤滑油磨合
后的摩擦功率

表 1

发 动 机 号 碼	在下列轉数 (轉/分) 时的摩擦功率 (馬力)			
	500	1000	2000	2500
用 2 号錠子油磨合				
605911	3.2	7.2	22.7	36.5
607403	2.3	6.55	22.5	34.6
606266	2.9	6.85	22.4	35.2
平 均 功 率	2.8	6.87	22.5	35.4

用10号汽車潤滑油磨合

605466	2.96	7.36	24.7	39.2
606582	3.37	8.00	23.7	35.2
607027	2.98	7.52	24.1	37.6
平 均 功 率	3.10	7.63	24.16	37.3

用不同潤滑油磨合后吉斯—120发动机帶限速墊圈
工作时的功率

表 2

磨 合 工 作 規 准	在下列轉数 (轉/分) 时發出的功率 (馬力)				
	800	1200	1400	1600	2000
用2号錠子油磨合30分鐘.....	27.2	34.0	35.6	35.0	28.3
用10号汽車潤滑油磨合55分鐘...	27.0	33.0	33.2	32.5	26.2
功率之差					
以馬力表示.....	0.2	1.0	2.4	2.5	2.1
以百分数%表示.....	0.8	3	7.2	7.8	8.0

圖 1 所示为格斯 -51 发动机磨合时繪出的磨損曲綫。上面一条曲綫是用 10 号汽車潤滑油磨合的三部发动机的平均磨損曲綫，下面的曲綫是用 2 号錠子油磨合的五部发动机的平均磨損曲綫。这些曲綫表明：用 10 号汽車潤滑油 磨 合 时，摩 擦 表 面 上 磨 掉 的 金 屬 比 用 2 号 錠 子 油 磨 合 时 为 多。这是 因 为 在 前 一 种 情 况 中，在 摩 擦 表 面 上 形 成 大 量 比 較 寬 和 比 較 深 的 刮 痕，所 以 其 耐 磨 性 較 差。

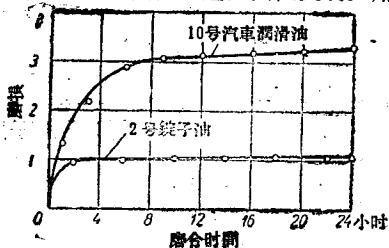


圖 1

如何来解釋在发动机的磨 合过程中潤滑油性質对摩擦表 面質量变化的影响呢？关于这个問題，可以提出二种見解：

第一种見解是以科学院院士П. А. 列宾傑尔提出的原理为基础。在 “金屬磨合过程中活动性潤滑液对金屬表面質量的影响”^①这本小冊子中 П. А. 列宾傑尔写道：表面活动性潤滑剂在边界摩擦中具有高度的油滑性，并且在正常的摩擦条件下能显著地减少磨損，但是当局部压力很高时，它却要起相反的作用，开始时由于吸附层渗入变形区内，而不可避免地要使磨損增加……。但是后来，因为摩擦表面間有表面-活动性潤滑剂存在，則磨合应当可以使磨損下降，也就是說应当使摩擦表面的耐磨性由于全面提高它們的質量（不仅把粗糙表面磨平，而且由于改变微觀組織——即扩大別列比层“Слой Бейльби”而使表面强化）得到提高”。

我們知道，別列比层与同一种金屬的正常表面层的区别在于前者具有較高的强度。此外，它还具有在金屬表面上形成一层比較牢固的附着的潤滑油膜的能力。

第二种見解認為表面层耐磨性的降低，是由于磨合时表面层产生大量刮痕所致。这种刮痕愈多，愈深，則表层損坏愈严重，摩擦表面的耐磨性也就愈低。

摩擦表面刮痕的产生及其大小与潤滑油性質之間的关系又是怎样呢？

① 苏联科学院出版社，1946年。

前面已經述及，未經磨合的發動機摩擦面的支承面積小，因而為產生很高的局部壓力創造了條件。當摩擦表面相對運動時，在不平部份相接觸的地方，潤滑油膜可能被破壞，因而使不平的表面熔接。兩個摩擦表面中的某一個表面的運動，又撕斷這種連接，同時撕斷的位置未必都是熔接的地方，因此，其中一個不平部份的尺寸可能減小，而另一個不平部份的尺寸卻增大，而且就象刀具一樣，開始將與之相對的表面刮傷。

