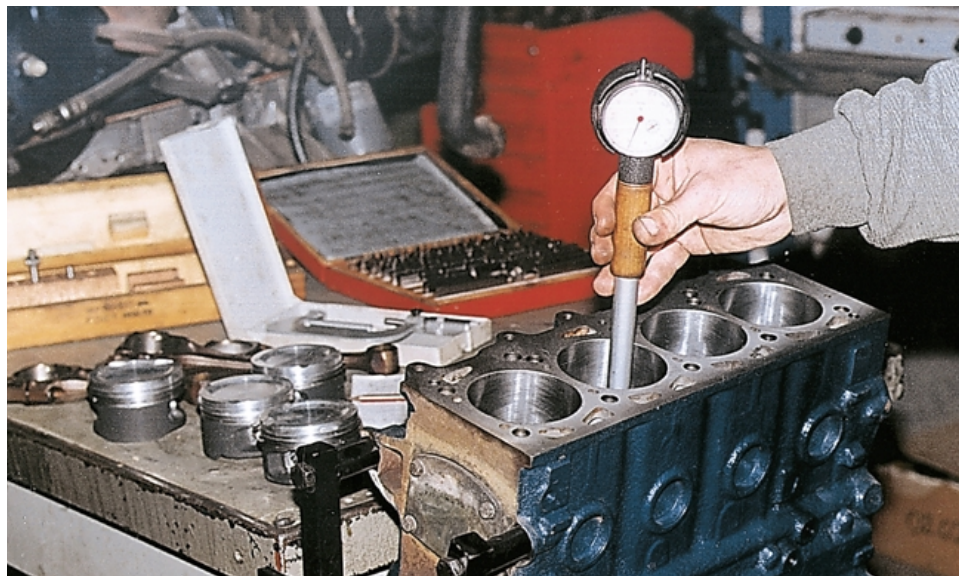


# Ремонтируем блок цилиндров

(продолжение)

**Александр ПОДНЕБЕСНОВ**  
 технический директор фирмы  
 «МАДИ-Мотор»,  
**Александр ХРУЛЕВ**  
 кандидат технических наук

В прошлых публикациях («АБС-авто», 1999, №№ 8,9) мы рассказали об основных технологических операциях при ремонте блоков цилиндров, в том числе поверхностей коренных опор и самих цилиндров. Однако этим проблемы не ограничиваются: остаются некоторые «мелочи», которые способны испортить всю работу. Именно о них и пойдет речь.



**Д**ействительно, можно отремонтировать блок, обработав цилиндры и коренные опоры, выполнив все рекомендации по шероховатости, взаимному расположению (параллельности, перпендикулярности) и отклонениям формы (нецилиндричности) рабочих поверхностей. И результат можно было бы назвать идеальным, но ...

Выполнение перечисленных требований является необходимым, но недостаточным. Не менее важно обеспечить и другие условия. Среди них в первую очередь отметим зазор между поршнем и цилиндром.

## Зачем нужен зазор в цилиндре?

Как показывает практика, величина зазора между поршнем и цилиндром влияет на работоспособность и ресурс двигателя никак не меньше, чем, к примеру, качество поверхности цилиндра или ее перпендикулярность оси коленчатого вала. Очевидно, этот зазор не должен быть ни чрезмерно большим, ни слишком малым. В первом случае увеличивается шум при работе двигателя, появляются значительные ударные нагрузки в местах контакта деталей. Под действием этих нагрузок смазка выжимается из мест соударения, из-за чего трение и износ возрастают.

Еще хуже, если зазор мал. Давление поршня на стенку цилиндра повышается, возрастают трение и температура деталей, а условия их смазки ухудшаются. Возможен даже разрыв масляной плен-

ки, разделяющей детали, и переход к режиму «полусухого» трения с соприкосновением поверхностей. В таких условиях трение и разогрев деталей обычно приводят к плавлению материалов, их «схватыванию» и взаимному переносу. Возникает так называемый задир, после чего речь уже будет идти даже не о снижении ресурса, а, скорее, о неработоспособности деталей и двигателя в целом.

