

Глава 5. РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЕЙ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАСТЕРСКИХ И ГАРАЖАХ

Данная часть книги посвящена собственно ремонту двигателей иностранных автомобилей. В процессе ремонта такого сложного агрегата, как двигатель, трудно выделить какие-либо важные или более второстепенные вопросы. В связи с этим весь процесс ремонта подробно рассматривается в комплексе - от снятия неисправного двигателя до установки, обкатки и технического обслуживания отремонтированного, от организации ремонтного процесса в мастерской до технологической ремонтных конкретных деталей.

Прежде, чем начинать ремонт двигателей, и особенно сложный, связанный со снятием и разборкой двигателей, желательно иметь представление о том, какие условия для этого нужны. Ремонт двигателей - достаточно сложный процесс, включающий большое число операций как при разборке и сборке, так и при ремонте отдельных деталей. Для того, чтобы обеспечить высокое качество ремонта, одинаково важны и соответствующее помещение, и оборудование, и инструмент. Немаловажное значение для успешной работы имеют и такие моменты, как размещение и планировка мастерской, соответствующая квалификация персонала, организация поставки запасных частей, ремонта (восстановления) изношенных деталей и многое другое. При этом определенное влияние на организацию работы оказывают виды ремонта двигателя, которые выполняются в мастерской - мелкий, средний (текущий) или сложный (капитальный).

Для того, чтобы выполнить ремонт двигателя любой сложности, необходимы три условия:

1) наличие мастерской или станции технического обслуживания, где можно выполнить работы на автомобиле, разборку и сборку двигателей и т.д.;

2) организация поставки запасных частей для ремонта;

3) наличие технологий и оборудования для ремонта отдельных деталей (не обязательно на месте ремонта автомобиля или двигателей).

Это те "три кита", на которых держится ремонт двигателей - отсутствие хотя бы одного из таких "китов" делает ремонт либо слишком дорогим, т.е. невыгодным, либо некачественным (что, кстати, тоже невыгодно), либо просто невозможным. Однако на практике совместить все три условия на одном предприятии, как правило, не удастся. Так, мелкие мастерские чаще располагают только первым условием, более крупные (в том числе, "фирменные" станции) - первым и вторым. Только второе направление - это магазин запасных частей или фирма, специализирующаяся на их поставке. Третье направление представляют станочные мастерские, специализированные участки больших транспортных предприятий и станций технического обслуживания, а также цехи заводов - технические центры, концентрирующие высокоточное оборудование для ремонта двигателей.

В настоящее время первые два направления развиваются в соответствии с увеличением парка иностранных автомобилей достаточно быстрыми темпами - появляются новые мастерские и магазины запасных частей. Более сложно обстоит дело с третьим, поскольку оборудование для ремонта требует больших капиталовложений, недоступных мелким и средним предприятиям. При этом, несмотря на определенные успехи, ремонт двигателей остается комплексом проблем - технологических, организационных и т.д. Именно поэтому приходится рассматривать весь комплекс в целом. Пренебрежение хотя бы одним его звеном в конечном счете снижает показатели работы ремонтного предприятия - от надежности и долговечности отремонтированного двигателя до прибыли, получаемой от ремонта.

5.1. Помещение мастерской для ремонта двигателей, его размещение и планировка

Для качественного выполнения ремонта двигателей автомобилей и, особенно, сложного ремонта, необходимо специально оборудованное помещение.

Основные требования к помещениям для ремонта двигателей можно сформулировать следующим образом:

1) в помещении, особенно если оно имеет малые размеры, нельзя совмещать ремонт двигателей с ремонтом, например, ходовой части или кузовными работами. Ремонт двигателей отличается высокими требованиями к чистоте, чего невозможно добиться, выполняя другие работы, сопряженные с большим количеством пыли и грязи;

2) если предполагается проводить сложный ремонт двигателя, необходимо выделить этот участок отдельно от среднего и мелкого, а также от технического обслуживания. Совмещение этих видов ремонта в одном месте значительно снижает производительность труда в мастерской и затягивает сроки выполнения работ по всем видам ремонта;

3) помещение для сложного ремонта двигателей должно быть оборудовано подъемником и смотровой ямой для работы на автомобиле снизу и подъемным устройством - тельфером для снятия двигателей вверх. Практика показывает, что для многих автомобилей при снятии и установке двигателя яма удобнее, чем подъемник. Даже для автомобилей и микроавтобусов, у которых силовой агрегат с передней подвеской в сборе может быть снят вниз, яма часто также оказывается удобнее. Для среднего и тем более мелкого ремонта яма не обязательна и может быть заменена подъемником. Размеры ямы не могут быть произвольными, иначе в ней будет неудобно работать. Практика показала, что оптимальные размеры ямы для работы с двигателями подавляющего большинства иностранных легковых автомобилей и микроавтобусов следующие: глубина 160÷165 см (от пола), ширина 110÷115 см, длина не менее 6 м;

4) для организации сложного ремонта двигателей вблизи помещения или в нем самом необходима специальная стоянка для ремонтируемых автомобилей. Размеры стоянки должны соответствовать тем видам и объемам работ, которые выполняются. Например, для сложного ремонта двигателей размеры стоянки должны позволять разместить автомобиль по крайней мере в 1,2÷1,5 раза больше, чем месячная программа ремонта. Средний (текущий) ремонт двигателя требует существенно меньшей (в 2÷3 раза) стоянки, а для мелкого ремонта она вообще не обязательна. Размеры стоянки зависят от сроков ремонта двигателей (включая срок поставки запасных частей) - чем меньше срок ремонта, тем меньше может быть стоянка при неизменном количестве автомобилей, ремонтируемых в заданный период времени (месяц);

5) помещение для ремонта желательно располагать вблизи больших трасс с интенсивным движением. Это особенно важно для технического обслуживания и мелкого ремонта, иначе трудно рассчитывать на успешную работу мастерской. В то же время для среднего ремонта требования к расположению ремонтного помещения вблизи трасс уже не так строги, а для сложного ремонта они и вовсе не обязательны. Это связано, в основном, с существенной разницей в сроках и цене различных видов ремонта. Вряд ли следует рассчитывать, что кто-нибудь проедет лишних 10÷15 км, чтобы сделать ТО или мелкий ремонт. В то же время для того, чтобы сделать сложный ремонт, автомобиль вполне может быть доставлен за десятки и даже сотни километров;

б) при выборе места размещения мастерской необходимо учитывать экологические требования, в частности, достаточную удаленность от жилых домов и лесопарковых зон. Удачным местом для мастерской может быть район промышленных предприятий, однако при этом желательно учитывать требования предыдущего пункта (это не всегда получается). Близкое расположение промышленных предприятий нередко позволяет быстрее решить и другие проблемы, например, с энергетикой, отоплением, канализацией и т.д.

Рассмотрим более подробно типичные варианты помещений для ремонта двигателей.

Наименьшие размеры имеет стандартный гараж (бокс) - примерно $3 \times 3,5 \times 6 \div 7$ м. Даже если такой бокс оснащен всеми необходимыми инструментами и приспособлениями, для "серийного" (коммерческого) ремонта двигателей он не годится - при работе с автомобилем, например, снятии или установке двигателя, места для других основных работ (разборка, мойка, дефектация, сборка) уже не хватит. Поэтому минимально возможным помещением для сложного ремонта следует считать сдвоенный бокс размером $8 \div 9$ м (ширина) \times $6 \div 7$ м (длина). В таком помещении автомобиль занимает меньшую часть площади. Остальная площадь будет предназначена для работ с двигателями, уже снятыми с автомобилей для ремонта (рис. 5.1).

Данное помещение позволяет выполнять, в основном, только средний и сложный ремонт двигателей. Мелкий ремонт и техническое обслуживание на одном и том же месте не совместятся со средним и сложным ремонтом. Более сложный ремонт будет мешать мелкому (и наоборот) из-за существенной разницы во времени их выполнения. Поэтому автомобиль, поступивший, например, на мелкий ремонт или ТО, будет "вынужден" ждать, когда освободится место, либо более сложные работы в боксе придется прекратить, выкатить находящийся там автомобиль, чтобы мог заехать другой. И то и другое неудобно и увеличивает потери времени.

Таким образом, для большей универсальности предприятия, занимающегося ремонтом двигателей, необходимо, по крайней мере, два поста - один для мелкого ремонта и ТО, другой - для более сложного ремонта. Примерный вид такого помещения показан на рис. 5.2. Для того, чтобы совместить сложный ремонт двигателей с мелким, а также с ремонтом, например, других узлов и агрегатов автомобиля, участок ремонта двигателей (разборка, сборка и т.д.) выделен в отдельное помещение. Необходимо отметить, что при хорошей загрузке в такой мастерской уже следует предусмотреть специальное складское помещение.

Дальнейшее развитие ремонта двигателей и, особенно, сложного, как уже было сказано выше, вряд ли целесообразно в рамках узкой специализации (например, когда мастерская выполняет только ремонт двигателей). Поэтому на более крупных станциях ремонт двигателей может быть выделен в отдельный участок, спланированный в виде линии (рис. 5.3). Такая линия включает соответственно участки разборки, мойки, дефектации и сборки, станочную мастерскую. Линия сложного ремонта должна иметь отдельный склад запасных частей, поскольку запасные части для сложного ремонта двигателя, за исключением лишь некоторых позиций, используются, в основном, только для этого вида ремонта.

Размеры помещений линии сложного ремонта должны быть согласованы с объемом ремонта. Так, помещение (участок) сборки двигателя должен иметь площадь и количество стенов для сборки в 2-3 раза больше, чем соответствующий участок для разборки двигателей. Это связано с существенно большим временем, необходимым для сборки.

Размеры склада определяются количеством двигателей, находящихся в ремонте. Например, для ремонта $20 \div 25$ двигателей в месяц на складе одновременно могут находиться детали и узлы $15 \div 20$ двигателей. При укладке их детали на стеллажи размеры такого склада получаются не менее 20 м².

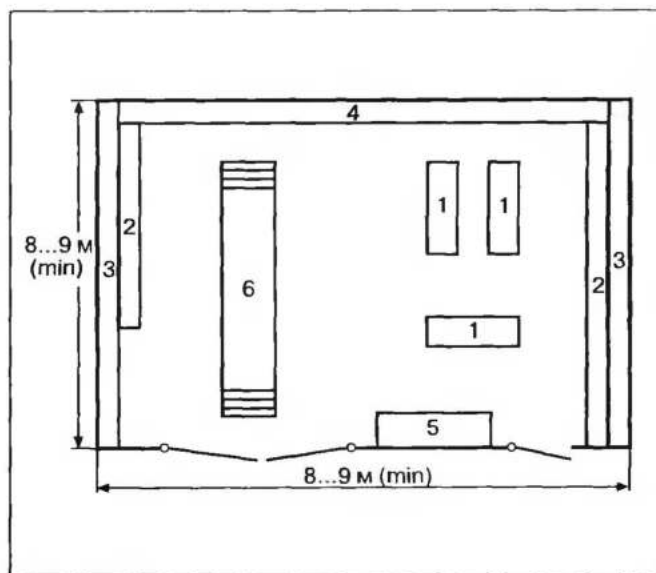


Рис. 5.1. Малая специализированная мастерская сложного ремонта двигателей:

1 — стэнд разборки-сборки двигателей; 2 — верстак; 3 — навесной стеллаж; 4 — стеллаж для деталей двигателей; 5 — станочное оборудование; 6 — яма для снятия и установки двигателей

Производительность линии и всех ее участков должны быть согласованы не только между собой, но и с количеством постов снятия и установки двигателей. Практика показывает, что обычно на одном посту можно снять и поставить не более $12 \div 15$ двигателей в месяц. Интересно отметить, что имеется существенная разница в производительности поста снятия-установки двигателей в зависимости как от моделей автомобилей, двигатели которых ремонтируются, так и от квалификации персонала. Например, если линия или участок сложного ремонта ориентирован только на $1 \div 2$ марки автомобилей, то

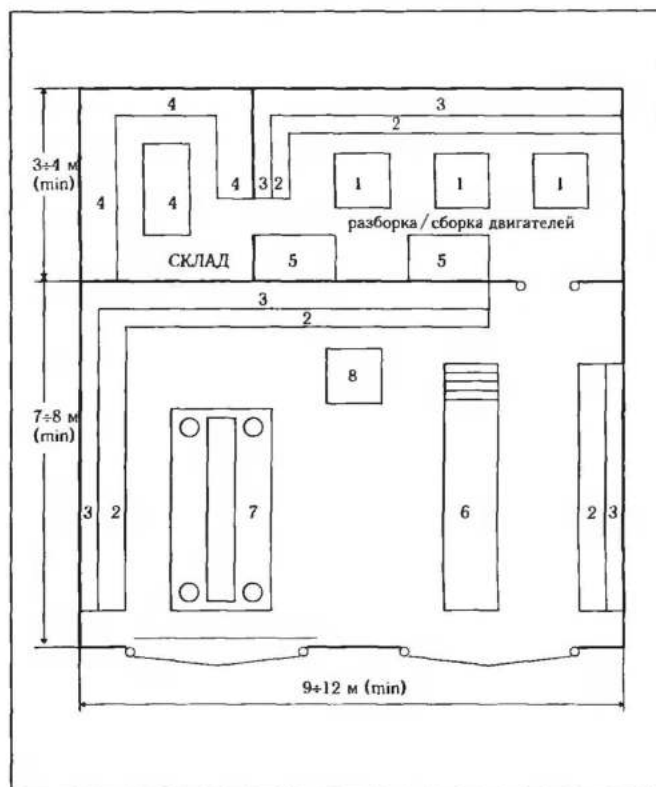


Рис. 5.2. Малая мастерская для выполнения всех видов работ по двигателю, в том числе сложного ремонта (обозначения соответствуют рис. 5.1):

7 — подъемник; 8 — диагностический стэнд

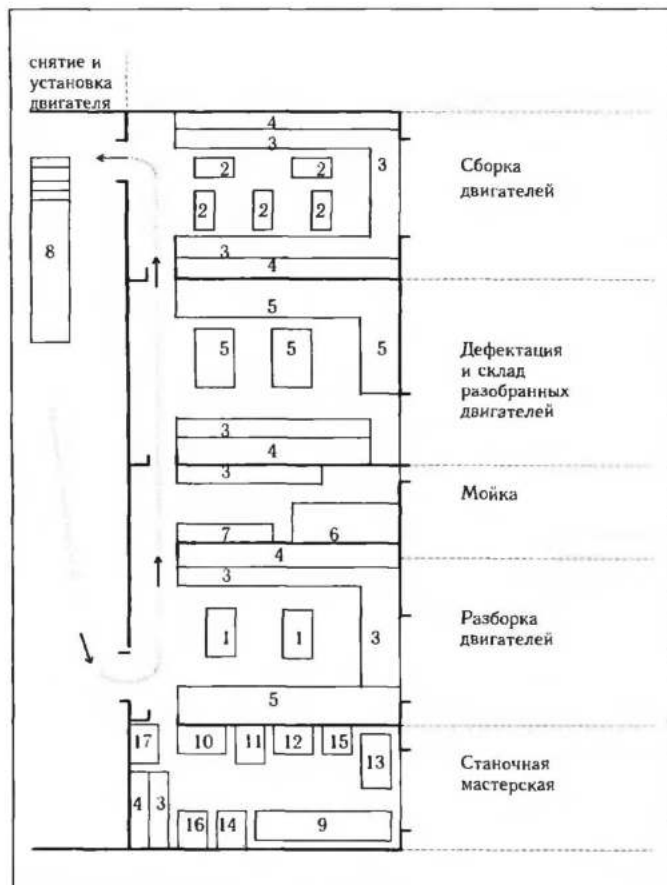


Рис. 5.3. Участок (линия) сложного "серийного" ремонта двигателей станции технического обслуживания и ремонта автомобилей:

1 — стэнд разборки; 2 — стэнд сборки; 3 — верстак; 4 — навесной стеллаж; 5 — стеллаж; 6 — автоматизированная моечная установка; 7 — ручная мойка; 8 — яма; 9 — шлифовальный станок; 10 — вертикально-расточной станок; 11 — вертикально-хонинговальный станок; 12 — горизонтально-хонинговальный станок; 13 — токарный станок; 14 — вертикально-фрезерный станок; 15 — заточной станок; 16 — вертикально-сверлильный станок; 17 — прочее вспомогательное оборудование

производительность значительно (более чем на 25÷50%) увеличивается, т.к. для работы, как правило, требуется однотипный инструмент, а персонал довольно быстро приобретает определенные навыки (последовательность операций и др.). В то же время отсутствие ограничений на марку и модель автомобиля увеличивает время снятия и установки двигателя.

Анализ времени, затрачиваемого на отдельных операциях при ремонте двигателей, показывает, что участок разборки двигателей должен иметь примерно вдвое меньше стэндов разборки, чем постов снятия-установки. Для сборки двигателей всегда требуется больше времени, поэтому стэндов для сборки должно быть по крайней мере в 1,5÷2 раза больше, чем постов снятия-установки.

Наибольшее влияние на время, затрачиваемое на эти операции, оказывает квалификация персонала. Это особенно

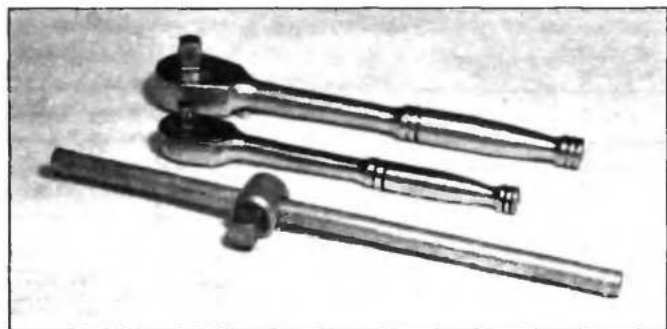


Рис. 5.4. Воротки и "трещотки" для работы с торцевыми головками

важно при работе с автомобилями различных марок и моделей - специалист высокой квалификации нередко затрачивает на большинство операций в несколько раз меньше времени, чем даже не самый плохой механик. Поэтому приведенные выше цифры весьма условны и должны уточняться в каждом конкретном случае.

5.2. Инструмент и оборудование для ремонта двигателей

Многие вопросы, рассматриваемые в этом разделе, достаточно просты, однако на практике оказывается, что некоторой части механиков, выполняющих ремонт двигателей, мало что известно о том, какие инструменты, приспособления и оборудование необходимы в тех или иных конкретных случаях. Даже на таких простых операциях, как отворачивание или затягивание болта (гайки) нередки случаи поломок болтов (срыв граней, обрыв стержня), корпусных деталей или инструмента только из-за того, что операция выполнялась неподходящим инструментом. Некоторые механики, даже имея измерительный инструмент, не могут правильно им пользоваться, не говоря уже о том, что многие, выполняя ремонт двигателей (в том числе сложный!), измерительных инструментов вообще не применяют. В дальнейшем при сборке двигателя такая ситуация может привести к установке некачественно отремонтированных деталей и к различным неисправностям двигателя после ремонта. В связи с этим вопросы использования тех или иных инструментов, приспособлений и оборудования для ремонта двигателей являются столь же важными, как и технология самого ремонта двигателя в целом или его отдельных деталей.

5.2.1. Универсальный и специальный инструмент

Инструмент для обслуживания и ремонта различной техники (не только автомобильной) выпускается обычно специализированными фирмами и имеется в продаже как в наборах, так и отдельно (поштучно). Рассмотрим более подробно, какой инструмент следует использовать при ремонте двигателей и на каких операциях.

Основным инструментом для двигателей являются торцевые гаечные ключи, обычно называемые торцевыми головками. Головки могут иметь различную длину (длинные и короткие), размеры квадратного отверстия для воротка (наиболее употребляемые 3/8, 1/2 и 3/4"), а также форму рабочей части (шестигранные, двенадцатигранные и типа TORX - шестигранная звезда). Кроме того, шести- и двенадцатигранные головки и ключи могут быть метрическими и дюймовыми.

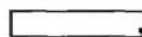

При использовании головок основной проблемой является соответствие их конкретному болту или гайке (табл. 5.1.). Так, при снятии или разборке для отворачивания старых болтов следует использовать преимущественно шестигранные головки, как более прочные и не повреждающие грани болта (гайки). Это особенно важно для размеров менее 16÷17 мм. Для сборки (затягивания) вполне допустимо использование двенадцатигранных головок, т.к. крутящий момент при заворачивании, как правило, меньше.

При работе с крепежными элементами, требующими при затягивании и, особенно, отворачивании больших усилий, необходимо использовать головки с размером квадрата 1/2" (12,7 мм). Кроме того, для таких работ существуют силовые шестигранные головки, выполненные из специальных высокопрочных сталей (часто они имеют черный цвет).

Для работы с головками применяются различные устройства типа воротков и "трещотки" т.е. ключей имеющих храповый механизм (рис. 5.4). Воротки используются для ослабления сильнозатянутых или "прикипевших" крепежных элементов, после чего на головку устанавливается «трещотка» для ускоренного отворачивания (особенно в ограниченном пространстве, где вороток не сможет сделать полный оборот). Нель-

Таблица 5.1. Ориентировочные границы применения различных торцевых головок

Размер головки болта	Ослабление/затягивание			
	квадрат 3/8"		квадрат 1/2"	
	6-гранная	12-гранная	6-гранная	12-гранная
6	/	/	/	/
7	/	/	/	/
8	/	/	/	/
9	/	/	/	/
10	/	/	/	/
11	/	/	/	/
12	/	/	/	/
13	/	/	/	/
14	/	/	/	/
15	/	/	/	/
16	/	/	/	/
17	/	/	/	/
18	/	/	/	/
19	/	/	/	/
20	/	/	/	/
21	/	/	/	/
22	/	/	/	/
23	/	/	/	/
24	/	/	/	/
25	/	/	/	/
27	/	/	/	/
30	/	/	/	/
32	/	/	/	/

 - применение головки не рекомендуется;
 - применение головки допускается

зя во избежании поломок «трещотки» использовать ее для отворачивания сильнозатянутых болтов или гаек.

Для работы с дюймовыми крепежными элементами необходимы соответствующие головки с дюймовыми размерами (табл. 5.2). Неопытные механики часто путают дюймовые и метрические крепежные элементы. Для двух достаточно распространенных дюймовых размеров болтов - 3/8" и 1/2" результат оказывается плачевным, т.к. метрические ключи близких размеров 10 мм и 13 мм нередко срывают грани с этих болтов.

Для работ по снятию двигателя предпочтительнее головки с размером квадрата 1/2", а для болтов и гаек с гранями 12-13 мм и более этот размер квадрата обязателен. Для сборки иногда удобнее головки с квадратом 3/8", за исключением ответственных болтов, где требуются сравнительно большие моменты затяжки. Размер квадрата 3/4" (19 мм) для двигателей легковых автомобилей применяется, в основном, только для отворачивания и затягивания центрального болта (гайки) переднего шкива коленчатого вала. Для других работ этот размер неудобен и практически не применяется. Кстати, для повышения универсальности инструмента иногда неплохо иметь переходники с квадрата 1/2" на квадрат 3/8" и наоборот (рис. 5.5).

Достаточно часто при ремонте двигателей приходится использовать удлиненные головки. Они имеют длину примерно в два раза больше, чем обычные, и удобны для работы в некоторых местах с ограниченным доступом (когда обычная головка оказывается короткой, а с удлинителем в этом месте не умещается вороток), при отворачивании (заворачивании) гаек с

длинных шпилек и др. Длинная головка размером 27 мм является также универсальной для отворачивания и затягивания форсунок многих дизелей легковых автомобилей.

Для тарированной затяжки болтов (гаек) определенным моментом служат динамометрические ключи. Наиболее часто применяют два типа таких ключей (рис. 5.6) - с непрерывным отсчетом момента по шкале и настройкой по шкале, а индикацией заданного момента по характерному щелчку. Вторым типом для большинства болтов более удобен, однако в некоторых случаях лучше использовать первый, например, для болтов, работающих за пределом текучести, чтобы избежать их поломки. Ключи второго типа иногда имеют трещотку, зна-



Рис. 5.5. Переходники с одного размера квадрата на другой

Таблица 5.2. Соответствие дюймовых и метрических размеров ключей

Размер метрического ключа, мм	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Размер дюймового ключа	6.35	7.95	9.55	11.10	12.70	14.30	15.10	15.90	17.50			
	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	9/16"	19/32"	5/8"	11/16"				

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32
19.05	19.85	20.65	22.23	23.80	25.40	27.00	28.60	30.15	31.75			
3/4"	25/32"	13/16"	7/8"	15/16"	1"	1 1/16"	1 1/8"	1 3/16"	1 1/4"			

 — наиболее опасное сочетание метрического ключа и дюймового болта (гайки)



Рис. 5.6. Различные типы динамометрических ключей



Рис. 5.9. Т-образные ключи с карданом для различных типов болтов

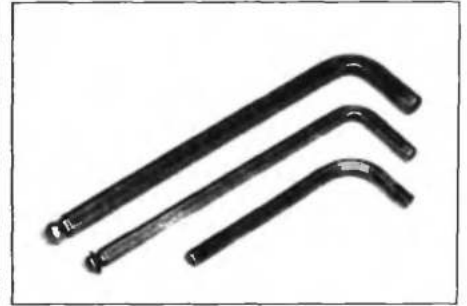


Рис. 5.12. Г-образные ключи для болтов с внутренним шестигранником

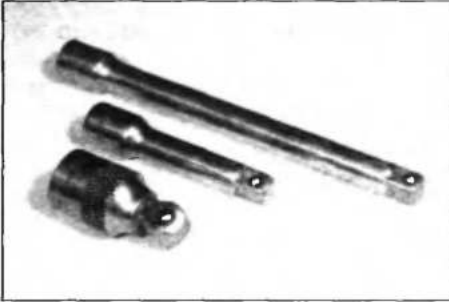


Рис. 5.7. Удлинители



Рис. 5.10. Ключи типа TORX для различных типов болтов

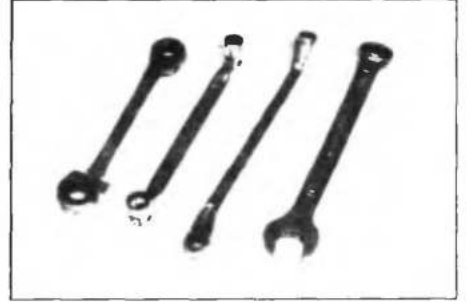


Рис. 5.13. Накладные и рожковые ключи различных типов



Рис. 5.8. Т-образные торцевые ключи

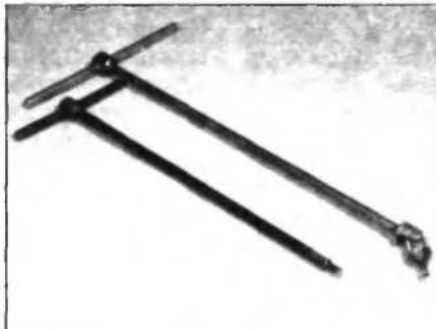


Рис. 5.11. Т-образные ключи для болтов с внутренним шестигранником

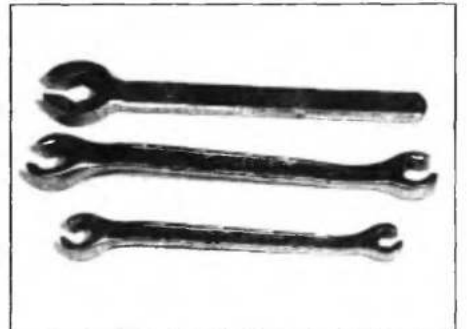


Рис. 5.14. Различные виды силовых рожковых ключей

чительно ускоряющую затягивание болтов и гаек. Важно отметить, что качественно собрать двигатель, не имея динамометрического ключа, невозможно.

Для ускорения затяжки (предварительной или окончательной) большого числа однотипных болтов и гаек, например, поддона картера, головки блока, коллекторов и других элементов, удобно использовать пневмоинструмент. Такой инструмент представляет собой пневмовращатель с регулируемым моментом затяжки, работающий от источника сжатого воздуха с давлением $0,6\div 0,8$ МПа - компрессора с ресивером объемом не менее $15\div 20$ л.

Для работы с торцевыми головками необходимо иметь удлинитель. Обычно удлинители имеют небольшую длину $50\div 250$ мм, однако для некоторых работ, например, снятия и установки двигателя, иногда удобнее пользоваться длинными удлинителями ($500\div 800$ мм), чем соединять несколько коротких. Для работы в ограниченном пространстве удобны удлинители со сферической концевой частью (рис. 5.7), обеспечивающие отклонение оси головки на угол $20\div 30^\circ$. В некоторых случаях это удобнее, чем кардан, т.к. такой удлинитель обеспечивает увеличенную жесткость инструмента при больших усилиях.

Для крепежных элементов небольшого размера (до 14 мм) удобно пользоваться Т-образными торцевыми ключами (рис. 5.8). Такие ключи могут быть использованы как для разборки, так и сборки, однако, очевидно, не годятся для отворачивания "прикипевших" болтов и гаек. Основным применением Т-образных торцевых ключей являются болты М5-М8 под-

донов, различных крышек и кронштейнов двигателя. В некоторых случаях, когда подход к болтам (гайкам) ограничен, удобны Т-образные ключи с карданом (рис. 5.9).

