

УДК 621.7, 621.8, 621.9

DOI: 10.12737/article\_59f074a6604785.28877147

А.Н. Шоев, к.т.н.

(Институт технологий и инновационного менеджмента в городе Куляб, Таджикистан, г. Куляб)

E-mail: hoesv\_a@mail.ru

## Технологическое повышение долговечности кулачков распределительных валов автотракторных двигателей

Рассмотрены основные проблемы долговечности распределительных валов автотракторных двигателей, в том числе и проблемы долговечности кулачковых механизмов распределителей, в виде причин быстрого износа кулачковых механизмов, а также направления их решения.

**Ключевые слова:** распределительный вал; автотракторный двигатель; кулачковые механизмы; долговечность кулачков.

A.N. Shoev, Can. Eng.

(Institute of Technologies and Innovation Management in Kulyab, Kulyab, Tajikistan)

## Life technological increase of distributing shaft cams of motor vehicle-tractor engines

Basic problems of distributing shaft life of motor vehicle-tractor engines including cam mechanism life problems in distributing shafts as reasons of cam mechanism quick wear and also the ways for their solutions are considered.

**Keywords:** distributing shaft; motor vehicle-tractor engine; cam mechanisms; cam life.

Кулачковые механизмы в технике относятся к категории преобразующих устройств (рис. 1). Их основным назначением является изменение характера движения. На сегодняшний день наибольшее распространение получили кулачковые механизмы, с помощью которых осуществляется преобразование вращательного движения в движение возвратно-поступательное.

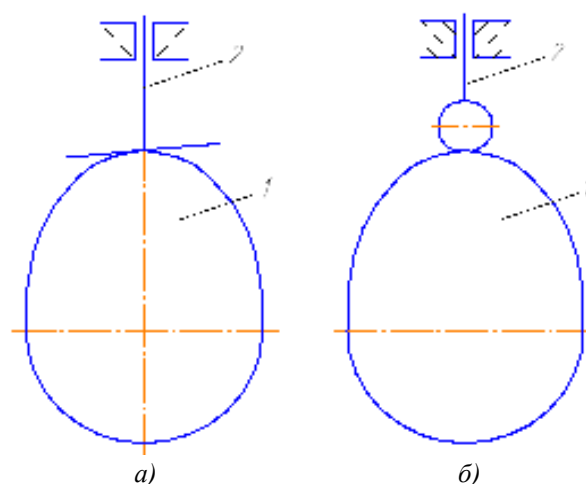
Долговечность кулачкового механизма – это работоспособность до наступления предельного состояния в системе технического обслуживания и ремонта [4].

Работоспособность кулачкового механизма определяется заданным законом движения толкателя. При износе профиля кулачка и опорной поверхности толкателя изменяется движение толкателя.

Следовательно, износостойкость и долговечность кулачковых механизмов определяется пределом износа контактирующих поверхностей кулачка и толкателя.

Износостойкость поверхности трения в основном определяется значениями состояния поверхностного слоя, формирующимися в процессе изготовления различными технологическими методами [1, 2, 3]. Для повышения долговечности деталей широкое применение получили отделочно-упрочняющая обработка

ППД и нанесение износостойких покрытий [3, 4, 5].



**Рис. 1. Схемы кулачковых механизмов:**

*a* – с плоской опорой толкателя; *б* – с роликовой опорой толкателя

При ОУО ППД в промышленности довольно успешно применяются обкатка деталей роликами и шариками, дробеструйная обработка, обработка ударными инструментами, гидроструйная и гидроабразивная обработки и т.д. [6].

Одним из эффективных способов повышения износостойкости деталей машин и техно-

логического обеспечения является нанесение износостойких покрытий. Испытания проводились в условиях одновременного действия трения и высокой температуры на образцах с покрытиями. Покрытия обрабатывались абразивным электроэрозионным шлифованием и алмазным шлифованием. Образцы испытывали в условиях сухого трения. Результаты методов обработки представлены на рис. 2.

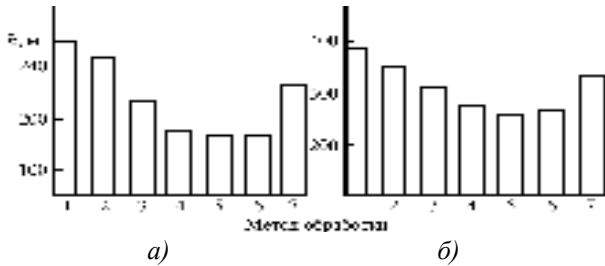


Рис. 2. Влияние метода обработки на весовой износ  $h$  наплавки 3Х2В8 (а) и 25Х5ФМС (б):

1 – шлифование кругом из электрокорунда; 2 – 5 – АЭ-ЭШ ( $U_m = 45, 40, 35, 30$  В соответственно); 6, 7 – шлифование алмазным кругом ( $U_m = 0$ , время обработки 10 и 30 мин)

Таким образом, результаты экспериментов с целью исследования линейного износа поверхностей образцов, обработанных круглым

шлифованием, точением + ППД, шлифованием + ППД, представлены на рис. 3. Параметры износа образцов, полученные в кривых, являющиеся результатами сравнительного испытания, даны в табл. 1.

