

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗНОСА ЭЛАСТИЧНЫХ МЕТАЛЛОПЛАСТМАССОВЫХ И БАББИТОВЫХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧАСТЫХ ПУСКОВ И ОСТАНОВОК ПОД НАГРУЗКОЙ

© 2007 Ю.И. Байбородов

Самарский государственный аэрокосмический университет

Приведены результаты экспериментальных исследований по определению износа баббитовых и эластичных металлопластмассовых (ЭМП) подшипников скольжения, работающих в условиях частых пусков и остановок ротора при высокой удельной нагрузке. Установлено физическое обоснование влияния эластоэффекта на повышение износостойкости ЭМП подшипников по сравнению с баббитовыми подшипниками скольжения. Указаны промышленные объекты, на которых были проведены натурные испытания ЭМП подшипников скольжения, доказавшие высокую работоспособность и износостойкость новых, «мягких» ЭМП подшипников скольжения.

Известно, что подшипники скольжения жидкостного трения при установившемся непрерывном режиме способны работать многие десятки тысяч часов без признаков существенного износа.

Однако долговечность опор скольжения в ряде случаев определяется не длительностью непрерывной работы, а числом пусков и остановов вала. Если учесть, что в первые мгновения пуска подшипник работает в режиме граничного трения, то естественно, что большое число пусков и остановов вала может оказывать большое влияние на износ и долговечность подшипника.

С целью определения пусковой работоспособности к износостойкости было проведено сравнительное испытание эластичных металлопластмассовых [1], [2], [3] и баббитовых подшипников скольжения при частых пусках и остановках под нагрузкой [4], [5], [6].

В данных испытаниях подшипник был самоустанавливающимся.

Удельная нагрузка в период пусков была 3,2 МПа, количество пусков $n = 2000$. Период пуска был строго установлен и составлял 10 секунд. За это время обороты вала изменялись от 0 до 2500.

После выхода на режим номинальных оборотов, что соответствовало режиму жидкостного трения, двигатель выключался и вал останавливался.

Затем следовала выдержка под нагрузкой в течение 15–20 секунд для выдавливания

масла из зоны контакта.

Величина износа оценивалась методом мерных баз [7] с помощью большого инструментального микроскопа БИМ-2.

С этой целью на поверхности трения испытуемых подшипников были нанесены мерные базы (лунка) в трех диаметральных сечениях и семи сечениях вдоль образующей подшипников, расположенных с угловым интервалом 10° . Сечение № 4 располагалось в плоскости действия внешней нагрузки, как показано на рис. 1.

