

Алюминиевый блок цилиндров: «Заменить нельзя ремонтировать»

Окончание. Начало в № 10/2002

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

В предыдущей статье мы рассказали, какие основные типы алюминиевых блоков цилиндров применяются в конструкциях современных двигателей. В процессе эксплуатации рабочие поверхности цилиндров изнашиваются, а иногда возникают и более серьезные дефекты: задиры, трещины, пробоины... Поэтому вопросы ремонта алюминиевых блоков не менее актуальны, чем традиционных чугунных.



Практика показывает, что при ремонте большинства алюминиевых блоков используют несколько другие, нежели для чугунных блоков, ремонтные технологии. Они обусловлены следующими причинами:

- рабочая поверхность цилиндров алюминиевого блока, как правило, имеет иную структуру, чем основной материал блока (алюминиевый сплав);
- коэффициент температурного расширения алюминиевого сплава превышает аналогичный параметр чугуна и стали в 1,7-2 раза;
- прочность, твердость и коррозионная стойкость алюминиевого сплава существенно ниже, чем у чугуна.

Ввиду этих особенностей алюминиевых блоков не только изменяются режимы традиционных ремонтных операций, таких как растачивание и хонингование, но и, кроме того, используются оригинальные операции, не применяемые при ремонте чугунных блоков. К тому же при ремонте алюминиевых блоков необходимы особые внимательность и аккуратность, без которых трудно добиться высокого качества ремонта.

Ремонтировать? Лучше заменить!

Наиболее просто ремонтировать цилиндры алюминиевых блоков со вставными «мокрыми» чугунными гильзами: достаточно лишь заменить изношенные гильзы на новые. Таковы, например, рекомендации подавляющего большинства иностранных автопроизводителей для многих двигателей легковых иномарок, где установлены «мокрые» гильзы — их ремонт (расточка, хонингование) обычно не предусмотрен. С другой стороны, для отечественных моторов выпускаются

ремонтные поршневые группы. Однако точно выдержать геометрию «мокрых» гильз при их расточке и хонинговании трудно.

Проблемы при ремонте «мокрых» гильз связаны с их жесткостью. Например, крепление гильзы в хонинговальном или расточном станках с помощью различных приспособлений нередко приводит к ее деформации. Не спасает положение и обработка гильз, вставленных непосредственно в блок и прижимаемых сверху специальными шайбами, — помимо деформации могут возникнуть трудности при хонинговании. К примеру, конструктивные особенности многих блоков не позволяют брускам хонголовки выходить за нижнюю кромку гильзы. Из-за этого невозможно добиться правильной геометрии цилиндра.

Расточка и хонингование цилиндров чугунного блока проводятся по уже ставшим традиционными технологиям. Чугунные цилиндры алюминиевого блока ремонтируют точно так же.



Трудности при ремонте гильз возникают вследствие разной толщины стенок — нижняя часть гильзы тоньше и, соответственно, более «податливая». При растачивании и хонинговании эта часть стенки «дышит», т.е. отжимается инструментом, что приводит к повышенной конусности нижней части гильзы.

Решить проблемы с обработкой гильз можно, но не просто. Первый способ — индивидуальная обработка гильз с минимальным зажимом на последнем этапе хонингования (этого можно добиться, если от проворачивания удерживать гильзу вручную с помощью хомута). Именно так удается исключить деформацию гильзы и, соответственно, обеспечить ее хорошую геометрию: эллипсность не более 0,02 мм, а конусность — в пределах 0,01 мм.

Другой способ, напротив, моделирует деформацию гильз в блоке. Правда, для его реализации нужна так называемая «фальшголовка» блока — плита с отверстиями, диаметр которых больше, чем у цилиндров. Она прижимается вместе с прокладкой к блоку болтами взамен штатной ГБЦ. Далее, после предварительного растачивания, гильзы подвергают хонингованию либо в блоке, если позволяет его конструкция, либо индивидуально. Во втором случае желательно использовать хонголовку с подпружиненными брусками, чтобы сохранить форму гильзы в свободном состоянии (отметим, что при повторном монтаже гильз в блоке их положение должно сохраняться).