На двигателях иностранных автомобилей достаточно широко распространены болты с круглой головкой, имеющей внутренние шлицы. Для таких болтов применяются специальные ключи - шестигранные, двенадцатигранные и типа TORX (шестиугольная "звезда"). Они выпускаются в нескольких вариантах (рис. 5.10) - в виде насадок с шестигранной частью под обычные торцевые ключи и с внутренним квадратом $3/8"$ и $1/2"$ под удлинитель или вороток.

В некоторых случаях для болтов М5, М6 и М8 с внутренними шлицами, расположенных в местах с ограниченным доступом, удобно использовать Т-образные ключи, в том числе и с карданом (рис. 5.11), однако их применение ограничено, т.к. они не позволяют развивать больших усилий. Г-образные ключи (шести-, двенадцатигранные и TORX) менее удобны, особенно при ограниченном доступе к болту (рис. 5.12).

При работе с болтами, имеющими внутренние шлицы, необходимо помнить, что перед их отворачиванием шлицы должны быть очищены от грязи. Если этого не сделать, ключ не войдет в гнездо болта на нужную глубину, шлицы будут повреждены и болт, скорее всего, придется высверливать. Это весьма распространенная ошибка неопытных механиков.

Различные накладные и рожковые ключи (рис. 5.13) имеют назначение скорее вспомогательное, чем основное. По крайней мере, для отворачивания ответственных болтов, затяну-



Рис. 5.15. Полоток инструмента вследствие недостаточной квалификации персонала ремонтного предприятия

тых моментами свыше 60÷80 Н·м, они малоприспособны. В некоторых случаях эти ключи позволяют работать с неудобно расположенными болтами и гайками, а также удерживать их от проворачивания. Более "силовыми" являются рожковые ключи, форма зева которых - шестигранник без одной грани (рис. 5.14). Основное их применение - штуцеры трубопроводов гидросилителя руля, радиатора и другие аналогичные элементы.

Таким образом, при ремонте двигателей одинаково важно как наличие всего необходимого инструмента, так и правильные навыки работы с ним. Основным принципом работы с инструментом при ремонте двигателей - необходимый инструмент должен лежать "под рукой" и соответствовать крепежным элементам (болтам и гайкам). Интересно, что по тому, как соблюдается этот принцип, можно отличить квалифицированного механика от неопытного - последний обычно подбирает инструмент только по размеру головки болта (гайки), не учитывая усилие ослабления или затягивания и удобство работы. Обычные ошибки новичков - смятие граней при отворачивании болтов или гаек из-за использования двенадцатигранных ключей и головок, поломка головок с размером квадрата 3/8" при отворачивании болтов, для которых нужен размер квадрата 1/2", поломка трещоток или другого непригодного для ослабления "прикипевших" болтов инструмента (рис. 5.15). Встречаются также случаи повреждения граней и поломка инструмента при работе с удлинителями головок, имеющими сферический наконечник. Некоторые результаты такой "работы" могут во много раз увеличить время выполнения операций. Например, при снятии или установке двигателя требуется большое число опе-

раций - более сотни, а время каждой из них суммируется. Работа несоответствующим инструментом, неопытный механик тратит время практически на каждой операции и может не уложиться даже в целый рабочий день, в то время, как специалисту будет достаточно одного - двух часов. Помимо этого, неквалифицированная работа нередко сопровождается поломками некоторых деталей, обрывом проводов или аналогичными случаями, связанными с отсутствием навыков работы и, в первую очередь, с инструментом. Повреждение дорогостоящих деталей ведет, очевидно, к увеличению сроков и стоимости ремонта. Поэтому вопросы применения инструмента, несмотря на кажущуюся их простоту, оказываются не менее важными, чем другие вопросы, связанные с ремонтом двигателя.

5.2.2. Измерительные приборы и оборудование

Измерительное оборудование имеет принципиальное значение при выполнении сложного ремонта двигателей. Очевидно, при его отсутствии добиться хороших результатов ремонта и высокой надежности двигателя в последующей эксплуатации невозможно. Инструменты и приборы, предназначенные для измерения деталей, имеют весьма большую номенклатуру и позволяют при дефектации двигателя определить практически любую неисправность его механической части (табл. 5.3). Несмотря на это, до сих пор некоторые механики предпочитают работать "на глазок", не утруждая себя проведением измерений и не имея необходимых приборов. Нередки также случаи неумения пользоваться даже самым простым инструментом, вследствие чего при ремонте высока вероятность ошибок, приводящих в дальнейшем к повреждению отремонтированных деталей из-за неправильно заданных размеров, а также к установке в двигатель изношенных деталей без ремонта. Ниже приведены элементарные сведения об измерительных инструментах и приборах и правилах их применения на практике.

Для точных измерений наружного диаметра валов, поршней и других деталей основным средством измерения является микрометр (рис. 5.16). Микрометры обычно имеют цену деления 0,01 мм и выпускаются с различными диапазонами измерения. Для двигателей легковых автомобилей необходимы микрометры с диапазоном измерения 0÷25 мм, 25÷50 мм, 50÷75 мм, 75÷100 мм, 100÷125 мм. Микрометры выпускаются отечественными и зарубежными фирмами, причем целый ряд зарубежных моделей имеет цену деления 0,002 мм и даже 0,001 мм. Однако необходимость проводить измерения с такой точностью возникает редко (например, поршневые пальцы, плунжеры гидротолкателей и насосов высокого дав-

Таблица 5.3. Измерения в деталях двигателя и применяемый для этого измерительный инструмент и приспособления.

№ п/п	Измеряемые поверхности, детали, их размеры	Применяемый инструмент и приспособления
1	Наружный диаметр валов, поршней, пальцев. Толщина, ширина и т.д. плоских деталей	Микрометр Пассаметр, набор плоскопараллельных мер длины Штангенциркуль (для грубых измерений)
2	Диаметр отверстий, внутреннее расстояние между плоскими поверхностями	Нутромер в комплекте с установочным прибором, калибром или микрометром Микрометр-нутромер Штангенциркуль (для грубых измерений)
3	Биение наружных поверхностей валов, торцевое биение	Штатив с магнитным основанием, измерительная головка или рычажно-зубчатый индикатор, поверочная плита с призмами
4	Прямолинейность плоских поверхностей	Лекальная линейка, набор щупов
5	Перпендикулярность поверхностей	Лекальный угольник, набор щупов
6	Толщина криволинейных деталей	Микрометр с шариком Толщиномер (оптиметр) Стойка с измерительным столом и измерительной головкой
7	Глубина отверстий относительно наружной поверхности	Штангенглубиномер
8	Высота детали над плоскостью	Поверочная плита, штангенрейсмасс
9	Толщина стенки сложных деталей	Стенкомер
10	Параллельность отверстий шатуна	Специальные измерительные приспособления
11	Масса вращающихся и поступательно движущихся деталей	Механические или электрические весы



Рис. 5.16. Микрометры для измерения наружных диаметров деталей в диапазоне 0-125 мм с точностью 0,01 мм



Рис. 5.17. Набор плоскопараллельных мер длины для настройки и проверки измерительных приборов



Рис. 5.18. Рычажная скоба (пассаметр) для измерения наружных размеров деталей с точностью до 0,001 мм



Рис. 5.19. Штангенциркули обычной точности с нониусной шкалой

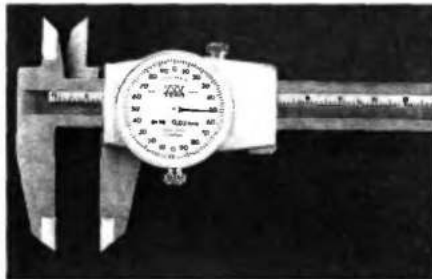


Рис. 5.20. Штангенциркуль повышенной точности с индикатором часового типа



Рис. 5.21. Нутромеры

ления дизелей и некоторые другие).

Микрометр показывает абсолютный размер детали. Перед каждой серией измерений микрометр должен быть проверен и при необходимости установлен на нуль. Для этого следует использовать установочную меру, входящую обычно в комплект к микрометру, либо набор плиток - плоскопараллельных концевых мер длины (рис. 5.17).

Иногда для точного измерения наружного диаметра некоторых деталей используют рычажную скобу - пассаметр (рис. 5.18). Этот прибор имеет цену деления 0,001 или 0,002 мм и в отличие от микрометра является относительным, т.е. показывает отклонение размера детали в ту или иную сторону от нуля (размера, на который настроен прибор). Пассаметром обычно измеряются детали, имеющие допуск на изготовление менее 0,010 мм - поршневые пальцы, плунжеры гидротолкателей и другие. Использование пассаметра исключает возникновение погрешностей из-за чрезмерного сжатия детали в измерительном приборе.

В случаях, когда необходимы более грубые измерения (с меньшей точностью), используют штангенциркули (рис. 5.19). Точность отечественных штангенциркулей не превышает 0,05 мм, да и то при больших размерах прибора. Иностранные фирмы выпускают штангенциркули обычного размера с ценой деления 0,02 мм, причем наиболее удобны приборы со стрелочной или цифровой индикацией (рис. 5.20).

Измерение диаметра отверстий выполняется с помощью нутромера (рис. 5.21). Нутромер - относительный прибор, который перед измерением должен быть настроен на нуль, а при измерениях показывает величину отклонения размера детали от нуля. Нутромеры выпускаются на определенный диапазон измерения, например 6-12, 12-25, 18-30, 25-50, 50-100 мм и т.д.

Наиболее распространены нутромеры с опорой на поверхность отверстия по трем точкам. Это достигается с помощью сменного наконечника (насадки) и подпружиненной скобы, при измерении в четвертой точке - между сторонами скобы (рис. 5.22). Данная схема - наиболее универсальная, т.к. позволяет устанавливать насадки различной длины и измерять диаметры в широком диапазоне. Существуют и другие конструкции нутромеров, однако они сложнее, дороже, менее универсальны и поэтому реже встречаются в практике ремонта.

Для двигателей чаще используют нутромеры, имеющие индикатор с ценой деления 0,01 мм. Некоторые детали требуют более точных измерений, при этом точность определяется как ценой деления и погрешностью индикатора, так и характеристиками самого нутромера (точностью механизма передачи от измерительной поверхности к индикатору).

Нутромеры обычно имеют в комплекте сменные насадки, с помощью которых обеспечивается измерение диаметров отверстий в пределах диапазона измерения прибора. Перед измерением отверстия необходима установка индикатора нутромера на нуль. Существует несколько способов - с помощью кольцевого калибра, специального установочного прибора и микрометра.

Наиболее точно установка на нуль выполняется с помощью кольцевого калибра (рис. 5.23). Установив рабочую часть нутромера в калибр, покачиванием стержня определите положение стрелки, определяющее минимальный размер, после чего сдвигом шкалы индикатора нуль шкалы совмещается со стрелкой. Недостатком данного способа является необходимость иметь достаточно большое количество калибров, что неудобно при ремонте двигателей большого числа моделей.

Более удобно использование установочного прибора, настраиваемого на любой размер. Такой прибор аналогичен микрометру, но имеет широкую рабочую поверхность для удобства настройки нутромера (рис. 5.24).

Установка нутромера на нуль может быть выполнена и с помощью обычного микрометра. Однако из-за узкой измери-

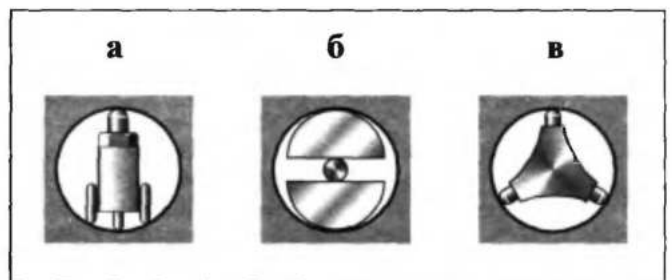


Рис. 5.22. Схемы измерения внутреннего диаметра: а — в одной точке с опорой на три точки; б — в двух точках (для отверстий малого диаметра); в — в трех точках

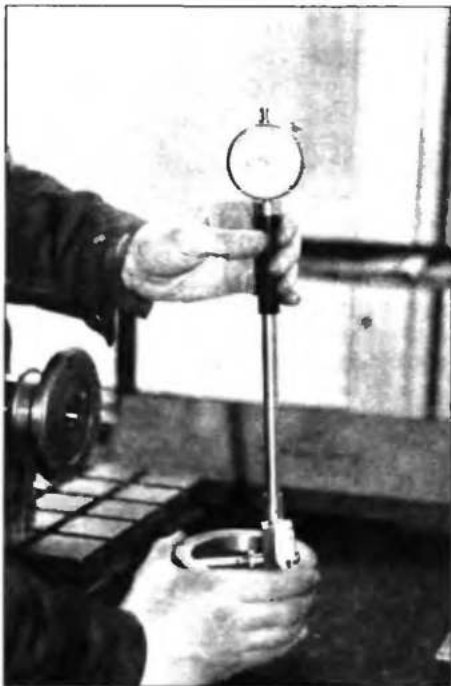


Рис. 5.23. Настройка нутромера на нуль с помощью кольцевого калибра



Рис. 5.24. Установочный прибор фирмы SUNNEN для настройки нутромеров

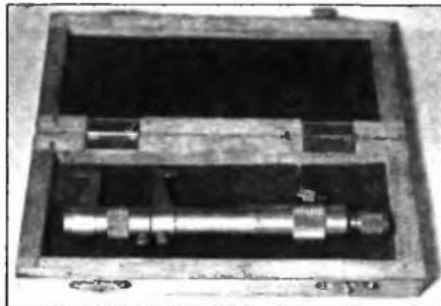


Рис. 5.25. Микрометр-нутромер для точного измерения диаметра коротких отверстий

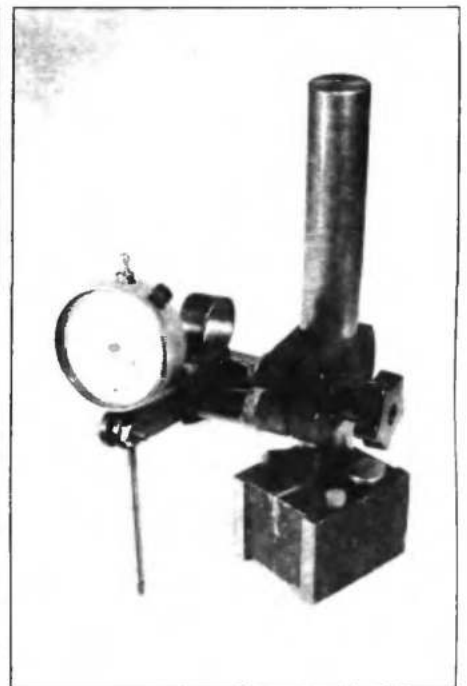


Рис. 5.26. Магнитная стойка с индикатором часового типа для измерения биения валов

тельной поверхности микрометра и необходимости удерживать нутромер на весу данный способ неудобен. Кроме того, он может вызвать дополнительную погрешность измерения как из-за погрешности микрометра, так и из-за неправильной настройки самого нутромера (при удерживании прибора на весу могут возникнуть дополнительные силы или взаимный перекос осей рабочих поверхностей приборов, искажающие результат установки на нуль).

Способы настройки нутромера с помощью установочного прибора или микрометра могут дать погрешность из-за отклонения формы измерительных поверхностей нутромера от сферы, например, вследствие их износа.

Для точного измерения диаметра коротких отверстий удобны микрометры-нутромеры (рис. 5.25). Такие приборы работают аналогично микрометрам с такими же диапазонами измерений, за исключением минимального, который начинается не от нуля. Их преимуществом является то, что они сразу показывают абсолютный размер отверстия детали. Микрометры-нутромеры наиболее удобно применять для измерения диаметра отверстий в местах, где нет соответствующего подхода для обычного нутромера, а диаметр отверстия существенно больше его длины.

Для измерения биений различных валов двигателя используется штатив с магнитным основанием и измерительная головка (индикатор) с набором наконечников различной длины (рис. 5.26). Данный прибор применяется для проверки валов в центрах (например, на токарном станке) или на призмах. Измерение торцевого биения поверхностей валов выполняется с

помощью рычажно-зубчатого индикатора (рис. 5.27), устанавливаемого на ту же стойку с магнитным основанием.

Для проверки валов используются поверочные плиты различных размеров (рис. 5.28). Желательно, чтобы длина плиты была не менее 600 мм; ширина имеет меньшее значение. В пазах плиты закрепляются призмы. Перед установкой на призмы вал следует промыть и смазать чистым маслом, иначе через довольно короткое время на опорных гранях призмы появятся следы износа, а на шейках валов будут оставаться царапины. На призмах сложно проверять валы, имеющие опорные шейки различного диаметра. Однако в целом данный способ является основным как при дефектации, так и при проверке отремонтированных валов перед сборкой двигателя.

Поверочные плиты могут быть также использованы для предварительной проверки деформации небольших деталей (шатунки и др.). Проверка таких деталей на плите проводится "покачиванием".

Некоторые детали двигателей требуют проверки прямолинейности и перпендикулярности поверхностей. Так, для проверки плоскостей головок и блоков цилиндров используются лекальные линейки - трех- или четырехгранные длиной 350÷1000 мм (рис. 5.29). Для определения величины деформации линейка устанавливается на плоскость, а под ее среднюю часть подкладывается тот или иной щуп из набора 0,02÷0,50 мм. Лекальные линейки позволяют также проверить и измерить деформацию постелей блока с точностью до 0,02 мм.

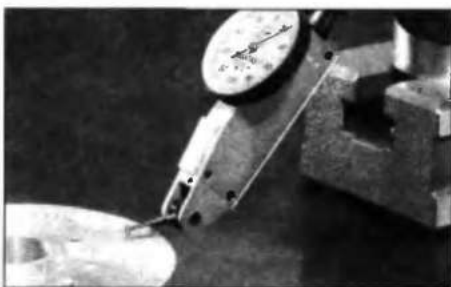


Рис. 5.27. Рычажно-зубчатый индикатор



Рис. 5.28. Вал на призмах, установленный на поверочной плите



Рис. 5.29. Лекальная линейка

Для проверки перпендикулярности поверхностей служат лекальные угольники (рис. 5.30). С помощью лекального угольника можно приблизительно определить, например, неперпендикулярность отверстия шатуна к его боковой поверхности или цилиндра к верхней плоскости блока.

В практике ремонта иногда требуется точное измерение толщины деталей. Толщина плоских деталей, очевидно, определяется микрометром. Для криволинейных деталей (вкладыши, втулки и др.) можно также использовать микрометр с шариком (см. раздел 9.4.) или специальные микрометры (рис. 5.31). Для измерения толщины подобных деталей удобно также пользоваться специализированными приборами - толщиномерами. Толщиномер (рис. 5.32) аналогичен микрометру, но имеет одну или две измерительные поверхности сферической формы. Измерение толщины деталей можно также проводить на стойке с измерительным столом и измерительной головкой (рис. 5.33).

Иногда для измерения размеров деталей применяются специальные микрометры с широкими измерительными поверхностями (рис. 5.34). Подобные приборы хорошо подходят для измерения ширины элемента, расположенного на уровне поверхности детали (например, ширины коренной опоры в блоке цилиндров и др.).

В некоторых случаях, например, для определения глубины отверстий, удобно использовать штангенглубиномер (рис. 5.35). Для определения высоты детали над плоскостью применяется штангенрейсмасс (рис. 5.36). Этот прибор позволяет

также при необходимости измерить радиус кривошипа коленчатого вала (ход поршня). Цена деления этих приборов - такая же, как у штангенциркулей (обычно $0,05 \pm 0,10$ мм).

В некоторых случаях при ремонте деталей сложной конфигурации (блоки цилиндров, головки и др.) приходится сталкиваться с определением толщины стенок в конкретных сечениях. Для этого можно использовать специальный прибор - стенкомер (рис. 5.37). Его точности - $0,1$ мм вполне достаточно, поэтому при необходимости его нетрудно изготовить. Использование стенкомера позволяет избежать ошибок, например, при растачивании и гильзовании поврежденных блоков цилиндров. Настройка индикатора прибора на нуль осуществляется при прижатых друг к другу измерительных наконечниках. Поскольку стандартный индикатор с ценой деления $0,01$ мм имеет ход 10 мм, в соответствии с равенством плеч подвижного рычага такой же будет максимальная измеряемая толщина стенки.

Помимо универсальных измерительных приборов при ремонте двигателя приходится пользоваться специальными средствами, предназначенными для контроля геометрии только конкретных деталей. В первую очередь это относится к шатунам - на практике необходимо проверять параллельность осей отверстий верхней и нижней головок при дефектации двигателя. Не секрет, что установленный в двигатель деформированный шатун приводит к увеличенному расходу масла и шуму, а также к снижению ресурса деталей, связанных с шатуном данного цилиндра.



Рис. 5.30. Лекальный угольник



Рис. 5.33. Оптиметр

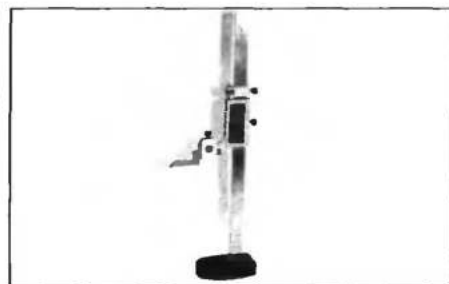


Рис. 5.36. Штангенрейсмасс для измерения высоты деталей



Рис. 5.31. Специальный микрометр для измерения толщины деталей с криволинейной поверхностью

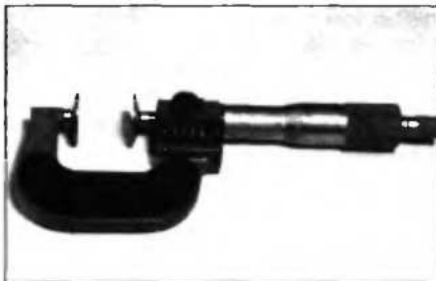


Рис. 5.34. Специальный микрометр для измерения ширины перемычек между канавками поршня и другими элементами деталей



Рис. 5.32. Электронный толщиномер (для измерения толщины вкладышей)

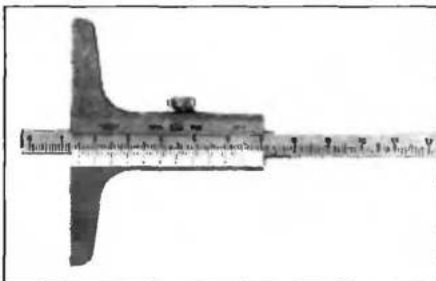


Рис. 5.35. Штангенглубиномер

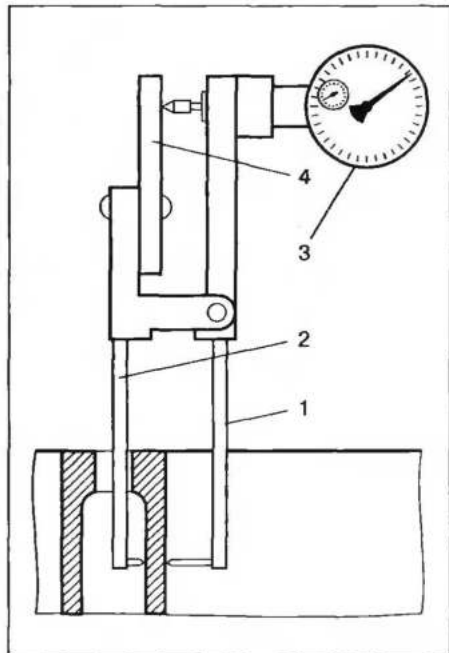


Рис. 5.37. Схема измерения толщины стенки цилиндра блока стенкомером: 1, 2 — ножка приспособления; 3 — индикатор часового типа; 4 — поворотный упор

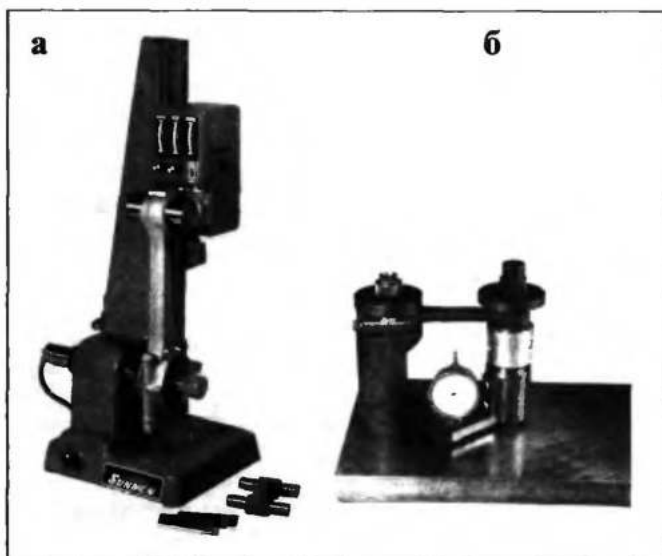


Рис. 5.38. Приборы для измерения деформации шатунов: а — по параллельности поверхности отверстий; б — по боковым поверхностям головок



Рис. 5.39. Приспособление для контроля деформации стержней клапанов



Рис. 5.40. Электронные весы

Специализированные фирмы выпускают приборы для контроля шатунов, однако они не всегда доступны, в том числе и по цене. Достаточно простое приспособление, собранное на небольшой поверочной плите (рис. 5.38), позволяет определить деформацию стержня шатуна по непараллельности боковых поверхностей его нижней и верхней головок.

Приспособление состоит из кронштейна с шайбами и болтом крепления нижней головки шатуна, и кронштейна индикатора на оси, закрепляемой тем же способом на верхней головке шатуна. Точность прибора определяется четырьмя факторами:

- плоскостностью плиты, на которой собрано приспособление;
- непараллельностью верхнего и нижнего оснований кронштейна нижней головки (не более 0,005 мм);
- неперпендикулярностью плоского основания и стержня оси (не более 0,005 мм) кронштейна индикатора;
- зазором оси в отверстии кронштейна индикатора (0,005+0,008 мм).

При выдерживании всех рекомендаций погрешность приспособления не превышает 0,015+0,020 мм на длине 200 мм, что в 2-3 раза меньше допустимой деформации стержня шатуна. Проверка шатуна выполняется просто - после затягивания гаек крепления на приспособлении верхней и нижней головок следует повернуть кронштейн индикатора вокруг оси кронштейна. Амплитуда A отклонения стрелки индикатора за 1 оборот позволяет рассчитать непараллельность δ_l осей головок шатуна на заданной длине l по формуле:

$$\delta_l = A \cdot \frac{l}{L},$$

где $L = 2R$ - двойной радиус, описываемый ножкой индикатора на плите.

Применение приспособления для проверки шатунов является обязательным также при их правке.

Для проверки деформации клапанов достаточно удобно специальное приспособление с индикатором (рис. 5.39), позволяющее определить биение фаски клапана относительно стержня с точностью 0,02 мм. Использование подобного приспособления дает значительную экономию времени, особенно при ремонте многоклапанных головок.

Перед сборкой двигателя часто требуется подогнать по массе одноименные детали (поршни, шатуны и др.). Для этого удобно пользоваться электронными весами с пределом измерения до 1 кг (рис. 5.40). Такие весы, помимо абсолютного значения массы детали, показывают ее разницу с заранее зафиксированным "базовым" значением. Точность электронных весов высока - 0,01±0,10 г. Возможно также использование механических весов с ценой деления до 2÷5 г. Для подгонки массы шатунов и поршней большей точности, как правило, не требуется.

Более подробно технология измерения деталей двигателя описана в разделе 8.

5.4.3. Специальные приспособления и оснастка

При ремонте двигателей помимо универсального инструмента необходимо иметь достаточно большую номенклатуру специальных приспособлений, без которых выполнение целого ряда операций проблематично, а иногда и просто невозможно (табл. 5.4). Рассмотрим эти приспособления более подробно.

Для снятия различных деталей (шестерни, шкивы, подшипники) с хвостовиков валов двигателей обычно применяются съемники. Многие фирмы выпускают универсальные съемники, общий вид которых приведен на рис. 5.41. Для снятия гасителей колебаний с коленчатых валов некоторых двигателей хорошо зарекомендовал себя специальный съемник с захватом снимаемой детали болтами, заворачиваемыми в ее резьбовые отверстия (рис. 5.42).

Для выпрессовки поршневых пальцев, запрессованных в верхнюю головку шатуна, используются различные приспособления и оправки. У подавляющего большинства двигателей выпрессовка пальца может быть выполнена на специальном стенде, представленном на рис. 5.43. Усилие выпрессовки от гидравлического домкрата передается через технологический палец, имеющий меньший диаметр, чем поршневой палец. Технологический палец должен центрироваться в поршневом. Шатун под действием нагрузки упирается в бобышку поршня. С наружной стороны поршня у этой же бобышки необходимо установить радиусную подкладку с отверстием для выхода пальца и упереть ее в неподвижное верхнее основание пресса. Практика показывает, что не обязательно стремиться к точному равенству радиусов подкладки и поршня - вполне достаточно, если радиус подкладки на 1-5 мм больше. Это позволяет на диапазон диаметров поршней двигателей легковых автомобилей (65-105 мм) иметь только 3-4 разных подкладки.



