

## ИЗМЕРЕНИЕ ФОРМЫ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ РАЗМЕТКОЙ НА ПРОЗРАЧНЫЕ ПЛЕНКИ.

В. Д. ВАРЛАКОВ, Г. С. ПУШКАРЬ

(Представлена объединенным научным семинаром кафедр технологии машиностроения,  
станков и резания металлов)

Форма поршневого кольца в свободном состоянии оказывает важнейшее влияние на эпюру радиальных давлений, а следовательно, и на срок службы поршневого кольца [1]. Однако в промышленности отсутствуют методы как абсолютного, так и относительного измерения формы поршневых колец в свободном состоянии.

Измерение формы реальных колец, проведенное на большом инструментальном микроскопе (БМИ), не дало удовлетворительных результатов.

Были проверены следующие схемы базирования поршневого кольца:

- а) установка по трем точкам, в качестве базовых точек принимались  $x_T x_T o_T; o_x o_x o_T$ ;
- б) установка по двум плоскостям ( $x_T x_T$  и  $o_T o_T$ ; км и лн;  $k'm'$  и  $l'n'$ );
- в) установка по трем равным радиусам-векторам ( $o_T; o_\psi; o_{\psi'}$ );
- г) установка по четырем расчетным радиусам-векторам ( $o_\psi; o_{\psi'}; o_a;$   
 $o_{a'}$ ).

$o_T o_T$  — теоретическая плоскость симметрии;  
 $x_T x_T$  — плоскость, проходящая через центр кольца в сжатом состоянии и перпендикулярная плоскости симметрии;  
км и  $k'm'$  — плоскость замка;  
лн и  $l'n'$  — плоскость, проходящая через середину замка и перпендикулярная к ней.

Схематичное изображение этих установок дано на рис. 1.

При повторных измерениях от всех этих баз одного и того же асимметричного кольца разность радиусов-векторов, определяемых для одного и того же сечения, на кольцах с диаметром в сжатом состоянии 101, 60 мм превосходила 1 мм. Следует заметить, что измерение формы колец на БМИ требует весьма точной установки и является весьма трудоемким.

Поэтому был предложен и опробован метод относительного измерения формы поршневых колец в свободном состоянии разметкой колец на прозрачные пленки.

Сущность метода заключалась в следующем. На прозрачные пленки размечали расчетную форму поршневых колец по каждой операции механической обработки и для окончательно готового поршневого кольца в координатах и размерах, заданных рабочим чертежом поршневого коль-

