

«Азотная» технология: ремонт без ошибок

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

На какие только ухищрения ни приходится идти, чтобы спасти, казалось бы, безнадежно поврежденную моторную деталь — и растачивать, и полировать, и фрезеровать. А еще — выпрессовывать и запрессовывать различные втулки и гильзы. Последнее, а именно то, какая технология запрессовки используется, нередко определяет успех всего дела. Напротив, ошибки на этой стадии ремонта, как правило, чреватые серьезными последствиями.



Это случилось несколько лет назад. Привезли на СТО «Мерседес» с неисправным двигателем. Мотор, естественно, сняли, разобрали и ужаснулись — в блоке цилиндров трещина, прямо по одному из цилиндров. Менять блок на новый? Никакого смысла — слишком дорого. «Бэушный» тоже не выход — подобные блоки все сплошь «без документов». Остается одно — ремонтировать.

Силами СТО такой ремонт не сделать — нет оборудования. Поэтому блок отвезли в специализированную мастерскую, где поврежденный цилиндр «загильзовали». То есть расточили и по-

ставили ремонтную гильзу — нормальный и общепринятый способ ремонта. И ходить бы мотору и дальше «долго и счастливо», если бы через месяц после ремонта гильза не потекла: антифриз из-под головки блока начал просачиваться через гильзу в картер.

Двигатель пришлось разобрать и переделывать заново. Механики виновато оправдывались перед недовольным клиентом: они-то все сделали правильно, просто блок плохо отремонтировали. В мастерской блок «перегильзовали», естественно, бесплатно, но потери денег, времени и нервов у мотористов СТО от такого «ремонта» оказались весьма значительными.

В чем же была ошибка, если и гильза изготовлена аккуратно, и блок расточен точно, и натяг гильзы в блоке выдержан? Попробуем это выяснить, но вначале разберемся...

отверстия будут быстро повреждены ударными нагрузками. Но главное — это герметичность и хороший тепловой контакт между гильзой и поверхностью отверстия. Последнее определяет тепловой режим работы самой гильзы и ответной детали, расположенной внутри гильзы (к примеру, поршня). Нарушение теплового контакта или, как еще говорят, большое термическое сопротивление на поверхности стыка гильзы и корпуса может привести к перегреву самой гильзы и, особенно, ответной ей внутренней детали с последующим ее повреждением (задиры, прогар, разрушение). Исключить эти нежелательные последствия удастся, если гильзу поставить в отверстие корпуса с натягом.

Натяг — это, как известно, разница между наружным диаметром гильзы и диаметром отверстия. То есть гильза больше, чем отверстие. При этом важны два обстоятельства — величина натяга и способ установки гильзы в отверстие меньшего размера, чтобы удовлетворить требованиям герметичности и низкого термического сопротивления.

Зачем нужен натяг? Как выбрать натяг?

Итак, есть гильза, которую необходимо установить в отверстие корпуса. Очевидно, после установки гильза должна надежно держаться в отверстии, т.е. не болтаться, иначе в процессе работы гильза и поверхность

Величина натяга — это не просто разница в диаметрах. Ее значение сильно различается в зависимости от диаметра, длины, толщины, условий работы и материалов деталей. Вот только несколько примеров.

Длинная (около 150 мм) гильза из чугуна устанавливается в чугунный блок цилиндров. Условия работы довольно «мягкие» — трение колец и

Перед установкой гильз на гнездо в блоке наносится специальный жидкий герметик.





Чтобы установить гильзу, охлажденную в жидком азоте, в гнездо блока, никаких усилий не требуется.

поршня о стенки. Оптимальная величина натяга 0,04-0,06 мм. Меньший натяг ухудшит теплопередачу от поршня в охлаждающую жидкость, больший — приведет к чрезмерной деформации соседних цилиндров. В то же время при установке такой же гильзы в алюминиевый блок надо учитывать разницу в коэффициентах температурного расширения материалов: величину натяга следует увеличить до 0,06-0,07 мм, чтобы гильза не ослабла при нагреве блока. Напротив, мягкую алюминиевую гильзу в такой блок можно поставить с натягом всего 0,02-0,03 мм без какой-либо опасности ослабления посадки.