Понятно, что точно выдержать все эти технологические тонкости на практике не просто и не дешево. Это еще раз подтверждают рекомендации зарубежных ремонтников: гильзы лучше менять, чем ремонтировать. Правда, и при замене



При восстановлении блоков со вставными «мокрыми» гильзами лучше использовать полный ремонтный комплект, нежели растачивать гильзы под увеличенный размер поршней.

Для этого гильзу растачивают до вскрытия основного материала блока и удаления ее остатков (обычно толщина залитой гильзы колеблется в пределах 2,5-4,0 мм). Дальнейшие действия зависят от характера дефекта блока. При серьезных повреждениях в алюминиевой стенке, окружающей гильзу, могут появиться трещины.

следует соблюдать аккуратность, потому что нередки случаи коррозии блоков на нижних уплотняющих поясах для гильз. Если такой факт установлен, то блоку необходим ремонт, к тому же совсем не простой. Помимо ликвидации коррозионных повреждений (посредством сварки, напыления и пр.), потребуется точно обработать пояс «как чисто» и при этом «не провалить» гильзу от верхней плоскости (выступление гильзы от верхней плоскости блока обычно регламентируется в пределах 0,05-0,10 мм).



Типичные повреждения мягкого алюминиевого цилиндра при перегреве двигателя.

Сила традиции

Чем хороша традиционная технология ремонта? Да тем, что все тонкости ее отработаны до совершенства, включая станок, приспособления, инструмент, режимы обработки. В этом и заключена сила традиции — не надо ничего изобретать, достаточно взять и сделать. Быстро и правильно.

Именно так в случае износа ремонтируют алюминиевые блоки цилиндров с залитыми чугунными гильзами. Обычно производители предусматривают возможность, по меньшей мере, одного ремонта, при этом блоки подвергают традиционным операциям расточки и хонингования под поршни ремонтного размера.

Другое дело, когда цилиндр имеет глубокое повреждение, не устранимое увеличением диаметра цилиндра до ремонтного размера. Иногда гильза, установленная на заводе-изготовителе, со временем теряет герметичность и начинает «течь», в результате чего в цилиндр и картер поступает антифриз. В подобных случаях необходима замена гильзы. Эта операция тоже достаточно хорошо отработана в ремонтной практике (справедливости ради, отметим, что автопроизводители рекомендуют в таких случаях менять блок).

Начинают замену с удаления старой гильзы.

Их обнаруживают визуально или по результатам опрессовки рубашки охлаждения блока.

Крупные трещины, в том числе расположенные вдоль образующей цилиндра, требуют обязательной заварки, поскольку способны расти под действием натяга гильзы. Следует быть готовым к тому, что после сварки блок может «повести». Этот дефект потребует повторной обработки посадочной поверхности гильзы и дополнительной обработки постелей коленвала и/или верхней плоскости.

При изготовлении новой гильзы в ее верхней части необходимо выполнить упорный бурт, а в гнезде — соответствующую выточку. Гильза должна иметь натяг в гнезде 0,05-0,07 мм. Чтобы легко, «от руки», установить такую гильзу в блок, достаточно охладить ее в жидком азоте до -186°C , даже не прибегая к нагреву блока. Кстати, перед установкой гильзы необходимо нанести на верхнюю и нижнюю части гнезда жидкий герметик (этим гарантируется герметичность посадки гильзы), а сразу после установки — «заневопить» гильзу, т.е. создать давление в сторону запрессовки до окончательного выравнивания температуры блока (подробно эта технология описана в № 1/2002).

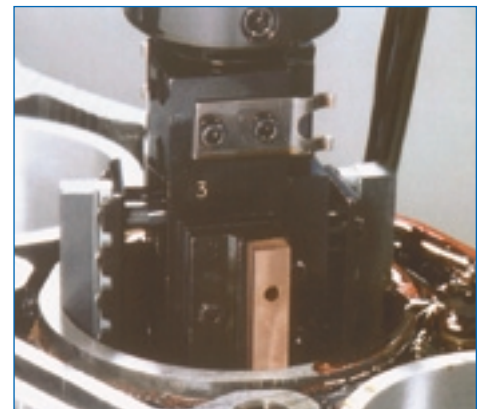
Ремонтировать? Конечно...