Получается, что зазор в цилиндре — величина строго определенная, не больше и не меньше той, какую рекомендуют изготовители двигателя. А рекомендации бывают самые разные. Для одних двигателей номинальный зазор поршня в цилиндре может быть очень мал — около 0,01-0,03 мм. Для других, напротив, рекомендуется весьма значительный зазор — более 0,10 мм. И эта разница вовсе не случайна.

А где, в каком сечении поршня должен быть этот зазор? И тут, оказывается, «возможны варианты».

## От чего зависит зазор?

Чтобы ответить на вопрос, надо хорошо представлять, как работает поршень. В свое время мы уже рассказывали об овально-бочкообразной форме наружной поверхности поршней современных двигателей («АБС-авто», 1997, № 11-12). Напомним, из каких соображений техническая эволюция привела именно к такой форме.

Нагрев днища поршня горячими газами и одновременное охлаждение боковой поверхности (за счет передачи тепла стенке цилиндра) в зоне поршневых колец и юбки приводят к тому, что

температура поршня по высоте и окружности изменяется. Алюминиевый сплав, из которого изготовлен поршень, имеет сравнительно большой коэффициент температурного расширения. Очевидно, там, где температура поршня больше, он сильнее расширится. Значит, чтобы в рабочем состоянии поршень не заклинил, необходимо сделать его расширяющимся книзу, т.е. коническим. При этом небольшое уширение юбки снизу (обратный конус) снижает шум при «перекладке» поршня в мертвых точках, и такой поршень становится бочкообразным.

Эллипс в поперечном сечении — тоже не прихоть конструкторов. При нагреве в процессе работы средняя и нижняя части поршня расширяются сильнее вдоль оси поршневого пальца — их тянут бобышки, раздвигающиеся вместе с днищем. При этом боковые стенки юбки, расположенные полукругом между бобышками, охлаждаются о стенку цилиндра и расширяются меньше. Учитывая это, поршень и делают эллипсным, с большей осью, перпендикулярной оси пальца.

Дополнительно уменьшить расширение юбки можно термокомпенсирующими стальными пластинами, «вплавленными» в юбку с ее внутренней стороны, — эффект достигается за счет меньшего температурного расширения стали. Очень сильно на расширение поршня влияет химический состав материала, в первую очередь — содержание кремния: чем его больше, тем меньше расширяется поршень при нагреве. Важен и микропрофиль поверхности. В частности, микроканавки на ней удерживают масло и препятствуют задирам и заклиниванию.

Как видим, факторов, влияющих на температурное расширение поршня, немало. И чем меньше его расширение по юбке, тем меньше можно сделать рабочий зазор. Но это в теории.

## Какой должен быть зазор в цилиндре?

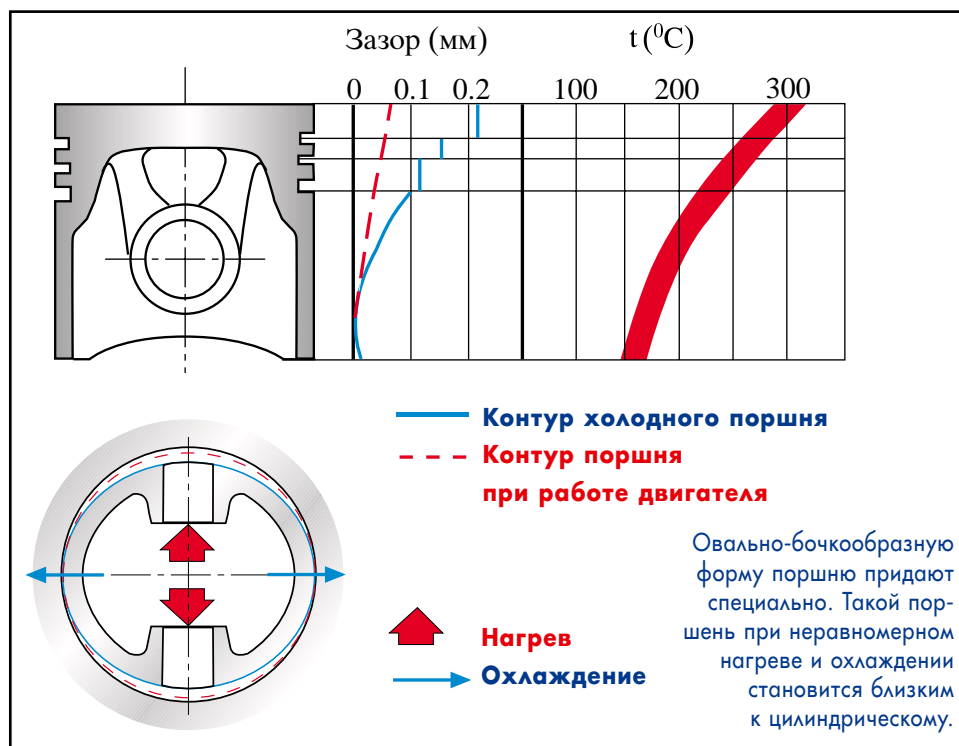
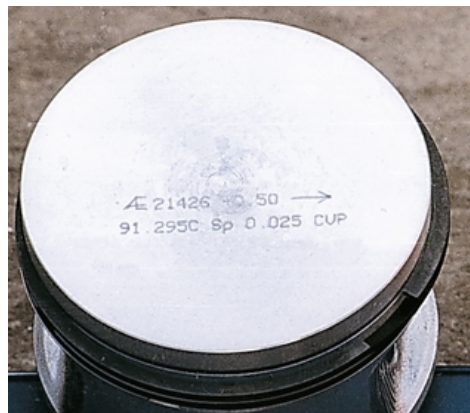
На практике все выглядит сложнее. Как известно, производителей поршней множество. И изделия, которые они выпускают для одной и той же модели двигателя, нередко отличаются не только внешним видом, но и геометрией юбки, материалом, конструкцией. Как же тогда быть с зазором?