Седло клапана имеет малую длину, но сильно нагревается и испытывает высокие ударные нагрузки при работе клапана. Из-за таких «жестких» условий работы натяг седла в отверстии головки блока должен быть не ниже 0,10-0,12 мм, хотя диаметр седла весьма невелик — в среднем 40-45 мм. В то же время для направляющих втулок клапанов и сталебронзовых втулок верхней головки шатуна (ВГШ) вполне достаточно натяга 0,03-0,05 мм. В первом случае надежная посадка при малом натяге обеспечена сравнительно большой длиной направляющей втулки, а во втором — однородностью материалов (сталь) шатуна и основы втулки.

Теперь, когда натяг выбран, обеспечен соответствующей мехобработкой деталей и подтвержден измерениями, попробуем запрессовать гильзу или втулку в отверстие корпуса. Сделать это можно разными способами.

Как запрессовывают гильзы?

Простейший, но наихудший, способ запрессовки — забить деталь в корпус кувалдой. Результат очевиден — придется гильзу выбивать обратно или вырезать и начинать все сначала. Почему?

Чтобы запрессовать тонкую гильзу с натягом в 0,05 мм, потребуется усилие в несколько сотен, а то и тысяч килограмм, что при ударном характере этого усилия скорее всего приведет к ее растрес-

киванию. Кроме того, при большом давлении на поверхность возможно появление задиров, резко увеличивающих усилие запрессовки и вызывающих потерю герметичности соединения.

Последнее особенно характерно для разнородных материалов — к примеру, твердой чугунной детали и мягкого алюминиевого корпуса. К тому же алюминиевый сплав имеет свойство не только легко «сдираться»

гильзы цилиндров или выпадают седла клапанов.

Что же делать? Очевидно, необходимо резко снизить усилия при запрессовке. Речь, конечно, не идет об уменьшении натяга — он должен быть задан жестко. А вот увеличить зазор при запрессовке детали в корпус вполне возможно.

Создать такие условия при монтаже поможет известная способность материалов расширяться при нагреве и соответственно сжиматься при охлаждении. Охватываемую деталь (корпус) можно нагреть, а охватываемую (гильзу) охладить так, что натяг превратится в зазор. Тогда поставить гильзу можно будет даже «от руки», без каких-либо усилий.

Действительно, простейший расчет показывает, что если чугунный блок цилиндров на-

греть до 150°C, то диаметр гнезда под гильзу (100 мм) увеличится на 0,13 мм. Тогда при монтаже получаем зазор около 0,07 мм даже без охлаждения гильзы. В алюминиевом блоке зазор будет еще выше — около 0,2 мм, за счет большего коэффициента температурного расширения алюминиевого сплава. Теперь достаточно лишь точно и быстро (чтобы не произошло выравнивания температуры деталей!) установить гильзу в блок «от

Убедиться в том, что гильза встала «на место», помогает резьбовая шпилька.



гильзой, как резцом, но и уплотняться (нагартовываться), в результате чего от исходной величины натяга останется едва ли больше 0,02-0,03 мм. Ну а алюминиевую деталь в алюминиевый корпус вообще «не загнать» — детали намертво «схватятся» друг с другом, и будет разрушена не только гильза, но скорее всего, и корпус тоже.

От ударной запрессовки почти не отличается способ установки гильзы с помощью пресса (винтового или гидравлического). Разница лишь в том, что отсутствуют ударные нагрузки. Все остальные недостатки запрессовки «из-под кувалды» сохраняются.

Несмотря на очевидную вредность подобных способов запрессовки, они достаточно живучи — в некоторых мастерских все еще можно увидеть и кувалду, и пресс в действии. А потому не стоит удивляться, когда после такой «работы» текут

руки», не прикладывая при этом никаких дополнительных усилий.

Именно такая схема применяется сейчас в большинстве мастерских и техцентров, ремонтирующих и восстанавливающих моторные детали. Тем не менее данный способ, хотя и дает минимальный процент брака, не всегда удачен, и вот почему.

Блок готов — осталось подождать, когда выровняется температура и полимеризуется герметик



Пока седла клапанов не остынут до -186°C , азот кипит.

Для нагрева корпусной детали приходится применять большие электропечи. Без сомнения, это большие затраты электроэнергии, да и печь — оборудование не из дешевых. Ее необходимо устанавливать в отдельном помещении с хорошей вентиляцией, что тоже недешево, иначе работать там будет так же трудно, как сталевару у мартена. Кроме того, деталь нагревается в печи целиком до температуры намного выше рабочей, что может вызвать ее деформацию и потребовать последующую дополнительную обработку некоторых поверхностей (плоскости, постели подшипников).