На рис. 2 приведены графики износа баббитового подшипника по окружности. На

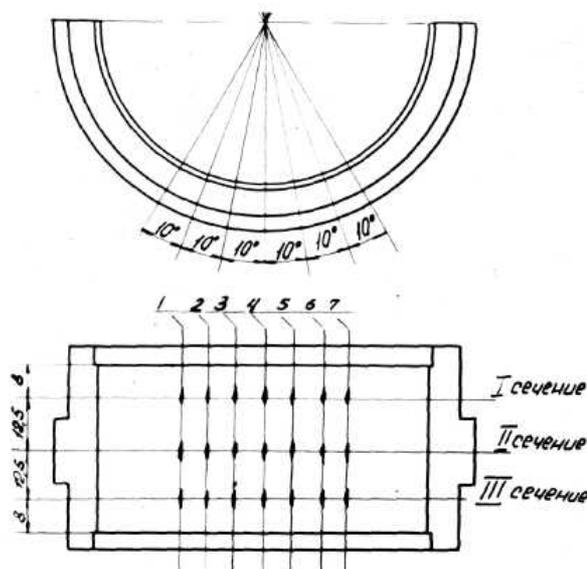


Рис. 1. Схема расположения мерных баз для определения износа поверхности трения

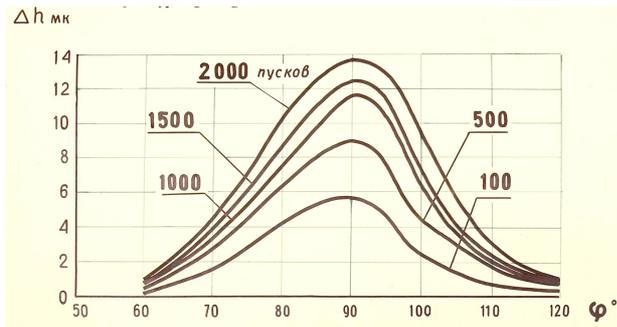


Рис. 2. График износа баббитового подшипника

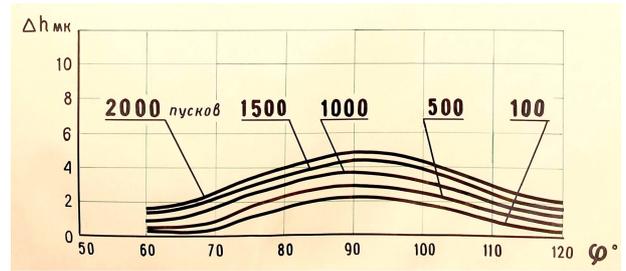


Рис. 3. График износа эластичного подшипника

рис. 3 приведены аналогичные графики износа эластичного металлопластмассового подшипника.

Анализ показывает, что абсолютный в наиболее нагруженном сечении, а также суммарный износ баббитового подшипника в 2,5–3 раза больше, чем у эластичного металлопластмассового. Вместе с тем из этих же графиков видно, что в сечениях наиболее удаленных от плоскости действия нагрузки величина износа эластичного металлопластмассового подшипника несколько больше, чем у баббитового.

Такая разница в величине максимального и суммарного износа объясняется разными физическими свойствами баббита и фторопласта.

Существенным фактором, определяющим эту разницу в величине износа, является значительная разница модулей упругости баббита и пластичного металлопластмассового подшипника.

Расчет показывает [8], что при данной схе-

ме сопряжения трущихся пар контактные напряжения в эластичном металлопластмассовом подшипнике в 1,5–2 раза меньше контактных напряжений баббитового подшипника.

Вместе с тем Крагельским И.В. показано [9], что интенсивность износа есть нелинейная функция контактных напряжений:

$$I \sim \rho_a^{1,4+3} \quad (1)$$

Таким образом, присутствие эластоэффекта в подшипниках скольжения положительно сказывается на их износостойкости при частых пусках и остановках вала.

Несколько больший износ эластичного подшипника по сравнению с баббитовым в наиболее удаленном сечении от плоскости действия нагрузки также объясняется деформацией эластичного вкладыша под действием внешней нагрузки, как показано на рис. 4 и 5.

В связи с тем, что модуль упругости эластичного подшипника на порядок меньше, чем у баббитового подшипника, угол контакта (ширина контактной площадки) у эластичного подшипника в несколько раз больше, чем у баббитового. Это обстоятельство при-