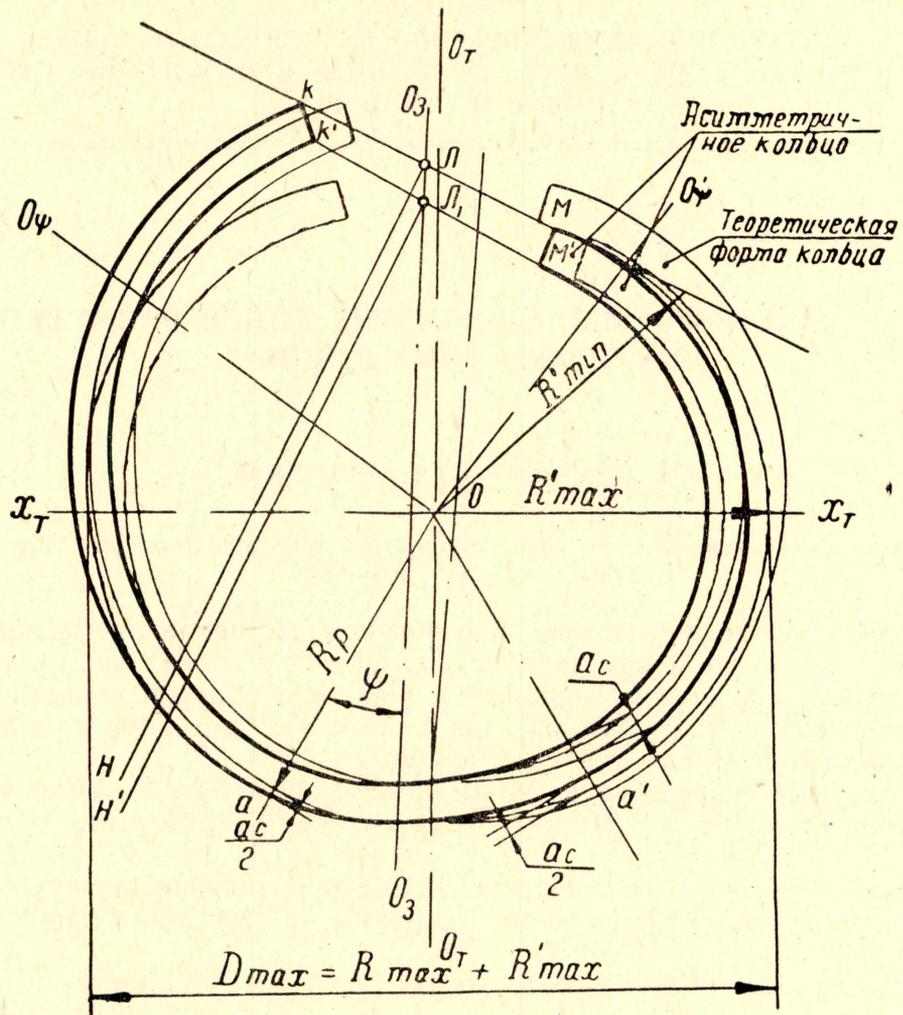


Рис. 1. Схематичное изображение реального кольца

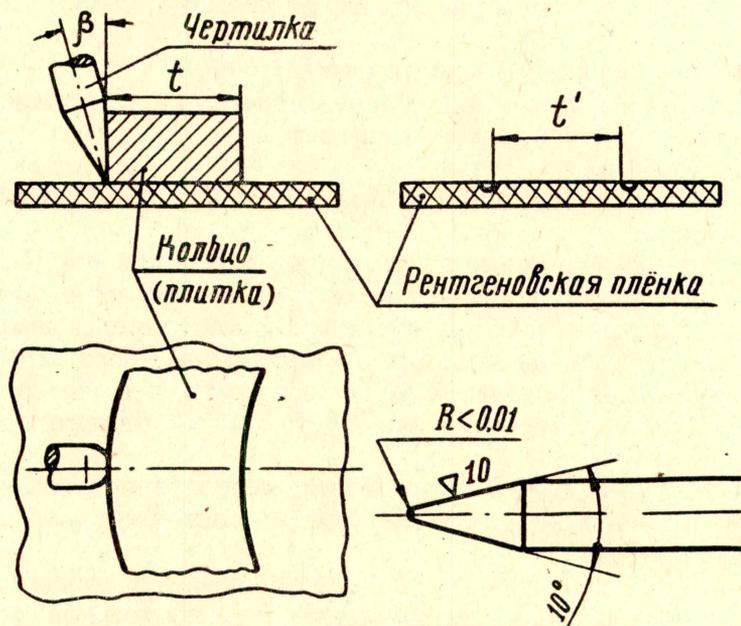


Рис. 2. Схема разметки эталонных пленок на большом инструментальном микроскопе

ца. Для исключения влияния ширины разметочной риски размер откладывался снаружи расчетного контура кольца. Разметка осуществлялась на столе большого инструментального микроскопа. Точность разметки одного из расчетных контуров характеризуется табл. 1, где  $R_p$  — расчетный (теоретический) радиус-вектор;  $\psi$  — угол между плоскостью симметрии и теоретическим радиусом-вектором;

$R_n$  — значение радиуса вектора, полученное на прозрачной пленке.

Для разметки кольца на прозрачные пленки была изготовлена специальная чертилка (рис. 2).

На других прозрачных пленках размечали действительную форму измеряемых поршневых колец. Разметка действительной формы колец осуществлялась на поверочной плите и столе большого инструментального микроскопа. Перед разметкой измеряемое кольцо, вместе с пленкой, закрепляли на поверочной плите или столе большого инструментального микроскопа струбцинками или прихватами.

Таблица 1

$\psi^\circ$	$R_p, \text{ мм}$	$R_n, \text{ мм}$	$R_x, \text{ мм}$	$\Delta_n = R_p - R_n$	$\Delta_x = R_p - R_x$
0	57,455	57,469	57,421	-0,014	+0,034
12	57,498	57,514	57,474	-0,16	+0,024
24	57,633	57,652	57,621	-0,19	+0,012
36	57,826	57,839	57,810	-0,13	+0,016
48	58,077	57,098	57,049	-0,021	+0,028
60	58,354	58,368	58,334	-0,014	+0,020
72	58,642	58,659	58,643	-0,017	-0,001
84	58,890	58,911	58,894	-0,021	+0,004
96	59,022	59,032	58,997	-0,010	+0,025
108	59,170	59,175	59,142	-0,005	+0,028
120	59,145	59,158	59,139	-0,013	+0,006
132	58,980	58,993	58,934	-0,013	+0,046
144	58,660	58,672	58,853	-0,012	+0,007
156	58,172	58,180	58,154	-0,008	+0,018
168	57,537	57,549	57,512	-0,012	-0,025
180	57,095	57,100	57,061	-0,005	+0,034

В процессе закрепления проводили наблюдение через окуляр микроскопа за отсутствием радиальных перемещений всего кольца и отдельных его участков. Проверляли величину зазора в замке до закрепления и после закрепления. После закрепления размечали кольцо по наружному и внутреннему контуру с одновременным наблюдением через окуляр большого инструментального микроскопа, выдерживая ширину полосы в пределах  $0,02 \div 0,03 \text{ мм}$ . После разметки участков, не перекрытых прихватами, прихваты осторожно перемещали на размеченные участки и размечали участки, располагавшиеся под прихватами.