为了不使表面不平部份間的潤滑油膜受到破壞，油膜強度必須很高，潤滑油也必須具有高的冷卻性能，而後者更為重要，因為在磨合時產生大量的熱量，它可能使油膜的溫度升高到失掉吸附作用的臨界溫度，或者甚至於使溫度升高到潤滑油的揮發溫度。

因此，為了保持油膜，就必須儘快地散熱。一部份熱量傳到金屬內部，其餘的必須由潤滑油吸收。因為黏度低的潤滑劑其導熱系數比黏度高的潤滑劑大，故散熱速度將決定於潤滑油的黏度。同時也必須考慮到，當油膜揮發時，黏度低的油膜要比黏度高的油膜還原的快。因此，當互相接觸的粗糙表面間具有黏度低的潤滑油膜時，防止表面被刮傷，也就是防止耐磨性降低的可能性較大。

為了證明這種情況，曾在摩擦試驗機上進行了如下試驗：圓環的摩擦表面經過磨削後，再用 220 號粒度的砂紙加工。另外先把一些滑塊與平板研磨，然後再以同樣的砂紙加工。使圓環和滑塊的摩擦面互相對磨。對磨時其他一切工作規程相同，只是在摩擦面間加入黏度不同的潤滑油：2 號錠子油 (BY₅₀-2.2)，10 號汽車潤滑油 (BY₅₀-9.B) 和齒輪潤滑油 (BY₅₀-35.0)。測繪磨合前後摩擦表面的斷面形狀，如圖 2 所示（垂直方向放大 5000 倍，水平方向放大 250 倍）。它們表明，隨著潤滑油黏度的增加，摩擦表面上形成的刮痕也較深和較寬。所以，在磨合時應該採用黏度低的潤滑油。此外，尚須考慮到摩擦表面的金屬性質和磨合過程的一些條件（速度、負荷）。

所有這些，使我們只能依靠實驗來解決有關選擇磨合工作規程、各種工作規程的程序、磨合的時間、特別是選擇潤滑油的性質及附加劑性質的問題。

為了精確地確定不同的磨合條件對摩擦表面以後的耐磨性的影響，

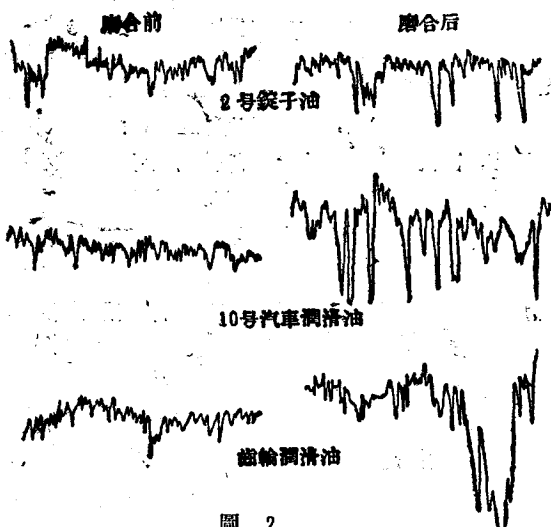


圖 2

必須要有一種迅速而可靠的確定發動機零件磨合以後磨損的速度的方法。確定最有利的磨合條件的意圖在於：在發動機磨合過程中取出一些潤滑油試樣，根據其中的含鐵量作出磨損曲線（圖3），由此曲線可以看出在磨合過程中發動機磨損的過程。根據此磨損曲線就可以選擇磨合工作規程和精確地決定發動機的磨合時間。根據此曲線同樣也能制訂出在各種不同磨合工作規程下（不同的載荷和轉數）磨合所需的時間及採用各種工作規程的次序。磨損曲線的特性（圖4）表明，有可能把空轉磨合取消，而在冷磨合後直接進入負載磨合。

