

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС ИЗНОСА ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКИ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-53**

A.S. Karzhaubaev

**INFLUENCE OF PHYSICAL AND MECHANICAL PARAMETERS ON THE PROCESS OF WEAR LINERS BEARING THE GAZ-53**

УДК: 621.791.92: 621.824.32

*В этой статье приведены теоретические основы износа в парах трения коленчатых валов и изложена расчетные формулы для определения износа наплавленных шеек валов.*

*In this clause the the oretical bases of deterioration in pairs of friction cranked shaft are given and is stated the settlement formulas for definition of deterioration offused shaft journal.*

На практике износостойкость восстанавливаемых деталей повышают различными методами, главными из которых являются: применение при наплавке износостойких материалов; создание оптимального микрорельефа рабочих поверхностей; применение термической или химико-термической обработки; поверхностное пластическое деформирование; лазерное упрочнение и др. [1].

Повышение износостойкости рабочих поверхностей деталей должно быть оправдано экономически, что подразумевает рациональный выбор способа восстановления, подтверждаемый обеспечением срока эксплуатации при наименьшей себестоимости восстановления.

Долговечность автомобиля во многом зависит от качества изготовления и восстановленных его узлов и деталей и, в частности, от чистоты обработанных поверхностей трущихся деталей. В КазНТУ г. Алматы проведены большие работы по изучению износостойкости деталей в зависимости от чистоты рабочих поверхностей, на основании которых создан ГОСТ 4669-84 и имеются руководящие материалы, регламентирующие чистоту рабочих поверхности деталей.

На основании исследовательских работ, проведенных в Каз НТУ, по приработке подшипниковых сплавов и стальных цапф, установлено, что для данных условий трения и материалов пары сопряженных деталей имеется своя оптимальная величина шероховатости трущихся поверхностей [2].

На долговечность и стабильность работы автомобильного двигателя исключительно, большое влияние оказывает работа пары коленчатый вал - подшипник. Проведено специальное исследование с целью определения зависимости коэффициента трения, износа и температуры при трении от чистоты обработанной поверхности этих деталей.

Исследование проводилось на образцах, а также на двигателях, проходивших стендовую обкатку, и на автомобилях в дорожных условиях эксплуатации.

Исследование изменения начальной чистоты трущихся поверхностей в зависимости от продолжительности приработки, числа оборотов и удельного давления проводилось на приспособленном токарном станке.

Образцы, моделирующие шейки коленчатого вала, были изготовлены из стали 45 и термически обработаны до твердости (52-58)HRC. Каждый образец имел четыре шейки таких же диаметра и ширины, как у коренных шеек вала (рисунок-1,а). Другой сопрягаемой деталью являлись вкладышей подшипников, рабочая поверхность которых покрыта свинцовистым баббитом (рисунок 1,б). Для обеспечения хорошего прилегания сопрягаемых поверхностей и получения удельных давлений на подшипнике, близких к таковым при работе автомобильного двигателя, слой баббита был оставлен только на отдельных участках поверхности вкладыша. Общая поверхность трения вкладышей составляла 4,4 см<sup>2</sup>.

Образец - вал устанавливается в центрах станка, к нему прижимался грузом при помощи рычажного приспособления вкладыш (рисунок 2). Число оборотов вала были приняты 750,1160 и 1500 об/мин, удельные давления - 5,7; 10,2; 19,2; 28кг/см<sup>2</sup>, смазкой служил минеральное масло «ЛУКОЙЛ», которой поступал самотеком через отверстие во вкладыше. Исходные шероховатости поверхностей образцов вала были с H<sub>ск</sub>= (0,075 -0,675) мк (табл. 1).