Рис. 5.41. Универсальные съемники



Рис. 5.42. Резьбовые съемники, применяемые для снятия шкивов коленчатых валов

Таблица 5.4. Операции, выполняемые при разборке и сборке двигателя с помощью специальных приспособлений и оснастки

№ п/п	Ремонтная операция	Приспособление или оснастка, применяемые на данной операции
1	Снятие шкивов, звездочек, втулок с валов	Универсальные съемники Специальные съемники
2	Разборка и сборка поршня и шатуна с "плавающим" пальцем	Набор технологических пальцев, печь с температурой до 150°C
3	Выпрессовка пальца с неподвижной посадкой в шатуне	Пресс, набор подкладок, набор технологических пальцев
4	Сборка шатуна и поршня с пальцем, имеющим неподвижную посадку в шатуне	Специальная оправка с набором направляющих втулок, печь с температурой 250+300°C или горелка
5	Установка поршня с кольцами в цилиндр	Кольцевые оправки Ленточные приспособления
6	Разборка и сборка клапанов	Рычажные приспособления Винтовые приспособления
7	Снятие маслоотражательных колпачков	Цанговое приспособление
8	Установка маслоотражательных колпачков	Специальная оправка
9	Выпрессовка направляющих втулок клапанов	Винтовое приспособление Оправка для выбивания
10	Запрессовка направляющих втулок клапанов	Оправка Печь с температурой до 200°C
11	Выпрессовка подшипников из заднего торца коленчатого вала (подшипники передней опоры первичного вала коробки передач)	Набор цанговых приспособлений, ударник
12	Демонтаж "мокрых" гильз из блока	Специальные оправки
13	Запрессовка "сухих" гильз	Винтовое приспособление
14	Выпрессовка и запрессовка втулок вспомогательных валов, шатунов и т.д.	Специальные приспособления Специальные оправки
15	Центрирование ведомого диска при сборке сцепления	Набор оправок

Для разборки шатуна и поршня с плавающим пальцем необходим тот же описанный выше технологический палец, по которому можно несколько раз ударить молотком, удерживая поршень и шатун на весу (разумеется, предварительно сняв стопорные кольца). При нагреве поршня с шатуном до 80÷100°C плавающий палец свободно выходит из отверстия.

При установке пальцев в шатуны с прессовой посадкой в верхней головке используется оправка с комплектом направляющих втулок (пилотов) (рис. 5.44). Направляющие втулки должны иметь диаметр на 0,07±0,12 мм меньше диаметра поршневого пальца. Между торцом оправки и пальцем могут быть установлены шайбы, регулирующие положение пальца в шатуне.

Перед установкой пальца, имеющего прессовую посадку в шатуне, верхняя головка шатуна (или весь шатун) должна быть нагрета до 250÷300°C. Нагрев может быть выполнен различными способами и с помощью различного оборудования. Наиболее распространен местный нагрев верхней головки шатуна паяльной лампой или газовой горелкой, однако та-

кие работы можно выполнять только на открытом воздухе. Для нагрева шатунов могут быть также использованы различные электрические печи, обеспечивающие поддержание постоянной заданной температуры (рис. 5.45). Для работы в помещении печи предпочтительнее по соображениям пожарной безопасности.

Для установки поршней в цилиндры необходимо использовать специальные приспособления для обжатия поршневых колец. Если предполагается ремонт двигателей только одной-двух моделей, то в таком случае более удобен набор кольцевых оправок (рис. 5.46), каждая из которых соответствует определенному диаметру цилиндра. Для ремонта большого количества моделей двигателей кольцевые оправки невыгодны, т.к. их требуется слишком много. Поэтому предпочтение следует отдать универсальным приспособлениям, например, ленточным (рис. 5.47). Подобные приспособления производятся различными фирмами и часто имеют "трещотку", позволяющую удерживать кольца в сжатом состоянии.

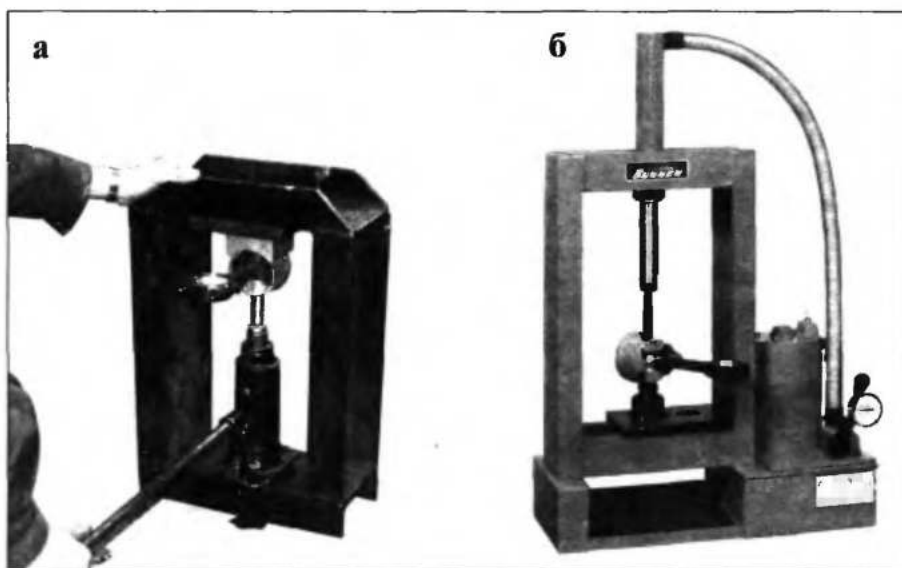


Рис. 5.43. Приспособления для выпрессовки поршневых пальцев: а — рама с гидравлическим домкратом; б — специальный пресс с гидроприводом

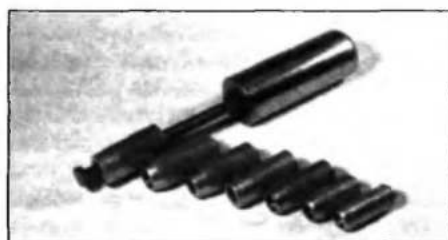


Рис. 5.44. Оправка с набором пилотов для сборки шатунов с поршнями (при неподвижной посадке пальца в шатуне)

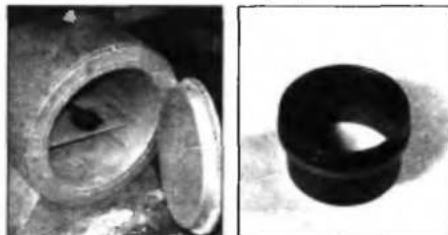


Рис. 5.45. Электропечь для нагрева деталей перед сборкой
Рис. 5.46. Коническая оправка для обжатия поршневых колец



Рис. 5.47. Ленточная оправка для обжатия поршневых колец

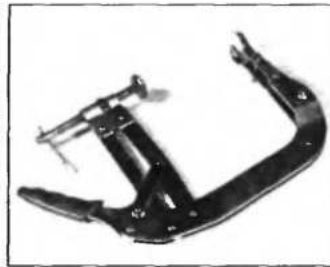


Рис. 5.49. Рычажно-винтовое приспособление



Рис. 5.48. Винтовое приспособление для разборки/сборки пружин клапанов на снятой головке блока цилиндров

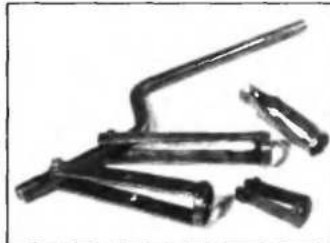


Рис. 5.50. Рычажное приспособление для разборки/сборки пружин клапанов, применяемое без снятия головки с блока цилиндров

Для разборки и сборки клапанов используются винтовые и рычажные приспособления. Винтовые приспособления (рис. 5.48) обычно представляют собой скобу, одна сторона которой упирается в тарелку клапана со стороны камеры сгорания, а другая имеет винт с шайбой. При вращении винта шайба упирается в тарелку пружины, освобождая сухари клапана. Некоторые фирмы выпускают рычажно-винтовые приспособления, выполненные по аналогичной схеме (рис. 5.49). В таких приспособлениях винт служит только для регулировки, а рычагом производится сжатие пружины и освобождение сухарей.

Подобные приспособления достаточно удобны для работы на снятой с двигателя головке блока - снятие и установка сухарей выполняются быстро, при этом сжатие пружины идет без перекосов, что исключает повреждения стержня клапана тарелкой пружины.

Если требуется разборка и сборка пружин клапанов на головке, установленной на блоке цилиндров (например, при замене маслоотражательных колпачков в эксплуатации), то описанные выше приспособления непригодны. В таких случаях используются рычажные приспособления (рис. 5.50). В подобных приспособлениях для универсальности их применения шарнирно установленная часть, нажимающая на тарелку клапана, должна иметь возможность перестановки на различные расстояния от вилки. Шарнирно закрепленная вилка служит для зацепления за головки болтов (гайки), заворачиваемых в отверстия (на шпильки) вблизи клапанов. Нажимающая часть приспособления может быть сменной, т.к. для различных двигателей требуются шайбы различного диаметра.

Недостатком подобных рычажных приспособлений является возможность перекоса тарелки при сжатии пружины, что при отсутствии необходимого навыка может привести к повреждению стержня клапана.

Иногда используются специальные винтовые приспособления (рис. 5.51), однако не все из них обладают универсальностью (т.е. могут быть использованы только для конкретной модели двигателя).

Для снятия маслоотражательных колпачков с направляющих втулок клапанов в некоторых случаях удобно пользоваться приспособлением с цапговым зажимом (рис. 5.52). При установке колпачков традиционной конструкции необходима оправка, позволяющая исключить перекося и повреждение колпачка (рис. 5.53). Работа с двигателями разных моделей

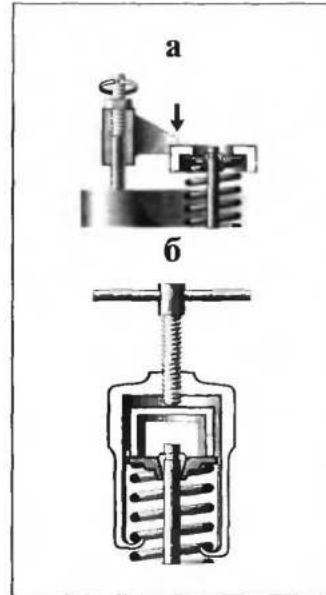


Рис. 5.51. Винтовое приспособление для разборки/сборки клапанов: а — с опорой на технологическую шпильку; б — с захватом пружины клапана

требует несколько размеров оправок для установки колпачков.

Выпрессовка направляющих втулок клапанов может быть выполнена различными приспособлениями. Для бронзовых втулок, устанавливаемых обычно с небольшим натягом, возможны различные варианты, в том числе резьбовое приспособление для выпрессовки (рис. 5.54) и оправка для выбивания (рис. 5.55). Выпрессовка втулок резьбовым приспособлением предпочтительнее, т.к. исключается возможность повреждения отверстия в головке.

Запрессовка втулок выполняется обычно ударным способом с помощью оправки (рис. 5.56). Оправка должна обеспечивать центрирование втулки и передачу усилия через упорный буртик втулки, а не на посадочный пояс маслоотражательного колпачка (в противном случае втулка, скорее всего, сломается). Для снижения усилий при запрессовке используется печь, позволяющая нагреть головку до 150-200°C.

При подготовке коленчатых валов к ремонту (шлифование в центрах) приходится снимать подшипники опоры первичного вала коробки передач, расположенные в заднем торце коленчатых валов. С этой целью можно использовать специальные цапговые

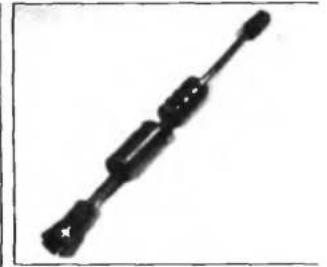


Рис. 5.52. Цапговое приспособление для снятия маслоотражательных колпачков

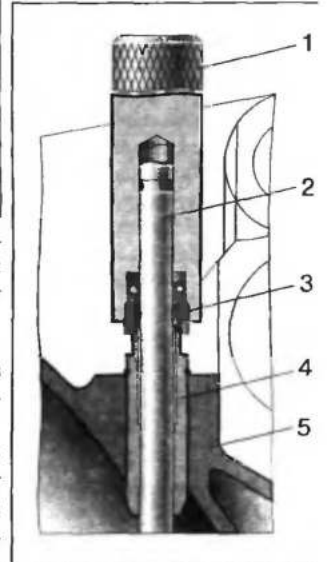


Рис. 5.53. Оправка для запрессовки маслоотражательного колпачка клапана: 1 — оправка; 2 — клапан или направляющий стержень; 3 — маслоотражательный колпачок клапана; 4 — втулка клапана; 5 — головка блока цилиндров

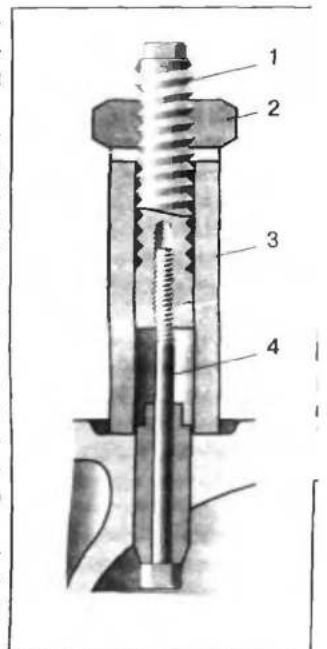


Рис. 5.54. Винтовое приспособление для выпрессовки направляющих втулок: 1 — винт; 2 — гайка; 3 — стержень; 4 — болт

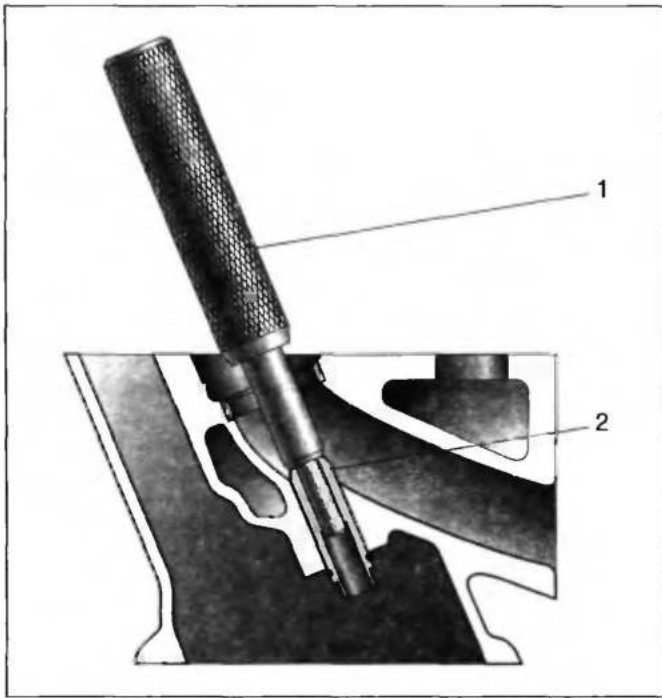


Рис. 5.55. Оправка для выпрессовки направляющей втулки клапана ударным способом:
1 — оправка; 2 — втулка клапана

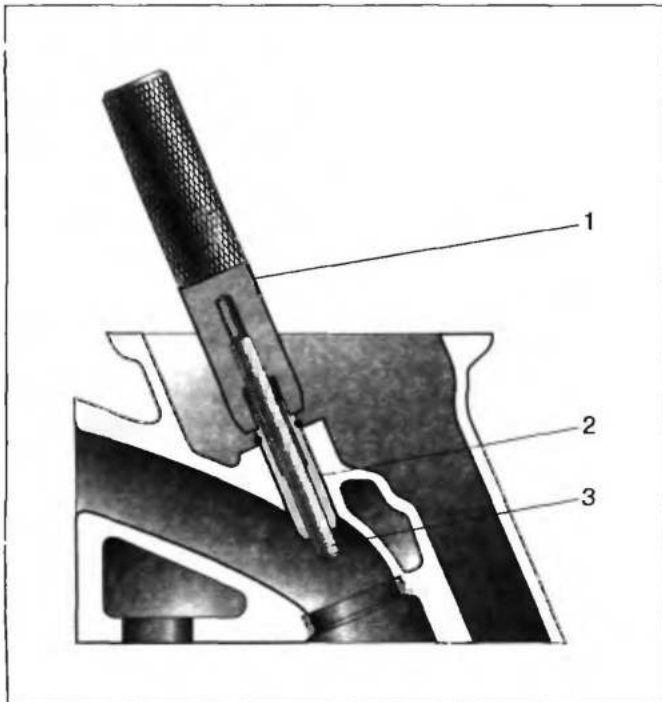


Рис. 5.56. Оправка для запрессовки направляющих втулок клапанов ударным способом:
1 — оправка; 2 — направляющая втулка клапана; 3 — направляющий штифт

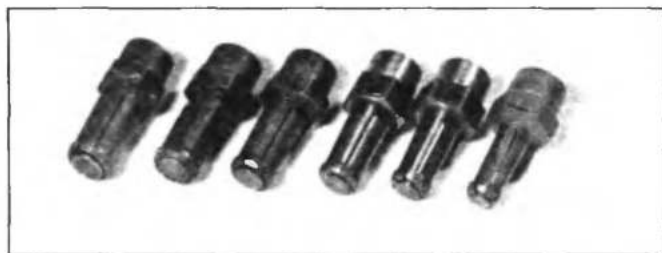


Рис. 5.57. Набор цанг для выпрессовки подшипников из коленчатых валов

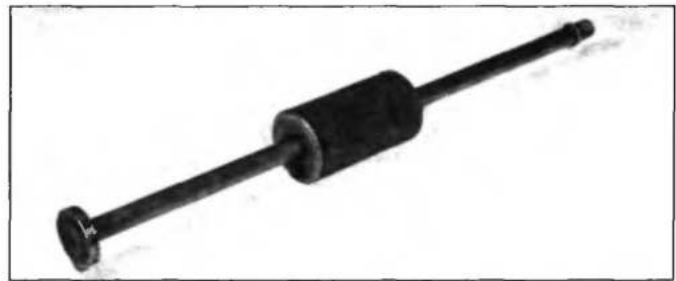


Рис. 5.58. Ударник - приспособление для выпрессовки (запрессовки) втулок и подшипников ударным способом

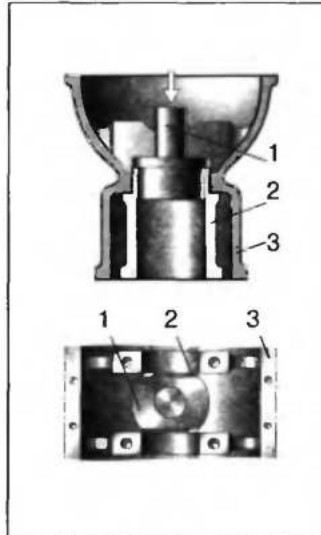


Рис. 5.59. Оправка для выпрессовки "мокрых" гильз:
1 — оправка; 2 — гильза; 3 — блок цилиндров

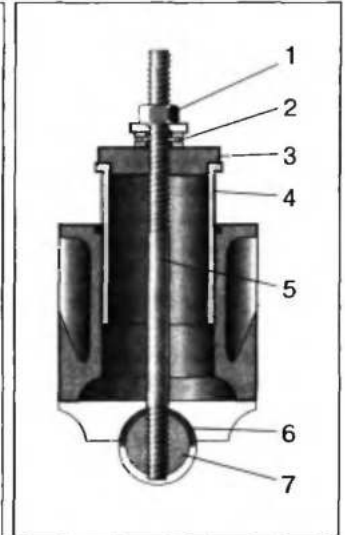


Рис. 5.60. Винтовое приспособление для запрессовки "сухих" гильз:
1 — гайка; 2 — подшипник; 3 — упор; 4 — гильза; 5 — винт; 6 — подкладка; 7 — опора (скалка)

приспособления (рис. 5.57). У коленчатых валов двигателей легковых автомобилей наиболее часто встречаются подшипники, имеющие внутренний диаметр 12, 14, 15, 16, 17 и 18 мм, для каждого из них требуется своя цанга. Цанговые приспособления данного типа применяются с ударником (рис. 5.58), позволяющим снять подшипник ударным способом.

При ремонте двигателей с "мокрыми" гильзами часто возникает трудность в демонтаже гильз из блока цилиндров. Чтобы не повредить гильзу, удобно использовать оправку из мягкого металла (рис. 5.59), позволяющую выбить или выпрессовать гильзу из блока. Приспособление для запрессовки "сухих" гильз в предварительно расточенные отверстия блока цилиндров представлено на рис. 5.60.

Из приспособлений и оправок для выпрессовки и запрессовки различных втулок следует отметить те, которые необходимы при замене втулок распределительных, балансирных и вспомогательных валов в блоке цилиндров (рис. 5.61) и втулок в верхних головках шатунов (рис. 5.62). Устройство и принцип действия этих приспособлений достаточно просты и не требуют дополнительных пояснений.

При сборке двигателей часто требуется центрировать диск сцепления относительно коленчатого вала. Для этого могут быть использованы наборы центрирующих оправок, выпускаемые различными фирмами (рис. 5.63).

Из специальных средств, необходимых при выполнении ремонта двигателей, следует упомянуть моечную установку для деталей, а также пускозарядную станцию для зарядки аккумуляторов и запуска двигателей.

Более подробно особенности устройства и работы описанных выше приспособлений и оснастки приведены ниже.



Рис. 5.61. Приспособление для выпрессовки и запрессовки втулок распределительных и вспомогательных валов

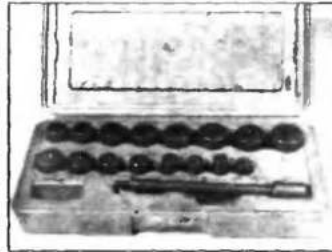


Рис. 5.63. Набор оправок для центрирования ведомого диска сцепления

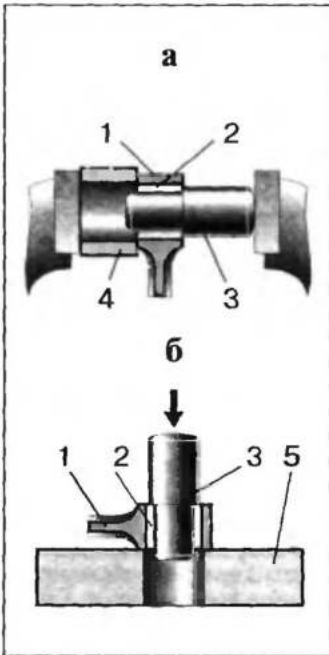


Рис. 5.62. Выпрессовка втулок верхней головки шатуна: а — в тисках; б — ударным способом; 1 — шатун; 2 — втулка шатуна; 3 — технологический палец (выколота); 4 — технологическая втулка; 5 — плита

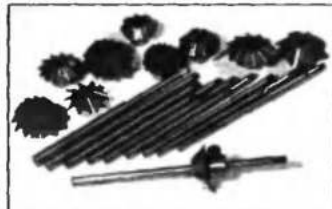


Рис. 5.64. Набор угловых фрез и пилотов для ремонта седел клапанов

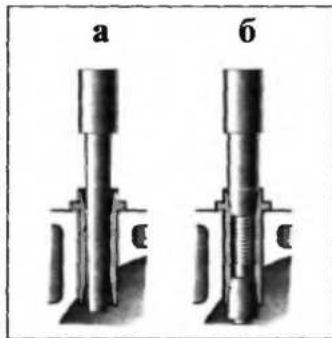


Рис. 5.65. Варианты центрирования пилотов в направляющей втулке клапана: а — по неизношенной средней части (пилот имеет слабоконическую форму); б — по изношенным поверхностям втулки (пилот имеет верхний и нижний конусы)

лей - часть работ, требующих сложного и дорогого оборудования, может быть выполнена на соответствующих предприятиях-смежниках. В то же время определенный специализированный инструмент и приспособления для ремонта деталей желательно иметь даже в малой мастерской (табл. 5.5). Ниже приводится краткое описание инструмента и оборудования для ремонта деталей. Более подробно этот вопрос рассмотрен в разделе 9.

Ремонт седел клапанов выполняется различным инструментом, среди которого следует отметить фрезы и резцовые головки. Фрезы (рис. 5.64) являются наиболее простым и дешевым инструментом. Обычно фрезы делают различного диаметра (25-50 мм) с различными углами - из них распространены 30°, 45° и 60° (половина угла при вершине), другие углы встречаются реже и имеют вспомогательное значение. Фрезы для обработки "мягких" седел изготавливаются из инструментальных сталей и имеют 10-12 и более режущих кромок (зубьев), причем чем их больше, тем меньше фреза склонна к "дроблению" при обработке седла. Уменьшает дробление и нечетное количество зубьев фрезы. Находят применение фрезы с пластинками из твердого сплава - у таких фрез число режущих кромок обычно меньше.

В комплекте с фрезами используются центрирующие стержни (пилоты), обеспечивающие соосность отверстия направляющей втулки и седла клапана. Существуют два типа инструмента. Более дешевый и менее точный - жесткое крепление фрезы на пилоте и вращение пилота в направляющей втулке клапана. Здесь трудно добиться хорошего качества обработки седла, если втулка изношена и пилот имеет в ней повышенный зазор. Поэтому желательно иметь в комплекте по несколько пилотов одного номинального размера, отличающихся на 0,020-0,025 мм. Это позволяет точно подобрать пилот как к изношенной, так и новой втулке.

Более точный, но дорогой способ - неподвижное крепление пилота во втулке и небольшой зазор (менее 0,01 мм) между пилотом и отверстием фрезы (рис. 5.65). В таких конструкциях обычно применяются цанговые (разрезные) пилоты, обеспечивающие зажим по неизношенной части втулки. Встречаются также пилоты с фиксацией во втулке по двум конусам (рис. 5.66), однако они центрируют инструмент по изношенным участкам втулки, что может привести к несоосности стержня клапана и седла после его обработки, если втулка имеет неравномерный износ.

Вместо фрез в комплекте с пилотом может использоваться резцовая головка - специальный резцедержатель с твердосплавными резцами. Встречаются варианты с несколькими резцами, регулируемые вдоль конической образующей держателя, а также с одним резцом, регулируемым в поперечном направлении (рис. 5.67). В последнем варианте повышаются требования к зазору между пилотом и втулкой (держателем), т.к. усилие перекоса от резца воспринимается только пилотом. Резец в держателе может быть установлен любой, с любым углом заточки. в

5.2.4. Инструмент, приспособления и станки для ремонта деталей

Согласно изложенной выше общей концепции организации ремонта двигателей в ремонтной мастерской необязательно выполнять все работы, связанные с ремонтом конкретных дета-

Таблица 5.5. Возможности специального ручного инструмента и приспособлений для ремонта деталей двигателей

N№ п/п	Ремонтируемая поверхность или деталь	Применяемый инструмент или приспособление
1	Поверхность седла клапана	Угловые фрезы Резцовые головки Приспособления для концентричного шлифования Приспособления для эксцентричного шлифования
2	Направляющие втулки клапанов	"Роллер" для раскатывания внутренней поверхности Развертка с длинной направляющей частью
3	Поверхности опор распределительного вала в головке блока	Борштанги Развертки с длинной направляющей частью
4	Поверхность фаски клапана	Резцовая головка
5	Притирка клапанов	Ручные приспособления Специальная дрель с "присоской" для привода за тарелку клапана
6	Притирка и исправление плоскости деталей	Плита притирочная
7	Пробивка отверстий в прокладках	Набор пробойников
8	Снятие "глянца" с малоизношенных цилиндров	Дрель, хонинговальная головка
9	Подгонка замков поршневых колец	Специальное приспособление

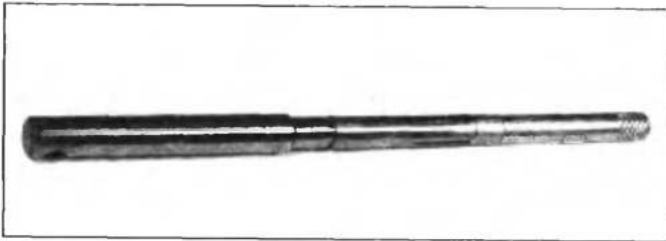


Рис. 5.66. Неподвижный пилот с фиксацией по конусам на краях направляющей втулки (по изношенным поверхностям втулки)

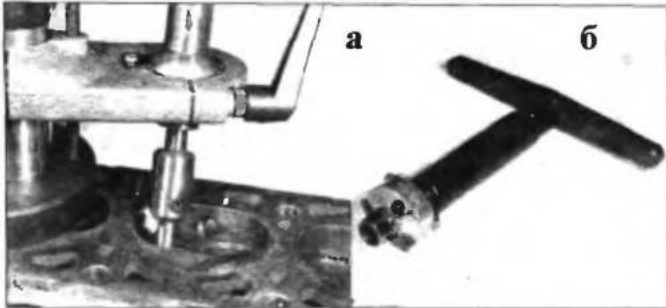


Рис. 5.67. Резцовые головки для ремонта седел клапанов: а — с одним резцом; б — с несколькими резцами

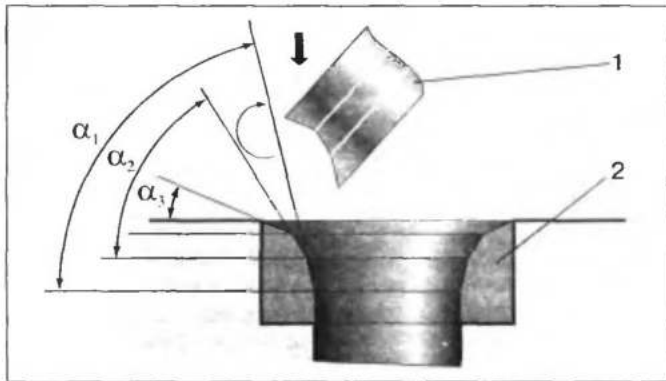


Рис. 5.68. Схема работы комбинированного резца резцовой головки: 1 — резец; 2 — седло



Рис. 5.69. Приспособление с карданом для ручной притирки клапанов

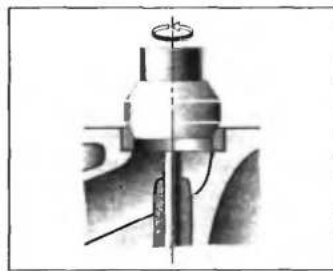


Рис. 5.71. Схема концентричного шлифования седла клапана



Рис. 5.70. Приспособление со сменными цапгами для притирки клапанов

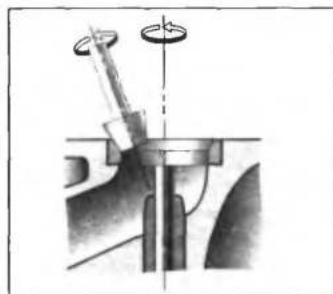


Рис. 5.72. Схема эксцентричного шлифования седла клапана

том числе, комбинированным, формирующим сразу всю поверхность седла (рис. 5.68). Подобный инструмент выпускают различные фирмы, среди которых следует отметить, например, NEWAY, MIRA, SUNNEN. Фирма NEWAY выпускает также приспособление с резцовой головкой для ремонта фасок клапанов.