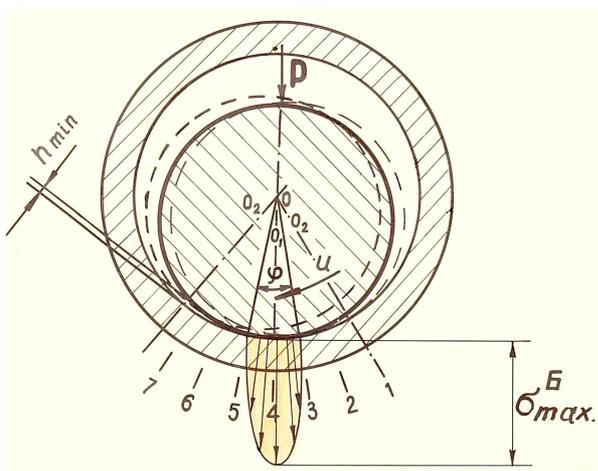


Рис. 4. Схема работы баббитового подшипника при пусках под нагрузкой

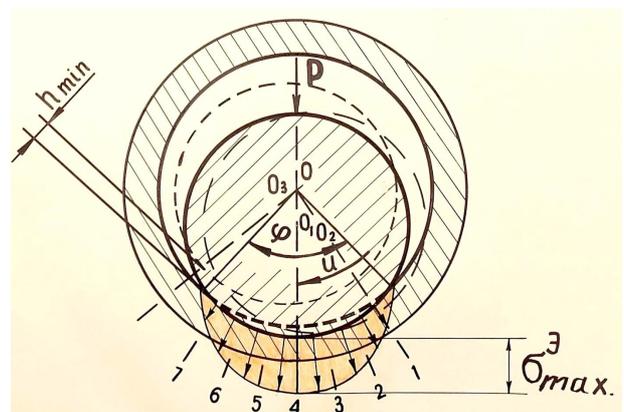


Рис. 5. Схема работы эластичного подшипника при пусках под нагрузкой

Таблица. Объекты испытаний и параметры

№	Объект	Конструкция опоры	Количество опор	d вала, мм	L под., мм	ρ , МН/м ²	U м/с	T, час.	Дата	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Редуктор № 1	Подшипник МР+Фторопласт 4Д	2	170	180	2,403	17,8	350	июнь – октябрь 1965г.	
2	Редуктор № 2	Подшипник МР+Фторопласт 4Д	2	60	65	-	31,4	250	октябрь 1968г. февраль 1969г.	
			4	90	65	2,766	14,2	250		
			4	90	85	2,658	14,2	250		
			2	120	119	2,148	12,3	250		
3	Редуктор № 3	Подшипник МР+Фторопласт 4Д	2	60	65	-	31,4	500	июнь 1969г. декабрь 1970г.	
			4	90	65	2,766	14,2	500		
			4	90	85	2,658	14,2	500		
			2	120	119	2,148	12,3	500		
4	Редуктор № 4	Подшипник МР+Фторопласт 4Д	6	190	78	2,344	16,7	10	июнь 1971г.	
			6	190	146	3,894	16,7	10		
5	Редуктор № 5	Подшипник МР+баббит	6	190	78	2,344	16,7	50	сентябрь 1971г.	
			6	190	146	3,894	16,7	50		
6	Масло-агрегат	Подшипник МР+Фторопласт 4Д	2	52	52	3,021	5,55	50	март – апрель 1971г.	
			2	52	52	3,021		50		
7	Масло-агрегат	Подпятник МР+ФТ-ст ФКН-7	1	16x98	-	0,696	7,8	50	сентябрь 1971г.	
8	Насос откачки № 4	Подпятник МР+Фт-ст 4К-20	1	260x50	-	2,913	11,5	1680	ноябрь 1970г. март 1971г.	
			1		-	2,913	11,5	1680		
			1		0	-	2,913	11,5		1680
			1		-	2,913	11,5	1680		
9	Турбо-компрессор ТК-38	Подшипник МР+Фторопласт 4Д	1	50	42	0,981	55	20	декабрь 1971г.	
			1	50	42	0,981	55	20		
10	Насос откачки № 3	Подпятник МР+Фторопласт 4Д	1	260x50	-	5,395	11,5	3866	октябрь 1972г. II 1974г.	
			1	0	-	5,395	11,5	3866		
			1	-	-	5,395	11,5	3866		
			1	-	-	5,395	11,5	3866		
11	Эмальмашина К-20 № 3	МР+ВНИИН П-207	72	25	15	1,962	0,05	8600	1971-1973г.	
12	Изолированная машина ИЖ-32	МР+Брайт-сток	6	50	90	3,924	0,20	8000	1971-1974г.	
13	Насос откачки № 4	Подпятник открытого типа МР+фторопласт АМИМ-15М	1	260x50	-	9,025	11,5	2024	июль 1973г. февраль 1974г.	
			1	0	-	9,025	11,5	2024		
			1	-	-	9,025	11,5	2024		
			1	-	-	9,025	11,5	2024		