Но это, так сказать, вопросы финансово-организационного характера, которые можно решить один раз и больше к ним не возвращаться. А вот некоторые технические проблемы при таком способе запрессовки не решить.

Допустим, на цилиндре в средней его части имеется трещина. После расточки гнезда и установки гильзы трещина перекрывается гильзой. Только будет ли отремонтированный блок герметичен? Совсем не обязательно — натяг невелик, поверхности сопряжения не идеальны.

Нет ничего проще, чем поставить седла клапанов с помощью азота.



Конечно, можно нанести на поверхность перед сборкой герметик, который заполнил бы микронеровности, особенно, вокруг трещины, и не дал бы затем охлаждающей жидкости найти себе путь из рубашки охлаждения в камеру сгорания или картер. Только вот беда: на нагретом блоке герметик немедленно полимеризуется. Если же наносить герметик на гильзу, то при ее установке он легко задерживается ступенькой в верхней части гнезда, не обеспечивая необходимого уплотнения трещины. В результате резко возрастает опасность потери герметичности.

Получается, выхода нет? Почему же, есть, причем намного проще, чем кажется на первый взгляд.



Не в жар, а в холод!

А зачем, собственно говоря, нагревать именно блок? Давайте охладим гильзу. Тогда и печь не понадобится, и помещения отдельного не нужно, и электроэнергию можно сэкономить.

А чем охлаждать? Тоже не проблема: есть такой газ, которого в атмосфере больше всего, азот. При охлаждении азота до температуры -186°C он превращается в жидкость, абсолютно прозрачную и бесцветную. Только хранить жидкий азот надо в большом термосе — сосуде Дюара, иначе он быстро испарится.

Многие производства и медицинские учреждения используют жидкий азот в своих технологи-

и легко устанавливаем в гнездо блока. Причем гораздо легче, чем после нагрева блока (получить такой же зазор можно только при нагреве блока до 220°C , опасном температурными деформациями).

Также легко решается проблема герметичности гильзы: на гнездо в блоке снизу и сверху перед установкой гильзы наносится специальный жидкий герметик. Теперь герметичность гарантирована — зазор при установке большой, гильза не потащит герметик за собой, а полимеризация

наступит не раньше принятия гильзой температуры блока. Это подтверждено испытаниями блоков на герметичность — случаи течи гильз при использовании данной технологии в настоящее время не известны.

Немалые преимущества «азотная» технология дает и при ремонте головок блока цилиндров. Чтобы убедиться в этом, достаточно посчитать, насколько надо нагреть алюминиевую головку, чтобы чугунное седло диаметром 40 мм, имеющее натяг в гнезде 0,12 мм, «провалилось» в гнездо свободно. Ответ обескураживает: до 240°C ! Если же седло охлаждается в жидком азоте, то головку блока достаточно нагреть всего до

Контроль качества посадки: если седло на месте, от удара оправка будет «звенеть».



ческих процессах, поэтому приобрести его не сложно. Кроме того, это экологически чистый газ, не требующий каких-либо специальных мер или средств защиты, за исключением, пожалуй, перчаток, чтобы не «обжечь» холодом руки.

Именно на использовании жидкого азота и построены все технологии запрессовки деталей в Специализированном моторном центре фирмы «АБ-Инжиниринг». Суть процесса предельно проста. В пластиковое «корыто» нужного размера помещаем гильзы (седла, втулки) и заливаем их на 2/3 азотом. После того, как кипение азота прекратится (это значит, что детали «приняли» температуру жидкости), вытаскиваем их из жидкости

100°C . Для такого нагрева специальной мощной электропечи уже не потребуется.

С помощью азота можно легко выполнить и другие работы — запрессовать направляющие втулки клапанов или втулки ВГШ. Отметим при этом, что жидкий азот относительно дешев — намного дешевле, чем электричество для разогрева деталей в электропечи. **АБС**

Наша справка.

Ремонт блоков, головок блока цилиндров, коленчатых валов и других деталей можно выполнить в Специализированном моторном центре фирмы «АБ-Инжиниринг», тел.: (095) 158-7443.