Иностранные производители поршней всегда указывают минимальный зазор. Он может быть выбит на днище поршня (*Mahle, Kolbenschmidt* и другие), указан на упаковке или в инструкции (*AE, Federal Mogul*). Иногда вместо зазора ставят точный диаметр цилиндра для данного поршня. Смысл этой заботы о потребителе один — исключить ошибки и предотвратить выход двигателя из строя.

К сожалению, наши производители не балуют своих клиентов — размера, или величины зазора какого-нибудь на их продукции не найти. Видимо, считают, что все должны знать эти данные наизусть, и полагают, что любой поршень должен иметь зазор в цилиндре, соответствующий «заводским» данным производителя двигателя. А в это трудно поверить — достаточно даже визуально сравнить поршни с разных заводов. Но, если других данных нет, приходится ориентироваться на заводские рекомендации: они устанавливают предельные значения (минимальное и максимальное) номинального зазора в цилиндре, которые должны быть выдержаны в процессе ремонта, а также максимально допустимый зазор у изношенного двигателя.

На первый взгляд может показаться, что, если, к примеру, для двигателя ВАЗ-2108 рекомендован зазор 0,025-0,045 мм, то при ремонте надо стремиться к минимуму (0,025 мм). Но

**Размер поршня и величина минимального зазора в цилиндре у «иностранного» поршня выбиты на днище.**



это только на первый взгляд.

Действительно, а когда можно выполнить в двигателе минимально допустимый зазор между поршнем и цилиндром? Практика показывает, что для этого нужно, чтобы совпали некоторые условия. А именно:

- поршни и поршневые кольца должны быть качественными;
- поверхности цилиндров и поршней должны иметь микропрофиль, обеспечивающий удержание оптимального количества масла;
- отклонение формы цилиндров (эллипсность, конусность, корсетность и пр.) — не более 0,005 мм;
- неперпендикулярность цилиндров оси коленчатого вала, непараллельность осей шатунных и коренных шеек, а также осей верхних и нижних головок шатунов — не более 0,01 мм на длине (измерительной базе), равной диаметру цилиндра.

**«Наш» поршень для двигателя ВАЗ-2108, в отличие от «не наших», никакой информации о размере и зазоре не несет.**



Первое требование очевидно, но весь вопрос в том, где купить и как затем проверить это пресловутое качество. Два следующих условия тоже очевидны и не нуждаются в специальных пояснениях. Чего нельзя сказать о последнем. Чтобы отклонения во взаимном расположении поверхностей лежали в допустимых пределах, необходимы не только высокоточное оборудование и инструмент, но и специальные измерительные приборы. В самом деле, где могут измерить, к примеру, непараллельность осей головок шатунов? Таких мастерских единицы. А где и, самое главное, чем измерить неперпендикулярность цилиндров и оси коленвала? Быть может, измерять специально и не надо, а просто правильно отремонтировать блок цилиндров? Но где и как, если на сегодняшний день повсеместно обработку цилиндров ведут не от оси коленвала, а от неких плоскостей и поверхностей, в общем случае базой не являющихся («АБС-авто», 1999, № 9)?

