

**Е.Р. Фурсинова, Т.Р. Абляз**

**E.R. Fursinova, T.R. Ablyaz**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет  
Perm National Research Polytechnic University

**В.К. Флегентов, Е.В. Шалагин**

**V.K. Flegentov, E.V. Shalagin**

ЗАО «Новомет-Пермь»

CJSC "Novomet-Perm"

## **МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

### **CONTROL METHODS OF INTERNAL CYLINDRICAL SURFACES ON INTERNAL COMBUSTION ENGINES**

Проанализированы существующие методы контроля цилиндров ДВС, выявлены недостатки. Представлены современные стратегии контроля цилиндров ДВС на координатно-измерительной машине. Проведено сравнение с эталонным контролем. Получена оптимальная методика контроля цилиндров ДВС.

Analyzes the existing methods of control cylinder engine, revealed deficiencies. Presented by the modern method of controlling cylinder engine on the coordinate measuring machine. Comparison with reference control was by results carried out.

**Ключевые слова:** цилиндрическая поверхность, контроль, измерение, КИМ, измерительная система.

**Keywords:** cylindrical surface, control, measurement, CMM, measurement system.

В настоящее время автомобильная промышленность занимает одно из лидирующих позиций в отрасли машиностроения. Одной из ответственных деталей любого автомобиля является двигатель. От качества изготовления двигателя зависит надежная работа автомобиля и безопасность пассажиров. По расположению цилиндров автомобильные двигатели можно разделить на рядные, V-образные и оппозитные (рис. 1).

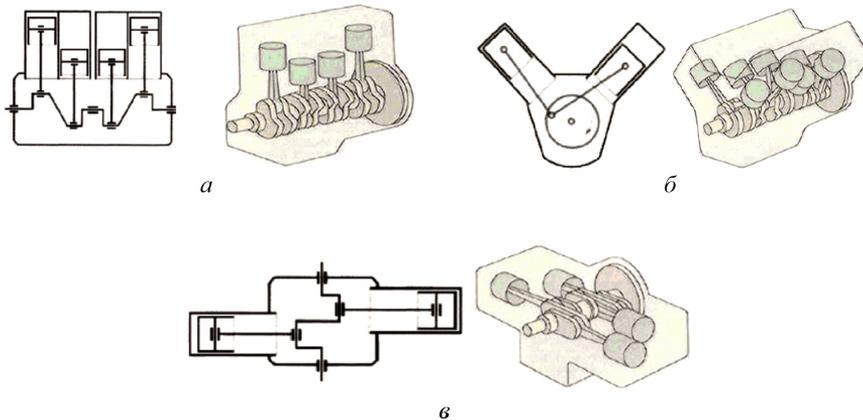


Рис. 1. Типы автомобильных двигателей: *а* – рядный четырехцилиндровый двигатель; *б* – V-образный двигатель; *в* – оппозитный двигатель

Обеспечение максимальной точности изготовления и контроля цилиндров двигателя внутреннего возгорания (ДВС) является одним из приоритетных направлений автомобилестроения.

Целью работы является изучение существующих методик контроля цилиндров двигателя ДВС и определение наиболее оптимальных.

На сегодняшний день существует множество способов контроля цилиндров ДВС. Для измерения различных элементов цилиндра требуется комплект измерительных инструментов: специальная поверочная линейка, набор плоскокалиберных щупов и нутромер с индикатором часового типа. Также часто применяются микрометры, штангенциркули, плиты поверочные, различные технологические кондукторы (рис. 2, 3).

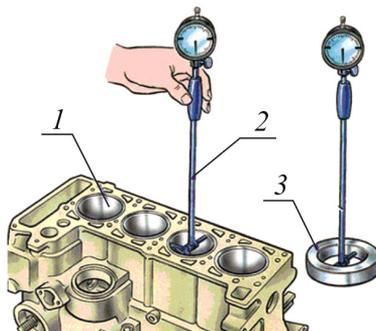


Рис. 2. Ручное измерение цилиндров: *1* – блок цилиндров; *2* – нутромер; *3* – калибр

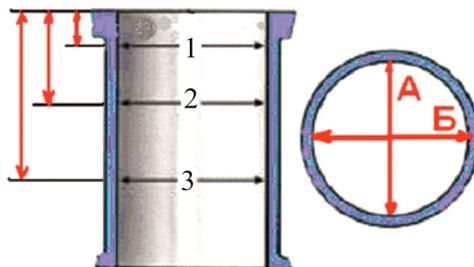


Рис. 3. Направления (А, Б) и высота измерения (1–3)

Измерение этими инструментами требует их калибровки другими измерительными инструментами, что требует определенной квалификации рабочего.

При измерении отверстия цилиндров необходимо определить три параметра – действительный диаметр цилиндра и его отклонение от номинала, эллипсность и конусность отверстия. Для определения этих параметров вручную используется нутромер с индикатором часового типа и специальный калибр для настройки нутромера. Измерение производится на трех уровнях по высоте, и на каждом уровне необходимо производить измерение в двух направлениях. Первое измерение, по направлению А, сначала перпендикулярно оси коленчатого вала, второе измерение производится вдоль оси коленчатого вала Б. Для определения эллипсности из размера А необходимо вычесть размер Б (см. рис. 3).

По высоте измерение 1 делается в самом изношенном месте цилиндра – на уровне положения верхнего компрессионного кольца при положении поршня в верхней мертвой точке. Второе измерение делается на высоте середины хода поршня. Третье измерение делается на высоте нахождения верхнего компрессионного кольца при нахождении поршня в нижней мертвой точке. Конусность определяется вычитанием из размера направления А верхнего уровня размера А нижнего уровня и из размера Б верхнего уровня размера Б нижнего уровня. Затем определенный диаметр, эллипсность и конусность сравниваются с максимально допустимыми для этого двигателя.