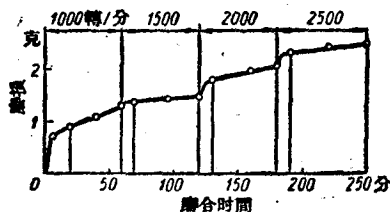


圖 3

在規定磨合工作規程以後，就可以選擇黏度適宜的潤滑油。上面已指出，潤滑油的黏度對磨合時表面的形成有影響。不同性質的表面具有不同的耐磨性，因此，根據用各種潤滑油磨合後所得出的耐磨性，就可以

鑑定潤滑油對磨合後表面耐磨性的影響。用選定的磨合工作規准和不同黏度的潤滑油把兩組發動機磨合後，再用同一種潤滑油和同一工作規准把這些發動機進行試驗。因為發動機的磨損決定於它的工作規准、潤滑油的性質和摩擦表面的性質，所以，如果試驗中的工作規准與潤滑油的性質相同，就可以單獨確定磨損和磨合後摩擦表面性質之間的關係。利用繪出的磨損曲線，可以在5~10小時內求出發動機在磨合後的磨損速度，從而選擇適當的潤滑油黏度，以保證形成耐磨性較高的摩擦表面。

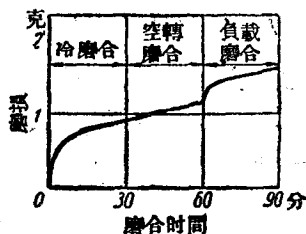


圖 4

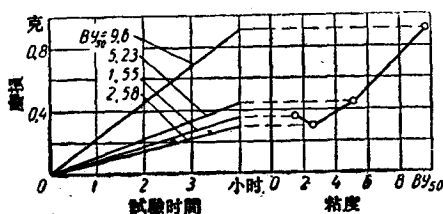


圖 5

在圖 5 中，左邊是先以不同黏度的潤滑油磨合過的格斯-51 發動機的磨損量與試驗時間長短的關係。右邊是根據左邊的磨損曲線作出的磨損與磨合時所用潤滑油黏度的關係曲線。

右邊的曲線表明，用黏度約為 BY₅₀-2 的潤滑油磨合後，表面的磨損最少。

應該指出，在磨合用的潤滑油中加入活動性附加劑，一方面可以加速摩擦表面的磨合過程，另一方面還可以得到較為良好的表面。選擇附加劑的方法與選擇最有利的潤滑油黏度的方法相同。

從上面的敘述可以看出，選擇能保證獲得最耐磨的摩擦表面的磨合工作規准、磨合時間以及潤滑油的性質的過程並不複雜，也不需要耗費很多時間。

表 3 中列出各種發動機磨合結果的綜合資料。“技術條件”規定的磨合時間用分子表示；根據蘇聯石油燃料利用科學研究院的方法選定的新的磨合時間用分母表示。幾乎是對所有的汽車拖拉機發動機來說，根據蘇聯石油燃料利用科學研究院的方法選定的磨合時間要比“技術條

磨 合 后 的 結 果

表 3

發动机型式	磨合時間 (分)	潤滑油黏度 BY ₅₀	潤滑油 消耗減	試驗台試驗		使用試驗	
	“技術条件” 規定的	“技術条件” 規定的	少① %	發动机數 与 試驗時間	磨損 的減少 %	發动机數 与 工作時間	磨損的 減少 %
	新 的	新 的					
“莫斯科人”	$\frac{50}{50}$	$\frac{10.0}{5.0}$	—	$\frac{4}{128}$ 小时	39	—	—
格斯—51	$\frac{65}{35}$	$\frac{6.0}{3.0}$	—	—	—	$\frac{4}{18000}$ 公里	46
M—11	$\frac{43}{105}$	$\frac{20.0}{9.0}$	30以下	—	—	$\frac{12}{400}$ 小时	30以下
АЩ—62ИР	$\frac{105}{152}$	$\frac{22.0}{13.0}$	50以下	—	—	$\frac{6}{400}$ 小时	25以下
吉斯—120	$\frac{55}{32}$	$\frac{10.0-6.0}{2.0}$	23	$\frac{4}{434}$ 小时	同上	—	—
КД—35	$\frac{180}{100}$	$\frac{10.0}{2.0}$	—	—	—	—	—
Д—54 (СТЗ)	$\frac{165}{90}$	$\frac{10.0}{4.0}$	12	—	—	$\frac{6}{1000}$ 小时	30
M—20 (修理后的)	$\frac{210}{210}$	$\frac{10.0}{2.0}$	—	—	—	$\frac{6}{31600}$ 公里	50