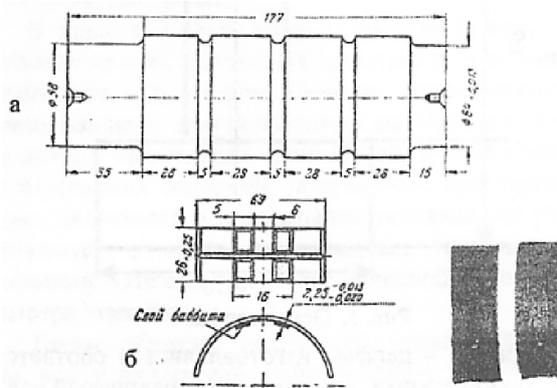


Рис. 1. Эскизы образцов вала и вкладыша

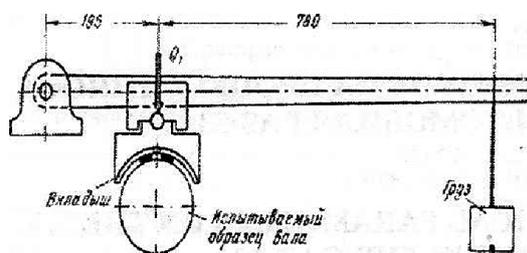


Рис.2. Схема нагрузочного устройства.

В процессе работы испытания прерывались для определения чистоты поверхностей образцов на профилографе Браш (в начале через 15-30мин, а в конце опытов через 60 мин).

Опытами было установлено, что исходная чистота поверхности вала в процессе приработки изме-

няется во всех случаях. При этом наблюдается увеличение шероховатости, если исходная шероховатость была  $H_{ск}=0,10\text{мк}$ , и ее уменьшение, если она была  $H_{ск}=0,25-0,35\text{мк}$ , то в процессе приработки она изменялась незначительно [3].

Таким образом, исходная чистота поверхности вала в процессе приработки изменяется, достигая оптимального значения, и стабилизируется в зависимости от режимов и времени приработки. Наиболее интенсивно изменение шероховатости протекает в первые 30-60 мин.; после достижения стабильного значения интенсивность ее изменения снижается.

Опыты показали также, что приработка поверхностей происходит быстрее при больших числах оборотов вала в минуту, чем при малых.

Следующие лабораторные опыты были проведены для исследования коэффициента трения, температура масла и интенсивности изнашивания при трении баббита о шейку вала. Эти опыты проводились на образцах, представленных на рисунке 3.

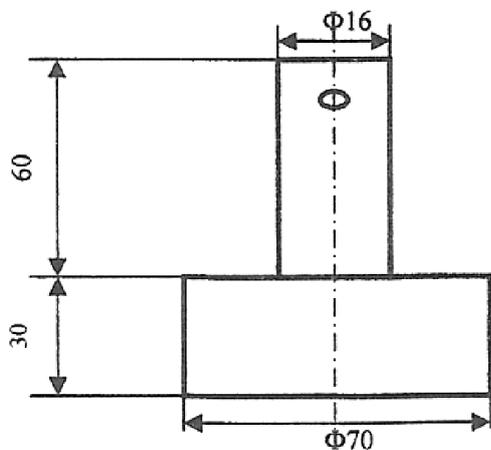


Рис.3. Эскиз цапфы.

Образцы - цапфы изготавливались в соответствии с техническими условиями на коленчатый вал и подвергались закалке ТВЧ до твердости (55-60) HRC. Образцы-вкладыши (см. рис. 1,6), состоящие из двух половинок с уменьшенной поверхностью баббита, были изготовлены из серийных вкладышей ко-

Испытания проводилось на вертикально-сверлильном станке (рисунок-4) при 1120, 1520 и 2020 об/мин и при удельных давлениях на образцы 10, 19, и 32,7 кг/см<sup>2</sup>. Эти режимы соответствуют средним режимам эксплуатации двигателей на автомобиле ГАЗ-53. Смазка - минеральное масло «ЛУКОЙЛ» улучшенное, которое применялось ранее при обкатке двигателей на стендах [1]. Образец закреплялся в шпиндель станка нежестко (свободно качался). На стол станка устанавливалось нагрузочное приспособление - 5 с ванной, наполненной маслом, в которую образец опускался и обхватывался двумя половинами вкладышей под действием сжимающих усилий, создаваемых двусторонним винтом. Перед началом испытания масло в ванне подогревалось до температуры 60-80°C. Нагрузка на образец определялась динамометром - 4.