В самом деле, для блоков цилиндров, выполненных по технологии Alusil (Silumal), фирмы-производители поршней выпускают не только стандартные, но и ремонтные комплекты поршневых групп (обычно такие комплекты имеют увеличенные размеры +0,5 и +1,0 мм, реже +0,35 и +0,7 мм). Ремонтные поршни, также как и стандартные, в обязательном порядке имеют тонкое покрытие железом. Попытки использовать обычные поршни без покрытия заканчиваются мгновенным схватыванием (задиrom) и выходом двигателя из строя. Упомянутые ремонтные комплекты изготавливаются с учетом специально разработанной технологии ремонта алюминиевых цилиндров.

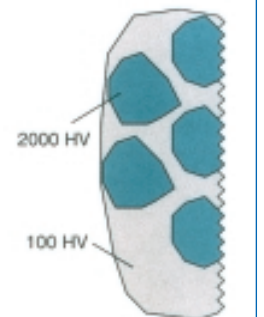
Растачивание цилиндров выполняется традиционно, однако хонингование имеет свои особенности. Главное отличие состоит в использовании специальных абразивных брусков с минимальным «засаливанием», которое, как известно, является причиной появления задиrom на отремонтированной алюминиевой поверхности.

Фирма Sunnen, ведущий производитель хонинговального оборудования, рекомендует цилиндры таких блоков последовательно обрабатывать 3-мя типами брусков, содержащих абразивные частицы из карбида кремния SiC. Первый тип C30-J55

предназначен для снятия дефектного слоя (припуск 0,04-0,08 мм) после растачивания, второй тип C30-J84 — для предварительного хонингования

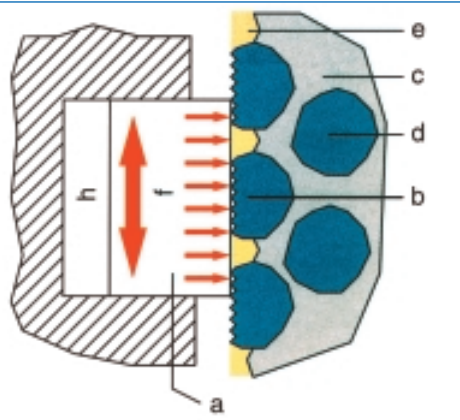


При хонинговании алюминиевых цилиндров абразивные бруски должны одновременно срезать мягкий алюминиевый сплав и твердые зерна кремния.



После полирования кремниевой пастой поверхность алюминиевого цилиндра приобретает пористость — между зернами кремния образуются микрообъемы, заполняемые маслом:

- a — поршневое кольцо;
- b, d — зерна кремния;
- c — алюминиевый сплав; e — масло.



в зону хонингования, а также при несоответствии профиля наружной поверхности брусков и поверхности цилиндра (когда радиус закругления брусков больше радиуса цилиндра). К примеру, при чрезмерно высоком давлении на поверхность цилиндра брусками, вместо того, чтобы резать твердые зерна кремния, способны вырывать их с поверхности. Как правило, эффект сопровождается налипанием алюминия на брусок, скалыванием его кромки и появлением на поверхности цилиндра глубоких рисок, способных испортить всю работу.

с припуском около 0,01-0,02 мм и удаления глубоких рисок, оставшихся от предыдущей операции, а третий тип С30-С03-81 применяется для окончательного (финишного) хонингования без изменения размера цилиндра.

Если хонингование проводится после предварительного растачивания, то сначала необходимо в обязательном порядке удалить с блока всю стружку, так как ее попадание под абразивные бруски может повредить поверхность цилиндра и сами бруски, вызвав скалывание абразива с их кромок. Такой же результат может получиться при чрезмерном давлении брусков на стенку цилиндра, плохой фильтрации масла, подаваемого

После хонингования диаметр цилиндра должен соответствовать заданному (обычно рабочий зазор поршня в цилиндре лежит в пределах 0,01-0,02 мм), но структура поверхности еще далека от требуемой. Поэтому на финишной стадии обработки цилиндров проводят операцию полирования поверхности.