Картина, как видим, безрадостная — в основном для тех механиков, которые стремятся во что бы то ни стало сделать в цилиндрах минимально возможные зазоры. Такие специалисты предпочитают измерять зазоры «голыми руками», поэтому нормальный зазор воспринимают весьма своеобразно: «прослабили», поршень ведь «болтается»! А как же ему не болтаться? Ведь во всех точках на боковой поверхности поршня, кроме, разумеется, тех мест, где его размер максимален, зазор за счет овальности и бочкообразности поршня будет больше номинального. Причем на верхней части, в зоне канавок под кольца, а также в направлении оси пальца, зазор между поршнем и цилиндром превышает номинальный в 10-15 раз!

Зазоры между поршнем и цилиндром, рекомендованные для отечественных двигателей	Завод	ВАЗ			УМЗ	ЗМЗ	
	Модель	2101	2105	2108	412	24Д	406, 402
		2103 21011	2106	21083			
Номинальный зазор	0,05-0,07	0,06-0,08	0,025-0,045	0,05-0,07	0,036-0,06	0,024-0,048	

К чему приводит подобная борьба за «плотность» посадки поршня в цилиндре, известно («АБС-авто», 1999, № 10). Более того, стремление к минимально допустимому зазору несет в себе много других проблем, в том числе чувствительность двигателя к перегреву, включая повреждаемость цилиндров и поршней при перегреве, необходимость длительной обкатки, а иногда даже повышенный износ цилиндров в зонах контакта с юбкой поршней.

Интересно, а что будет, если, наоборот, приблизиться к предельно большому зазору, соответствующему изношенному двигателю? Да ничего страшного! По крайней мере, большинства описанных выше проблем удастся избежать. Правда, при зазоре в цилиндре свыше 0,12-0,15 мм (у разных двигателей эта цифра разная) будет хорошо слышен стук поршней на холодном двигателе, да и зазор будет сравнительно быстро увеличиваться из-за ударных нагрузок и износа деталей.

Но подобные крайности — это, конечно, чересчур. А вот несколько увеличить зазор по сравнению с минимально допустимым отнюдь не вредно. Более того, его увеличение в пределах, установленных заводом-изготовителем, не приведет к снижению долговечности двигателя, как ошибочно полагают некоторые механики. Наоборот, повысит его надежность, снизит потери на трение, — значит, улучшит мощностные характеристики.

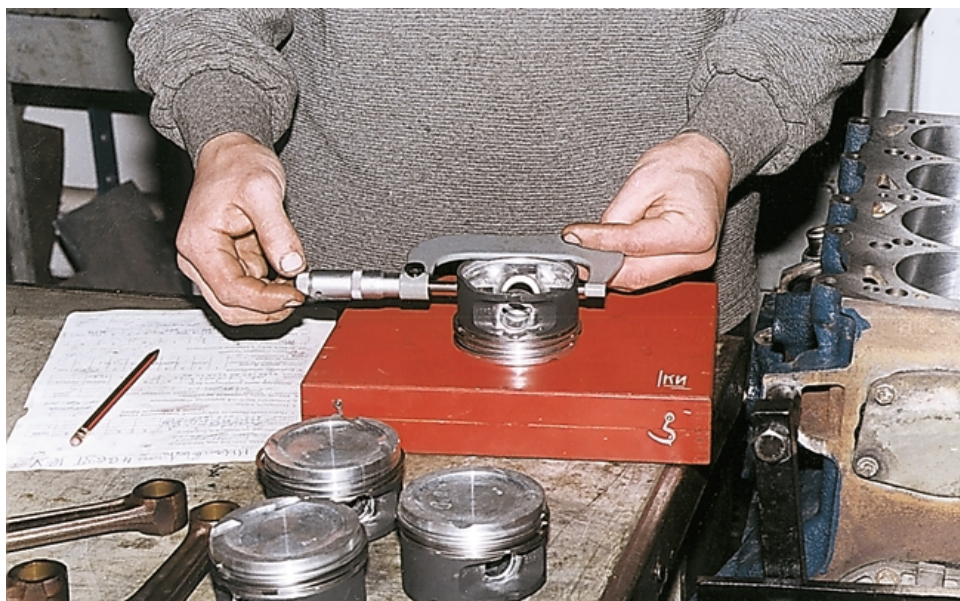
Поэтому стремиться надо, но вовсе не к нижнему, а, скорее, к верхнему пределу номинального зазора в цилиндре. Его значение у современных двигателей примерно на 0,02 мм больше минимально допустимого зазора.