Для притирки клапанов также используются различные приспособления. Наиболее простое - ручное, с зажатием стержня клапана винтом, иногда такие приспособления могут иметь кардан (рис. 5.69) для уменьшения боковых усилий на стержень клапана. Недостатками данного приспособления являются возможность повреждения стержня винтом и неудобство зажима стержня в ограниченном пространстве (например, в "копелде" цилиндрического толкателя). Указанных недостатков лишено ручное приспособление с цапговым зажимом стержня (рис. 5.70), однако здесь трудно избавиться от боковых усилий. Находят также применение устройства привода клапана не за стержень, а за тарелку со стороны камеры сгорания. Такой привод можно осуществить с помощью резиновых "присосок", исключив боковые усилия на стержень, причем в данном варианте для вращения клапана легко использовать электропривод (например, ручную дрель). В предыдущих приспособлениях этого делать не рекомендуется, т.к. боковые усилия на стержне могут привести к износу втулки в процессе притирки. Для механизированной притирки выпускаются специальные дрели с редуктором, обеспечивающим возвратно-вращательное движение (вращение попеременно в обе стороны). Однако к их применению следует относиться осторожно, т.к. при длительной притирке ухудшается геометрия седла и тарелки клапана, а также возможен износ направляющей втулки клапана.

Приспособления и станки для шлифования седел заменяют фрезы и резцы, а если фаска тарелки клапана тоже шлифуется, то и притирку. Принцип работы шлифовального приспособления с концентричным кругом такой же, как и у фрез или резцов. Привод шлифовального круга осуществляется высокооборотным электродвигателем, а центрирование во втулке - с помощью того же пилота (рис. 5.71). Поскольку шлифовальный круг постепенно изнашивается, его периодически правят (протачивают) алмазным резцом с помощью специального приспособления.

Станки для эксцентричного шлифования обычно имеют более сложную конструкцию, т.к. круг совершает здесь сложное движение - помимо вращения круга происходит также вращение приспособления вокруг оси пилота, установленного во втулку (рис. 5.72). Эксцентричное шлифование требует тщательной настройки, но дает несколько более высокое качество поверхности седла. В целом следует отметить, что шлифование седел более целесообразно при серийном ремонте двигателей одной или нескольких моделей.

Для ремонта направляющих втулок клапанов применяются приспособления фирм SUNNEN и NEWAY (рис. 5.73). Принцип действия приспособления - раскатки (или ролпера), состоит в раскатывании поверхности отверстия втулки роликом. Ролик выполнен из твердого сплава и располагается в кармане между направляющей частью и корпусом приспособления под небольшим углом к оси. Вследствие этого при вращении приспособление ввинчивается во втулку, накатывая в ее отверстие резьбу и "поднимая" материал внутрь. Для каждого диаметра втулки (стержня клапана) необходима раскатка соответствующего диаметра. Фирма выпускает раскатки для втулок диаметром 7; 8; 8,5; 9; 10 и 11 мм. Данное приспособление может быть использовано только для втулок из "мягких" материалов (бронза или неотбеленный чугун).

Для чистой обработки отверстий в направляющих втулках клапанов (в том числе и после их "раскатывания") используются развертки соответствующих диаметров. Чтобы обеспечить правильную геометрию отверстия, развертка, вращаемая вручную (с помощью воротка), должна иметь направляющую часть (рис. 5.74). Развертки традиционной конструкции обычно дают конус на определенной длине отверстия.

Развертки с ручным приводом и направляющей частью могут быть использованы также для ремонта поверхностей опор

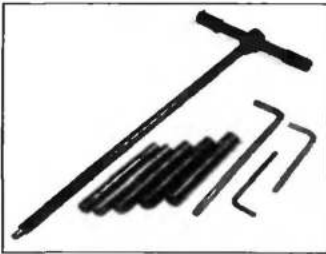


Рис. 5.73. Комплект для ремонта ("раскатывания") отверстий направляющих втулок клапанов

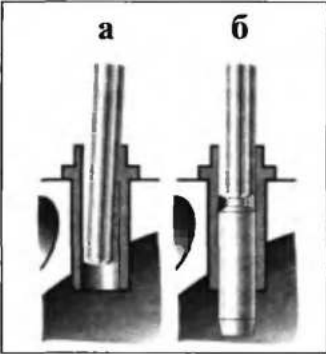


Рис. 5.74. Влияние направляющей части развертки на качество ремонта отверстия (при ручном приводе развертки): а — развертка без направляющей части всегда вызывает перекос осей "нового" и "старого" отверстий; б — развертка с направляющей частью обеспечивает минимальный перекос осей

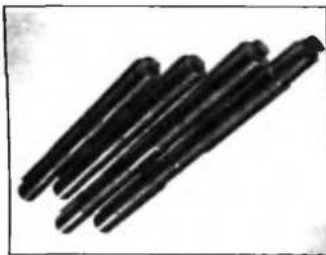


Рис. 5.75. Набор борштанг с твердосплавными резцами для ремонта постелей распределительных валов в головках блоков цилиндров

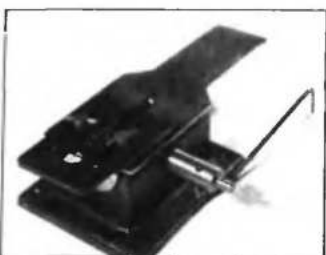


Рис. 5.76. Приспособление с алмазным кругом для ручной подгонки замков поршневых колец

тратить замки. Из универсального оборудования, которое должно располагаться в мастерской, следует отметить токарный станок. На нем может быть выполнен целый ряд ответственных работ, начиная от проверки различных валов и кончая доработкой или даже изготовлением различных мелких деталей (втулки, болты и т.д.) и оснастки (оправки различного назначения и др.).

Важное значение для успешной работы имеет и свароч-

распределительного вала в головках блока цилиндров. При серьезных повреждениях опор для их растачивания могут применяться борштанги (рис. 5.75). Диаметры опор распределительных валов большинства двигателей лежат в пределах $\varnothing 27-34$ мм (меньшие значения относятся к двухвальным двигателям), поэтому номенклатура данного инструмента весьма ограничена.

Подробно технологии ремонта деталей с использованием описанного выше инструмента и приспособлений изложены в разделе 9. Среди других типов доступного оборудования и инструмента следует упомянуть притирочные плиты различных размеров для исправления деформированных плоскостей различных деталей и пробойники для отверстий в прокладках. Достаточно часто возникает необходимость сверления в деталях отверстий различного диаметра, для чего любая мастерская должна располагать соответствующим оборудованием (ручные дрели, небольшой вертикально-сверлильный станок). Помимо этого, большая ручная дрель может потребоваться для привода различного инструмента и приспособлений, в том числе, хонинговальной головки, обеспечивающей снятие "глянца" с длительно работавшей, но еще малоизношенной поверхности цилиндров (см. раздел 9).

Разумеется, мастерская в обязательном порядке должна быть оснащена хотя бы самым простым заточным станком ("точило") с набором кругов различной зернистости, тисками, напильниками, резьбонарезным инструментом (метчики и плашки, в том числе на резьбы большого диаметра) и т.д. При выполнении сложного ремонта двигателей нередко возникает необходимость подгонки замков поршневых колец. Для этого существуют приспособления с абразивным кругом (рис. 5.76), позволяющие быстро и ровно обработать замки.

ное оборудование, особенно, для сварки в среде углекислого газа. Практика показывает, что в процессе работ, связанных с ремонтом двигателей, необходимость сварки возникает достаточно часто (выхлопные трубы и коллекторы, кронштейны и другие детали из чугуна и стали, в которых обнаруживаются трещины и поломки).

Перечисленное выше оборудование и инструмент (см. табл. 5.5) составляют определенный минимум, который следует иметь мастерской, выполняющей "серийный" сложный ремонт двигателей. В плане развития и расширения ремонтного производства по количеству двигателей и номенклатуре выполняемых работ представляет также интерес перечень основного ремонтного оборудования. Это, как правило, дорогостоящее оборудование (табл. 5.6), которое мастерская может не иметь сегодня, например, из-за отсутствия средств, места для его размещения и т.д., но приобрести впоследствии. При этом следует иметь в виду, что большинство специализированных станков для ремонта деталей двигателей - иностранного производства. Их отечественные аналоги либо не существуют, либо являются большой редкостью, в то время как иностранные фирмы в том числе фирмы VAN NORMAN, SUNNEN, STORM VULCAN, PETERSON, KWIK-WAY и многие другие, выпускают станки для ремонта огромной номенклатуры деталей двигателей уже десятки лет. Ниже приводится перечень оборудования для ремонта деталей. Более подробное описание технологий ремонта деталей и используемого оборудования изложено в разделе 9.

При проведении сложного ремонта двигателей станки для ремонта цилиндров и коленчатых валов используются наиболее часто. Для ремонта цилиндров необходимы следующие станки:

- 1) вертикально-расточной станок (рис. 5.77);
- 2) вертикально-хонинговальный станок (рис. 5.78).

Некоторые иностранные фирмы (см. раздел 9.) выпускают полуавтоматические хонинговальные станки (рис. 5.79). На таких станках цилиндры сразу (без растачивания) хонингуются в нужный ремонтный размер. Однако эти станки непригодны для ремонта сильно поврежденных цилиндров (трещины, пробоины), когда нужна установка ремонтной гильзы. Установка хотя бы одной гильзы требуется для 5-7% двигателей, проходящих сложный ремонт, поэтому исключение расточного станка из списка оборудования ощутимо снижает возможности мастерской.

Для ремонта коленчатых валов используются специализированные шлифовальные станки (рис. 5.80), основной особен-



Рис. 5.77. Вертикально-расточной станок



Рис. 5.79. Полуавтоматический вертикально-хонинговальный станок



Рис. 5.78. Вертикально-хонинговальный станок



Рис. 5.80. Шлифовальный станок для коленчатых валов

Таблица 5.6. Возможности станков, используемых для ремонта деталей двигателей

№№ п/п	Ремонтируемая поверхность, деталь или ремонтная операция	Специализированные станки для двигателей	Универсальные станки
1	Обработка поверхности цилиндров в ремонтный (увеличенный) размер, установка ремонтных гильз	Полуавтоматический вертикально-хонинговальный станок Ручной вертикально-хонинговальный станок (только окончательная доработка)	Вертикально-расточной станок (только предварительная обработка)
2	Шлифование коленчатых валов	Шлифовальный станок для коленчатых валов	Круглошлифовальный станок
3	Наварка (наплавка) шеек коленчатых валов, опорных шеек распределительных и других валов	Станок для наварки (наплавки) шеек	
4	Правка валов	Пресс для правки валов	
5	Динамическая балансировка коленчатых валов и присоединяемых деталей	Станок для динамической балансировки	
6	Статическая балансировка коленчатых валов и присоединяемых деталей	Станок (стенд) для статической балансировки	
7	Ремонт отверстий головок шатунов: 1) обработка плоскости разъема 2) обработка поверхности отверстия	Станок для шлифования плоскостей разъема Станок для расточки шатунов (предварительная обработка) Горизонтально-хонинговальный станок	Вертикально-фрезерный станок Плоскошлифовальный станок Вертикально-расточной станок Координатно-расточной станок Координатно-шлифовальный станок Внутришлифовальный станок Токарный станок
8	Правка стержня шатунов		Гидравлический или винтовой пресс
9	Ремонт поверхностей постелей блока цилиндров и головки блока	Горизонтально-хонинговальный станок для подшипников Горизонтально-расточной станок для двигателей	Горизонтально-расточной станок
10	Обработка плоскостей разъема блока и головки цилиндров, крышек и др. деталей		Вертикально-фрезерный станок Плоскошлифовальный станок
11	Замена направляющих втулок и седел клапанов	Станок для комплексного ремонта головок	Вертикально-расточной станок Вертикально-фрезерный станок
12	Ремонт кулачков распределительных валов	Станок для шлифования кулачков распределительных валов	Копировально-шлифовальный станок
13	Ремонт фасок и торцов клапанов, ремонт коромысел и рычагов клапанов	Специальный станок для клапанов	Круглошлифовальный станок, Плоскошлифовальный станок
14	Проверка коленчатых валов, ремонт различных поверхностей деталей вращения		Токарный станок

ностью которых является наличие центровместительных приспособлений для шлифования шатунных шеек. В то же время практика показывает, что при большом количестве ремонтируемых валов на специализированном станке не всегда удобно шлифовать и шатунные и коренные шейки из-за необходимости частой переналадки станка. В связи с этим некоторые ремонтные организации предпочитают ремонт коренных шеек коленчатых валов и опорных шеек распределительных и вспомогательных валов выполнять на универсальном круглошлифовальном станке. С помощью специальной оснастки (планшайбы) на таком станке можно шлифовать и шатунные шейки, но это требует больших затрат времени и средств на изготовление планшайб.

Если для ремонта коленчатых валов использовать только шлифовальный станок, то примерно 10÷15% валов либо не удастся вообще отремонтировать, либо ремонт не будет выполнен с высоким качеством. Это достаточно большое количество валов, чтобы им пренебречь, поэтому в дополнение к шлифовальному оборудованию желательно иметь:

- 1) станок для наварки или наплавки шеек - требуется для 3÷5% случаев ремонта;
- 2) специальное оборудование для правки деформированных валов - требуется для 20÷30% случаев;
- 3) печь для низкого отпуска (снятия внутренних напряжений) валов - необходима для деформированных и/или правленных валов, т.е. для 15÷30% от общего количества, поступающего в ремонт;
- 4) балансировочный станок (стенд) для статической балансировки - требуется редко, в основном, при замене маховиков, коленчатых валов, муфт сцепления по отдельности (не в комплекте);

5) балансировочный станок для динамической балансировки - при наличии правки и высокого качества шлифования валов он может быть исключен из списка оборудования (см. раздел 9.). Практика, тем не менее, показывает, что иногда балансировку приходится делать у тех валов (их не менее 1÷2%), которые ранее уже были отремонтированы, но с неприемлемо низким качеством.

Для ремонта шатунов наилучшим образом подходит горизонтально-хонинговальный станок (рис. 5.81), на котором могут быть обработаны отверстия верхней и нижней головок. При серьезных повреждениях отверстий, встречающихся в 10÷15% случаев, может быть использовано следующее оборудование:

- 1) специализированный станок для расточки шатунов (рис. 5.82);
- 2) специализированный станок для шлифования плоскостей разъема крышек шатунов (рис. 5.83) перед обработкой отверстия нижней головки.

Специализированные станки могут быть заменены на универсальные. Так, растачивание отверстия возможно на координатно-расточном, вертикально-расточном и токарном станке (с помощью планшайбы). Вместо растачивания может быть применено внутреннее шлифование (в том числе на координатно-шлифовальном станке). Обработка плоскости разъема крышки шатуна перед обработкой самого отверстия возможна на плоскошлифовальном или на вертикально-фрезерном станке.



Рис. 5.81. Полуавтоматический горизонтально-хонинговальный станок



Рис. 5.83. Специализированный станок для шлифования плоскости разъема крышки шатунов

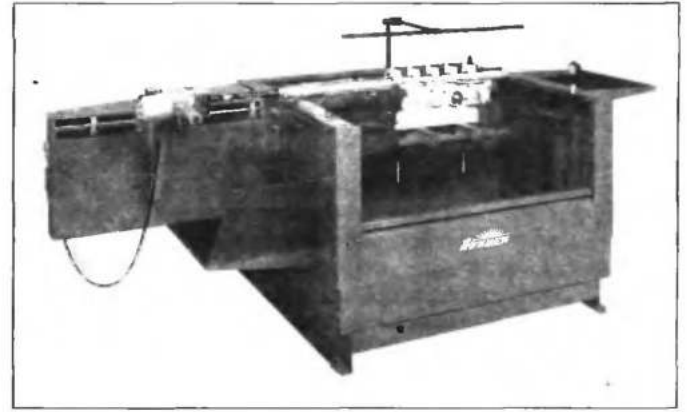


Рис. 5.85. Горизонтально-хонинговальный станок для постелей подшипников



Рис. 5.82. Специализированный станок для расточки отверстий головок шатунов

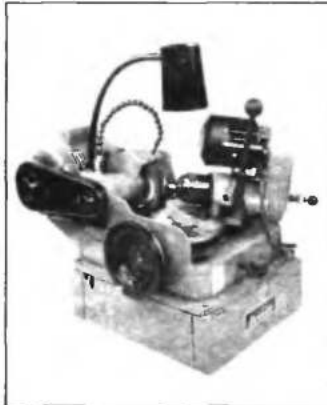


Рис. 5.84. Специализированный станок для шлифования фасок головок клапанов



Рис. 5.86. Горизонтально-расточной станок для постелей подшипников

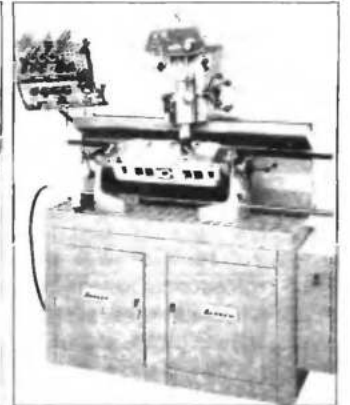


Рис. 5.87. Станок для комплексного ремонта головок блока цилиндров

Небольшая часть шатунов (обычно не более 2÷3%), поступает в ремонт с деформацией стержня, для чего в составе оборудования желательно иметь пресс для их лравки (с прибором для измерения деформации).

Довольно часто даже у длительно работавших двигателях стержни клапанов не имеют больших износов, однако фаска и торцы клапанов изношены и требуют ремонта. Для этого могут использоваться как специальные шлифовальные станки (рис. 5.84), так и универсальные круглошлифовальные станки с необходимой для привода клапанов оснасткой. Аналогичное оборудование может быть использовано для ремонта рычагов, коромысел и толкателей клапанов.

Практика показывает, что после разборки двигателя на достаточно большой части головок блока цилиндров (порядка 20÷25%) обнаруживается деформация плоскости. Обработка плоскости может выполняться на универсальных вертикально-фрезерных или плоскошлифовальных станках. Эти же станки могут использоваться при ремонте других деталей и агрегатов (маслонасосы и др.).

После больших пробегов, а также при перегреве и разрушении подшипников коленчатых валов встречаются повреждения и деформации постелей подшипников в блоке цилиндров. Ремонт постелей может быть выполнен на специализированных станках:

- 1) горизонтально-хонинговальном (рис. 5.85);
- 2) горизонтально-расточном (рис. 5.86).

Альтернативным вариантом является растачивание постелей на больших расточных станках или обрабатывающих центрах. Аналогичное оборудование используется для ремонта отверстий подшипников распределительного вала в головках блока цилиндров.

При больших объемах ремонта становятся эффективными специализированные станки для комплексного ремонта головок блока цилиндров (рис. 5.87). Станки данного типа заменяют большое количество отдельного инструмента и оснастки и позволяют как ремонтировать, так и менять направляющие втулки и седла клапанов.

Для ремонта кулачков распределительных валов используются копировально-шлифовальные станки. Специализированные станки для распределительных валов выпускают иностранные фирмы - их цена достаточно высока и примерно одинакова со средней ценой шлифовального станка для коленчатых валов. Более универсальные станки при высокой стоимости обычно значительно уступают в производительности, т.к. требуют большого объема наладочных работ.

Опыт сложного ремонта двигателей показывает, что сконцентрировать в одном месте все необходимое оборудование - очень сложная и трудновыполнимая задача. В то же время уменьшение его номенклатуры существенно снижает возможности специализированной мастерской и ее конкурентоспособность. Рассматривая состав оборудования мастерской, следует отметить, что большинство ремонтных работ (исключая шлифование коленчатых валов и хонингование цилиндров, для которых существуют отечественные специализированные станки) может быть выполнено либо на специализированных станках иностранных фирм, либо на универсальных станках отечественного производства. Первый путь достаточно дорог, второй же при некоторой экономии заметно уступает первому в производительности и, нередко, в качестве. Дать какие-либо рекомендации здесь трудно, поэтому вопрос выбора оборудования должен решаться в каждом конкретном случае.

5.2.5. Диагностическое оборудование

Развитие и усложнение конструкции современных автомобильных двигателей, а также их систем управления потребовало не только совершенствования традиционного диагностического оборудования, такого как мотортестеры, газоанализаторы, но и создания принципиально новых его видов - например, сканеров, специализированных тестеров различных электронных систем и др.

Рассмотрим более подробно некоторые технические данные и характеристики наиболее широко применяемого на практике диагностического оборудования.

Измерители давления в системах топливоподачи выпускаются в виде комплектов, содержащих высокоточный манометр (реже - два манометра), а также различные адаптеры и переходники для подключения к гидравлической части систем впрыска или к подающей магистрали карбюраторов. На рынке существует большое число разнообразных по цене и комплектации наборов, выпускаемых такими фирмами, как BOSCH, OTC, SNAP-ON, MATCO, STAR, AVL и многими другими. Один из таких наборов изображен на рис. 5.88. При наличии манометра с пределом измерения 0,07÷0,10 МПа необходимые адаптеры можно изготовить самостоятельно, поэтому приобретение вышеописанного комплекта не является обязательным.

Компрессометры и компрессографы предназначены для измерения давления в камере сгорания двигателя в конце такта сжатия при прокрутке стартером.

Компрессограф (рис. 5.89.) позволяет одновременно с измерением протоколировать результаты путем графического отображения значений компрессии по цилиндрам на специальных сменных картах и поэтому более предпочтителен при проведении периодических ТО и ремонтных работ на крупных СТО или в автохозяйствах.

Компрессометр по сути представляет собой манометр с обратным клапаном (рис. 5.90.). Он позволяет измерить конечную величину давления, а также более наглядно оценить динамику его нарастания в течение нескольких оборотов коленчатого вала, что является важной информацией для опытного механика.

Наиболее удобными являются специальные комплекты, в состав которых входит компрессометр с различными насадками и адаптерами. Компрессометры выпускает большое число различных фирм, в том числе и отечественных, поэтому их приобретение не составляет особых проблем.

Универсальные измерители разрежения (вакуумметры) позволяют измерять величину разрежения, образующегося за дроссельной заслонкой работающего двигателя, а также разрежения, действующего в различных точках вакуумной сети системы управления двигателем. Информация о величине разрежения и динамике его изменения позволяет оценить состояние ЦПГ, плотность прилегания клапанов к седлам, правильность работы механизма газораспределения (зазоры и установка) и даже отклонение от заданного состава топливной смеси.



Рис. 5.88. Комплект для измерения давления топлива



Рис. 5.89. Компрессограф



Рис. 5.90. Компрессометр

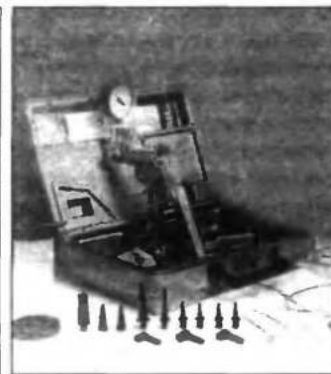


Рис. 5.91. Ручной вакуумный насос/вакуумметр

Обычно вакуумметры выпускаются в виде универсального прибора, выполняющего, кроме измерения разрежения, также и функции вакуумного насоса, а часто еще и насоса давления. Наиболее популярным и распространенным прибором этого типа является ручной вакуумметр/насос фирмы MITUVAC (США), продаваемый также и под другими торговыми марками. На базе этого прибора можно построить тестер систем охлаждения, тестер утечек в полости цилиндра, устройство для прокачки тормозных механизмов и т.д. Вакуумметр MITUVAC изображен на рис. 5.91.

Тестер утечек является одним из приборов, используемых для определения состояния ЦПГ и герметичности надпоршневого пространства без разборки двигателя. Кроме этого, тестер утечек позволяет локализовать причину негерметичности в цилиндре. Принцип действия подобных приборов состоит в измерении падения давления в цилиндре, в полость которого через свечное отверстие подается калиброванное количество воздуха. Тестер утечек изображен на рис. 5.92.

Автомобильные мультиметры представляют собой класс универсальных приборов, необходимых на многих стадиях диагностирования для мастерских и СТО любого уровня.

Современный мультиметр высшей группы сложности - это цифровой прибор с комбинированным аналого-цифровым дисплеем и автоматическим выбором диапазона измеряемой величины. Такие приборы позволяют измерять постоянные и переменные токи и напряжения, сопротивление, емкость, скважность, длительность и частоту следования импульсов, УЗСК (угол протекания тока в первичной цепи катушки зажигания), частоту вращения коленчатого вала, температуру. Кроме этого, они выполняют ряд дополнительных функций: усреднение измеряемой величины, запоминание минимальных и максимальных значений, "замораживание" значений на дисплее и т.д.

Ведущие производители автомобильных мультиметров - фирмы FLUKE, OTC, PROTEC и др. Диапазон заводских цен - 250÷550 USD. В качестве примера на рис. 5.93. представлен мультиметр серии 88 фирмы FLUKE.



Рис. 5.92. Тестер утечек



Рис. 5.93. Автомобильный мультиметр

Автомобильные стробоскопы предназначены для визуального контроля взаимного расположения установочных меток момента зажигания на блоке цилиндров и шкиве или маховике коленчатого вала при работе двигателя. Это особенно важно при тестировании двигателей, конструкция которых предполагает возможность регулировки начального момента зажигания. На рынке предлагается достаточно много стробоскопов различной конструкции и уровня сложности. Диапазон цен - 100÷700 USD.

Газоанализаторы являются мощным и эффективным средством диагностирования двигателя. С помощью газоанализатора можно оценить не только работу системы топливоподачи, но также и работу систем зажигания и газораспределения, состояние ЦПГ. Кроме этого, газоанализатор является основным прибором при проведении регулировок на соответствие нормам по токсичности выхлопа.

Уровень и комплектация газоанализаторов, выпускаемых различными фирмами, существенно различается. Минимально приемлемым уровнем в настоящее время можно считать двухкомпонентные газоанализаторы (CO и CH). Квалифицированное тестирование автомобилей, оснащенных нейтрализаторами различной конструкции в большинстве случаев возможно лишь при наличии четырехкомпонентных анализаторов. Такие приборы позволяют измерять содержание CO, CH, O₂ и CO₂ в отработавших газах. Кроме этого, газоанализаторы высшей группы сложности дополнительно могут измерять содержание окислов азота NO_x, частоту вращения коленчатого вала, температуру масла и рассчитывать соотношение воздух/топливо или коэффициент избытка воздуха α. Современный пятикомпонентный газоанализатор изображен на рис. 5.94.

В наибольшей степени возможности газоанализатора проявляются при работе его в составе мотортестера, особенно при проведении теста баланса мощности посредством отключения цилиндров (для тех автомобилей, где это возможно).

В последнее время, в первую очередь на американском рынке, появилось несколько моделей компактных газоанализаторов, предназначенных в том числе и для проведения измерений непосредственно на движущемся автомобиле. Отличительной особенностью этих приборов является компактность, питание от сети 12 В и возможность (в большинстве случаев) измерения содержания окислов азота (NO_x), что диктуется жесткими нормами на токсичность, действующими в США.

