

## 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  $л'н'$ );
- 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  $л'н'$  — 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-

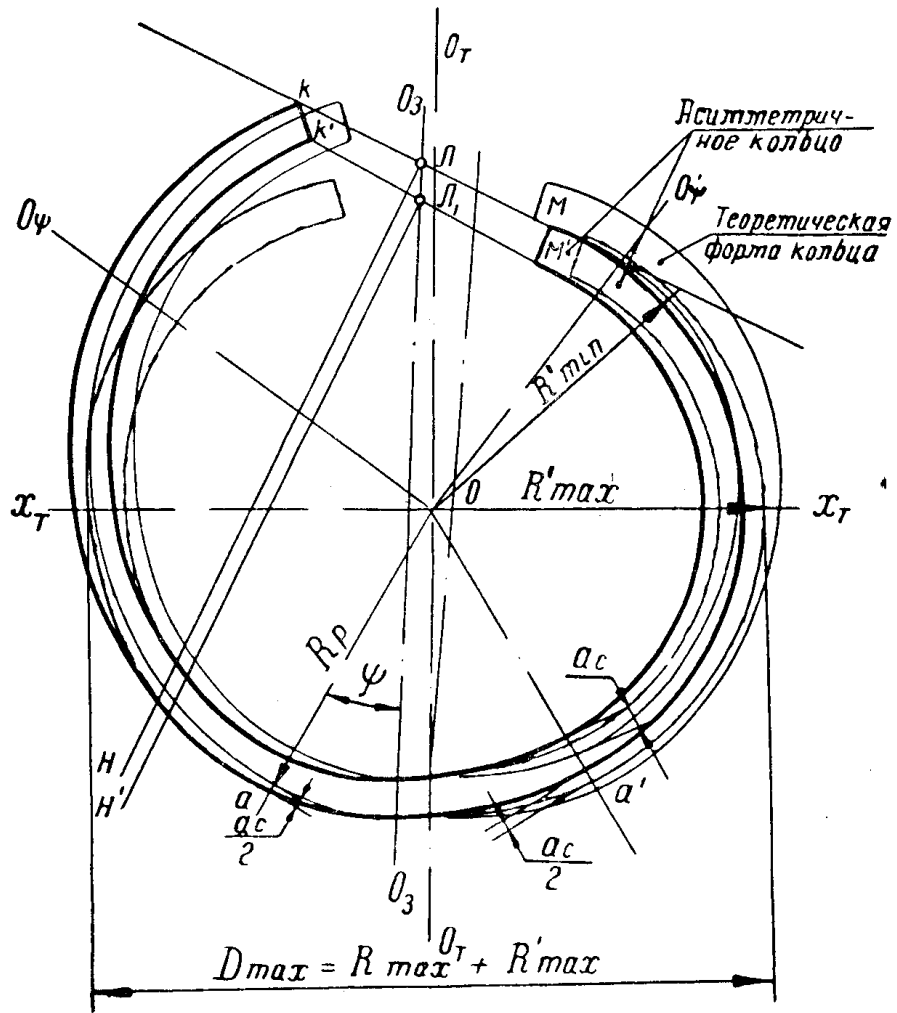


Рис. 1. Схематичное изображение реального кольца

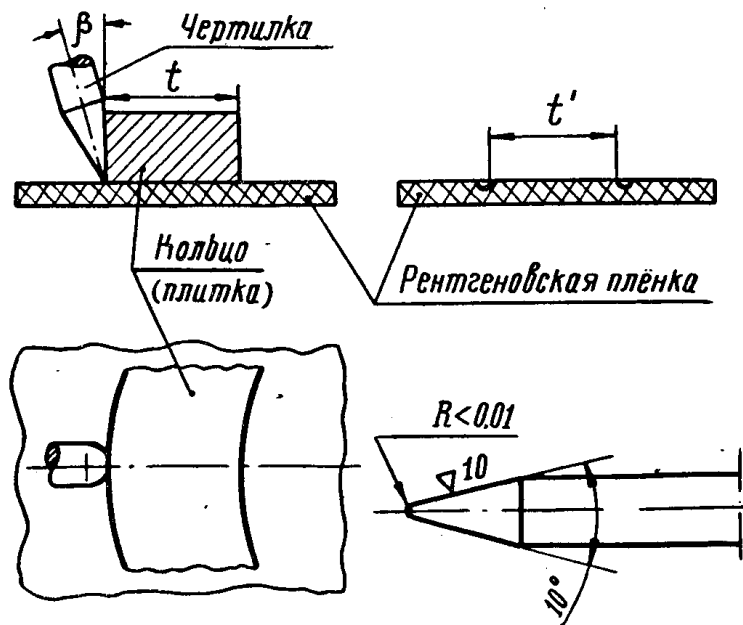


Рис. 2. Схема разметки эталонных пленок на большом инструментальном микроскопе

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.

Т а б л и ц а 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. Проверяли 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<br>1                | 108,15  | +0,02   |
|                       | 108,17  |   |
| 7<br>2                | 106,29  | -0,03   |
|                       | 106,26  |   |
| 7<br>3                | 107,49  | +0,04   |
|                       | 107,53  |   |
| 7<br>4                | 105,93  | -0,04   |
|                       | 105,89  |   |
| 7<br>5                | 104,69  | +0,03   |
|                       | 104,72  |   |
| 7<br>6                | 107,34  | -0,04   |
|                       | 107,30  |   |
| 7<br>8                | 106,94  | -0,02   |
|                       | 106,92  |   |
| 7<br>9                | 106,83  | +0,01   |
|                       | 106,84  |   |
| 7<br>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.