Полирование при ремонте фактически является альтернативой химического травления в производстве и выполняется без подачи смазочного масла к обрабатываемому цилиндру. Суть полирования сводится к снятию незначительного (около 1 мкм) слоя алюминия и обнажению кристаллов кремния. При этом используются мягкие фетровые башмаки С30-F85, устанавливаемые в хонголку, и специальная «мягкая» кремниевая (силиконовая) паста AN-30, снимающая с поверхности алюминий, не затрагивая частицы кремния.

После полирования поверхность цилиндров приобретает характерный матово-серый цвет, причем на ней не должно быть заметно рисок от резца или хонинговальных брусков. Структура поверхности в этом случае представляет собой выступающие зерна кремния, а алюминиевый сплав в виде связки располагается ниже уровня зерен на 1-1,5 мкм. Другими словами, поверхность становится пористой — между зернами кремния появляются микрообъемы, которые при работе двигателя заполняются маслом, смазывающим детали поршневой группы.

Немецкая фирма Gehring для обработки алюминиевых цилиндров предлагает другую технологию. Отличия, в основном, заключаются в процессе предварительного хонингования. Так, вместо 1-го типа брусков из SiC на этапе

предварительного хонингования используются алмазные бруски, и лишь на последующих этапах, в том числе финишного хонингования, устанавливаются бруски с абразивом из карбида кремния.

Описанные приемы ремонта применяются не только для блоков, изготовленных по технологии Alusil (Silumal), но и для более современных вариантов — Lokasil и Silitec (последний представляет собой кремниевую матрицу в виде гильзы, залитой алюминиевым сплавом и содержащей до 25% кремния). Во всех случаях макро- и микрогеометрия цилиндров ничуть не отличается от заводской.

При серьезных повреждениях цилиндров, когда дефекты не могут быть устранены путем увеличения диаметра цилиндра до ремонтного, производители предусмотрели установку ремонтных гильз. Такие гильзы поставляются в запасные части для некоторых алюминиевых блоков, выполненных по указанным выше технологиям.

Ремонтные гильзы выполняются из материала, аналогичного материалу блока, — это алюминиевый сплав с содержанием кремния более 17%. Технология установки алюминиевой гильзы практически ничем не отличается от описанной выше для чугунных гильз. Разница обусловлена физическими свойствами алюминия, в частности его высокой теплопроводностью. На практике это означает, что перед запрессовкой необходимо создавать максимально возможную разность температур между гильзой и блоком (к примеру, охлаждением гильзы в жидком азоте и нагревом блока), а запрессовку выполнять «от руки» и быстро, чтобы гильза не успела нагреться.

Другая, причем весьма неприятная, особенность алюминиевой гильзы — ее нельзя допрессовать, как чугунную, если она по каким-либо причинам не встала «до упора» на свое место.

Хороша алюминиевая гильза, да не дешева!



Расточка цилиндров алюминиевого блока — обычная ремонтная процедура.



Единственно возможный выход в подобной ситуации — удалить гильзу расточкой. Что, вообще говоря, обидно — цена гильзы, как правило, превышает 100-120 долл., да и ждать новую гильзу «на заказ» придется не один день.



Жидкий азот для гильзы — отрада моториста!

После того, как все гильзы будут установлены, их необходимо обработать обычным для алюминиевых блоков данного типа образом. И обратите внимание на выступающие над привалочной плоскостью торцы гильз — при их обработке не рекомендуется подрезать привалочную плоскость блока, чтобы величина выступания поршней в ВМТ над плоскостью не превысила предельных значений (обычно 0,5-0,7 мм) и не образовалось ступени между плоскостью и верхней частью передней крышки блока.

Когда ремонт — дело тонкое

Именно так обстоит дело с алюминиевыми блоками, имеющими покрытие цилиндров типа Nicasil (Galnical). Как известно, в процессе длительной эксплуатации даже это покрытие, несмотря на сверхвысокую твердость, тоже изнашивается. Возникает вопрос: можно ли ремонтировать такой блок цилиндров? Прежде чем ответить на него, рассмотрим некоторые особенности блоков с упомянутым покрытием.

