Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горный институт
им. Г.В.Плеханова, т.LXIX, вып.1, 1975 г.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА П2,5Ф В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Н.А.АФАНАСЬЕВА, Г.И.КУСНИЦЫН, Я.Г.РУБАНОВИЧ

Надежность работы погрузочных машин определяется надежностью и долговечностью пневматических двигателей, в которых одним из наиболее ответственных и напряженных узлов является цилиндро-поршневая группа. Как правило, межремонтный срок службы цилиндро-поршневой группы совпадает с межремонтным сроком службы всего пневмодвигателя. Поэтому исследование износа цилиндро-поршневой группы пневмодвигателей - важное звено в общей проблеме повышения их надежности и работоспособности, решаемой совместно Ленинградским горным институтом и заводом "Пневматика".

Для повышения износостойкости деталей цилиндро-поршневой группы необходимо знать характеристики износа этих деталей в процессе эксплуатации.

Чтобы определить величину износа деталей цилиндро-поршневой группы пневмодвигателей до первого капитального ремонта (что составляет 800-900 ч работы), обследовано 25 двигателей механизма подъема и передвижения погрузочных машин, поступивших в ремонт на Горловский рудоремонтный завод. Двигатели подвергали полной разборке, затем, после специального клеймения, детали промывали, сушили и определяли линейные размеры их сопрягаемых поверхностей, причем использовался мерительный инструмент, точность которого на порядок превышала точность изготовления деталей. Сопрягаемые поверхности n цилиндров и поршней замеряли в трех сечениях (I-I, II-II, III-III) в диаметральной плоскости, проходящей через ось поршневого пальца и перпендикулярной ей плоскости качания поршня.

Данные измерений обрабатывались методами теории вероятностей и

математической статистики.[x] В результате построены кривые распределения для поршней и цилиндров, характеризующие изменение диаметров поршня d и цилиндра D вследствие их износа в процессе эксплуатации (рис. 1).

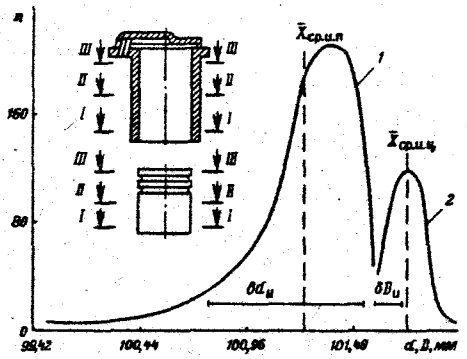


Рис. 1. Кривые эмпирического распределения, характеризующие износ
1 – поршней; 2 – цилиндров

Число диаметров поршней, находящихся за пределами поля допуска $\delta d_и$ на износ поршней,

$$K_1 = \frac{S_1}{\Sigma S_1} \simeq 14\%,$$

где S_1 – площадь под кривой 1 за пределами поля допуска на износ; ΣS_1 – суммарная площадь под кривой 1.

Число диаметров цилиндров, находящихся за пределами поля допуска $\delta D_и$ на износ цилиндров,

$$K_2 = \frac{S_2}{\Sigma S_2} \simeq 60\%,$$

где S_2 – площадь под кривой 2 за пределами поля допуска на износ цилиндра; ΣS_2 – суммарная площадь под кривой 2.

Средневзвешенное значение, наиболее полно характеризующее величину износа деталей обследуемых двигателей, для поршней $\bar{X}_{ср.и.п}$ = 101,23 мм, для цилиндров $\bar{X}_{ср.и.ц}$ = 101,75 мм. За период до первого капитального ремонта средний износ цилиндров $\Delta_{ср.и.ц}$, поршней $\Delta_{ср.и.п}$ и средний действительный зазор между ними $Z_{ср.д}$ составили:

$$\Delta_{ср.и.ц} = \bar{X}_{ср.и.ц} - \bar{X}_{ср.о.ц} = 0{,}11 \text{ мм};$$
$$\Delta_{ср.и.п} = \bar{X}_{ср.и.п} - \bar{X}_{ср.о.п} = 0{,}25 \text{ мм};$$
$$Z_{ср.д} = \bar{X}_{ср.и.ц} - \bar{X}_{ср.и.п} = 0{,}52 \text{ мм},$$

где $\bar{X}_{ср.о.ц}$ и $\bar{X}_{ср.о.п}$ – средневзвешенные значения при обработке цилиндра и поршня.

Поскольку работоспособность двигателя зависит не только от из-

[x] В.А.Белинский, И.Л.Калифман, Л.В.Майстров. Высшая математика с основами математической статистики. М., "Высшая школа", 1965.

носа цилиндров и поршней, но и от степени искажения их геометрической формы, были построены кривые, характеризующие отклонение цилиндров и поршней от этой формы (рис. 2). Из рисунка видно, что поршни по высоте h имеют ярко выраженную бочкообразность, большую в плоскости качания поршня. Значения бочкообразности поршня: в плоскости A поршневого пальца

$$Б_A = \bar{X}_{срA_{II}} - \bar{X}_{срA_{III}} = 0{,}07 \text{ мм};$$

в плоскости $Б$ качания поршня

$$Б_Б = \bar{X}_{срБ_{II}} - \bar{X}_{срБ_{III}} = 0{,}48 \text{ мм},$$

где $\bar{X}_{срA_{II}}$, $\bar{X}_{срA_{III}}$ и $\bar{X}_{срБ_{II}}$, $\bar{X}_{срБ_{III}}$ – средневзвешенные значения для сечений II–II и III–III соответственно в плоскостях А и Б.