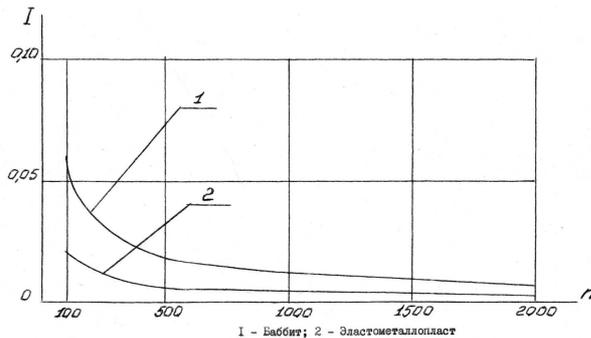


Рис. 6. Интенсивность износа баббитового и эластичного металлопластмассового (ЭМП) подшипников скольжения при пусках под нагрузкой

водит к тому, что в момент трогания вала сечения № 1 и № 7 находятся в непосредственном контакте с валом и подвергаются износу, в то время как в баббитовом подшипнике сечения № 1 и № 7 практически не соприкасаются с валом.

Немаловажным фактором, определяющим пусковую долговечность и износостойкость подшипника, является интенсивность износа после приработки.

На рис. 6 показан график интенсивности износа баббитового и эластичного металлопластмассового подшипника в зависимости от количества пусков по сечению № 4.

Анализ показывает, что с увеличением приработки (количества пусков) интенсивность износа уменьшается и особенно резко в первые пуски после начала испытаний.

На основании проведенной работы в дальнейшем были разработаны, изготовлены и испытаны на натуральных промышленных изделиях эластичные металлопластмассовые подшипники и подпятники скольжения. Полученные результаты приведены в табл.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. № 186225 СССР. Трехслойный подшипник скольжения / *Сойфер А.М., Коднир Д.С., Байбородов Ю.И.*
2. А.С. № 193230 СССР. Вкладыш подшипника скольжения / *Байбородов Ю.И.*
3. А.С. № 273081 СССР. Подпятник / *Байбородов Ю.И., Данильченко А.И.*
4. Испытание на износ баббитовых и эластичных подшипников скольжения в условиях пусков под нагрузкой; Отчет о НИР / *Куйбышевский авиационный институт (КуАИ); Руководитель Байбородов Ю.И.; лаборатория № 1; инв. № 1А/6506 - Куйбышев, 1964.*
5. Определение износа баббитовых и эластичных подшипников скольжения методом искусственных баз; Отчет о НИР / *КуАИ; Руководитель Байбородов Ю.И.; лаборатория № 1; инв. № 1А/6606 - Куйбышев, 1964.*
6. *Байбородов Ю.И., Коднир Д.С.* Разработка и экспериментальное исследование металлопластмассовых эластичных подшипников скольжения // Труды III Всесоюзной научно-технической конференции по применению полимерных материалов в машиностроении, 1966, НИИМАШ. Полимеры в машинах. С-IX. Новые материалы в машиностроении.
7. *Хрущев М.М., Беркович Е.С.* Определение износа деталей машин методом искусственных баз. М.: Издательство АН СССР, 1959.
8. *Платонов В.Ф.* Подшипники из полиамидов. М.: Машгиз, 1961.
9. *Крагельский И.В., Алисин В.В.* Расчет интенсивности изнашивания материалов. Трение, изнашивание и смазка. Справочник. Книга 1. М.: Машиностроение, 1978.

DETERMINATION OF WEAR IN ELASTIC METALPLASTIC SLIDING BEARINGS UNDER CONDITIONS OF FREQUENT START-UPS AND STOPS OF THE ROTOR UNDER LOADING

© 2007 Yu.I. Bayborodov

Samara State Aerospace University

Results of experimental researches by determination of wear of Babbit and elastic metalplastic (EMP) sliding bearings, working in conditions of frequent start-ups and stops of the rotor at a high specific loading, are established. The physical substantiation of influence of elasto-effect to EMP bearings wear resistance increasing in comparison with babbit sliding bearings is established. Industrial bodies where EMP sliding bearings trials were performed and proved high working capacity and wear resistance of the new «soft» EMP sliding bearings are indicated.