Недостатками ручного измерения являются низкая производительность измерения и наличие человеческого фактора. В настоящее время широкое применение нашли автоматизированные системы контроля – координатно-измерительные машины (рис. 4) [1–3].

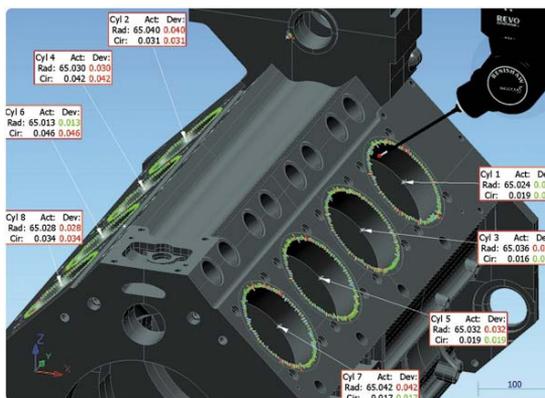


Рис. 4. Автоматизированный контроль на КИМ

В работе рассмотрен процесс автоматизированного контроля тестовой детали – цилиндра диаметром 17,0721 мм, на КИМ портального типа ComturaG2.

Измерения проводились по трем стратегиям, заключающимся в сканировании отверстия щупом: в автоматическом режиме по спирали, в ручном режиме по 8 точкам, в автоматическом режиме в двух сечениях по 8 точкам.

Рассмотрим стратегии более подробно:

1. При измерении цилиндра по спирали количество точек равнялось 20 (рис. 5).

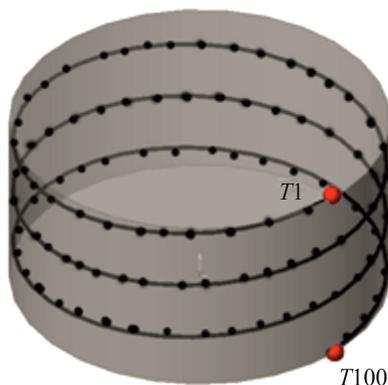


Рис. 5. Измерение цилиндра по спирали

Время на измерение составило 22 с. Полученный диаметр 17,0723 мм.

2. В ручном режиме – по 8 точкам (рис. 6).

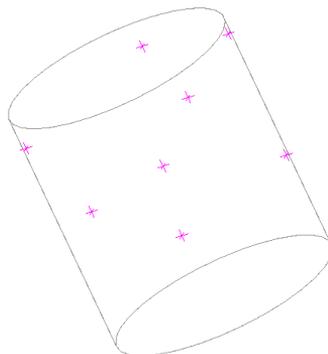


Рис. 6. Измерение цилиндра в ручном режиме по 8 точкам

Время на измерение составило 60 с. Полученный диаметр 17,0732 мм.  
3. Два сечения по 8 точек в каждом (рис. 7).

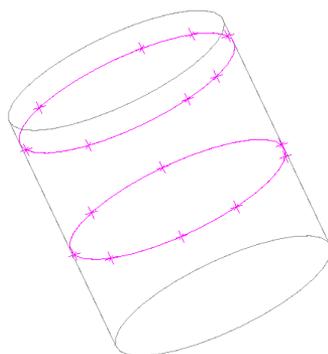


Рис. 7. Измерение цилиндра в автоматическом режиме в двух сечениях по 8 точкам

Время на измерение составило 27 с. Полученный диаметр 17,0744 мм.

Из проведенных измерений следует, что при увеличении количества измеряемых точек повышается точность измерения. Автоматизированный контроль позволяет сократить время измерения.

В ходе работы установлено, что при измерении цилиндров ДВС целесообразнее использовать координатно-измерительные машины. Использование ручных средств контроля приводит к снижению точности измерения. Применение КИМ позволяет оптимизировать процесс измерения. При измерении цилиндров для повышения точности контроля необходимо использовать стратегию «измерение в автоматизированном режиме по спирали».

## Список литературы

1. Абляз Т.Р., Халтурин О.А. Метод контроля конических резьб для элементов бурильных колонн на координатно-измерительной машине // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Машиностроение, материаловедение. – 2012. – № 1. – С. 85–91.

2. Лазерные системы «ОПТЭЛ» для автоматизированного неразрушающего контроля геометрии наружной и внутренней резьбы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nvp-optel.ru/produktsiya/75-lazernye-sistemy-qoptelq-dlya-avtomatizirovannogo-nerazrushayuschego-kontrolya-geometrii-narujnoi-i-vnutrennei-rezby>.

3. Автоматизированная установка бесконтактного контроля геометрии резьбы муфт и труб [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.uralniti.ru/menu-napr/main-menu-ner-kontr/18-naprnerkontrkonrezb>.

Получено 2.10.2013

**Фурсинова Елена Рудольфовна** – студент, ПНИПУ, гр. ТМК-10, e-mail: [freshline2005@rambler.ru](mailto:freshline2005@rambler.ru).

**Абляз Тимур Ризович** – инженер, ПНИПУ, МТФ, e-mail: [lowrider11-13-11@mail.ru](mailto:lowrider11-13-11@mail.ru).

**Флегентов Владимир Кузьмич** – кандидат технических наук, директор департамента производства ЗАО «Новомет-Пермь», e-mail: [sekretar.ogt@novomet.ru](mailto:sekretar.ogt@novomet.ru).

**Шалагин Евгений Валерьевич** – начальник отдела опытных изделий, ЗАО «Новомет-Пермь», e-mail: [sekretar.ogt@novomet.ru](mailto:sekretar.ogt@novomet.ru).