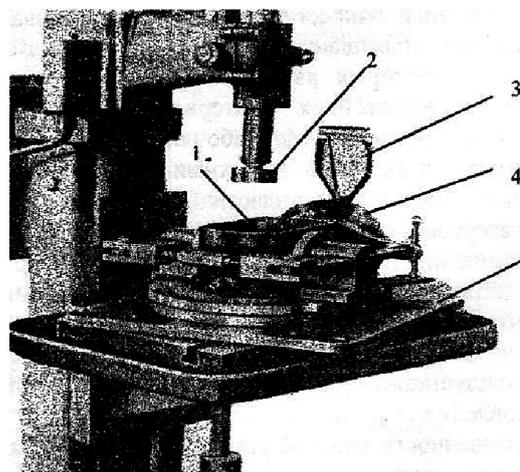


Рис. 4. Испытательная установка 1-ванна, 2-образец-цапфа, 3-динамометр силы трения, 4-динамометр нагрузок, 5-нагрузочное приспособление.

В процессе испытания измерялись сила трения и температура масла, а после испытания - износ цапфы и вкладышей и чистота поверхности. Сила трения измерялась при помощи чувствительного динамометра - 3 разработанного Лабораторией КазНТУ. Показания динамометра силы трения и температуры масла фиксировались через каждые 5 мин.

Испытаниями установлено, что при исходной шероховатости вкладышей  $H_{ск}=0,4\text{ мк}$  чистота поверхности вследствие трения ухудшается независимо от режима испытания и составляла в среднем  $H_{ск}=0,8\text{ мк}$  максимум (разряд «а» класса 8). Шероховатость же большинства шеек цапф после приработки осталась без изменения или изменялась незначительно, так как их исходная шероховатость была близка к оптимальной.

Средние значения шероховатости поверхности, коэффициента трения, интенсивности изнашивания и температуры масла, полученные при испытаниях с разными скоростями и нагрузками, приведены в

Из таблицы видно, что с увеличением удельного давления интенсивность износа вкладышей увеличивается. Коэффициент трения при этом уменьшается.

Для проверки полученных результатов на образцах (по чистоте поверхности) были проведены стендовые испытания двигателей на приработку.

Испытанию (обкатке) подверглись девять двигателей автомобиля ГАЗ-53 на следующих режимах:

1) два двигателя - по принятому на заводе стандартному режиму обкатки течение 65 мин. без нагрузки, при:

-  $n = 1100-1200\text{ об/мин} - 50\text{ мин.}$

-  $n = 1000-3000\text{ об/мин} - 15\text{ мин.}$

2) два двигателя - в течение 10 час. при:

-  $n = 1800\text{ об/мин}$  без нагрузки - 8 час.

-  $n = 1800\text{ об/мин}$  под нагрузкой - 2 час

3) шесть двигателей в течение 20 час. при:

-  $n = 1100\text{ об/мин}$  без нагрузки - 18 час;

-  $n = 1800\text{ об/мин}$  под нагрузкой - 2 час.

Средние значения чистоты поверхности образцов при лабораторном испытании на приработку коэффициента трения  $f$ , температуры масла  $t^\circ$ , интенсивности изнашивания и.

Число оборотов цапфы, мин	Удельное давление, кг/см <sup>2</sup>	Чистота поверхности образцов				f	v, мк 10000 об	t°	Продолжительность испытания, мин
		До испытания		После испытания					
		Н <sub>ск</sub> , МК	класс по ГОСТ	Н <sub>ск</sub> , МК	класс по ГОСТ				
1120	10	0,6 0,55	8б 8б	0,8 0,42	8а 8в	0,046	0,08 0,025	52	675
	19,1	0,35 0,275	9а 9б	0,73 0,285	8а 9б	0,020	0,15 0,032	47	600
	32,7	0,45 0,6	8в 8б	0,55 0,43	8б 8в	0,023	0,20 0,0446	60	615
1520	10	0Л 0,45	9б 8в	0,71 0,415	8а 8в	0,061	0,04 0,03	61	585
	19,1	0,3 0,375	9б 9а	0,83 0,37	7в 9а	0,024	0,18 0,037	58	450
	32,7	М 0,375	9а 9а	0,65 0,32	8а 9б	0,026	0,12 0,013	68	570
2020	10	0,45 0,225	8в 9в	0,8 0,275	8а 9б	0,065	0,04 0,008	71	450
	19,1	м 0,3	9а 9б	0,83 0,25	7в 9в	0,038	0,114 0,022	70	480
	32,7	0,45 0,3	8в 9б	0,65 0,275	8б 9б	0,025	0,085 0,013	77	540