① M-11 АЩ-62ИР和Д-54發动机是使用中的情况，吉斯-120發动机是試驗台長時間試驗的情况；其他情况下的潤滑油消耗并未測定。

件”規定的磨合時間短得多。例如：对格斯-51、吉斯-120和Д-54發动机來說，磨合時間縮短了將近45%；这就有可能大大地提高工厂試驗站的生产能力。航空發动机“技术条件”規定的磨合時間定得过短，所以發动机的磨合进行得不够充分。根据發动机“技术条件”規定，磨合用的潤滑油的黏度，在所有的情况下，都比苏联石油燃料利用科学研究所推荐的要高。

里彼斯基拖拉机厂(Липецкий Тракторный завод)的КД-35發动机磨合条件，是由苏联石油燃料利用科学研究所根据汽化器式發动机

的磨合經驗（用加有5%硫化切削油“Сульфобрезола”的2号鋁子油磨合10分鐘）推荐的。該厂把几个KД-35发动机按上述条件进行了磨合，并將它們的摩擦表面的狀況与按“技术条件”規定磨合的发动机的摩擦表面作了比較。比較后確定：按苏联石油燃料利用科学研究所推荐的磨合工作規准，用加有5%硫化切削油的2号鋁子油磨合的发动机，其曲軸-連杆機構和活塞組的主要零件的工作表面情况較好。用这种条件磨合了1500部发动机，并將同样数量的发动机按“技术条件”进行磨合。其中按新条件磨合的发动机零件的摩擦表面完全滿足質量要求，但有缺陷的发动机数量在此两种情况中都是一样的。

按最有利的条件（根据苏联石油燃料利用科学研究所拟定的方法選擇）磨合的发动机，在使用时其潤滑油消耗量与按工厂“技术条件”規定磨合后的发动机的潤滑油的消耗量比較，前者要少12至50%。

必須指出，关于按最有利的条件磨合的发动机，在使用中可能降低其潤滑油消耗量的問題，是根据民用航空科学研究所（НИИ ГВФ）的試驗工作提出的。把6部按最有利条件磨合的АШ-62 ИР发动机与按“技术条件”磨合的发动机在飞机上配合使用，对它們进行比較性試驗的結果表明：前一組发动机的潤滑油消耗量减低得很多（低39~42.5%）。在試驗台上檢驗同样型式发动机的潤滑油消耗量的結果，也表明了潤滑油消耗量减少达34%。最后，將M-11飞机发动机用不同的条件磨合，然后再在飞机上进行試驗，其結果証明：按最有利条件磨合的发动机其潤滑油消耗量要少51%。斯大林格勒拖拉机厂（СТЗ）出产的ДТ-54拖拉机經過1000小时的試驗后表明：潤滑油的总消耗量减少12%（图6）；

图6的曲綫是根据6部发动机的試驗資料繪出的（3部用柴油作潤滑油磨合，还有3部是用黏度为ВУ₅₀-4.0的30号工业用潤滑油磨合）。

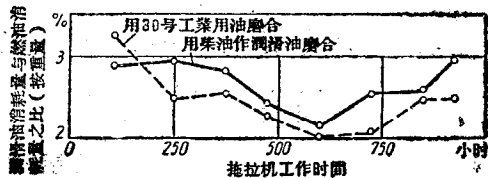


圖 6

假使根据潤滑油消耗曲綫来判断，在以后的時間中这个数字还应增大。

在試驗台上試驗吉斯-120发动机时，曾測出按最有利条件磨合的发

发动机的潤滑油消耗可节省23% (图7)。根据图7中所示的曲线可以估计

計出以后潤滑油的消耗量仍保持一定差額。以上这些資料証实：按新条件磨合的发动机，其摩擦表面的質量（以刮痕的深度和数量表示）較好。刮痕的深度愈小，則进入燃燒室的潤滑油愈少，故潤滑油的消耗量亦愈小。

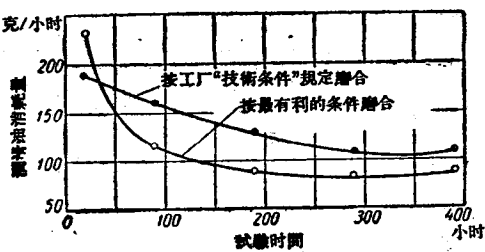


圖 7.

