

Точность — вежливость моториста

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ,
кандидат технических наук,
директор фирмы «АБ-Инжиниринг»

Ремонт двигателей — «дело тонкое» во всех отношениях. Аккуратность, внимательность и чистота — вот только некоторые из слагаемых успеха. Но главное — это точность. Точность во всем: при ремонте деталей, при сборке, при контроле всех сопрягаемых поверхностей. Очевидно, при этом не обойтись без измерительных приборов.

Времена, когда «шлифовщик шлифует, расточник растачивает, а моторист только собирает», т.е. гайки закручивает, похоже, уходят в прошлое. Сегодня на каждом уважающем себя и клиента сервисе, занимающимся ремонтом двигателей, присутствует необходимый комплект измерительного инструмента.

Без измерительного инструмента невозможна ни одна технологическая операция. Проточить коленчатый вал, расточить блок цилиндров, а также выполнить множество других работ по мехобработке деталей, чтобы привести их «в чувство», удается только с помощью точных измерений. Можно даже сказать, что измерения — основа любой моторной работы. И если без хорошего слесарного инструмента моторист, как без рук, то без измерительного инструмента он попросту — без глаз.

Естественно, чтобы измерять детали правильно и точно, нужен «правильный» инструмент, удобный и безотказный. Какой именно, попробуем разобраться, но сначала попытаемся сформулировать некие общие принципы измерения деталей.

Что будем измерять?

Ответ на этот вопрос позволяет определить, какой измерительный инструмент требуется на участке моторного ремонта. На первый взгляд кажется, что промерять рабочие поверхности деталей надо для того, чтобы сделать вывод: годятся ли эти детали для установки в двигатель или нет. Однако такие измерения, выполненные, что называется, «в лоб», могут оказаться слишком трудоемкими и вот почему.

В деталях двигателей существуют две группы размеров, контроль которых требует принципиально различных инструментов и приборов. К первой группе относятся разного рода отклонения от заданной геометрической формы и взаимного расположения рабочих поверхностей деталей. Сюда, к примеру, можно отнести такие пара-



метры, как взаимное биение шеек валов и неплоскостность привалочных поверхностей блока и головки блока. Обычно определить такие отклонения не составляет большого труда при наличии индикаторной стойки с призмами и лекальной линейки с набором щупов.

Другие параметры из этой группы, характеризующие взаимное положение рабочих поверхностей (например, неперпендикулярность цилинд-

Рычажная скоба с индикатором — инструмент прекрасный во всех отношениях. Только его точность при измерениях размеров большинства моторных деталей (2 мкм) явно избыточна.



ров к оси вращения коленвала или непараллельность осей шатунных и коренных шеек коленвала), измерять вообще чрезвычайно трудно — их допустимые значения должны быть обеспечены «правильной» технологией ремонта.

Вторая группа параметров — величины зазоров в сопряжениях деталей. То есть если в отверстие установлен вал, то между ним и отверстием существует зазор, по величине которого можно уверенно сказать, будет или не будет работать такое сопряжение.

В самом деле, если проанализировать все сопряжения в двигателе: поршень в цилиндре, поршневой палец в поршне и шатунах, коленчатый вал в подшипниках блока и шатунов, распределительный вал в подшипниках головки блока и многие другие, можно прийти к очевидному заключению, что абсолютное значение размера (диаметра) конкретного вала или отверстия имеет лишь второстепенное и далеко не главное значение.

Главное же — это зазор между ними, его в первую очередь необходимо обеспечить при ремонте деталей и контролировать при сборке двигателя.

Пойдем дальше — большое значение имеют отклонения формы рабочих поверхностей сопряженных деталей. Их нецилиндричность (эллипсность, бочкообразность, конусность, корсетность) сразу приведет к нестабильности рабочего зазора либо по окружности, либо по длине рабочей поверхности. И снова абсолютное значение диаметра не столь важно, главное — величина зазора и отклонения от цилиндричности.

Обычный микрометр позволяет измерить диаметр поршня с точностью в 0,01 мм. Этого вполне достаточно, надо только уметь пользоваться этим прибором.



Регулярная проверка микрометра с помощью концевых мер длины обязательна, чтобы быть уверенным в результатах измерений абсолютного размера.