Большему искажению в процессе эксплуатации подвержена головка поршня, которая имеет наибольшую овальность в плоскости А. Значения овальности поршня

$$О = \bar{X}_{срA} - \bar{X}_{срБ}$$

для сечений I–I, II–II и III–III соответственно равны 0,6; 0,3 и 0,44 мм.

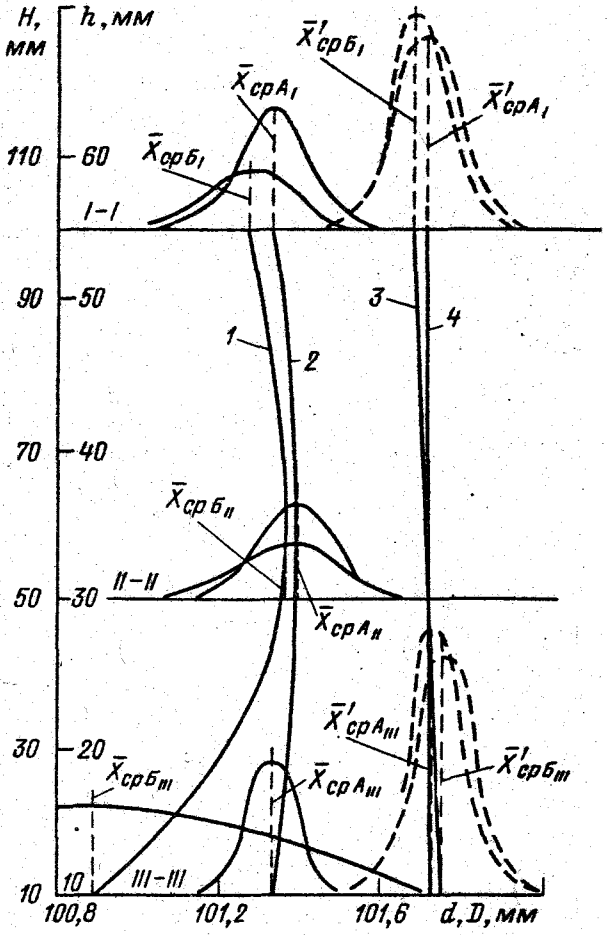


Рис. 2. Кривые нормального распределения, характеризующие отклонение поршней (сплошная линия) и цилиндров (пунктир) от геометрической формы
1 и 2 – бочкообразность поршня соответственно в плоскостях $Б$ и A

Из рис.2 также видно, что цилиндры по высоте H приобретают конусность, увеличивающуюся в сторону головки поршня. Конусности в плоскостях A и $Б$

$$K_A = \bar{X}'_{срA_{III}} - \bar{X}'_{срA_I} = 0{,}2 \text{ мм};$$

$$K_{\text{в}} = \bar{X}'_{\text{ср}Б_{\text{II}}} - \bar{X}'_{\text{ср}Б_{\text{I}}} = 0{,}04 \text{ мм},$$

где $\bar{X}'_{\text{ср}А_{\text{I}}}$, $\bar{X}'_{\text{ср}А_{\text{II}}}$ и $\bar{X}'_{\text{ср}Б_{\text{I}}}$, $\bar{X}'_{\text{ср}Б_{\text{II}}}$ – средневзвешенные значения цилиндра для сечений I–I и II–II соответственно в плоскостях *А* и *Б*.

Овальность цилиндра

$$O' = \bar{X}'_{\text{ср}А} - \bar{X}'_{\text{ср}В}$$

находится в пределах поля допуска на износ.

На основании замера специальным калиброванным кольцом завода "Пневматика" были определены зазоры в стыке замка компрессионного кольца, которые характеризуют износ кольца по радиальной толщине. Средний зазор в стыке замка составляет 2 мм, его предельные значения достигают 4,5 мм. Около 15–20% компрессионных колец сломались в процессе эксплуатации и 10% были поломаны при снятии с поршней для замеров, что объясняется износом колец и резким снижением их упругости.

Выводы

1. Износ цилиндров и поршней происходит неравномерно: средний износ поршней в два раза превышает средний износ цилиндров.

2. Эксплуатация пневмодвигателей приводит к искажению геометрической формы деталей цилиндро-поршневой группы: цилиндры приобретают конусность, а поршни – бочкообразность. Кроме того, цилиндры и поршни приобретают овальность.

3. Для повышения долговечности пневмодвигателей предлагается применять различные износостойкие материалы, методы металлопокрытий и полимерных покрытий для цилиндров и поршней, виброобкатывание зеркала цилиндра и юбки поршня, подбор и использование полимерных материалов для компрессионных колец.