所有按最有利条件磨合的发动机都表明其磨損也較少，这一点可由前面所附的表中看出。这些資料的缺点是在每种情况下进行試驗的发动机数量較少（2~3）。但是有一个共同的特点，就是除了吉斯-120发动机以外（因为它經過 435 小时試驗台試驗后其磨損量一般說来是很少，故很难比較），所有其他各种发动机（汽車的、拖拉机的、航空的）都表明，按照苏联石油燃料利用科学研究院的工作規准进行磨合后，它們的磨損量是降低了。

所以，采用最有利的磨合条件，对工厂來說，并不需要任何附加費用，而是提高发动机寿命并降低它在使用时潤滑油消耗量的一种非常有效的方法。

（周祖頤譯自苏联“机械制造通报”№.2, 1955.）

三 改变發动机短期磨合工作規准是否能提高發动机寿命？

技術科学副博士 P. B. 庫蓋耳

近几年来，技术科学副博士 H. II. 沃依諾夫一直在致力于改善发动机磨合工作規准的工作。沃依諾夫及和他共同工作的工作人員們，能够

使經過磨合後的發動機磨擦表面稍許改善，並且在大多數情況下，縮短了短期磨合時間，而不使工作表面質量變壞。無疑的，所有這些工作都是有益的。然而，在沃依諾夫根據其所作的工作而得到的若干結論中，有一個結論引起了別人的堅決反對。

沃依諾夫總結了他那些有關發動機磨合的研究工作後，曾於1953年12月在蘇聯科學院召開的提高機器壽命的會議上作了如下結論^①：“對發動機及其它機構進行合理的磨合，可以顯著地提高其使用壽命。可以認為，改變磨合條件（磨合工作規准及潤滑油性質）是延長發動機壽命的最簡單且最經濟的方法”。

考慮到，沃依諾夫的報告中沒有涉及長時間磨合問題，也沒有談到在過去沒有採用磨合的地方進行磨合，而僅僅論述了如何使目前採用的短期磨合（例如，汽車發動機磨合30~50分鐘）合理化的問題，所以上述的結論不能認為是正確的。

沃依諾夫認為：磨合不僅能使磨擦表面磨合，而且可以改變其耐磨性。在磨合過程中，正確選擇工作規准及潤滑油粘度，就可以保證熱量能迅速從磨擦表面向外傳出，並且還能為減少不平表面咬合及表面刮傷創造有利條件。採用最有利的磨合工作規准时，表層被損壞的程度比較輕微，因而，它比按一般的工作規准磨合時所得到的表層具有較高的耐磨性。

磨擦或機械加工時所得到的表層組織結構，實際上對表層的性質是有影響的。但是，如果在磨合過程中，負荷適當而且潤滑油也充足，那麼因短期磨合而改變的表層的深度多大？很多研究者曾測量出不同的機械加工對表層產生的影響的深度，根據他們測量出的深度，一般可以認為磨合對於氣缸壁表層影響的深度不超過20~30公忽（千分之一公厘）。進一步來說，即使我們接受沃依諾夫的不大可能的假定即：採用經過改良的磨合工作規准得到的表層的耐磨性，比用一般磨合方法得到的表層的耐磨性要高得多。但是應該知道，這一表層全部被磨掉以後，它就不

① 沃依諾夫在該會議上所作報告的全文，收集在蘇聯科學院所編“Повышение Долговечности Машин” Сборник статей（提高器械壽命論文集）一書中（蘇聯機械製造出版社，1956），讀者可參閱。——譯者