Мотортестеры используются для комплексной диагностики двигателя и его систем. Класс сложности и уровень комплектации мотортестера определяет его возможности по быстрому и эффективному обнаружению неисправностей. Наиболее широкими возможностями обладают стационарные (консольные) мотортестеры со встроенными газоанализаторами. На рынке профессионального диагностического оборудования ведущими производителями универсальных мотортестеров являются фирмы BOSCH, BEAR, ALLEN, SUN ELECTRIC. Кроме этого существует несколько фирм, выпускающих специализированные мотортестеры для дилерской сети того или иного производителя, например, HERMANN - для автомобилей MERCEDES-BENZ.

Рассмотрим основные функции и возможности мотортестеров высшей группы сложности. К этой группе относятся мотортестеры BOSCH FSA-600, FSA-560, SUN - MCS 2500 и MACHINE 500 (американская версия) или SCA 3500 (европейская версия), BEAR PACE 400 и ALLEN "SMART WORK STATION".

Мотортестеры выполнены на базе персонального компьютера и могут комплектоваться 14-ти или 17-ти дюймовыми мониторами. В стойку мотортестера встраивается или вставляется четырехкомпонентный газоанализатор и специальный модуль-анализатор двигателя, собирающий и обрабатывающий информацию с помощью целой группы тест-кабелей и датчиков, соединенных с поворотной консолью.

При тестировании автомобилей мотортестер производит сбор, обработку и вывод информации по результатам ряда режимов: прокрутка стартером, работа на трех скоростных режимах (4000÷5000 мин⁻¹, ~3000 мин⁻¹ и оборотах холостого хода),

режим резкого ускорения, режим баланса мощности (отключение цилиндров или другие методы). По результатам полного теста можно получить информацию об относительной компрессии в цилиндрах, параметрах системы зажигания (пробивное напряжение, длительность искрового разряда, УОЗ и т.д.), стартерном токе и напряжении АКБ, составе выхлопных газов, выявить неэффективно работающий цилиндр и многое другое. В памяти мотортестера (на жестком диске системного блока) записаны все необходимые значения измеряемых параметров для большого числа автомобилей различных производителей. Поэтому выход какого-либо параметра за установленные допуски автоматически фиксируется, и эта информация, наряду с измеренными значениями, выводится оператору для анализа. Возможно также осуществление дальнейшего анализа по специальной программе (экспертная система).

Принцип гибкого построения позволяет легко адаптировать такое оборудование под вновь выпускаемые модели автомобилей. Это осуществляется записью необходимой информации в память системного блока, а аппаратная часть остается практически неизменной. В качестве примера на рис. 5.95. представлен мотортестер FSA 560 фирмы BOSCH.

Перечисленные выше мотортестеры относятся к высшей ценовой группе. Заводская цена такого прибора в базовой комплектации составляет 27÷35 тыс. USD. Существуют и менее дорогостоящие мотортестеры с меньшими функциональными возможностями. Главным их отличием от описанных выше приборов является отсутствие базы данных и экспертной системы. Диапазон цен - 10÷20 тыс. USD. В последнее время на рынке диагностического оборудования появилось несколько моделей компактных мотортестеров. По своим возможностям лучшие приборы этой группы не уступают консольным мотортестерам низшей и средней группы сложности, а их компактность и относительно небольшая стоимость (порядка 5÷6 тыс. USD) делают их очень привлекательными, особенно для небольших автомастерских. Более того, благодаря своей компактности такие приборы имеют очень важное преимущество: с их помощью можно проводить тестирование непосредственно в движении, что позволяет диагностировать неисправности, возникающие в условиях нагрузок и реального движения и не проявляющиеся при тестировании двигателя в условиях мастерской. Единственной альтернативой в этом случае является тестирование консольным мотортестером автомобиля, установленного на мощностном стенде. Однако высокая стоимость (более 50 тыс. USD) и необходимость специально оборудованного помещения ограничивают широкое применение мощностных стендов.

Основные функции компактных мотортестеров рассмотрим на примере прибора MPDA 100A фирмы MATCO TOOLS (США). Внешний вид базового комплекта изображен на рис. 5.96.

Тестер позволяет осуществлять измерение относительной компрессии по цилиндрам, стартерного тока, параметров первичной и вторичной цепи системы зажигания, искрового



Рис. 5.94. Пятикомпонентный газоанализатор

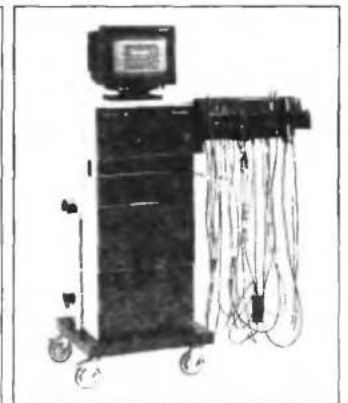


Рис. 5.95. Консольный мотортестер



Рис. 5.96. Портативный мотор-тестер



Рис. 5.97. Компьютерный тестер систем управления (сканер)

разряда, проводить баланс мощности цилиндров. Прибор оснащен жидкокристаллическим дисплеем с высоким разрешением, позволяющим визуально контролировать форму импульсов в первичной и вторичной цепях зажигания, а также любых сигналов в системе управления. Тестер может работать как четырехканальный цифровой осциллограф или шестиканальный мультиметр. Наличие последовательного цифрового интерфейса RS232 позволяет подключать к прибору персональный компьютер, принтер, а также использовать его совместно с портативным газоанализатором. Весь комплект (кроме газоанализатора) вместе с соединительными кабелями располагается в ударопрочном чемодане небольшого размера. Вес полного комплекта не превышает 7 кг.

Термином "сканер" или "сканирующий прибор" принято называть портативные компьютерные тестеры, служащие для диагностики различных электронных систем управления (прежде всего систем управления двигателем) посредством считывания цифровой информации по линии последовательного интерфейса диагностического разъема автомобиля. Существует достаточно большое количество сканеров, различающихся своими функциональными возможностями и спектром тестируемых автомобилей.

Наиболее широкими возможностями обладают специализированные сканеры, используемые сервисной сетью того или иного производителя. Главные недостатки этих приборов - специализация на моделях одного производителя, высокая цена и возможность покупки только на дилерских условиях.

Сканеры, поставляемые на рынок неавторизованных (не принадлежащих дилерской сети) ремонтных предприятий, имеют меньшие функциональные возможности, однако, как показывает опыт, более чем в 90% случаев этих возможностей вполне достаточно для нахождения той или иной неисправности. Несомненным преимуществом таких приборов перед дилерскими является возможность тестирования широкого спектра автомобилей различных производителей.

Из сканеров, доступных для неавторизованных СТО и мастерских, наиболее мощными приборами являются MONITOR

4000 Enhanced (OTC), MT2500 (SNAP-ON), TECH1A и MasterTech (VETRONIX) на американском рынке, а также KTS-300 (BOSCH) и AutoScan 2 (OTC) - на европейском. Наиболее универсальным сканером на рынке на момент написания данной книги является прибор AutoScan 2, позволяющий тестировать автомобили американского, азиатского и европейского производства.

Возможности сканеров при тестировании конкретного автомобиля зачастую определяются диагностическими функциями тестируемого блока управления, однако, как правило, обеспечиваются следующие режимы: считывание и стирание кодов отказов, вывод цифровых параметров в реальном масштабе времени ("data stream") и управление некоторыми исполнительными механизмами (форсунками, реле, соленоидами). На рис. 5.97. изображен прибор AutoScan 2.

Имитаторы сигналов датчиков используются для имитации сигналов различных датчиков систем управления при подозрении на их неисправность, либо имитации определенных воздействий на работу системы по каким-либо входам. Имитаторы обеспечивают на выходе следующие параметры: изменение сопротивления - $\sim 100 \text{ Ом} \div 100 \text{ кОм}$; постоянного напряжения - $0 \div 12 \text{ В}$; частоты следования импульсов - $0 \div 100 \text{ кГц}$, а также специальные режимы имитации сигналов кислородного датчика, датчиков детонации и некоторые другие. Таким образом, с помощью данного прибора можно имитировать сигнал практически любого датчика, применяемого в системах управления бензиновыми двигателями. Один из лучших приборов в этом классе - имитатор DSS-X производства фирмы PRI (США) изображен на рис. 5.98.

Кроме описанного выше оборудования существует большое число узкоспециализированных приборов, применяющихся для проверки функционирования различных входных и выходных компонентов электронных систем управления. Прежде всего необходимо отметить тестеры форсунок, тестеры регуляторов холостого хода и тестеры компонентов систем зажигания.

Благодаря простоте конструкции и удобству подключения эти устройства позволяют в считанные минуты и даже секунды выявить неисправность или, наоборот, подтвердить исправность различных компонентов систем управления. В качестве примера на рис. 5.99. представлен тестер регуляторов холостого хода.

Рекомендации по комплектованию диагностическим оборудованием мастерских и СТО различного уровня представлены в табл. 5.9.

Кроме указанного оборудования существует целый ряд дополнительных приборов и приспособлений, носящих вспомогательный характер (разрядники, пробники, индикаторы сигналов и т.п.). Список такого оборудования непрерывно пополняется вместе с развитием и усложнением конструкций автомобильных двигателей и их систем управления.

5.2.6. Техническая информация

Наличие необходимой технической информации является важнейшим условием эффективной и квалифицированной диагностики и ремонта как систем управления, так и двигателя в целом.

Техническая информация может быть представлена в виде текста, рисунков, чертежей, электрических схем, блок-схем, таблиц и графиков. До недавнего времени вся эта информация выпускалась в виде печатных изданий, либо размещалась на микрофишах. В последнее время прослеживается устойчивая тенденция размещения информации на магнитных и лазерных дисках.

Всю информацию, используемую в мастерских и на СТО для непосредственной работы с автомобилями, можно разделить на четыре составляющие: информация по техническому обслуживанию, информация по диагностике, информация по ремонту и информация по запасным частям.



Рис. 5.98. Имитатор сигналов автомобильных датчиков



Рис. 5.99. Тестер регуляторов холостого хода

Таблица 5.7. Варианты комплектации мастерских и СТО диагностическим оборудованием

N№ п/п	Наименование диагностического оборудования	Назначение	Вариант мастерской или СТО	
			Тип*	Наличие оборудования
1	Комплект для измерения давления топлива	Диагностирование гидравлической части систем топливоподачи бензиновых двигателей	1	обязательно
			2	обязательно
			3	обязательно
2	Компрессометр или компрессограф	Диагностика состояния ЦПГ, клапанного механизма	1	обязательно
			2	обязательно
			3	обязательно
3	Тестер утечек	То же, что и п.2 с локализацией мест негерметичности	1	желательно
			2	желательно
			3	обязательно
4	Универсальный вакуумметр/ваку- умный насос	Диагностика состояния ЦПГ и клапанного механизма, наличия подсоса воздуха во впускной коллектор, провер- ка вакуумных исполнительных устройств и датчиков	1	обязательно
			2	обязательно
			3	обязательно
5	Мультиметр	Диагностика систем управления и их компонентов, измерение различных параметров и сигналов, регулировки	1	обязательно
			2	обязательно
			3	обязательно
6	Стробоскоп (может входить в состав мотортестера)	Проверка правильности установки начального момента зажигания. Проверка характеристик центробежного и ваку- умного регуляторов или функции управления моментом зажигания	1	обязательно
			2	обязательно
			3	обязательно
7	Тестер форсунок	Диагностика исправности электро- магнитных форсунок, а также оп- ределение степени загрязнения (совместно с набором для измерения давления)	1	желательно
			2	обязательно
			3	обязательно
8	Тестеры систем холостого хода	Определение исправности и правильности функционирования регуляторов холостого хода различных типов	1	необязательно
			2	желательно
			3	обязательно
9	Имитатор сигналов датчиков	Имитация сигналов различных датчиков систем управления, имитация различных условий и режимов работы систем управления	1	необязательно
			2	желательно
			3	обязательно
10	Тестер компонентов системы зажигания	Определение исправности катушек и оконечных модулей систем зажигания	1	необязательно
			2	желательно
			3	обязательно
11	Газоанализатор	Диагностика работы систем зажигания и топли- водозирования, диагностика состояния ЦПГ и клапанного механизма, регулировочные работы	1	желательно
			2	желательно
			3	обязательно
12	Портативный мотортестер	Диагностика системы зажигания, локализация неисправного или неэффективного цилиндра, измерение и визуальное наблюдение сигналов и параметров систем управления	1	необязательно
			2	желательно
			3	обязательно при отсутствии консольного мотортестера
13	Консольный мотортестер	Совмещает функции приборов № 2, 4, 5, 6, и в некоторых случаях № 1, 3 и 7	1	необязательно
			2	желательно
			3	обязательно
14	Сканер	Диагностика систем управления двигателем, АБС, автоматической коробкой передач и других.	1	необязательно
			2	желательно
			3	обязательно

* Типы мастерских:

- 1 — небольшая (1+2 поста) мастерская, занимающаяся в том числе диагностикой и ремонтом бензиновых двигателей и их систем управления;
2 — средняя (3+6 постов) мастерская или СТО, имеющая участки диагностики и ремонта двигателей и систем управления (СУ) или мастерская типа 1, специализирующаяся на ремонте и диагностике двигателей и систем управления;
3 — крупная (более 6—ти постов) СТО, имеющая участки диагностики и ремонта двигателей и систем управления или мастерская типа 2, специализирующаяся на ремонте и диагностике двигателей и систем управления

Наиболее полной является информация завода-изготовителя автомобиля для фирменной (дилерской) сервисной сети. К сожалению, эта информация во многих случаях просто недоступна в силу ограничений на ее распространение и копирование, накладываемых фирмой-производителем. Это касается, в основном, европейских производителей и, прежде всего, таких фирм, как MERCEDES-BENZ, BMW и некоторых других.

Существует ряд фирм, специализирующихся на выпуске информационного обеспечения для независимых мастерских и СТО.

На американском рынке это такие фирмы, как MITCHELL, MOTOR, ALLDATA, CHILTON, HEYNES и другие. В Европе выпуск специальной технической документации занимаются фирмы AUTODATA (Великобритания), A-M DATA (Германия) Vivid (Дания) и другие.

Техническая литература (особенно по системам впрыска

и зажигания) фирмы AUTODATA уже достаточно хорошо известна в России и может быть рекомендована мастерским и СТО, занимающимся ремонтом европейских и японских автомобилей (американские автомобили в литературе AUTODATA не включены).

Однако данная литература в силу указанных выше причин не содержит сведений по целому ряду моделей автомобилей, особенно MERCEDES-BENZ, BMW, а также некоторых японских фирм.

Техническая документация, выпускаемая американскими фирмами MITCHELL, MOTOR, ALLDATA является информацией профессионального уровня. В большинстве случаев эта информация просто перепечатывается с разрешения фирм-производителей, в том числе экспортирующих свои автомобили в США (например, MERCEDES-BENZ, BMW и др). Однако пока и на американском рынке эти фирмы налагают определенные

запреты (хотя в гораздо меньшей степени, чем в Европе) на предоставление технической информации независимым мастерским и СТО. Тем не менее очень часто в литературе, например, фирмы MITCHELL можно найти сведения по автомобилям европейского производства (электрические схемы, технические данные и т.п.), труднодоступные в Европе, поэтому наличие такой литературы на СТО, серьезно занимающейся диагностикой, является необходимым. В последнее время практически вся техническая документация по ремонту, диагностике и техническому обслуживанию автомобилей, выпускаемая ведущими американскими фирмами-издателями, размещается на лазерных компакт-дисках.

Недостатком американской технической документации является ее относительно высокая стоимость и отсутствие сведений по автомобилям, не поставленным на американский рынок, например, FIAT, OPEL, ROVER и др.

5.3. Основные принципы приобретения запасных частей

При выполнении ремонта двигателей иностранных автомобилей проблема приобретения запасных частей является одной из наиболее важных. Так, совершенно очевидно, что отсутствие хотя бы одной позиции из всех необходимых запасных частей для данного двигателя делает невозможным его сборку. С другой стороны, в проблеме поставки запасных частей существует много таких, которые необходимо знать, чтобы в срок получить нужные запасные части достаточно высокого качества по минимальной цене. Рассмотрим некоторые рекомендации, следование которым помогает снизить (или практически исключить) вероятность ошибок при покупке или оформлении заказа на поставку запасных частей.

Прежде чем что-либо и где-либо покупать или заказывать, необходимо определить модель двигателя, для которого нужно сделать заказ, и год его выпуска либо собрать максимум информации, позволяющей идентифицировать этот двигатель.

Наиболее просто модель двигателя определяется у автомобилей производства США - достаточно, пользуясь Приложением 9, расшифровать VIN (Vehicle Identification Number - идентификационный номер автомобиля), записанный под лобовым стеклом. Два разряда (буквы или цифры) номера кодируют год выпуска и модель двигателя. С 1981 г. в США принят единый стандарт, согласно которому 10-й разряд 17-значного номера кодирует год выпуска автомобилей всех американских фирм. Интересно, что вообще все автомобили, выпущенные в других странах для американского рынка, имеют VIN в американском стандарте, по которому, зная код, по справочной литературе легко определить модель двигателя и год выпуска автомобиля. Модель (номер) двигателя у американских автомобилей означает округленный до целого объем двигателя V в кубических дюймах. Для принятого у нас измерения объема в литрах

$$N = 61,024 \cdot \zeta [л]$$

Например, объему 5 л, согласно формуле, соответствует модель (номер) двигателя 305. Один и тот же номер двигателя может встречаться сразу у нескольких американских фирм, хотя это совершенно разные двигатели. Возможна также ситуация, когда один и тот же номер (или отличающийся на единицу) будет у двигателей разных схем, т.е. с разным числом и расположением цилиндров. Поэтому схема двигателя также важна, как и год выпуска автомобиля.

Некоторые автомобили только собирались в США из комплекующих, поставляемых, например, из Японии. Такие автомобили могут иметь VIN, соответствующий японским автомобилям для американского рынка. В таких случаях модель двигателя следует определять способами, рекомендуемыми ниже для японских автомобилей.

У многих европейских автомобилей, а также японских, предназначенных для европейского рынка, расшифровать

VIN с целью определения модели двигателя и года выпуска невозможно без специальной информации из "фирменных" каталогов запасных частей. Исключение составляют только некоторые марки (SAAB, VOLKSWAGEN и AUDI), у которых, например, 10-й знак номера кодирует год выпуска по американскому стандарту.

Модель двигателя автомобилей производства японских фирм обычно определяется по маркировке на крышке головки блока цилиндров или на площадке блока цилиндров, где указан номер двигателя. Модель двигателя представляет сочетание нескольких букв и цифр и записывается над номером двигателя или в одну строчку с ним.

Двигатели некоторых фирм не всегда легко поддаются идентификации. Так, встречается маркировка модели двигателя, отлитая на боковой поверхности блока цилиндров, где ее трудно прочесть. Некоторые двигатели удается идентифицировать только по следующим данным (в порядке важности):

- 1) по объему двигателя, указанному на маркировочной табличке автомобиля (желательно, с точностью до 1 см³);
- 2) по числу и расположению цилиндров;
- 3) по году выпуска и модели автомобиля;
- 4) по типу привода распределительного механизма (цепь или ремень);
- 5) по другим данным, в том числе по диаметру цилиндра, диаметрам шеек коленчатого вала и т.д.

Иногда по последним пунктам удается определить модель двигателя с большей уверенностью, чем по первым, особенно у фирм с большим числом моделей двигателей, выпускавшихся одновременно. У других фирм объем двигателя может быть зашифрован в его модели. Так, объем двигателя в литрах определяют две цифры в записи моделей NISSAN, SUZUKI, OPEL (например, CA18 - 1,8 л, G10 - 1,0 л, 20SE - 2,0 л), одна цифра - у MAZDA (B3 - 1,3 л, F6 - 1,6 л), три цифры - у ISUZU (G180 - 1,8 л, C240 - 2,4 л), однако эта закономерность есть не у всех моделей. Следует также отметить, что как и для американских автомобилей, у японских конструкция двигателя и размеры отдельных деталей могли изменяться от года выпуска при сохранении названия модели.

Некоторые французские (CITROEN, RENAULT), итальянские (FIAT, ALFA ROMEO, LANCIA) и немецкие (VOLKSWAGEN-AUDI) фирмы, а также европейское отделение фирмы FORD используют достаточно сложную систему обозначения моделей двигателей. На практике это значит, что для того, чтобы найти необходимые запасные части, помимо модели двигателя этих фирм, желательно знать и другие данные (объем, число цилиндров и т.д.). Четкое обозначение моделей имеют двигатели фирм MERCEDES-BENZ, BMW, OPEL, PEUGEOT, VOLVO. Модель двигателя у европейских фирм чаще указывается на площадке блока цилиндров вместе с номером двигателя.

На некоторых автомобилях устанавливались двигатели других фирм. Например, двигатели MITSUBISHI широко использовались фирмами CHRYSLER и HUYNDAI, двигатели MAZDA устанавливались на автомобили FORD и KIA, двигатели HONDA — на ROVER, ISUZU — на CHEVROLET, RENAULT и VOLKSWAGEN — на VOLVO и т.д. (см. Приложение 8). Практика показывает, что в подобных случаях найти запасные части для двигателя, ориентируясь на марку автомобиля, сложно. Более дешевый и надежный путь — искать запасные части для двигателей той фирмы, которая его выпустила.

Рассмотрим второй аспект проблемы, связанный с тем, какие именно запасные части необходимы для данного двигателя, где и как их приобрести.

Все детали двигателя можно разделить на несколько групп. Первая группа представляет собой так называемые "оригинальные" детали, т.е. поставляемые в запасные части непосредственно фирмой-изготовителем автомобиля и имеющие маркировку этой фирмы. "Оригинальные" детали обычно покупаются (или заказываются) у официальных дилеров фирмы-изготовителя автомобиля. Это могут быть любые детали -

Таблица 5.8. "Неоригинальные" запасные части, которые могут быть заказаны у различных фирм

Детали и агрегаты	Новые		Восстановленные		б/у	
	из стран Европы	из США	из стран Европы	из США	из стран Европы	из США
Вкладыши коленчатого вала	+	+				
Поршневые кольца	+	+				
Поршни и поршневые группы	+	+				
Прокладки, сальники	+	+				
Ремни, цепи	+	+				
Клапаны	+	+				
Распределительные валы	+	+				
Толкатели, рычаги ГРМ	+	+				
Насосы систем охлаждения	+	+		+		
Маслонасосы	+	+				
Бензонасосы	+	+				
Коленчатые валы				+		+
Шатуны				+		
Головки блоков	+			+	+	+
Блоки цилиндров				+		
Блоки цилиндров в сборе			+	+	+	+
Компоненты системы зажигания	+	+				
Форсунки подачи топлива	+	+				
Турбокомпрессоры			+	+		+
Насосы высокого давления дизелей				+		+
Двигатели в сборе			+	+	+	+

от крепежных болтов и фильтров до коленчатых валов и блоков цилиндров, в том числе вкладыши коленчатых валов, поршни и поршневые кольца ремонтных размеров.

При поиске номеров оригинальных деталей ("оригинальных" номеров) обычно применяются каталоги фирм-изготовителей автомобилей, записанные на микрофишах или компакт-дисках. Возможность ошибки при определении номера детали здесь практически маловероятна, т.к. для этого используются идентификационные номера автомобилей и номера двигателей, содержащие в себе всю необходимую информацию.

Вторая группа запасных частей - "неоригинальные" детали, выпускаемые различными специализированными фирмами (табл. 5.10). В основном, это изнашиваемые детали, наиболее часто заменяемые при ремонте двигателей - вкладыши, поршни, поршневые кольца, клапаны, прокладки, сальники, ремни и т.д. Интересно отметить, что такие детали могут быть изготовлены той же фирмой, что и "оригинальные", но не имеют соответствующей маркировки фирмы-изготовителя автомобиля. Официальные дилеры фирм-изготовителей автомобилей не работают с "неоригинальными" деталями, поэтому такие детали могут быть приобретены на фирмах, специализирующихся на поставке и продаже "неоригинальных" запасных частей на отечественном рынке.

Поиск "неоригинальных" запасных частей осуществляется по каталогам фирм, которые производят эти запасные части (или торгуют ими). Именно для этого необходимо знать модель двигателя, год выпуска автомобиля и, возможно, другие данные по автомобилю и двигателю. Эти данные должны совпадать с указанными в каталоге, после чего находится номер

детали по этому каталогу.

Основная сложность работы с "неоригинальными" деталями заключается в том, что в каталогах фирм может не быть всей информации, необходимой для идентификации двигателя. С другой стороны, возможны ошибки при определении модели двигателя, года выпуска и т.д., также сильно затрудняющие поиск. Кроме того, в каталогах редко, но встречаются ошибки, приводящие к неверному определению номера детали. В конечном счете каждая из указанных ошибок ведет к получению запасных частей, которые не соответствуют данному двигателю, либо к увеличению сроков поставки.

Чтобы уменьшить вероятность ошибок при определении номеров деталей, многие специализированные каталоги содержат, помимо информации о двигателе, максимум дополнительных сведений о самой детали (размеры, внешний вид и т.д.). Однако этими сведениями удастся воспользоваться, в основном, только тогда, когда деталь снята с двигателя.

Разница между "оригинальными" и "неоригинальными" запасными частями заключена, в основном, в их цене (табл. 5.11 и 5.12) и качестве. Так, "оригинальные" детали в среднем на 10-30% дороже даже тогда, когда фирма-изготовитель оказывается одной и той же, однако эмблема и марка автомобиля, указанные на "оригинальной" детали, гарантируют качество. С другой стороны, комплектующие для ремонта двигателей выпускаются и продаются обычно большим количеством фирм, поэтому существует определенный риск получить "неоригинальные" запасные части довольно низкого качества с ограниченным ресурсом работы. Детали высокого качества имеют более высокую стоимость, и ряд крупных оп

Таблица 5.9. Ориентировочные средние цены (в USD) отечественного рынка на некоторые "оригинальные" запасные части для двигателей

Страны-производители автомобилей		Европа		Япония, США	
Число цилиндров		4	6	4	6
Коленчатый вал		1200	1600	1100	1400
Блок цилиндров		3200	4500	3000	4000
Головка блока цилиндров	бензин	800	1200	750	900
	дизель	1000	1500	950	1100
Шатун*	бензин	130	170	120	120
	дизель	150	180	150	150

* Для некоторых моделей VOLKSWAGEN, AUDI, PEUGEOT, RENAULT, ALFA ROMEO, LANCIA в запасные части поставляется комплект на двигатель

Таблица 5.10. Ориентировочные средние цены (в USD) отечественного рынка на "неоригинальные" запасные части двигателей.

Страны-производители автомобилей	США			Европа			Япония		
	4	6	8	4	6	8	4	6	
Число цилиндров									
Вкладыши шатунные	50	60	70	30	50	140	30	50	
Вкладыши коренные	70	80	90	50	70	140	50	60	
Поршень 1 шт.	бензин	55**	55**	60**	90	100	200	70	100
	дизель	—	—	—	140	140	—	90	120
Поршневые кольца (комплект)	120	140	160	70	100	140	60	90	
Прокладка головки	35	2x35	2x40	40	60	120	30	45	
Маслосъемные колпачки (компл.)	30	40	45	20	30	80	25	35	
Передний сальник	15	15	15	10	10	15	10	10	
Задний сальник	20	20	20	15	15	25	15	15	
Прокладка впускного коллектора	15	35	45	15	20	50	15	25	
Цепь ГРМ	55	55	55	65	70	90	50	50	
Ремень ГРМ	45	—	—	30	40	80	30	35	
Клапан впускной	25	25	25	20	25	30	20	20	
Клапан выпускной	30	30	30	25	30	40	25	25	
Распределительный вал	160	230	280	250	400	—	300	400	
Коленчатый вал (со вкладышами)	450*	600*	700*	500*	650*	—	500*	700*	
Короткий блок (блок в сборе)	2700*	3200*	3500*	—	—	—	2800*	3500*	
Головка блока	600*	500*	700*	650*	—	—	600*	750*	
Шатун	90*	90*	90*	100*	100*	—	100*	100*	

* Восстановленные детали

** Без поршневых колец

товых торговых фирм в своих каталогах иногда дают "на выбор" несколько вариантов одной и той же детали, изготовленной различными фирмами. Указанные различия в качестве наиболее существенны для поршневых колец - здесь разница в цене и ресурсе может достигать 2÷3-х раз. Для других деталей двигателей (вкладыши, поршни, клапаны и т.д.) различия в качестве и ресурсе не так очевидны и часто не столь велики, однако разница в цене все равно существует.

Исходя из вышесказанного, для снижения затрат на ремонт двигателя предпочтительно покупать "неоригинальные" комплектующие. При этом следует ориентироваться на продукцию известных фирм (табл. 5.13), чтобы обеспечить высокое качество ремонта и большой ресурс отремонтированного двигателя. К "оригинальным" комплектующим следует "обращаться" в случаях, когда нет возможности найти "неоригинальные" запасные части, например, для совсем новых двигателей, либо когда необходимые детали из-за их сложности не выпускаются специализированными фирмами.