Что же получается? А вот что: измерения таких параметров при ремонте двигателя должны давать результат в большей степени относительный, а вовсе не абсолютный. Это значит, что можно с особой тщательностью, с точностью до микрона, вымерять абсолютные размеры отверстия и вала, чтобы затем найти разницу между ними, т.е. рабочий зазор в сопряжении. Можно, но совсем не обязательно. А во многих случаях и не желательно, поскольку величина зазора не будет непосредственно измерена. Гораздо лучше постараться как можно точнее определить зазор в сопряжении и лишь затем, если надо, найти абсолютные размеры деталей (последнее, кстати, потребует лишь тогда, когда зазор окажется явно «не в допуске», для выяснения «виновника» этого отклонения).

Получаются, как говорится, «две большие разницы» — между абсолютными и относительными измерениями. Более того, разные цели измерений — абсолютный размер или относительный (зазор) — требуют разных измерительных инструментов, да и точность их может быть тоже разной.

Плюс-минус бесконечность?

«Надо взять как можно более точные приборы, промерить детали с микронной точностью — и нет никакой проблемы!» — слышим возражения некоторых специалистов. Что ж, разумно, давайте попробуем.

Вот великолепный импортный нутрометр для измерения диаметров отверстий, прибор не дешевый, но и точность его соответствующая — 2 мкм. Чтобы ее добиться, нутрометр снабжен специальным установочным прибором с соответствующим калибром. Лучше прибора не бывает! А вот рычажная скоба или микрометр с индикатором — точность измерений наружного диаметра вала те же 2 мкм — настраиваются по плоскопараллельным мерам длины (плиткам Йогансона). Осталось только взять эти два прибора, и — к двигателю.

Пробуем — результат отличный! Диаметры отверстия и вала измерены с завидной точностью, вычитаем одно значение из другого и получаем величину зазора в сопряжении — прекрасно! Берем «на вооружение» эту систему? Конечно, берем, да еще с другими поспорим, у кого такой нет,

что мы измерим лучше всех и точнее всех!

И вот наша великолепная измерительная система в эксплуатации — «трудится» день ото дня и на расточке от блока к блоку, и на шлифовке от коленвала к коленвалу, и на сборке. Идет время и ... однажды приезжает заказчик и говорит: «Просил сделать зазор в блоке с поршнем 0,03 мм, а



получилось вдвое больше! Сам замерял». — «А чем мерил?» — «Да как обычно, нутромер с микрометром». — «Э, брат, у тебя погрешность измерений не менее 0,02 мм. Это, по сравнению с нашими инструментами, плюс-минус бесконечность! У нас все правильно, видишь?»

Мы совершенно ничего не выдумали, т.к. не раз были свидетелями подобных сцен. И каждый раз получалось, что это заказчик ошибся, это у него приборы дешевые, плохие и неточные. Иностраный же прибор — он ведь врать никак не может, зря что ли деньги за него отвалили, и не малые?!

Только одна маленькая деталь — дорогостоящий импортный измеритель не панацея, когда

речь идет о моторном деле. Потому что прежде, чем делать, надо хорошо подумать. К примеру, о том, может ли «врать» самая лучшая измерительная система?

Оказывается, вполне, да еще как! Причина проста: за время работы оказались изношены калибры, по которым настраивают приборы. А это важно — ведь измеряются два абсолютных размера. Вот и пошла «гулять», постепенно нарастая, систематическая погрешность измерений. В конце концов точнейший импортный прибор стал давать никуда не годный результат — ту же «плюс-минус бесконечность», в которой еще недавно обвинялись простые и дешевые отечественные приборы, чему мы совершенно не удивляемся. Точнейшая, сложнейшая и дорогущая импортная техника, как мы уже установили ранее (см. № 12/2001), только тогда дает хороший результат, когда правильно применяется. В том числе без оглядки на то, что она — точнейшая и дорогущая. Иначе точности у нее не будет, а значит, и цена ей — грош.

Когда точность точности рознь

Сравнивая или оценивая те или иные измерительные системы, необходимо представлять, с какой точностью вообще надо проводить измерения размеров моторных деталей. Микрон — это, конечно, прекрасно, а надо ли?

Представьте: мы проводим измерения диаметров цилиндра и поршня с точностью 1 мкм. А какой должен быть зазор поршня в цилиндре?

Чтобы точно измерить относительный размер — зазор в цилиндре (а), нутромер настраивается по микрометру (б), предварительно уже настроенному на размер поршня.





Чтобы точно измерить абсолютный размер отверстия, необходимо настраивать нутромер по специальному кольцу-калибру. Для большинства моторных измерений такая точность не требуется.

Ответ: 0,04-0,06 мм. Получается, что наша «бешеная» точность здесь совершенно ни к чему — допуски на размеры деталей в десятки раз больше. То же самое относится и к подшипникам двигателя — допуски там почти такие же.