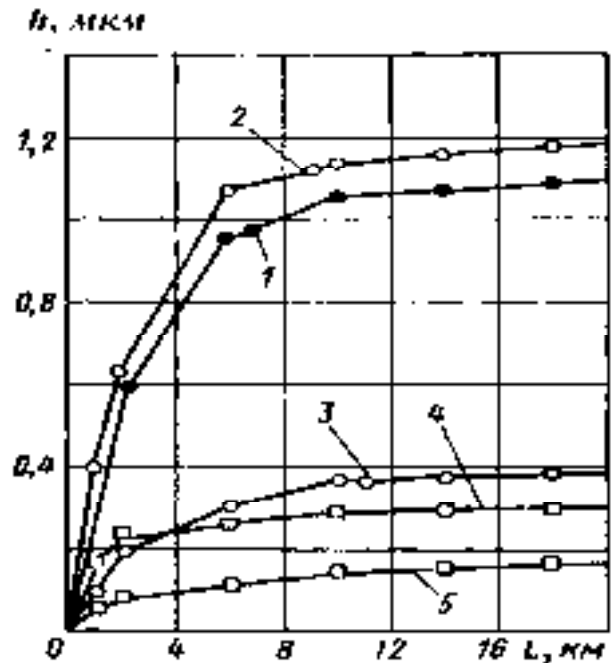


Рис. 3. Кривые линейного износа цилиндрических образцов после различных методов обработки

1. Параметры кривых линейного износа при сравнительных испытаниях

Обработка	$\lambda$	$\beta$	$I \cdot 10^{-12}$	$h_0$ , мкм	$L_0$ , км
Круглое шлифование ( $Ra = 0,3 \dots 0,6$ мкм)	0,5021	0,3110	12,5	1,01	10,0
Точение ( $Rz = 20 \dots 30$ ) + ППД	0,4084	0,5617	72,4	1,08	10,0
Точение ( $Ra = 1,2 \dots 2,5$ ) + ППД	0,1410	0,4275	29,1	0,33	8,0
Шлифование ( $Ra = 0,3 \dots 0,6$ ) + ППД	0,1805	0,2245	3,0	0,25	6,0
Шлифование ( $Ra = 0,3 \dots 0,6$ ) + ППД	0,0479	0,5005	3,0	0,11	6,0

Образец №1 обработан круглым шлифованием и имеет исходную шероховатость поверхности  $Ra = 0,3 \dots 0,6$  мкм, что соответствует чистой обработке шеек валов, работающих в подшипниках скольжения. Образцы №2 и №3 имели предварительную обработку точением соответственно  $Rz = 20 \dots 30$  мкм и  $Ra = 1,5 \dots 2,5$  мкм и подвергались финишной отделочно-упрочняющей обработке с режимами соответственно  $I = 0$  и  $500$  А;  $P = 800$  Н;  $v_0 = 30$  м/мин;  $S = 0,15$  мм/об;  $r = 0,5$  мм. Образцы №4 и №5 обработаны ППД с режимами  $P = 800$  Н,  $v_0 = 30$  и  $80$  м/мин;  $S = 0,07$  и  $0,15$  мм/об;  $r = 1,5$  мм после предварительного шлифования с шероховатостью поверхности соответственно  $Ra = 1,2 \dots 2,5$  мкм и  $Ra = 0,3 \dots 0,6$  мкм.

В табл. 1 приняты следующие обозначения:  $\lambda, \beta$  – параметры параболической аппроксимации зависимости величины изнашивания  $h$  от пути трения  $L$  в период приработки, которая имеет вид  $h = \lambda L^\beta$ ;  $I$  – интенсивность изнашивания в период нормальной эксплуатации (после завершения процесса приработки), определяемой отношением  $I = \Delta h / \Delta L$ , причем величины  $\Delta h$  и  $\Delta L$  подставляются в мкм, тогда  $I$  – безразмерная величина;  $h_0$  и  $L_0$  – величина начального износа и путь приработки, соответственно.

Используя данные табл. 1, можно прогнозировать величину износа обработанной поверхности в зависимости от метода обработки и пути трения.