В процессе разметки образующая конуса чертилки прилегала к образующей контура кольца, как показано на рис. 2. При  $5^\circ < \beta < 5^\circ$  имела место дополнительная погрешность. Значение погрешности при обчерчивании эталонных плиток представлено в табл. 2.

Разметка колец на поверочной плите аналогична разметке на микроскопе, но обеспечивает меньшую точность и большую производительность.

Прозрачные пленки, применяемые для разметки формы колец, должны обеспечить отсутствие изменений размечаемых размеров, хорошую видимость размечаемых линий, малую усадку при хранении, достаточную прочность и твердость. Для разметки были приняты диацетатные

Таблица 2

Размеры эталонной плитки $t$ , мм	$\beta$	Средний размер $t'$ на пленке из 10 измерений	Абсолютная погрешность размера, мм	Примечание
5,000	5°	5,013	+0,013	Измерения проводились на универсальном микроскопе УИМ-21
	3°	5,025		
	15°	4,985		
10,000	5°	10,012	+0,012	
	3°	10,029		
	15°	9,980		
20,000	5°	20,015	+0,015	
	3°	20,033		
	15°	19,980		
40,000	5°	40,021	+0,021	
100,000	5°	100,029	+0,029	

пленки. Изменение размеров  $R_x$  при хранении пленок в течение 1 года представлено в табл. 1.

После разметки колец на тонкие пленки определяли:

1. Отклонения действительных радиусов-векторов от расчетных.
2. Погрешность разметки одного кольца на 10 пленках.
3. Величину и характер изменения формы колец в процессе их изготовления в условиях УрАЗ и ЧТЗ.

Таблица 3

№ сравниваемых пленок	Значения размеров наиболее отличающихся диаметров	Наибольшая абсолютная погрешность сравниваемых пленок
7 1	108,15	+0,02
	108,17	
7 2	106,29	-0,03
	106,26	
7 3	107,49	+0,04
	107,53	
7 4	105,93	-0,04
	105,89	
7 5	104,69	+0,03
	104,72	
7 6	107,34	-0,04
	107,30	
7 8	106,94	-0,02
	106,92	
7 9	106,83	+0,01
	106,84	
7 10	107,18	+0,03
	107,21	

Величину отклонения действительных радиусов-векторов от расчетных определяли в следующей последовательности. Пленку с действительной формой измеряемого кольца накладывали на пленку с теоретической формой кольца для данной операции. Производили совмещение контуров колец по наиболее подобным участкам.

Пленки скрепляли и центр теоретической формы кольца совмещали с центром стола микроскопа. Пленки закрепляли на столе прихватами, производили установку стола на расчетные радиусы-векторы и определяли численную величину отклонения действительных радиусов от расчетных. Для увеличения точности метода отсчеты брали по краю риски, прилегающему к контуру размечаемого кольца.

После совмещения и скрепления пленок численную величину отклонения действительных радиусов от теоретических можно определять с помощью лупы МПБ-2 с ценой деления 0,1 мм. Погрешность разметки одного и того же кольца на 10 пленках определялась после обчерчивания кольца на 10 пленок последовательным совмещением пленок. Была найдена наибольшая абсолютная величина разности радиусов-векторов. Для пленок, полученных разметкой на поверочной плите, разность между наибольшим и наименьшим радиусом-вектором не превосходила  $\pm 0,1$  мм.

Для пленок, полученных разметкой на столе микроскопа, разность между наибольшим и наименьшим радиусом-вектором не превосходила  $\pm 0,04$  мм.

Наибольшая разность радиусов-векторов была получена при сравнении пленки № 7. Результаты сравнения этой пленки представлены в табл. 3.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Я. Гинцбург. Теория и расчет поршневых колец. Машгиз, 1945.
2. Г. И. Аксенов, М. С. Морозов. Исследование остаточных напряжений в поршневых кольцах. Сб. «Новое в металлургии и термической обработке», Горьковское книжное издательство, 1954.
3. А. Т. Осипов. Исследование влияния неравномерности структуры и других свойств чугуна на качество поршневого кольца. МАТИ. Диссертация, 1952.