Обычно на практике необходимость ремонта возникает редко, чаще всего тогда, когда покрытие уже безвозвратно повреждено. С другой стороны, для подавляющего большинства двигателей ремонтные поршни не выпускаются. Лишь для некоторых моторов BMW удается найти поршневые группы с увеличенным на 0,07-0,08 мм размером. И все же допустим, что поршни найдены, да и покрытие цилиндров пока «живое» — без сколов и задиров. Попробуем что-нибудь сделать.

Растачивать цилиндры такого блока — затея бессмысленная. Ни один резец «не возьмет» карбид кремния, содержащийся в материале покрытия, да и расточка с припуском менее 0,1 мм не требуется.

Значит, хонингование? Да, но не без «хитростей». Во-первых, бруски выбирают только самые твердые — алмазные или с абразивными частицами из нитрида бора. Далее — режимы хонингования: нужно устанавливать самое минимальное усилие давления брусков на поверхность цилиндра, чтобы не «продавить» и не разрушить тонкое покрытие.

К сожалению, даже соблюдение самых строгих мер предосторожности еще не гарантирует успех всего мероприятия в целом. К примеру, длительно работавший блок может иметь повышенную эллипсность цилиндров (до 0,03-0,05 мм). При минимальном усилии хонингования устранить эллипс полностью трудно, в то же время опасность разрушения (скалывания) покрытия вблизи малой оси эллипса цилиндра весьма велика. В конечном счете, положительного результата удается достигнуть не на всех цилиндрах блока.

Если же покрытие повреждено (необязательно при хонинговании), то никаких рекомендаций по ремонту производители не дают. Эта ситуация породила среди механиков «легенды» о необходимости повторного покрытия цилиндра «никасиллом». Однако многолетняя практика показывает, что нет смысла повторять сложную заводскую технологию. Известно немало случаев, когда отремонтировать блок в рамках «разрешенных» производителем технологий невозможно. Это случается при серьезных и глубоких повреждениях рабочей поверхности цилиндров.

Из России — с технологией

Допустим, что в процессе эксплуатации блок с покрытием Nicasil получил повреждения цилиндров. Что делать с таким блоком?

Во-первых, можно «пустить в расход». И купить новый. И даже мотор новый в сборе поставить, как рекомендуют производители в таких случаях. Только то, что хорошо для нового автомобиля, никак не подойдет для десятилетнего.

Где-нибудь в Европе можно использовать и такое альтернативное решение — поставить двигатель «б/у». Дешево и сердито. Только у нас не Европа — документы соответствующие нужны на такой мотор. А кто их выдаст?

Вот и получается — хочешь не хочешь, а надо ремонтировать, т.е. «загильзовать» обычными чугунными гильзами.

Можно так поступать? Конечно, нет, если соблюдать инструкции производителей. Однако инструкции можно «забыть», и тогда ответ станет положительным. При одном непереносимом условии — если овладеть технологией установки чугунных гильз и отработать ее до совершенства.

Выше мы рассказывали, как менять залитые чугунные гильзы на алюминиевых блоках. Установка ремонтных чугунных гильз в блоки других типов ничем не отличается от описанной. При этом в блоках типа Silumal (Alusil), вместо пар трения «кремний-железо» для поршня и «кремний-хром» для поршневых колец, получают пары «чугун-железо» и «чугун-хром», отлично работающие и обладающие высокой долговечностью. Кроме того, чугунные гильзы отлично противостоят перегреву и недостаточной смазке, чего никак не скажешь о «родной» алюминиевой поверхности.

В блоках с покрытием типа Nicasil (Galnical) для поршней вообще нет никакой разницы по какой поверхности скользить — чугунной или «родной» из «никасила», хотя на более старых моторах



Самая ответственная операция для алюминиевой гильзы — поставить ее «от руки». Одно неверное движение — и гильза будет испорчена, а вся работа загублена.

долговечность поршневых колец после ремонта несколько снижается из-за отсутствия у них хромового покрытия.

Как нам стало известно, на сегодняшний день такая технология применяется только в отечественной практике. И весьма успешно — ресурс деталей цилиндропоршневой группы у отремонтированных моторов превышает 150 тыс. км.

АБС

Отремонтировать блок цилиндров любого типа, а также коленвалы и головки блока можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг».

Тел.: (095) 158-7443, 787-3212.

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