Долговечность кулачков определяется не-

равномерностью износа их рабочих поверхностей трения [7]. Предложены технологии, которые дают возможность увеличить долговечность кулачковых механизмов за счет того, что закономерное изменение качества поверхности трения кулачка обеспечивается технологически.

При изучении путей решения повышения износостойкости кулачков, следует обратить внимание на то, что их контакт с опорой толкателя носит локальный (точечный) характер, а не линейный (рис. 4, а), что существенно увеличивает износ деталей.

Например, если придать криволинейную выпуклую форму кулачку, а точнее одной из контактирующих поверхностей трения, то можно избежать этого явления (рис. 4, б). Следовательно, давление уменьшается и износостойкость повышается, если увеличить первоначальную фактическую площадь контакта.

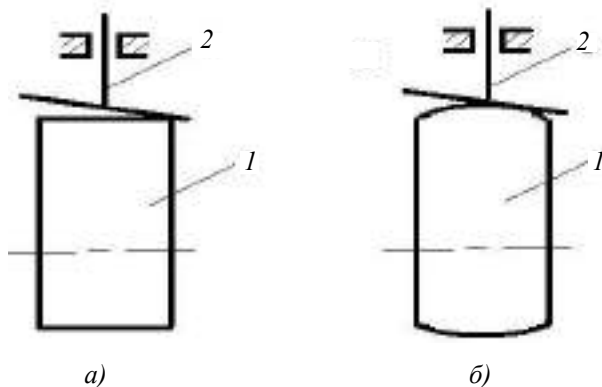


Рис. 4. Схема контакта кулачка с опорой толкателя

Это можно обеспечить полированием бесконечной лентой рабочей поверхности кулачка при окончательной обработке. Продление долговечности поверхностей трения возможно за счет восстановления их при ремонте.

Таким образом, технологическое повышение износостойкости распределительных валов автотракторных двигателей можно обеспечить путем механической обработки их кулачковых механизмов за счет изменения формы поверхности соприкосновения кулачка и толкателя.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Суслов, А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.
2. Петрешин, Д.И., Суслов, А.Г., Федонин, О.Н. Управление параметрами качества поверхностного слоя деталей машин в условиях неопределенности // Прогрес-

сивные технологии и системы машиностроения. – 2016. – № 4 (55). – С. 57-61.

3. Суслов, А.Г., Федоров, В.П., Горленко, О.А. и др. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.

4. **Машиностроение.** Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др.. М.:Машиностроение. Надежность машин. Т. IV-3/В.В. Клюев, В.В. Болотин, Ф.Р. Соснин и др.; под общ. ред. В.В. Ключева. 1998. – 592 с.

5. Харченков, В.С. Технологическое обеспечение износостойкости деталей машин нанесением многослойных покрытий // Трение и износ. – Т. 18, – №3. – 1997

6. **Технология** и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник. В 2-х томах. Т.1. / под общ. ред. А.Г. Суслова.- М.: Машиностроение, 2014. – 480 с.

7. Суслов, А.Г., Горленко, А.О. Контактное взаимодействие сферических пар трения // Трение и износ. – Т. 15. – №4. – 1994. – С. 595 – 601.

## REFERENCES

1. Suslov, A.G. *Quality of Machinery Surface Layer.* – М.: Mechanical Engineering, 2000. – pp. 320.
2. Petreshin, D.I., Suslov, A.G., Fedonin, O.N. Quality parameters control of machinery surface layer under conditions of uncertainty // *Progressive Technologies and Systems of Mechanical Engineering.* – 2016. – No.4 (55). – pp. 57-61.
3. Suslov, A.G., Fedorov, V.P., Gorlenko, O.A. et al. *Technological Support and Operating Properties Increase of Parts and Their Joints* / under the general editorship of A.G. Suslov. – М.: Mechanical Engineering, 2006. – pp. 448.
4. *Mechanical Engineering. Encyclopedia* / Editorial Council: K.V. Frolov (Chairman) et al.. М.: Mechanical Engineering. Machine Reliability. Vol. IV-3/V.V. Klyuev, V.V. Bolotin, F.R. Sosnin et al.; under the general editorship of V.V. Klyuev. 1998. – pp. 592.
5. Kharchenkov, V.S. Technological support of machinery wear-resistance through multi-layer coatings // *Friction and Wear.* – Vol. 18, No.3. – 1997.
6. *Technology and Tools of Parts Finishing-Strengthening by Surface Plastic Deformation:* reference book. In 2 Vol. Vol. 1. / under the general editorship of A.G. Suslov.- М.: Mechanical Engineering, 2014. – pp. 480.
7. Suslov, A.G., Gorlenko, A.O. Contact interaction of spherical friction pairs // *Friction and Wear.* – Vol. 15. – No.4. – 1994. – pp. 595-601.

Рецензент д.т.н. Д.И. Петрешин