**Примечание.** Цифры, стоящие над чертой, относятся к вкладышам подшипников; цифры под чертой - к шейкам цапф.

Испытания двигателей проводились на бензине (горячая обкатка). Измерения чистоты трущихся поверхностей коленчатого вала и вкладышей подшипников до и после испытания производились на профилографе «Браш». На каждой поверхности производилось от четырех до восьми измерений. В результате этих испытаний было установлено, что исходная высота шероховатости поверхности вкладышей подшипников после испытания двигателей увеличилась, независимо от продолжительности приработки, с Н<sub>ск</sub> = 30мк до 60 мк для коренных и с 0,32мк до 0,84 мк для шатунных вкладышей.

Кроме стендовых испытаний, было проведено наблюдение за работой девяти двигателей, установленных на автомобиле ГАЗ-53. Пять автомобилей эксплуатировались в нормальных условиях по асфальтированным и шоссейным дорогам и четыре в тяжелых условиях по проселочным дорогам. После пробега автомобилей двигателя разбирались для

осмотра состояния узлов и измерения шероховатости трущихся поверхностей вкладышей подшипников и шеек коленчатого вала.

В таблице 2 сопоставлены средние данные, полученные из всех указанных испытаний. Эти данные показывают, что средние значения шероховатости, установившиеся при испытаниях на образцах и при стендовых испытаниях двигателей, мало отличаются от средних значений, получаемых при эксплуатации двигателей в нормальных условиях, но резко отличаются от норм, указанных техническими условиями. Отсюда вытекает целесообразность пересмотра этих норм.

Таким образом, результаты испытаний показали, что у двигателей, работающих в тяжелых условиях, чистота поверхности вкладышей подшипников стала хуже, чем у работающих в нормальных условиях. Ухудшение чистоты могло быть вызвано нарушением нормальных условий смазки.

Таблица 2.

Средние значения шероховатостей вкладышей подшипников и шеек коленчатого вала после испытаний

Величины шероховатости	Вкладыши подшипников				Шейки коленчатого вала			
	коренные		шатунные		коренные		шатунные	
	Иск, мк	класс по ГОСТ	Иск, мк	класс по ГОСТ	Иск, мк	класс по ГОСТ	Иск, мк	класс по ГОСТ
По техническим условиям завода (максимум)	0,4	9а	0,4	9а	0,25	9в	0,25	9в
После испытания на образцах (максимум)	0,8	8а	-	-	0,4	9а	-	-
После стендовых испытаний двиг-й (максимум)	0,6	8б	0,84	7в	0,44	8в	0,47	8в
После эксплуатации двигателей в нормальных условиях (максимум)	1,0	7в	1,25	7б	0,5	8в	0,51	8в

**Литература**

1. Каржаубаев А.С. Восстановления чугунных коленчатых валов автомобильных двигателей: - Мон-ф. Алматы 2010,- 148 с.
2. Бисекен А.Б., Каржаубаев А.С. Сравнительные исследования износостойкости коленчатых валов восстановленных широкослойной наплавкой с ферромагнитной шихтой //Материалы научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов. Каз СХИ, Алматы.: 1994. - 75-76 с.
3. Буше Н.А. Трение, износ и усталость в машинах. М.: Транспортная техника. 1987 - 223 с.

Рецензент: д.т.н., профессор Поветкин В.В.