Помимо перечисленных вопросов, оказывается важным то, из какой страны следует получать запасные части, чтобы выиграть в цене и во времени поставки. Практика показывает, что цена и срок поставки, а также вообще наличие конкретной детали на складе у соответствующей фирмы в данной стране зависит от марки и модели автомобиля. Фирмы, работающие на отечественном рынке, обычно (но не всегда) могут уточнить наличие той или иной детали на складе у соответствующей зарубежной фирмы, однако на это уходит определенное время, увеличивающее срок получения детали. Учитывая это, при заказе запасных частей желательно придерживаться определенных правил:

1) Для двигателей американских автомобилей "неоригинальные" запасные части заказываются в США по каталогам основных фирм TRW, FEDERAL MOGUL, SEALED POWER, BECK ARNLEY, PERFECT CIRCLE. Не составляет большого труда заказать и "оригинальные" запасные части, а также довольно большую номенклатуру дешевых восстановленных на ремонтных заводах деталей. Это объясняется тем, что в США развит компьютерный учет и существует единая компьютерная сеть, где записана информация по деталям, хранящимся на складах практически всех фирм. Если у данной фирмы необходимая деталь отсутствует, она все равно будет быстро найдена и доставлена в течение нескольких дней на соответствующий склад. Доставка деталей из США в Россию в подавляющем большинстве случаев осуществляется авиационным

транспортом, средний срок поставки с момента получения заказа - 7÷10 дней.

2) Для двигателей японских автомобилей "неоригинальные" запасные части могут быть приобретены как через американские, так и европейские фирмы, если необходимые запасные части есть в каталогах этих фирм. Достаточно большая номенклатура запасных частей сконцентрирована на складах скандинавских фирм (ARVIDSSON, KOIVUNEN, ORUM), причем срок поставки здесь сравнительно мал (в среднем 5÷8 дней), и цены, как правило, невелики. Детали из Германии или Нидерландов идут обычно дольше, а цены могут быть выше. Кроме того, номенклатура деталей для ремонта двигателя здесь меньше. Ограничена (но обычно шире, чем в Германии и Нидерландах) номенклатура запасных частей в США. Следует учитывать специфику американского рынка - из Японии туда поставлялось ограниченное число моделей, в основном, с бензиновыми двигателями большого рабочего объема и впрыском топлива. Большинство "неоригинальных" деталей из США для двигателей японских автомобилей оказывается дороже, чем, например, из скандинавских стран. При заказе деталей из США возможны случаи получения довольно дорогих "оригинальных" деталей по "неоригинальным" номерам каталогов различных фирм.

"Оригинальные" запасные части для двигателей японских автомобилей могут быть получены из европейских стран, в основном, через официальных дилеров фирм-изготовителей автомобилей. Это усложняет поставку "оригинальных" запасных частей, поэтому "оригинальные" и "неоригинальные" детали иногда приходится заказывать у разных фирм. В США вследствие единого компьютерного учета подобных проблем обычно не возникает, однако необходимо проверять, был ли там автомобиль с данным двигателем (модель автомобиля, кстати, может иметь в США иное, нежели в Европе или Японии, название).

Довольно трудно найти запасные части для двигателей новейших моделей японских автомобилей. Иногда их легче получить из США, в то время как поставка из европейских стран может оказаться проблематичной, особенно, если на складе у европейского дилера соответствующей японской фирмы в данный момент нет необходимых запасных частей.

3) Для двигателей немецких автомобилей поставка запасных частей из Германии достаточно хорошо отлажена многими отечественными фирмами. Это связано с тем, что, во-первых, немецкие автомобили широко поставляются на экспорт

Таблица 5.13. Производство и продажа запасных частей для двигателей некоторыми известными зарубежными фирмами

Фирмы	Страны- производители автомобилей	Поршне- вые кольца	Поршни (поршне- вые группы)	Подшип- ники двигат- елей	Прок- ладки, сальники	Детали ГРМ	Компо- ненты систем питания	Компо- ненты систем зажи- гания	Компо- ненты систем охлаж- дения	Ремни
AE (Великобритания)	Е, Я	+	+	+	+	+				
ARVIDSSON (Швеция)	Е, Я	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AUTOLITE (США)	А, Е, Я							+		
BECK ARNLEY (США)	А, Я	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BERU (Франция)	Е							+		
BOSCH (Германия)	Е						+	+	+	+
CARDONE (США)	А, Я								+	
CARTER (США)	А, Я						+		+	
ELRING (Германия)	Е, Я				+					
FEDERAL MOGUL (FM)	А, Я, Е	+	+	+	+	+	+	+	+	+
FEBI (Германия)	Е					+				
FEL-PRO (США)	А, Я				+					
GATES (США)	Е, А, Я								+	+
GLYCO (Германия)	Е, Я			+						
GOETZE (Германия)	Е, Я	+	+	+	+					
HASTINGS (США)	А, Я	+			+					
KING (Израиль)	Е, Я			+						
KOIVUNEN (Финляндия)	Е, Я	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KOLBENSCHMIDT (Германия)	Е	+	+	+		+				
MAHLE (Германия)	Е		+							
NATIONAL OIL SEAL (США)	А, Я				+					
NAPA (Канада)	А, Я	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ORBITRAID	Е					+				
ORUM (Швеция)	Е, Я					+	+	+	+	
PERFECT CIRCLE (Франция)	А, Я	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PIERBURG (Германия)	Е						+			
QH (Великобритания)	Е, Я						+	+	+	+
REINZ (Германия)	Е, Я				+					
SCHOTTLE (Германия)	Е, Я	+				+				
SEALED POWER (США)	А, Я	+	+	+	+	+	+	+	+	+
STERLING PISTON (США)	А, Я		+							
SWAG (Германия)	Е, Я					+				
TRW (США)	А, Я, Е	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TRUST (США)	А, Я					+	+	+		

+ отмечены детали или агрегаты, которые фирма изготавливает или которыми торгует
* для автомобилей, выпускаемых: Е — в странах Европы; А — в США; Я — в Японии

и доминируют на отечественном рынке, а во-вторых, в Германии находится большое число известных фирм, производящих детали для двигателей, в том числе для немецких автомобилей (см. табл. 5.13). Более сложная ситуация имеет место с запасными частями для двигателей английских, французских и итальянских фирм. Только небольшая их часть поставлялась в другие страны, поэтому запасные части для их двигателей в таких странах, как Германия, Нидерланды или Финляндия, весьма ограничены по номенклатуре, а по некоторым моделям вообще отсутствуют. В то же время малочисленность отечественного парка этих автомобилей в определенной степени затрудняет (и замедляет, делая их не слишком выгодными) поставки запасных частей из этих стран. Поэтому для двигателей многих моделей английских, итальянских и французских автомобилей часто не удается получить запасные части также быстро, как, например, для немецких.

В некоторых случаях приходится рассматривать возможность использования в ремонте не только новых, но и восстановленных или даже бывших в употреблении деталей. К таким деталям относятся коленчатые валы, блоки и головки цилиндров, а также другие дорогостоящие детали (табл. 5.10). Для ряда старых автомобилей покупка новых деталей типа коленчатого вала или головки блока экономически нецелесообразна, так как цена детали оказывается сопоставима с ценой всего автомобиля (или даже больше).

В настоящее время отработанная система восстановления старых деталей и узлов двигателей, а также их хранения

и учета существует в США. Отсюда могут быть получены восстановленные дорогостоящие детали для двигателей подавляющего большинства американских и некоторых европейских и японских автомобилей, включая блоки цилиндров в сборе с коленчатым валом, шатунами, новыми поршнями, вкладышами, кольцами). Восстановленные коленчатые валы идут в сборе со вкладышами, а головки блоков - в сборе с клапанами, пружинами и маслоотражательными колпачками. Обычно восстановленные запасные части дешевле новых на 20-40%. Еще дешевле детали б/у (в 2-3 раза), однако их качество далеко не всегда удовлетворительное и не у всех поставщиков их можно заказать и получить.

Аналогичные детали (восстановленные или б/у) для двигателей европейских и некоторых японских автомобилей могут быть получены от европейских фирм, ремонтирующих двигатели, но не все торговые фирмы могут выполнить подобный заказ

На некоторые модели двигателей, в основном, автомобилей немецкого производства, определенную номенклатуру запасных частей можно найти в отечественных фирмах или магазинах в крупных городах (где есть достаточно большой парк этих автомобилей). Вполне вероятно, что вкладыши коленчатых валов, поршневые кольца, прокладки, сальники, клапаны и др. есть в этих магазинах. Однако по мере уменьшения популярности марки и модели автомобиля падает вероятность того, что можно будет просто купить в магазине запасные части для ремонта двигателя. В подобных случаях лучше не тратить зря время на поиски - вероятность того, что полный комплект

необходимых запасных частей для двигателя, например, французского или итальянского автомобиля удастся купить в магазинах, мала, и лучше сразу сделать заказ той фирме, где будут более приемлемые цены.

5.4. Общие правила выполнения ремонтных работ

При проведении ремонта двигателя необходимо соблюдать определенные правила, чтобы исключить ошибки и уменьшить вероятность отказов и неисправностей после ремонта. Эти правила достаточно просты, однако в практике работы ремонтных предприятий часто встречается не просто их несоблюдение, а иногда даже полное игнорирование. В результате ремонт двигателя оказывается некачественным, от чего нередко страдает не только клиент (заказчик), но и исполнитель работы.

При выполнении ремонтных работ, таким образом, необходимо руководствоваться следующим:

1. Если при диагностировании двигателя установлена неисправность какого-либо подшипника коленчатого вала, двигатель должен быть обязательно снят и полностью разобран для ремонта. При этом коленчатый вал и шатуны необходимо тщательно проверить (измерить) и отремонтировать. Как правило, нельзя оставлять без ремонта эти детали, даже если визуально больших повреждений нет. Простая замена вкладышей в сочетании с изношенными рабочими поверхностями ответных деталей - гарантия выхода из строя уже через несколько сотен километров.

2. При разрушении поддона картера (например, наезд на препятствие) необходимо после его снятия в обязательном порядке проконтролировать состояние подшипников коленчатого вала. Не следует менять поддон без проверки подшипников - в большинстве подобных случаев они имеют недопустимые повреждения, которые требуют ремонта КШМ.

3. Повреждение (перегрев, расплавление) коренных вкладышей - явный признак деформации коренных опор в блоке цилиндров. В таких случаях опоры должны быть тщательно проверены, а блок - при необходимости отремонтирован.

4. Ремонт КШМ всегда требует полной разборки двигателя. Не следует, демонтировав коленчатый вал, оставлять на месте головку блока и поршни. Вполне вероятно, что поршневая группа также имеет повреждения. Тогда из-за неполной разборки и дефектации не исключены повторные снятие и разборка двигателя.

5. При обнаружении неисправностей КШМ, связанных с недостаточной смазкой (разрушение вкладышей подшипников) следует тщательно проверить и при необходимости заменить изношенные детали ЦПГ, клапаны, направляющие втулки клапанов, маслоотражательные колпачки, т.е. те детали, которые могут вызвать большой расход масла. Кроме того, необходимо проверить состояние маслонасоса и редукционного клапана системы смазки.

6. Если при дефектации установлено, что хотя бы один из поршней двигателя имеет трещины или прогар в перемычках между канавками колец, следует заменить все поршни. Попытка сэкономить часто кончается поломкой еще одного поршня в течение непродолжительного времени после ремонта. Аналогично обнаружение хотя бы одного явно деформированного или сломанного из-за гидроудара шатуна требует самой тщательной проверки и, при необходимости, замены или ремонта всех поврежденных шатунов двигателя. Кроме того, если на поршнях остались следы от ударов тарелок клапанов, то все клапаны должны быть проверены.

7. Не следует оставлять без ремонта те детали разобранного двигателя, которые имеют износы, близкие к предельно-допустимым. Очевидно, это грозит необходимостью проведения повторного ремонта двигателя через достаточно короткое время.

8. При замене поршневой группы, вызванной большим рас-

ходом масла, необходимо в обязательном порядке ремонтировать головку блока с заменой маслоотражательных колпачков, а возможно, клапанов и их направляющих втулок, иначе ремонт двигателя может оказаться неполным и некачественным.

9. При ремонте двигателя, связанном с его разборкой, следует менять все сальники валов, даже если они еще вполне работоспособны. Микродефекты на уплотняющей кромке старого сальника обнаружить сложно, поэтому не исключено, что такой сальник придется менять уже после установки двигателя на автомобиль.

10. После разборки двигателя необходимо проверить плоскости головки и блока цилиндров, даже если не обнаружено следов негерметичности прокладки головки. В практике ремонта нередки случаи, когда при визуальном нормальном состоянии деталей плоскости головки и/или блока имеют недопустимо большую деформацию. При повреждении прокладки головки блока (негерметичность или прогар) нельзя сразу просто менять прокладку - не исключено, что плоскости головки и/или блока искривлены и требуют ремонта.

11. У разобранного двигателя должны быть тщательно промыты все каналы системы смазки, особенно, если произошло разрушение каких-либо деталей, например, подшипников какого-либо вала. При этом необходимо разобрать, проверить и промыть маслонасос, редукционный клапан системы смазки, маслоприемник. Частицы металла, оставшиеся в системе смазки, могут привести к повреждению новых и отремонтированных деталей сразу после запуска двигателя.

12. Особое внимание следует обращать на те двигатели, которые имеют признаки какого-либо ранее выполненного ремонта. На практике возможны случаи такого некачественного вмешательства в системы и агрегаты двигателя, при котором "внесенные" в двигатель неисправности сложно не только отремонтировать, но и вовремя обнаружить.

13. При разрушениях поршня, клапанов, седел клапанов необходимо разобрать и тщательно промыть весь впускной тракт. Обычно обломки разрушившихся деталей довольно равномерно распределяются по всей системе впуска, оказываясь в самых неожиданных местах. Сборка такого двигателя после ремонта без промывки впускной системы гарантирует, как минимум, последующее снятие головки блока.

14. Если двигатель имеет гидротолкатели в приводе клапанов, то при разборке двигателя их также следует разобрать, тщательно промыть и проверить. Особенно это важно для двигателей с нижним расположением распределительного вала. Необходимо помнить, что для замены неисправного гидротолкателя на таких двигателях придется выполнить большой объем работ, иногда вплоть до снятия головок блока.

15. Все ремонтные работы по двигателю надо проводить в чистоте. Все детали двигателя должны быть тщательно вымыты два раза - перед дефектацией после разборки и перед сборкой. Сборка из грязных деталей - гарантия повреждения всех отремонтированных поверхностей.

16. При мойке деталей двигателей запрещается "окунание" в моющие жидкости и растворители агрегатов, имеющих закрытые шариковые подшипники (направляющие ролики ремней, генераторы, воздушные и гидронасосы, насосы системы охлаждения). Окунание, особенно в загрязненный раствор, приводит к попаданию грязи внутрь подшипника и быстрому выходу его из строя. Применение растворителей (бензин, керосин, ацетон) для мойки деталей и агрегатов вызывает также повреждение резиновых уплотнений (сальники, прокладки, кольца и т.д.), нарушение их герметичности и выход этих агрегатов из строя.

17. Выполняя ремонт двигателя, следует избегать как малых, так и больших зазоров в сопряжениях деталей. Если большие зазоры могут дать некоторое увеличение шума и небольшое снижение ресурса двигателя, то малые зазоры особенно опасны заклиниванием, задирами и другими неприятностями, которые нередко приводят к повторному ремонту двигателя.

18. При сборке двигателя необходимо заменить все прокладки, уплотняющие масляные каналы и полости системы охлаждения. В противном случае не исключена течь рабочих жидкостей после установки двигателя даже там, где раньше никаких подтеканий не было.

19. На двигателях, собираемых после сложного ремонта, желательно заменить зубчатый ремень привода распределительного вала. Если двигатель имел неисправности, вызванные заклиниванием валов или гидроударами в цилиндрах, это надо сделать обязательно. Даже новый с виду ремень может иметь внутренние повреждения, которые нередко приводят к быстрому его обрыву. Для многих двигателей это грозит ремонтом головки блока цилиндров.

20. На двигателях с системами впрыска топлива, а также дизелях после сложного ремонта следует менять топливные фильтры. Практика показывает, что вполне еще работоспособный топливный фильтр после длительной стоянки автомобиля нередко довольно быстро выходит из строя.

21. При выполнении сложного ремонта двигателя, связанного с его демонтажом, необходимо проверить и при необходимости заменить передний сальник коробки передач, если он подтекает, а также диск сцепления, муфту и выжимной подшипник, если на них обнаружен большой износ. Такие работы, как и другие подобные, значительно удобнее произво-

дить, пока двигатель ремонтируется, нежели специально после ремонта снимать коробку передач.

22. У дизельных двигателей, поступающих в сложный ремонт, в обязательном порядке необходимо проверить работоспособность топливной аппаратуры, даже если перед возникновением неисправности двигателя аппаратура работала нормально. Дело в том, что при стоянке даже в течение нескольких недель вода, содержащаяся в топливе (иногда в достаточных количествах), вызывает коррозию прецизионных плунжеров и втулок. Это может привести к заклиниванию регулятора подачи, неисправности распылителей форсунок и др. Данные дефекты значительно проще устранять, когда двигатель снят и разобран.

23. Проводя дефектацию разобранного двигателя, необходимо оценить состояние всех движущихся и вращающихся, а также ответных им неподвижных деталей. Ни при каких обстоятельствах двигатель не должен быть собран, если хотя бы на одной детали не устранены обнаруженные дефекты - будь то коленчатый вал, поршень или, например, рычаг клапана. В двигателе одинаково важны все детали, и разбираться, почему что-то не работает или стучит, и устранять неисправности на уже собранном и установленном на автомобиль двигателе гораздо сложнее. По этой же причине перед сборкой надо самым тщательным образом проконтролировать все отремонтированные детали.

Глава 6. ОСОБЕННОСТИ ДЕМОНТАЖА ДВИГАТЕЛЕЙ

Демонтаж двигателей автомобилей прошлых лет выпуска не представляет обычно больших проблем. Достаточно простые конструкции, карбюраторные системы питания, механические коробки передач, хороший доступ к агрегатам определяют, за некоторым исключением, небольшую трудоемкость работ. Из-за этого в литературе по ремонту вопросам снятия двигателя ранее не уделялось серьезного внимания - многие операции были очевидны и не требовали пояснений или применения специальных технологий. С появлением и широким внедрением в 80-х годах электронных систем управления, многоклапанных головок цилиндров, двойных распределительных валов, настроенных систем впуска и выпуска, гидроусилителей руля, сложных систем снижения токсичности выхлопа, автоматических коробок передач, поперечно расположенных многоцилиндровых двигателей (на автомобилях с передним приводом) ситуация существенно изменилась. Помимо значительного увеличения числа разъемов трубопроводов и электрических кабелей резко ограничился доступ к деталям и агрегатам, возросла трудоемкость работ. Кроме того, для некоторых автомобилей потребовалась определенная технология, нарушение которой приводило бы к значительному затруднению или вообще невозможности выполнения демонтажа.

Прежде чем приступить к работе, следует убедиться в ее необходимости - некоторые неисправности двигателя, очевидно, могут быть устранены частичной его разборкой (снятие головки блока, поддона и т.д.). Снимать двигатель рекомендуется в следующих случаях:

- любые неисправности в КШМ;
- серьезные неисправности поршневой группы;
- серьезные неисправности газораспределительного механизма, связанные с поломкой клапанов, повреждением головки блока и др.;
- при серьезно затруднении частичной разборки, когда, например, сложно или практически невозможно снять поддон (некоторые полноприводные автомобили) или головку блока;
- при большом объеме текущих ремонтных работ по двигателю с заменой поршневых колец, сальников и других деталей.

Некоторые механики опасаются снимать двигатель и предпочитают разборку двигателя на автомобиле, оставляя на месте практически только блок с коленчатым валом. Этого не следует делать, поскольку при большом объеме работ качественно собрать двигатель в подобных условиях нельзя, хотя бы только из-за невозможности обеспечить чистоту при установке деталей. Не следует также снимать двигатель "по частям" (сначала головку, а затем блок в сборе) - это нарушает технологию, увеличивает время работы и затрудняет последующую сборку (не будет ясно, в сборе с какими агрегатами следует устанавливать двигатель на автомобиль).

Таким образом, снятие двигателя требует определенных знаний и опыта. Ниже приводятся некоторые сведения по технологии демонтажа двигателей автомобилей различных схем, позволяющие избежать многих распространенных ошибок.

6.1. Общие принципы демонтажа двигателей

Начинать демонтаж двигателя следует с визуального осмотра его сверху и снизу. При этом стоит обратить внимание на следы подтекания масла и охлаждающей жидкости. Масло независимо от его типа (моторное, трансмиссионное или для автоматических коробок передач) оставляет на деталях одинаковые следы, однако полезно еще до снятия и разборки двигателя попытаться определить, какое масло течет и откуда. В практике ремонта нередки случаи, когда подтекание масла с двигателя может означать течь сальника коробки передач или агрегатов гидроусилителя руля, что требует ремонта этих аг-

регатов одновременно с ремонтом двигателя, иначе эксплуатация автомобиля после ремонта двигателя будет проблематичной.

Определить тип масла можно по запаху, сравнив его с запахом из банок, где залиты известные масла, а также по цвету, если на деталях висят свежие капли. Например, масло для автоматических коробок передач всегда имеет красноватый оттенок, и его трудно спутать с моторным. Подтекания охлаждающей жидкости также довольно типичны, их нетрудно определить по частичному подсыханию около места течи, сладковатому запаху, а также, возможно, зеленоватому цвету следов подтеков.

Результаты подобной "диагностики" полезны не только для того, чтобы найти какие-то дефекты в двигателе. Часто дефекты двигателя проще обнаружить после разборки, хотя известны и случаи, когда невнимательность при снятии и разборке двигателя значительно увеличивала потери времени уже после установки отремонтированного двигателя (например, течь заглушки рубашки охлаждения блока или трещина в поддоне картера). Не менее важно обнаружить неисправности агрегатов, которые затрудняют или вообще делают невозможной эксплуатацию автомобиля после даже самого сложного ремонта двигателя. Например, визуальный осмотр позволяет определить неисправности насоса охлаждающей жидкости, гидроусилителя руля, коробки передач, по крайней мере, негерметичность их уплотнений. Если это не сделать своевременно, т.е. перед снятием двигателя, то, скорее всего, потребуется снимать и ремонтировать эти агрегаты. Подобные "неплановые" работы, как правило, невыгодны и достаточно трудоемки, особенно на относительно новых моделях автомобилей, в то время как при снятом двигателе они не представляют никаких сложностей.

Если неисправный двигатель в целом еще работоспособен (т.е. может быть запущен), далеко не лишним будет перед началом ремонта провести диагностику электронной системы управления. Практика показывает, что при возникновении потребности ремонта механической части двигателя в системе управления часто уже наблюдаются те или иные неисправности. Тогда неисправные компоненты системы управления могут быть заменены при сборке и установке двигателя, что сокращает время ремонта. Кроме того, предварительное тестирование системы управления позволяет быстро устранить неисправности, отсутствовавшие перед ремонтом и появившиеся в результате небрежной сборки (например, найти несоединенные разъемы и т.д.), что также экономит время на окончательных стадиях ремонта.

Перед демонтажом двигателя необходимо определить способ выполнения этой работы, в частности, как будет сниматься двигатель - с коробкой передач или без нее, "вверх" или "вниз" (относительно кузова автомобиля). Необходимые для этого данные излагаются в руководствах по ремонту конкретной модели автомобиля. На практике, тем не менее, случаи отсутствия какой-либо справочной литературы не редкость, поэтому правильный выбор способа позволит сэкономить время и, возможно, предохранит от повреждений многие детали и элементы конструкции.

У легковых автомобилей классической компоновки (двигатель спереди, ведущие колеса - задние) двигатель снимается в большинстве случаев без коробки передач. Исключение составляют лишь некоторые модели (MERCEDES-BENZ), где снятие силового агрегата в сборе более технологично, а также случаи, когда сильно затруднен доступ к некоторым болтам, соединяющим коробку передач с двигателем. В целом, различие между снятием с коробкой передач или без нее определяется затратами времени. Так, при снятии двигателя без коробки дополнительно требуется отвернуть болты креп-

ления гидромуфты к маховику (у автоматических коробок), болты крепления коробки к двигателю и стартер, а при снятии с коробкой необходимо отсоединить карданный вал, опоры коробки и элементы ее управления, после чего рассоединить двигатель и коробку на уже снятом силовом агрегате.

Некоторую сложность представляет демонтаж заклиненного двигателя, если коробка передач автоматическая. Рассоединение двигателя и коробки правильно осуществляется после отворачивания болтов или гаек крепления гидромуфты к маховику. Это выполняется обычно со стороны двигателя через окно в нижней части кожуха гидромуфты. При этом требуется поворачивать коленчатый вал - иначе нельзя совместить болты (гайки) с окном, чтобы до них был доступ. Заклиненный коленчатый вал не позволяет этого сделать, поэтому здесь есть несколько вариантов:

1) сняв поддон, ослабить заклинившие подшипники, после чего отворачивать болты гидромуфты и снимать двигатель отдельно от коробки передач;

2) снимать двигатель с коробкой передач в сборе, далее согласно п. 1;

3) снимать двигатель без коробки, гидромуфта остается на маховике.

Из указанных способов первый может оказаться неосуществимым либо очень трудоемким, а третий - самый неудачный, так как при выходе гидромуфты из коробки можно повредить подшипник и/или сальник гидромуфты и даже деформировать маховик. В этой связи следует отметить, что вообще снятие двигателя без отсоединения гидромуфты является типичным примером некачественной работы, выполненной с нарушением всех технологий, рекомендуемых фирмами-производителями автомобилей.

Общим для всех вариантов демонтажа двигателя является необходимость снятия радиатора, когда он ограничивает выход снимаемого двигателя вперед из зацепления с коробкой передач. Кроме того, у автомобилей классической компоновки снятие двигателя осуществляется вверх, для чего необходимо использовать специальное стационарное подъемное устройство - тельфер (рис. 6.1) с ручным или электроприводом.

У заднеприводных микроавтобусов демонтаж двигателя выполняется, как правило, без коробки передач. При среднем расположении двигателя (сзади передней оси автомобиля) снимать его следует "вниз". Если при этом используется яма, то необходимо подъемное устройство типа лебедки, устанавливаемое в салоне на стойках (рис. 6.2). У микроавтобусов с задним расположением двигателя демонтаж может быть выполнен аналогично.

Иногда при среднем или заднем расположении двигателя в микроавтобусе можно выполнить демонтаж вверх с помощью передвижного подъемного гидравлического механизма

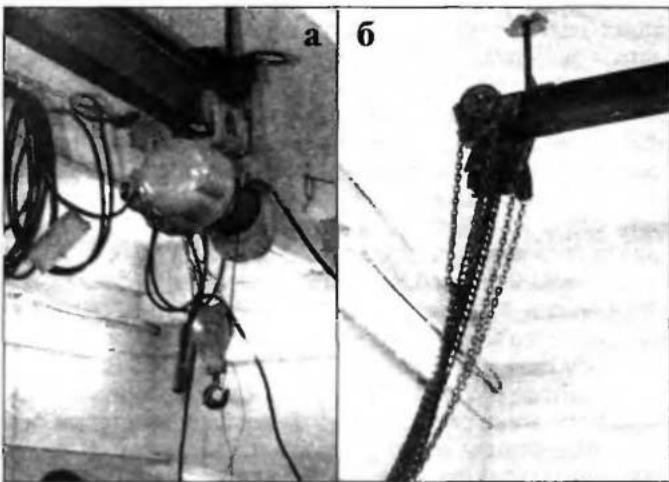


Рис. 6.1. Подъемные механизмы - тельферы: а — с электрическим приводом; б — с ручным приводом

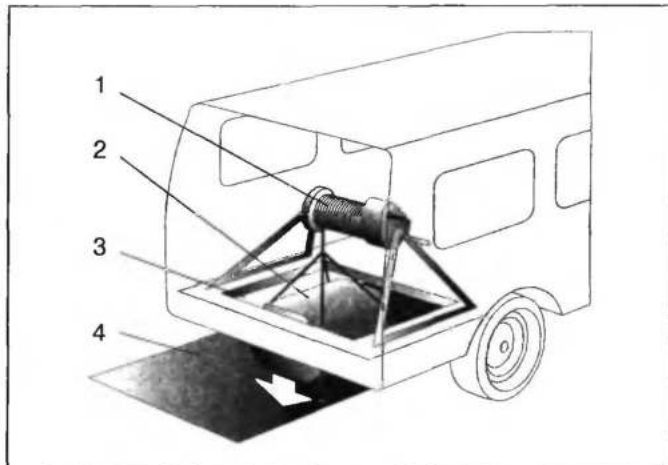


Рис. 6.2. Схема снятия двигателя вниз у микроавтобусов со средним и задним расположением двигателя:

1 — ручная лебедка; 2 — двигатель; 3 — люк моторного отсека; 4 — смотровая яма

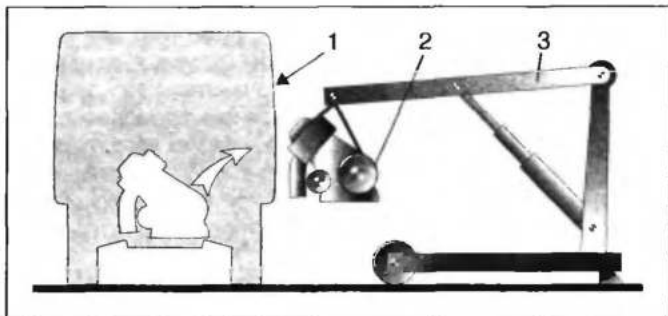


Рис. 6.3. Возможная схема снятия двигателя вверх у микроавтобуса со средним расположением двигателя;

1 — проем передней двери; 2 — двигатель; 3 — передвижной подъемный механизм;

(рис. 6.3). Далее "на весу" двигатель проводится через проем двери салона. Такой способ применяется редко (микроавтобусы VOLKSWAGEN), так как для этого необходимо, чтобы размеры крышки моторного отсека (в салоне) и двери соответствовали габаритам двигателя.