## Как определить зазор?

По логике вещей, зазор между поршнем и цилиндром — это разница между диаметром цилиндра и наибольшим размером поршня по юбке. В ремонте наиболее типична такая ситуация: под поршни увеличенного (ремонтного) размера надо обработать цилиндры, обеспечив требуемый зазор. Обычно сам процесс измерения не вызывает трудностей — во многих мастерских поршни измеряют с точностью до 0,01 мм с помощью микрометров (в некоторых местах, правда, применяют более точные приборы — рычажные измерительные скобы и оптиметры). Весь вопрос в другом — где, в каком сечении юбки измерить поршень.

Изготовители поршней, как правило, указывают место измерения. В подавляющем большинстве случаев искомым размер определяется в сечении, перпендикулярном оси поршневого пальца между отверстием пальца и нижним краем выреза юбки. Например, у «ВАЗовских» двигателей это сечение расположено на расстоянии приблизительно 52 мм от днища поршня.

Определение зазора в цилиндре начинать надо с точного измерения поршня.



Но из любых правил есть исключения. Например, у некоторых двигателей Toyota поршень требуется измерять под маслосъемным кольцом. Данный размер поршня оказывается меньше максимального на 0,05-0,07 мм, а зазор, исходя из этого размера, получается близким к 0,1 мм, хотя в сечении, где размер поршня максимален, зазор не превышает трех «соток».

Иногда поршень необходимо измерить по нижнему краю юбки (некоторые модели Ford). Но, так или иначе, при обработке цилиндров в ремонтный размер следует придерживаться еще одного правила, чтобы исключить ошибки.

Если провести анализ размеров поршней и рекомендуемых для них зазоров большого числа производителей, то выявится любопытная картина. Очевидно, искомым размер цилиндра

$$D = D_n + \delta,$$

где  $D_n$  — измеренный размер поршня;

$\delta$  — рекомендованный минимальный зазор.

Так вот, «ремонтный» диаметр цилиндра практически всегда оказывается с точностью до 0,01 мм равен «стандартному» плюс величина «ремонта» (0,25 мм, 0,4 мм; 0,5 мм и т.д.). Например, имеем стандартный диаметр цилиндров — 85,00 мм, поршни — ремонтные, +0,5 мм. Значит, точно обработав цилиндры в размер 85,50 мм, автоматически получим в цилиндрах минимальный рекомендованный для данных поршней зазор. И не случайно, ведь поршневые кольца у большинства производителей имеют размер замка, точно калиброванный под диаметр цилиндра, а поршни в одном комплекте редко различаются больше, чем на 0,005 мм.

К сожалению, правило, действующее для продукции зарубежных производителей и позволяющее легко определить и зазор, и ремонтный диаметр цилиндра, для отечественных поршней не работает — слишком велик иногда оказывается разброс в их размерах (до 0,1 мм в одном комплекте). Да и измерять «наши» поршни тоже надо внимательно. Встречаются образцы и с «отогнутыми» наружу краями юбки, и с обратным конусом на ней, и даже с угловым смещением большой оси эллипса. Но для таких «деталей», пожалуй, вообще не действуют никакие правила — брак есть брак.

В общем, зазор — хоть и маленькая величина, какие-то сотые доли миллиметра, а значение имеет огромное. И тем, кто забывает об этом, можно только посочувствовать — «их» моторы надежно и долго работать не будут.

**Справка «АБС-авто». По вопросам качественного ремонта деталей двигателей обращаться на фирму «МАДИ-Мотор», тел.: (095) 536-91-50/51.**