Но, может быть, точнейший прибор позволит нам точнейшим же образом (± 1 мкм) выдержать минимально допустимый зазор, чтобы обеспечить максимальный ресурс двигателя? По нашему мнению, такое стремление, по меньшей мере, наивно: отремонтировать цилиндр так, чтобы все отклонения от цилиндричности были бы меньше 0,01 мм, чрезвычайно трудно на любом оборудовании (кто не верит, пусть проверит).

Кроме того, любой самый точный прибор начнет безбожно «врать», как только попадет в несоответствующие его точности температурные условия. Для прецизионных измерений, как известно, необходимо строго поддерживать температуру в помещении на уровне $20 \pm 1^\circ\text{C}$. А где это выдерживают? Может быть, там, где пользуются самыми точными микронными приборами? Тогда давайте возьмем поршень в руку и подержим секунд 20-30, пока измеряем. Почувствовали разницу микрон эдак в пять-шесть? Зачем же копя ломать, добиваясь точности в одну тысячную мм?

Вот и получается, что точность измерения должна соответствовать реальным деталям и реальным условиям. А этот уровень для любого двигателя — та же «сотка» — 0,01 мм (исключение составляет лишь соединение поршневого пальца с шатуном и поршнем — там точность измерений должна быть выше). Для таких измерений не требуется ничего сверхъестественного — обычные измерительные приборы.

Подобные приборы в отечественной практике применяются очень широко. Это всем известные нутромеры и микрометры — простые, доступные и надежные. Самое же важное в другом — измерительная система «нутромер-микрометр» позволяет непосредственно измерить зазор в сопряжении деталей. Вал при этом измеряется микрометром, нутромер настраивается на этот размер, и далее с его помощью измеряется диаметр отверстия относительно вала, т.е. величина зазора, — просто и ясно.

Специалисты возражат: нутромер нельзя настраивать по микрометру — только по специальному кольцу-калибру. Действительно, кольцо позволяет исключить, главным образом, погрешность от износа ножек нутромера (ее контакт с цилиндрической

поверхностью кольца и с плоской поверхностью микрометра дает несколько разные результаты). Но тогда нельзя сразу измерить зазор, к тому же для микрометра потребуются свой калибр. В результате можем прийти к описанной выше ошибке, намного превышающей все возможные погрешности настройки нутромера по микрометру.

Горе от ума, или как не надо измерять

В некоторых мастерских приходилось наблюдать разного рода измерительные «изыски», не выдерживающие, по нашему мнению, никакой критики.

Есть, к примеру, такой прекрасный прибор — оптиметр. Он служит для очень точного измерения плоских деталей. Но народным умельцам это не важно — им надо поршень измерить. Микрометр или рычажная скоба им не интересны — они у всех есть, а клиента надо «напугать», чтобы уважал. Вот и стараются, измеряют бочкообразный поршень на оптиметре: поршень на столе прибора гуляет, как хочет (его наружная поверхность весьма далека от цилиндрической), стрелка индикатора скачет, как безумная. Но ничего, знай себе, меряют, только что получают в результате, сами не знают.

Или такой вариант: вместо обычного микрометра используют рычажную скобу с индикатором. Дело в принципе неплохое — рычажная скоба настраивается на нужный размер с помощью плоскопараллельных мер длины, после чего поршень можно измерить с точностью до 2 мкм. Да и шейку коленчатого вала легко «прокрутить» скобой и сразу получить эллипсность. Но если коленчатый вал — это понятно, там эллипсность должна быть не более 5 мкм, то причем здесь поршень с цилиндром? А вот если нутромер настраивать по измерительной скобе, то это уже совсем перебор — в обоих приборах есть пружинные элементы.

Видимо, действуют по известному принципу «глаза боятся, а руки делают». Только что руки делают, непонятно. Сами «мастера» этого не знают, но клиента пугают своей «точностью», без сомнения.

Мы — тоже за точность, только разумную, соответствующую допускам на детали, которые надо измерить. И за правильный выбор измерительного инструмента. Чтобы потом ничего не пришлось поправлять в измерениях — выйдет себе дороже.

Наша справка.

Качественно отремонтировать блок цилиндров, коленчатый вал, головку блока или двигатель в целом можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг».

Тел.: (095) 158-7443, 158-8153

E-mail: ab@ab-engine.ru http://www.ab-engine.ru



Импортный нутромер с установочным прибором — отличная вещь. Но вовсе не панацея от ошибок в «кривых» руках.

Демонстрируем, как **не надо** измерять диаметр поршня. Точность оптиметра — 1 мкм, погрешность измерений — «плюс-минус бесконечность».