При расположении двигателя микроавтобуса спереди двигатель может быть снят без коробки передач в направлении вперед и вверх. Для этого следует предварительно демонтировать переднюю панель и бампер автомобиля. Далее двигатель может быть снят с помощью тельфера, если моторный отсек выдается вперед достаточно сильно, или передвижным гидравлическим подъемным механизмом, если двигатель "утоплен" внутри кузова.

У переднеприводных легковых автомобилей демонтаж двигателя вверх желательно выполнять без коробки передач. Это обычно упрощает работу и последующую транспортировку автомобиля, однако не всегда возможно.

При выборе метода снятия двигателя у переднеприводных автомобилей следует оценить возможность выхода его из зацепления с коробкой передач, т.е. наличие достаточного зазора между кузовом автомобиля и передней стороной двигателя. Этот зазор должен быть больше, чем осевой габаритный размер сцепления (рис. 6.4), иначе двигатель упрется в кузов, а из коробки передач не выйдет. У автомобилей с автоматической трансмиссией указанный зазор может быть значительно меньше, так как гидромуфта всегда остается на коробке передач, а маховик имеет малый осевой габарит.

Если зазор явно меньше необходимого, можно снять передний шкив и часть агрегатов, однако нередко трудоемкость этих операций оказывается достаточно большой, и время на снятие только двигателя может оказаться больше, чем снятие двигателя с коробкой передач в сборе и последующее их разъединение.



Рис. 6.4. Компоновка двигателя в переднеприводном автомобиле:
 А — зазор между передней частью двигателя и понжероном, определяющий величину сдвига двигателя от коробки передач (А может быть несколько увеличено за счет хода Б коробки); 1 — двигатель; 2 — понжероны

Снятие поперечно-расположенного двигателя в сборе с коробкой у переднеприводных автомобилей особенно трудоемко при большом числе цилиндров (6 или 8), когда требуется демонтаж большого числа шлангов электрических кабелей, элементов управления и т.д. Общим для снятия двигателя с коробкой передач является необходимость предварительного отсоединения приводов передних колес (после чего, кстати, значительно затрудняется транспортировка автомобиля).

Поперечно расположенный двигатель у большинства автомобилей можно снять вверх - без коробки передач или с ней. Возможность снятия вниз ограничена, так как этому обычно мешают силовые элементы кузова. С использованием подъемника, как правило, можно снять в сборе весь силовой агрегат с передней подвеской, но это более трудоемкий путь, так как требует последующего отсоединения двигателя и установки передней подвески (рамы) обратно на место. Без этой "лишней" работы автомобиль нельзя будет транспортировать.

У полноприводных автомобилей демонтаж двигателя вверх следует выполнять без коробки передач, что связано со сложностью отсоединения приводов и большими габаритами агрегатов трансмиссии (так как коробка передач соединена с раздаточной коробкой).

Возможные схемы демонтажа двигателя в зависимости от компоновки его на автомобиле представлены на рис. 6.5.

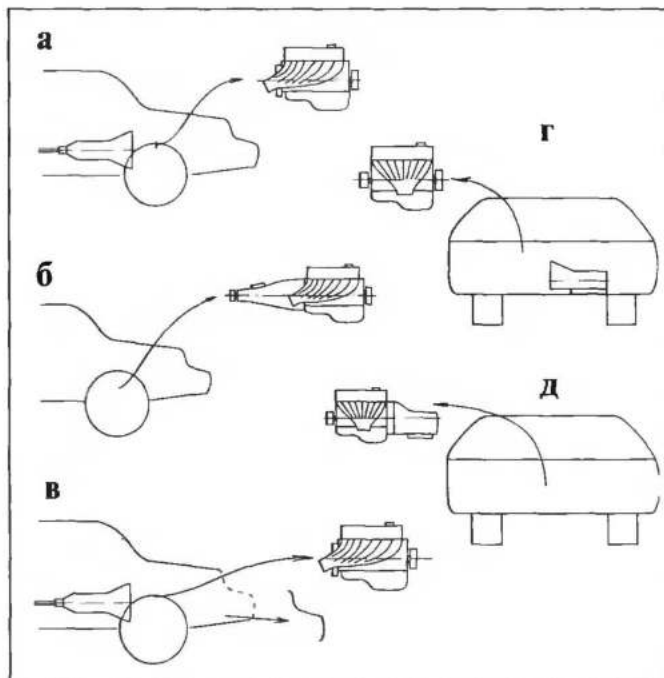


Рис. 6.5. Наиболее распространенные схемы демонтажа двигателя вверх (а, б, в — с продольным расположением двигателя; г, д — с поперечным):

а, г — без коробки передач; в — то же, но с демонтажом передней панели автомобиля; б, д — в сборе с коробкой передач

6.2. Особенности демонтажа трубопроводов и электрических кабелей при снятии двигателя

При демонтаже двигателя требуется рассоединять различные трубопроводы и электрические кабели. На многих двигателях автомобилей выпуска 80-х годов имеется также большое число вакуумных трубок системы снижения токсичности. Кроме того, к агрегатам, расположенным на двигателе (насосы, компрессоры, генератор и др.), также подходят соответствующие трубопроводы, шланги и кабели. Большое число этих элементов требует аккуратности в разъединении. При этом необходимо:

1) зафиксировать (например, записать и зарисовать) места подключения трубопроводов и кабелей, чтобы не перепутать их при сборке;

2) не повредить элементы (датчики, разъемы, штуцеры) при разъединении;

3) зафиксировать порядок разъединения, так как на некоторых двигателях нарушение порядка сборки трубопроводов и кабелей может привести к невозможности их подключения (для этого может потребоваться частичная разборка двигателя).

При отсоединении вакуумных трубок желательно сделать их маркировку, например, наклеить на концы трубок бирки с указанием места соединения либо с номером (второй вариант предполагает составление таблицы с номерами трубок и местами их соединения). Маркировка обязательна, когда есть схема соединения трубок. Так, у многих японских автомобилей такая схема расположена на внутренней стороне капота, а у некоторых американских - сверху на передней панели моторного отсека. В различных руководствах по ремонту схемы соединения вакуумных трубок, как правило, отсутствуют, однако они есть в книгах американского издательства CHILTON по ремонту американских и некоторых японских автомобилей (для последних следует иметь в виду возможные отличия - системы двигателя японских автомобилей для американского рынка, как правило, сложнее, чем для европейского). У многих европейских автомобилей схема соединения вакуумных трубок нигде не указана, поэтому их маркировка, как правило, обязательна.

При не слишком сложных схемах соединения вакуумных трубок можно не записывать место их подключения, а просто придерживаться определенных правил при разъединении (рис. 6.6):

1) не разъединять рядом стоящие трубки, т.е. если к какому-либо клапану подходят две трубки, только одну из них следует отсоединить от клапана, а другую - с противоположного конца;

2) никогда не снимать трубки совсем - одним концом они всегда должны оставаться на месте.

Однако практика показывает, что полагаться на память не следует, даже если схема достаточно проста - ремонт всегда может в той или иной степени затянуться, и вспомнить, где стояла та или иная трубка, уже не удастся. В то же время ошибочное подключение вакуумных трубок обычно приводит к увеличению токсичности выхлопа, неустойчивости работы двигателя и даже нарушениям в работе автоматической коробки передач (если коробка имеет вакуумную связь с двигателем для управления переключением передач при изменении нагрузки).

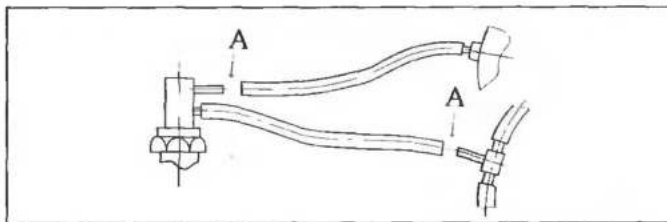


Рис. 6.6. Принцип разъединения вакуумных трубопроводов, обеспечивающий простоту последующей сборки (трубопроводы разъединяются только в местах А)

При отсоединении трубок необходимо соблюдать осторожность. Многие датчики и клапаны имеют пластмассовые корпуса. Резиновые трубки обладают способностью прилипать к выходам корпусов, из-за чего при демонтаже можно сломать элементы системы.

Трубопроводы топливной и других систем с повышенным давлением не так многочисленны и не требуют маркировки (их практически нельзя перепутать, за исключением прямой и обратной топливных магистралей карбюраторов некоторых европейских автомобилей). Обычно соединение таких трубопроводов выполнено с помощью штуцера и накидной гайки. От времени гайка «прикипает» к штуцеру, что требует больших усилий при отворачивании. Из-за этого штуцер всегда следует придерживать вторым ключом, иначе можно повредить штуцер и/или агрегат, на котором он установлен. Некоторые американские автомобили имеют специальные конструкции соединения трубопроводов (рис. 6.7), которые не стоит ломать только из-за того, что непонятен способ их разъединения. В целом, если при снятии двигателя оказались повреждены те или иные соединения трубопроводов и агрегатов, это говорит только о низкой квалификации лиц, сделавших такую «работу».

При разъединении электрических кабелей, как правило, не возникает больших сложностей. Двигатели прошлых лет обычно имеют весьма простую электрическую схему, однако у современных автомобилей, особенно, если на двигателе установлена система распределенного впрыска, электропроводка весьма внушительна. Следует принять правильное решение о способе демонтажа электропроводки - отсоединять кабели непосредственно с агрегатов двигателя либо с разъемов, расположенных на кузове автомобиля. У многих двигателей с системами распределенного впрыска второй способ нередко не просто удобнее, но и является единственно возможным, так как разъемы на агрегатах и датчиках находятся в недоступных без разборки двигателя местах (например под впускным коллектором у V-образных двигателей и др.).

Даже при большом числе относящихся к двигателю электрических разъемов у американских автомобилей их нельзя перепутать - все разъемы имеют различную конфигурацию, препятствующую их неправильному соединению. У японских автомобилей некоторые разъемы могут быть одинаковыми, но располагаться на кабелях разной длины, что также делает практически невозможным их ошибочное подключение. У двигателей европейских автомобилей иногда встречаются расположенные рядом одинаковые разъемы, поэтому их стоит промаркировать.

В целом следует отметить, что чем аккуратнее выполнен демонтаж трубопроводов и электропроводки, тем меньше времени потребует в дальнейшем их подключение при установке двигателя.

6.3. Порядок демонтажа двигателей

Все работы по снятию двигателя необходимо начинать с мер по обеспечению сохранности кузова от повреждения или загорания. Для этого необходимо:

1) закрыть плотными чехлами передние крылья автомобиля (рис. 6.8);

2) защитить сиденья автомобиля специальными чехлами, а пол в салоне - ковриками (рис. 6.9).

Несоблюдение этих простых правил, очевидно, приведет к совершенно обоснованным претензиям со стороны заказчика к качеству выполненной работы. Рекомендуется также мойка всего подкапотного пространства и двигателя снаружи. Эту операцию удобно выполнять с помощью специальных моечных установок, обеспечивающих подачу воды или водяной эмульсии под давлением.

Если демонтаж двигателя выполняется вверх, а капот не откидывается в вертикальное положение (MERCEDES-BENZ, VOLVO и др.), его следует снять, отвернув болты или гайки кронштейнов. При этом необходимо работать вдвоем и соблюдать аккуратность, чтобы не повредить лакокрасочное покрытие на капоте, передних крыльях и не разбить лобовое стекло (такое тоже бывает!). Снятый капот надо установить вертикально, предварительно подложив под него мягкий материал (дерево, ветошь), чтобы не повредить краску на углах. Далее следует снять аккумулятор - если предполагается относительно длительный срок ремонта, аккумулятор надо зарядить, особенно когда автомобиль перед ремонтом длительное время не эксплуатировался. Пренебрежение этим правилом может привести к выходу аккумулятора из строя за время сложного ремонта из-за сульфатации пластин, либо к потере времени на зарядку после установки отремонтированного двигателя на автомобиль.

Работы по демонтажу двигателя рекомендуется выполнять вдвоем. Это уменьшает затраты времени, т.к. позволяет одновременно выполнять работы сверху и снизу автомобиля. Увеличение числа персонала до трех и более человек нецелесообразно, т.к. это практически не ускоряет работу.

Перед началом работ с двигателем необходимо слить масло и охлаждающую жидкость. Желательно слить охлаждающую жидкость не только из радиатора, но и из блока цилиндров, если к соответствующей пробке есть доступ. В случае, когда планируется снятие двигателя в сборе с коробкой передач, можно слить масло и из коробки. Это связано с тем, что при отсоединении приводов масло может вытекать через отверстия, особенно при наклоне силового агрегата. Однако следует иметь в виду, что не у всех автоматических коробок передач есть сливная пробка. Кроме того, количество масла, вытекающего из коробки при ее демонтаже вместе с двигателем, невелико, поэтому данная операция не является обя-

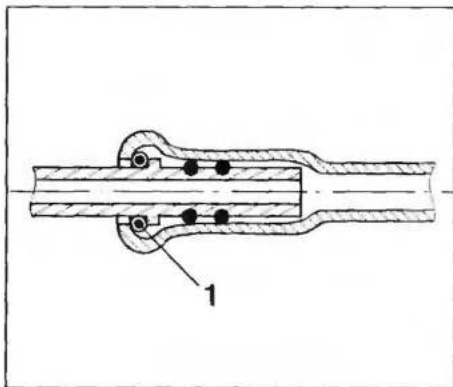


Рис. 6.7. Схема соединения трубопроводов, применяемая на некоторых американских автомобилях:

1 — пружина (отжимается от центра трубки при разъединении трубопроводов)

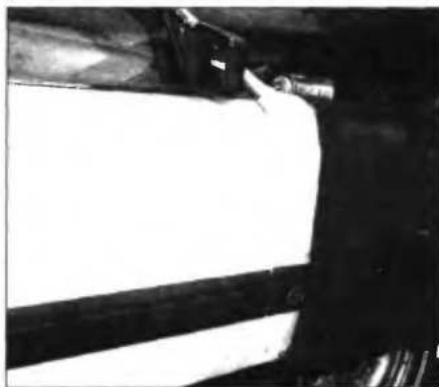


Рис. 6.8. При работе в моторном отсеке крылья автомобиля необходимо закрывать чехлами, чтобы не повредить лакокрасочное покрытие



Рис. 6.9. Сиденья в автомобиле должны быть закрыты чехлами, если предполагается нахождение персонала в салоне

зательной. После слива масла и охлаждающей жидкости следует сразу завернуть сливные пробки. Это исключает их утерю, а также отворачивание и вытекание жидкостей в эксплуатации после ремонта (когда при сборке и установке двигателя пробки остаются незатянутыми).

Выполнив эти подготовительные работы, можно приступить непосредственно к демонтажу двигателя. Несмотря на то, что автомобили различных марок и моделей существенно различаются по конструкции, операции по демонтажу имеют много общего. Это позволяет дать определенные рекомендации как по порядку, так по особенностям выполнения этих операций.

1. Демонтаж электропроводки и трубопроводов систем выполняется согласно общим принципам, изложенным в разделе 6.2. Желательно отсоединять трубопроводы и шланги от двигателя и отводить их в сторону, чтобы обеспечить свободный выход двигателя из моторного отсека при демонтаже. Вакуумные трубки и некоторые разъемы электрических кабелей необходимо промаркировать, как это описано выше. Одновременно отсоединяются тяги (или тросы) управления двигателем и коробкой передач (если коробка передач автоматическая или если двигатель снимается в сборе с ней).

2. Демонтаж агрегатов не представляет обычно больших трудностей и выполняется в случае, если по каким-либо причинам агрегаты затрудняют демонтаж двигателя. При снятии агрегатов запрещается разъединение трубопроводов системы кондиционирования воздуха. У подавляющего большинства автомобилей при снятии компрессора кондиционера с двигателя он "повисает" на гибких шлангах и может быть отведен в сторону при снятии двигателя из моторного отсека (рис. 6.10).

Расстыковка магистралей системы кондиционирования в данном случае - пример неквалифицированной работы. Разгерметизация системы кондиционирования часто сопровождается выходом в атмосферу примерно 1 кг фреона, который является экологически вредным соединением. Открытое длительное хранение агрегатов системы может вызвать попадание пыли, а влажный воздух - коррозию внутренних поверхностей. При стравливании фреона вместе с ним выходит часть масла, циркулирующего в системе, причем это количество не контролируется. Кроме того, после разъединения требуется замена резиновых уплотнителей в стыках магистралей, а их не так просто найти. И наконец, на относительно новых автомобилях вместо широко распространенного в прошлом фреона R12 применяются другие более дорогие типы фреонов (например R134). Таким образом, при произвольном демонтаже агрегатов ("все подряд"), который сопровождается разгерметизацией системы кондиционирования, затраты времени и средств на последующее приведение системы в рабочее состояние могут оказаться слишком большими даже в сравнении со стоимостью ремонта самого двигателя. Данный пример показывает, к чему может привести выполнение "лишних" работ, которые не требуются для снятия двигателя. Учитывая это, не следует также снимать гидропривод сцепления, если двигатель демонтируется без коробки передач, и разъединять шланги от насоса гидроусилителя

руля, если насос может быть снят с двигателя и не мешает ему выйти из моторного отсека.

У некоторых автомобилей последних выпусков, включая микроавтобусы, с большой плотностью компоновки двигателя и агрегатов в моторном отсеке, при снятии двигателя не удастся отвести в сторону от двигателя компрессор и трубопроводы системы кондиционирования воздуха. В таких случаях рассоединение магистралей системы должно выполняться по следующим правилам:

а) при коммерческом ремонте необходима договоренность с клиентом о дополнительной работе (включая зарядку системы кондиционирования) и ее оплате, иначе не исключено, что эту работу ремонтной организации придется делать "за свой счет";

б) при стравливании фреона следует пользоваться специальными установками для его сбора, чтобы исключить выход газа в атмосферу. Некоторые из подобных установок разделяют фреон и масло, что позволяет точно определить количество масла, добавляемое при зарядке системы;

в) после рассоединения агрегатов необходимо установить на штуцеры соответствующие заглушки, препятствующие попаданию грязи во внутренние каналы системы кондиционирования.

Радиатор системы охлаждения требуется снимать не на всех автомобилях, а только в случае, если он будет мешать выходу двигателя (чаще это необходимо при продольном расположении двигателя). Если радиатор остается на месте, его следует защитить со стороны двигателя от повреждения листом фанеры (рис. 6.11).

Так или иначе, лишние работы при снятии двигателя - это дополнительная возможность повреждения тех или иных узлов и деталей, а в целом - существенное увеличение трудоемкости работ по установке двигателя после ремонта.

3. Отсоединение от двигателя выпускной системы выполняется у стыка выпускного коллектора и приемной трубы. В некоторых случаях при ослаблении гаек крепления приемной трубы ломаются шпильки. Поэтому не следует открывать "прикипевшие" гайки со "всей ненавистью". Иногда достаточно нанести на гайку несколько раз специальный состав (WD40 или аналогичный), стронуть ее и повернуть до "закусывания" в обе стороны, чтобы затем достаточно легко отвернуть. Аккуратность во время этой работы исключит затраты времени на высверливание старой шпильки и установку новой.

4. Рассоединение двигателя с коробкой передач начинается с подвешивания двигателя на подъемном устройстве за специальные проушины (рис. 6.12). Для этого необходимо только небольшое усилие - сильно "тянуть" двигатель вверх здесь не следует. Далее отворачиваются болты (гайки) крепления гидромуфты к маховику через окно в кожухе автоматической коробки передач или снятого стартера (рис. 6.13). "На всякий случай" можно пометить взаимное расположение гидромуфты и маховика, так как балансировка коленчатого вала в сборе с гидромуфтой редко, но встречается.

После этого отворачиваются болты крепления двигателя к коробке (кроме одного-двух нижних) и болты крепления опор двигателя. Необходимо также снять стартер, за исключением



Рис. 6.10. Компрессор кондиционера перед снятием отводится в сторону, но его трубки не разъединяются



Рис. 6.11. Защита радиатора с внутренней стороны с помощью листа гофрированного картона



Рис. 6.12. Подвешивание двигателя на подъемном механизме с помощью тросов



Рис. 6.13. Отворачивание болтов крепления гидромуфты коробки передач к маховику через лючок кожуха гидромуфты

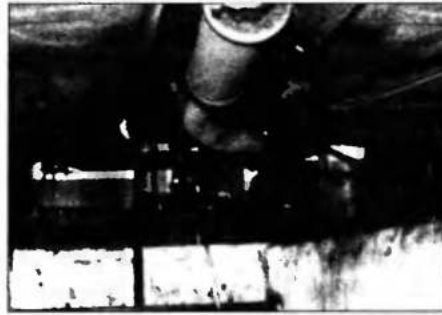


Рис. 6.14. Установка домкрата под коробку передач перед рассоединением двигателя с коробкой



Рис. 6.15. Расстыковка двигателя и коробки передач после отворачивания болтов крепления коробки

конструкций, где болты стартера крепят его только к двигателю, не стягивая одновременно с коробкой передач.

Под коробку передач подводится домкрат (рис. 6.14) и коробка поднимается вверх, одновременно двигатель также приподнимается вверх тельфером. Убедившись, что все соединения трубопроводов и электропроводки отключены, двигатель расстыковывают по фланцу с коробкой передач с помощью рычагов (рис. 6.15). Далее двигатель поднимается тельфером вверх (рис. 6.16) до высоты, позволяющей выкатить из-под него автомобиль. Однако прежде чем это сделать, следует закрепить коробку передач, например привязав ее к кузову, чтобы она не опустилась слишком низко (рис. 6.17). То же самое необходимо сделать с глушителем.

При демонтаже двигателей в сборе с коробкой передач у автомобилей классической компоновки следует снять карданный вал, разъединить тяги управления коробкой и ее опору от кузова. У переднеприводных автомобилей необходимо снять приводы передних колес. Принципиально существует возможность выхода внутренних шарниров приводов из коробки при подъеме силового агрегата, однако это опасно повреждением шарниров, их чехлов и сальников коробки (не столько при снятии, сколько при установке коробки с двигателем на автомобиль).

После демонтажа двигателя необходимо обеспечить сохранность снятых деталей и агрегатов. Этот вопрос является достаточно важным, так как известно немало случаев "утери" отдельных деталей и даже целых агрегатов, по ошибке попавших, например, к деталям, снятым с другого автомобиля.

Практика показывает, что удобным местом хранения всех деталей, снятых при демонтаже двигателя (но не разборке), является багажный отсек автомобиля. Для этого необходимо соблюдение двух условий - хорошей защиты обивки багажника от загрязнения (т.е. чехлы) и хранения деталей только в чистом виде (т.е. после мойки). Хранение в багажнике автомобиля решает не только задачу сохранности, так как туда укладываются детали только данного автомобиля, но и задачу разделения деталей. Это значит, что все детали и агрегаты, снятые при демонтаже двигателя, будут установлены на автомобиль только после его монтажа, т.е. они не будут переме-

шаны с деталями и агрегатами собственно двигателя и ошибочно установлены на двигатель при его сборке. Очевидно, подобное нарушение порядка операций сборки и установки двигателя обычно значительно увеличивают затраты времени на установку. В то же время, смешивание крепежных и иных мелких деталей увеличивает время и снижает качество сборки, так как ведет к использованию в конкретных соединениях болтов и гаек несоответствующей прочности и часто без антикоррозионного покрытия там, где это необходимо.

В целом, хранение деталей требует большой аккуратности. Мелкие и крепежные детали должны быть сложены в соответствующие коробки и ящики. Крупные детали укладываются так, чтобы не было их взаимных повреждений, а также обеспечивался хороший доступ при установке двигателя. Пренебрежение этими простыми правилами нередко может привести к совершенно неоправданным потерям времени и средств на приобретение утерянных и ремонт поврежденных агрегатов и деталей, не говоря уже об общем снижении качества ремонта и надежности отремонтированного двигателя, трудно поддающихся оценке.

6.4. Транспортировка автомобилей со снятым двигателем

Во время проведения ремонта двигателя нередко возникает необходимость транспортировки автомобиля без двигателя. При этом некоторые детали и узлы автомобиля могут получить те или иные повреждения, если не будут соблюдены некоторые изложенные ниже простые правила.

После снятия двигателя в ремонтном помещении (боксе) выполняется транспортировка на малые расстояния, например на расположенную рядом стоянку. Обычно такая операция выполняется вручную и не требует специальных мероприятий. Если двигатель снят без коробки передач, то следует приподнять и зафиксировать коробку, привязав ее к кузову, чтобы исключить перекося и повреждение шарниров приводов или карданного вала. Кроме того, иногда транспортировке мешает очень низкое расположение отсоединенной выпускной системы. Поэтому следует также привязать приемную трубу к кузову.

При транспортировке на большие расстояния на спецавтомобиле дополнительные требования отсутствуют, за исключением необходимости закрепить гидромуфту на автоматической коробке передач, чтобы исключить ее падение. Для этого обычно используются полосы металла, закрепляемые на фланце коробки болтами (рис. 6.18). У автомобилей с механической коробкой передач следует снять или закрепить выжимной подшипник.

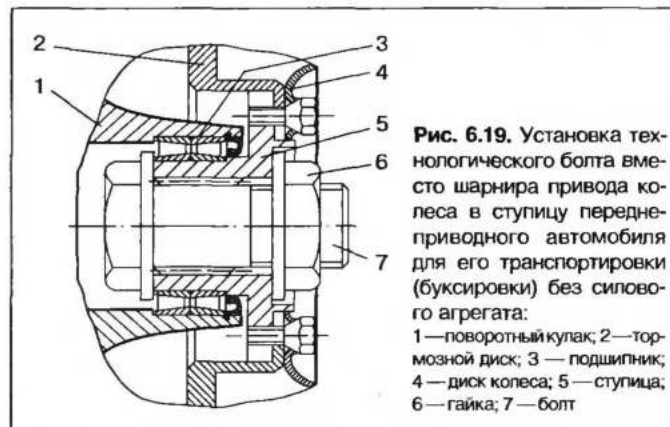
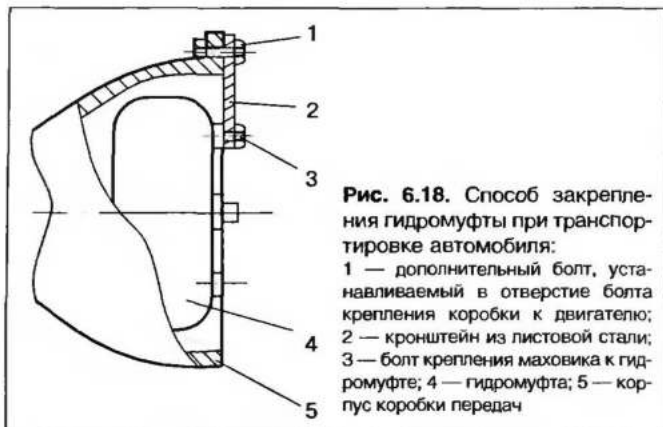
Буксировка автомобилей со снятым двигателем требует более прочного креп-



Рис. 6.16. Подъем двигателя с коробкой передач (силового агрегата) из моторного отсека при помощи электрического тельфера



Рис. 6.17. Вариант закрепления коробки передач для исключения ее отклонения вниз и повреждения при транспортировке автомобиля



ления коробки передач, а также закрепления агрегатов (компрессор кондиционера, насос усилителя руля, глушитель). При буксировке автомобиля классической компоновки со снятым силовым агрегатом необходимо также снять карданный вал. Значительно сложнее обстоят дела с передне- и полноприводными автомобилями. С одной стороны, автомобиль нельзя буксировать, если коробка снята, а приводы передних колес не отсоединены - они будут сломаны. С другой стороны, просто снять приводы нельзя, так как затяжка подшипников пе-

редних колес окажется ослабленной и, скорее всего, они будут повреждены. Поэтому буксировку переднеприводного автомобиля со снятым силовым агрегатом лучше исключить. Когда другого выхода нет, вместо наружных шарниров в ступицы можно установить специальные технологические болты (рис. 6.19.), стягивающие подшипники ступиц, аналогично шарнирам. Можно также использовать снятые с привода наружные шарниры, в том числе неисправные. Этот вариант более надежен, особенно при буксировке на большие расстояния.

Глава 7. РАЗБОРКА ДВИГАТЕЛЯ

7.1. Технология разборки двигателя

Двигатель, снятый с автомобиля, имеет, как правило, грязные наружные поверхности. При разборке попадание грязи между снимаемыми внутренними деталями может вызвать их повреждение, что недопустимо в случае их повторного использования. Поэтому до разборки двигатель снаружи моют. Для этого используются специальные камерные моющие установки. Поскольку подобные установки не всегда доступны по цене, двигатель снаружи может быть вымыт струей воды или водной эмульсии, подаваемой под давлением.

Разборку двигателя достаточно удобно выполнять на специальном стенде. Конструкции стендов достаточно разнообразны, общим является закрепление двигателя за задний фланец и возможность его вращения вокруг продольной оси. Несомненным преимуществом подобных стендов является удобство доступа к двигателю со всех сторон. Немаловажно также обеспечение целостности датчиков, патрубков, кожухов и других деталей, которые могут быть повреждены при разборке двигателя, например, на верстаке или в других непригодных для этого местах. Недостатком специализированных стендов является то, что они универсальны не на 100%, т.е. не все двигатели удается на них закрепить, а также несколько большая потребная площадь помещения.

Разборку следует начинать со снятия навесных агрегатов - генератора, распределителя зажигания, насоса охлаждающей жидкости, кронштейнов, роликов и т.п. Этим освобождается доступ к передней крышке (части) блока и головке блока цилиндров. На данном этапе разборки не следует демонтировать впускной и выпускной коллекторы - эту работу целесообразно выполнять на уже снятой головке блока (см. ниже).

Перед снятием головки блока цилиндров необходимо проверить установку фаз газораспределения по меткам на деталях механизма газораспределения - звездочках, шкивах, шестернях, корпусных деталях и т.д. Для распространенных и известных двигателей такая проверка необязательна (см. Приложение 7), однако для некоторых - просто необходима. Это связано с несколькими причинами:

1) встречаются конструкции, где метки на шкивах совпадают с метками на зубчатом ремне. Метки на ремне могут быть затерты, что значительно затруднит сборку двигателя, если ремень не будет заменен;

2) в некоторых конструкциях на деталях (например, шкивах) нанесено несколько меток;

3) очень редко, но встречаются ситуации, когда на деталях имеются "ошибочные" метки. Это возможно при замене деталей на нештатные в процессе предыдущего ремонта;

4) у некоторых двигателей метка, позволяющая установить коленчатый вал в положение ВМТ первого цилиндра, может находиться на кожухе сцепления.

Возможны и другие случаи, связанные как с отсутствием или невозможностью найти метки, так и с отсутствием необходимой литературы, позволяющей их идентифицировать, и даже с противоречивостью сведений, содержащихся в различных источниках по конкретному двигателю. Некоторые данные, помогающие найти метки, приведены в Приложении 7.

При проверке установки фаз газораспределения удобно ориентироваться на взаимное положение коленчатого вала (ВМТ первого цилиндра) и распределительного вала (кулачки первого цилиндра симметрично направлены от рычагов, толкателей или коромысел). Если метки отсутствуют или их не удается найти, можно поставить на детали свои метки. На двигателях с двумя распределительными валами в одной головке следует зафиксировать также взаимное расположение валов. Помимо этого необходимо обратить внимание на датчик зажигания - на некоторых двигателях его положение относи-

тельно распределительного вала после снятия может быть не очевидно и неоднозначно. Если оно неизвестно перед сборкой, то можно потерять много времени на поиск правильного взаимного положения деталей. Дело может дойти до частичной разборки уже установленного на автомобиль двигателя.

У двигателей с нижним расположением распределительного вала метки для установки фаз газораспределения находятся на звездочках или шестернях под передней крышкой блока цилиндров. При верхнем расположении и приводе распределительного вала цепью возможны комбинированные варианты, например, метки, определяющие положение коленчатого вала в ВМТ, находятся на передней крышке и шкиве, а распределительного вала - на его звездочке и головке. У двигателей с приводом распределительного вала ремнем метки обычно расположены на шкивах ремня и корпусных деталях под кожухом ремня. Независимо от схемы привода распределительного вала у большинства двигателей имеются метки ВМТ первого цилиндра на передней шкиве коленчатого вала и крышке (ремня, цепи). На шкиве может быть расположено несколько одинаковых меток, поэтому определить, какая из них соответствует ВМТ, важно для установки не только фаз газораспределения, но и момента зажигания. Иногда это проще сделать после снятия головки блока.

Положение меток, если это необходимо, следует записать, и использовать эти записи при сборке двигателя. Только после этого следует снимать шкив (звездочку) распределительного вала, чтобы освободить головку блока.

Чтобы снять головку блока, необходимо отвернуть ее болты. На некоторых двигателях момент затяжки болтов очень высок, особенно у болтов, работающих на пределе текучести. При отворачивании таких болтов желательно соблюдать определенные правила, предохраняющие болты от повреждения и поломок:

1) использовать инструмент, точно соответствующий шлицам головки болта (их количеству и размерам);

2) если болты имеют внутренние шлицы, то необходимо предварительно очистить их от загрязнений, иначе ключ не войдет в шлицы полностью и повредит их;

3) при чрезмерно больших усилиях страгивания болтов предварительно следует "обстучать" болты ударами молотка через ключ.

Эти правила нередко позволяют без повреждений отвернуть и другие "прикипевшие" болты в различных соединениях деталей двигателей.

Прокладка головки обычно "прилипает" к плоскостям блока и головки, поэтому перед снятием головки ее необходимо "оторвать" от блока. Для этого удобно пользоваться рычагами (большая отвертка, монтажная лопатка или другой аналогичный инструмент), прикладывая их вблизи углов головки. На этой операции нельзя опирать инструмент на плоскость стыка головки или блока, чтобы не повредить их. Освободив головку, ее легко снять, приподняв над блоком (рис. 7.1).

После снятия головки блока необходимо перевернуть двигатель, снять поддон картера (рис. 7.2) и маслоприемник или маслонасос (в зависимости от конструкции двигателя). Шатуны с поршнями следует вынимать поочередно, чтобы не перепутать их крышки. Если предполагается повторно использовать поршни, то прежде, чем вынимать их из блока, стоит оценить износ цилиндров. Так, при износе цилиндра свыше 0,1 мм выталкивание поршня вверх может привести к упору поршневых колец в уступ, образовавшийся на верхней части цилиндра (рис. 7.3), и поломке поршня.

Существуют различные приспособления для растачивания верхней части цилиндров, из которых следует отметить приспособление с центрированием по средней (малоизношенной) части цилиндра (рис. 7.4) и самоустанавливающийся по обрабатываемой поверхности инструмент типа зенкера. При отсутствии специальных приспособлений острый край "ступени"



Рис. 7.1. Снятие головки с блока цилиндров



Рис. 7.2. Снятие поддона картера двигателя



Рис. 7.3. Упор поршневых колец в "ступень" верхней части изношенного цилиндра, препятствующий выталкиванию поршней из цилиндров:
1 — поршень; 2 — стенка цилиндра; А — место возможной поломки поршня

можно притупить вручную шабером, сделанным из старого треугольного напильника.

Если использование старых поршней не планируется, износ цилиндров невелик или на их поверхности нет уступа (это иногда встречается даже при больших износах), то можно вынимать поршни с шатунами из блока и без подготовки. Для того, чтобы после отворачивания гаек легче было снимать крышку шатуна, можно поочередно слегка постучать по торчащим стержням болтов выколоткой из мягкого металла или просто ручкой молотка (рис. 7.5). Для шатунов с крышками, затягиваемыми болтами без гаек, ослабить крышку для последующего снятия можно, если отвернуть болты не полностью и также слегка ударить по их головкам. Далее следует надавить на поверхность разъема (или на болты) шатуна длинным стержнем из мягкого металла, например, алюминия, меди или латуни и вытолкнуть поршни с шатунами из цилиндров (рис. 7.6).

При необходимости, когда поршень из цилиндра выходит туго, можно постучать по стержню молотком, однако нельзя упираться стержень во вкладыш или поверхность постели, чтобы не повредить детали. После снятия каждого поршня следует сразу же установить крышку на шатун и слегка закрутить ("наживить") гайки не менее чем на 4-5 оборотов, чтобы они не потерялись при мойке.

У некоторых двигателей малого рабочего объема с "мокрыми" гильзами нельзя вынуть поршни с шатунами, не сняв гильзы в сборе с поршнями и шатунами из блока, если ширина нижней головки шатуна больше диаметра цилиндра.

Демонтаж "мокрых" гильз из блока цилиндров нередко бывает затруднен из-за коррозии по установочному цилиндрическому поясу на гильзах и блоке. Для снятия гильзы можно использовать оправку из мягкого материала, с помощью которой гильза "выбивается" или "выдавливается" из блока. Не рекомендуется применять подручные средства и стучать по нижней кромке гильзы, чтобы не повредить ее.

Если предполагается повторное использование поршней, их можно промаркировать (например, процарапать на днище поршней цифры - номера цилиндров), однако это не избавляет от измерений поршней и цилиндров перед сборкой и совершенно не означает, что поршни надо ставить строго в том же порядке. Маркировать шатуны не имеет смысла по двум причинам:

1) шатуны современных двигателей всегда одинаковы как по размерам, так и по весу (по крайней мере, должны быть такими);

2) шатуны не являются изнашиваемыми деталями, т.е. не прирабатываются к другим деталям. Правда, в конструкциях с плавающим пальцем изнашивается втулка в верхней головке шатуна, однако в подавляющем большинстве случаев даже при очень больших пробегах разница в размерах отверстия во втулках не превышает нескольких микрон. Такими отклонениями вполне можно пренебречь.

Не следует при разборке маркировать и вкладыши коленчатого вала, даже если планируется их повторное использование. Обычно зазоры в подшипниках в более или менее длительно работавшем двигателе достигают 0,08-0,09 мм и более. В то же время разница в толщине вкладышей по затертому (приработанному) и незатертому участкам рабочей поверхности, как правило, не превышает 0,010-0,015 мм (это можно измерить), т.е. во много раз меньше зазоров. Такими малыми различиями можно пренебречь и устанавливать вкладыши при сборке произвольно.

Достаточно большие проблемы возникают иногда при отворачивании центрального болта (гайки) шкива коленчатого вала. Эта операция требует специального инструмента - торцевых ключей, желательно с квадратом на 3/4. Прежде всего необходимо застопорить коленчатый вал относительно блока цилиндров. Наиболее удобно использовать здесь заостренный рычаг, опирающийся с одной стороны, на болт, вставленный в отверстие заднего фланца двигателя, и с другой - на зубья маховика (рис. 7.7). Для этой же цели можно применять специальные приспособления в виде зубчатых секторов, однако они не универсальны, т.е. на некоторые двигатели не подходят. Нельзя стопорить коленчатый вал рычагами с внутренней стороны блока, например, между стенкой блока и щеками коленчатого вала - это опасно, т.к. можно легко повредить блок.

При отворачивании болта (гайки) шкива коленчатого вала следует использовать рычаг длиной не менее 1 м. Если болт не страгивается даже при моментах свыше 700-800 Нм (это характерно для болтов, заворачиваемых на специальном клею), можно попробовать следующее:

1) обстучать головку болта. Для этого через медную выколотку по головке болта наносится 3-5 сильных ударов молотком;



Рис. 7.4. Приспособление для расточки верхней части цилиндра при большом его износе и образовании кольцевой ступени



Рис. 7.5. Обстукивание болтов шатуна тупым неметаллическим предметом для освобождения и снятия крышки



Рис. 7.6. Выталкивание поршня с шатуном из цилиндра

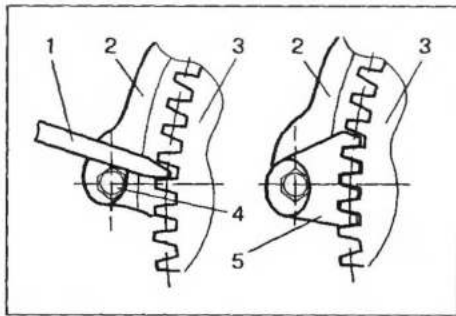


Рис. 7.7. Наиболее распространенные способы фиксации коленчатого вала от проворачивания:
а — рычагом через зубья маховика; б — с помощью зубчатого сектора; 1 — рычаг с заостренным плоским краем; 2 — блок цилиндров; 3 — маховик; 4 — болт; 5 — сектор

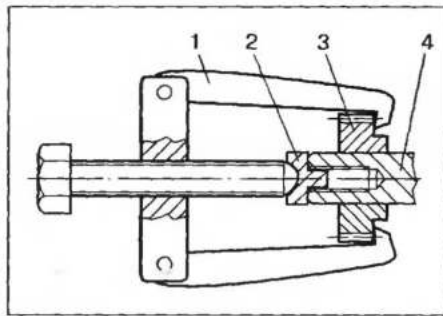


Рис. 7.9. Схема использования съемника для снятия шкивов (звездочек) с хвостовика коленчатого вала:
1 — съемник; 2 — упор болта съемника, предохраняющий вал от повреждения; 3 — шкив; 4 — хвостовик коленчатого вала

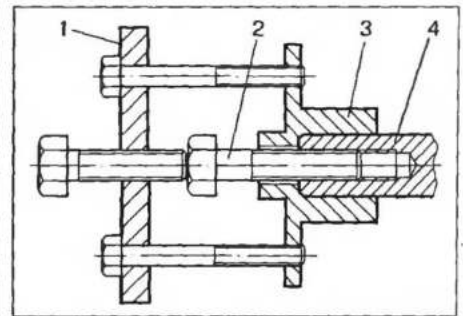


Рис. 7.11. Схема снятия шкива коленчатого вала при ограниченном доступе к торцу хвостовика:
1 — съемник; 2 — болт шкива, вывернутый наповал из хвостовика; 4 — хвостовик коленчатого вала; 3 — шкив

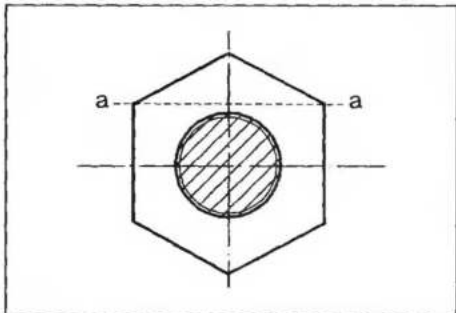


Рис. 7.8. При невозможности отвернуть гайку хвостовика коленчатого вала ее следует распилить по линии "а—а"

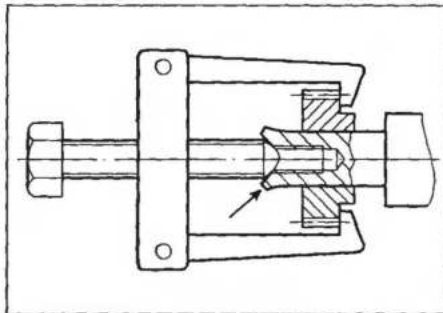


Рис. 7.10. Пример некачественной разборки - развальцовка хвостовика коленчатого вала болтом съемника до полной невозможности спрессовать шестерню

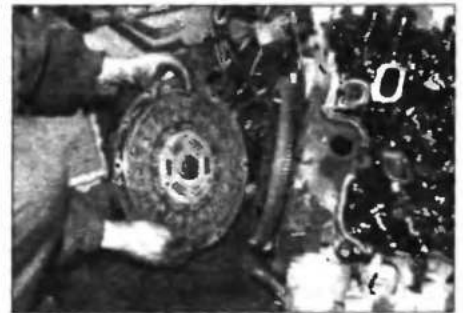


Рис. 7.12. Снятие муфты и диска сцепления

2) нагреть до $300+350^{\circ}$ головку болта газовой горелкой. Этот способ достаточно эффективен, но приводит к повреждению переднего сальника коленчатого вала, а иногда и демпфера крутильных колебаний.

Для гайки коленчатого вала, кроме указанных выше, возможен способ, предусматривающий ее распиливание вдоль резьбы (рис. 7.8). Однако подобный способ требует замены гайки.

Снятие шкива и других деталей с хвостовика коленчатого вала выполняется резьбовыми съемниками (рис. 5.40). Основное требование к этой операции - центральный болт съемника должен упираться в коленчатый вал только через специальную опору (рис. 7.9). Попытка упереть болт непосредственно в коленчатый вал приводит к повреждению базовой центральной фаски, а при небольшой разнице между диаметром болта и внутренним диаметром резьбы - к развальцовыванию хвостовика и невозможности снять детали (рис. 7.10). Реже, обычно в случае отсутствия резьбовых отверстий на шкиве, применяются универсальные съемники (рис. 5.41). При снятии деталей следует проявить осторожность и аккуратность, чтобы не повредить и не сломать их. Особая осторожность требуется при снятии шкивов зубчатых ремней, если они имеют торцевые направляющие поверхности или специальные диски - их деформация может в дальнейшем приводить к подрезу края и быстрому выходу из строя зубчатых ремней.



Рис. 7.13. Снятие маховика коленчатого вала

В некоторых конструкциях (FORD) передний шкив спереди за-

крывает хвостовик (рис. 7.11). Неопытные механики часто не могут отличить выступающую центральную часть шкива от хвостовика коленчатого вала и упирают в нее болт съемника. Результатом будет поломка съемника или детали. Для снятия шкива в подобных конструкциях следует завернуть болт коленчатого вала не до конца и упереть в него болт съемника (рис. 7.11).

При снятии шкивов и, особенно, гасителей крутильных колебаний с хвостовика коленчатого вала не рекомендуется применение молотка. Обычно молотком легко повредить шкивы. Неумелое обращение с молотком при работе с двигателем часто приводит вообще к необходимости замены тех или иных деталей.

После описанной операции демонтируется сцепление (для автомобилей с механической коробкой передач) и маховик (рис. 7.12 и 7.13). При снятии этих деталей не помешает сделать на них метки, если они ставятся неоднозначно. При отворачивании болтов сцепления и маховика используется описанное выше приспособление. Для того, чтобы не повредить болты, особенно с внутренними шлицами, может потребоваться их "обстукивание". Иногда для таких болтов удобна ударная отвертка, одновременно "обстукивающая" и отворачивающая болт.

Разборка двигателя завершается снятием крышек коренных подшипников и демонтажом коленчатого вала из блока. Перед снятием крышек коренных подшипников необходимо проверить их нумерацию. Обычно крышки имеют номера по возрасту от хвостовика коленчатого вала, однако некоторые двигатели (RENAULT и др.) могут иметь обратную нумерацию. Последующая ошибка при сборке приведет к выходу двигателя из строя.

После отворачивания болтов крышки не всегда легко отсоединяется от блока, особенно, если крышки и блок имеют высокие боковые центрирующие поверхности или высокие втулки. Обычно снятие упрощается при установке в отверстие крышки вместо болта стержня, которым крышка "раскачивается" и быстро снимается. Сложнее снять крышки блока, выис-

ненные за одно целое (см. рис. 2.4), т.к. для их герметизации при соединении с блоком используются различные клеи и герметики. При снятии важно не только "оторвать" крышки от блока (например, с помощью рычагов с разных сторон блока), но и не повредить плоскости сопряжения деталей.

7.2. Разборка отдельных узлов и агрегатов двигателя

Основными узлами и агрегатами, которые требуют обязательной разборки при выполнении сложного ремонта двигателя, являются головка блока цилиндров и маслососос. Обязательность их разборки диктуется необходимостью тщательной проверки состояния деталей - износов, зазоров в сопряжениях и деформаций.

Практика показывает, что после серьезных повреждений КШМ и/или ЦПГ, включая большие износы основных деталей, разборка распределительного механизма головки блока обязательна. Основная цель разборки головки - промывка деталей и каналов от грязи и частиц износа, проверка клапанов, обеспечение прилегания их тарелок к седлам (герметичность), замена маслосъемных колпачков. Пренебрежение этим правилом может свести "на нет" всю работу (какая бы сложная она ни была) даже на относительно новых двигателях с малым пробегом, не говоря уже о двигателях с большим пробегом, и обычно приводит к сохранению после ремонта тех или иных неисправностей, которые имел двигатель до ремонта. К ним можно отнести различные шумы и стуки неявного характера, повышенный расход масла, слишком низкое или высокое его давление, нарушение подачи масла при запуске и др.

Разборка головки включает снятие впускного и выпускного коллекторов и разборку распределительного механизма.

Снимать коллекторы с головки не рекомендуется, если соответствующие прокладки отсутствуют, а следов негерметичности на фланцах нет. Обычно прокладки коллекторов, особенно, впускного, сохраняют герметичность в течение всего срока службы двигателя, но при снятии коллекторов будут, скорее всего, повреждены. Кроме того, при отворачивании гаек крепления выпускного коллектора нередки случаи поломки шпилек, т.к. гайки за длительное время могут "прикипеть" к шпилькам. После поломки шпильку приходится высверливать (см. раздел 9.6), а это не очень просто, особенно, если головка изготовлена из алюминиевого сплава.

Коллекторы снимаются в обязательном порядке если:

- имеются новые прокладки коллекторов;
- имеются следы негерметичности на стыке с головкой;
- поврежден один из коллекторов (трещины, сколы и т.д.);
- обломаны шпильки крепления;

повреждена и требует ремонта головка блока (коллекторы обычно увеличивают габариты и мешают ремонту).

Снятие распределительного вала и деталей привода клапанов в большинстве конструкций не вызывает каких-либо затруднений. Наиболее просто это выполняется в схемах с разъемными опорами подшипников вала или съемным корпусом подшипников, а также в конструкциях с неразъемными опорами и осями коромысел, закрепляемыми на головке, либо с отдельными опорами (см. раздел 2.4.). Некоторые сложности обычно возникают только у схем с неразъемными опорами и приводом рычагами (FORD) или коромыслами, если их оси установлены в отверстиях головки (BMW). В первом случае необходимо завернуть регулировочные болты рычагов до упора, чтобы освободить рычаги и снять их. Во втором случае следует вынуть (выпрессовать) оси коромысел из головки.

Выпрессовка осей коромысел наиболее просто выполняется с помощью длинного стержня из мягкого материала (медь, алюминий, палатин). Стержень должен иметь диаметр на 0,2-0,5 мм меньше диаметра оси и небольшую фаску. Перед выпрессовкой из головки необходимо удалить фиксаторы осей и коромысел, иначе можно повредить детали. Выпрессовка выполня-

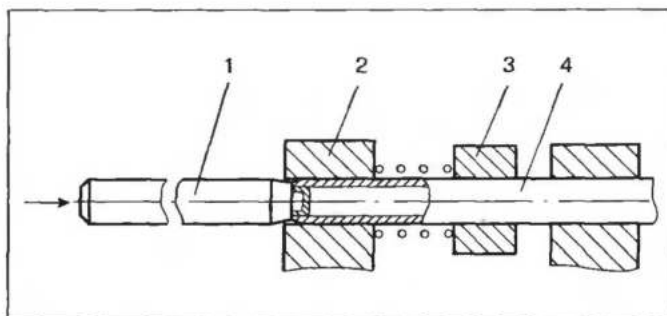


Рис. 7.14. Схема выпрессовки оси коромысла: 1 — стержень из "мягкого" металла; 2 — головка блока; 3 — коромысло; 4 — ось

ется легкими ударами молотка по стержню, упирающемуся в торец оси (рис. 7.14). Если на деталях нет отложений нагара, то данная операция не вызывает больших трудностей - оси выходят довольно легко. Нагар на осях значительно затрудняет работу, поэтому в подобных случаях его следует по возможности снять вручную (например, железной щеткой) и дополнительно смазать оси. При выпрессовке "грязных" осей можно повредить оси и отверстия в коромыслах.

После снятия распределительного вала необходимо разобрать пружины клапанов и снять клапаны.

Разборка пружин осуществляется с помощью специальных приспособлений (см. раздел 5.2.). Все приспособления для клапанов обеспечивают нажатие на края тарелки пружины. При этом с противоположной стороны клапана требуется упор в его тарелку (рис. 7.15). Подобный упор есть только у некоторых приспособлений, охватывающих головку с двух сторон. Используя другие ("односторонние") приспособления, следует положить головку на плоское основание и подложить под тарелку разбираемого клапана шайбу, ограничивающую его ход, но при этом нельзя прикладывать больших усилий, чтобы не деформировать клапан.

При установке приспособлений на головке необходимо исключить или по возможности уменьшить перекосы между направлением усилия и стержнем клапана. Если используются односторонние приспособления, следует правильно подобрать место зацепления рычага. Это может быть гайка, накрученная на шпильку головки, или болт, завернутый в резьбовое отверстие. Возможно также использование длинного болта с гайкой, устанавливаемого в отверстия болтов крепления головки к блоку, и другие варианты.

Разборка пружины клапана часто затрудняется из-за заклинивания сухарей в коническом отверстии тарелки. Чтобы освободить сухари, можно приложить усилие к тарелке и слегка (!) ударить молотком по приспособлению в месте нажатия на тарелку (рис. 7.16). При этом желательно, чтобы тарелка клапана упиралась в центре, а не на краю, иначе можно погнуть клапан.

Некоторые особенно "опытные" механики предпочитают разбирать пружины ударом молотка по трубе, упираемой в тарелку пружины. Результатом такой работы обычно являются потерянные сухари, гнутые клапаны и глубокие забоины на верхней

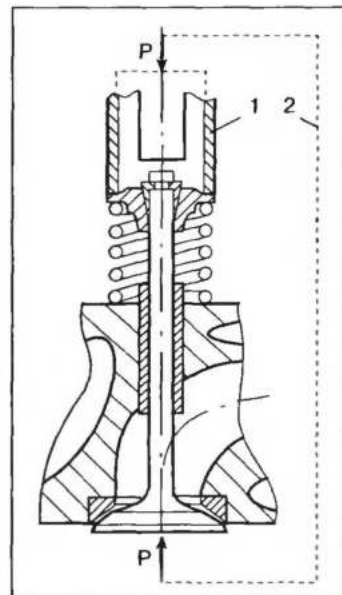


Рис. 7.15. Общая схема работы приспособлений для разборки/сборки пружин клапанов: 1 — нажимающее кольцо приспособления; 2 — силовая связь, обеспечивающая усилия P нажатия на тарелку пружины и упора в тарелку клапана

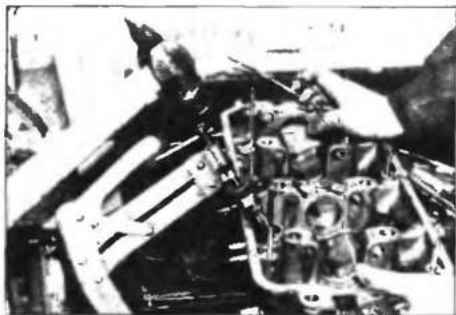


Рис. 7.16. "Расклинивание" сухарей клапана легким ударом молотка по приспособлению



Рис. 7.17. Снятие сухарей с помощью специальных пассатижей с острыми губками или пинцета



Рис. 7.18. При снятии маслоотражательных колпачков пассатижами надо стараться не повредить направляющие втулки клапанов

части стержней клапанов (там, где стержень уплотняется маслоотражательным колпачком). Последнее является причиной увеличения расхода масла у отремонтированного двигателя.

Следует проявлять осторожность при разборке пружин клапанов у головок с цилиндрическими толкателями. При этом часть приспособления нажимающая на тарелку пружины должна иметь диаметр меньше диаметра толкателя на 1-2 мм. Необходимо также исключить перекосы приспособления при нажатии на тарелку пружины. Неаккуратность при разборке пружин может оказаться причиной повреждения гнезда (отверстия) толкателя в головке.

После сжатия пружины приспособлением необходимо аккуратно вынуть сухари, для чего удобно использовать пинцет или специальные пассатижи с длинными губками (рис. 7.17). Сухари при разборке пружин следует складывать в отдельную коробку - потеря сухаря, особенно для новых и редких двигателей, вещь весьма неприятная.

Сняв пружины и клапаны, следует снять маслоотражательные колпачки. Для этого можно использовать специальные цанговые приспособления (см. раздел 5.2.), однако они не всегда помогают, особенно, если колпачок "прикипел" к направляющей втулке. Кроме того, большое количество типоразмеров колпачков и многообразие их конструкций не позволяют использовать универсальные приспособления.

При отсутствии подходящего приспособления для снятия колпачков следует придерживаться некоторых простых правил. Вначале колпачок необходимо "стронуть" с места. Для этого можно использовать пассатижи, с помощью которых колпачок проворачивается на втулке (рис. 7.18). Только после этого колпачок снимается со втулки. Не стоит сразу пытаться "сорвать" колпачок со втулки без предварительного прокручивания - можно повредить направляющую втулку или другие элементы головки блока.

Разборка клапанного механизма заканчивается снятием опорных шайб пружин - забывчивость на этой операции приводит к потере шайб при последующем ремонте головки.

У дизелей кроме разборки клапанного механизма часто возникает необходимость снятия форсунок. У многих современных двигателей отвернуть форсунки можно высоким торцевым ключом на 27 мм, после чего следует сразу вынуть противопригарные шайбы из гнезд форсунок в головке во избежание их утери.

Разборка масляного насоса обязательна при проведении сложного ремонта двигателя. Разборка дает возможность удалить грязь из каналов корпуса, позволяет выявить состояние шестерен и корпуса, зазоры в сопряженных деталях, а также работоспособность редукционного клапана. В практике ремонта двигателей известны случаи, когда установка на собираемый двигатель старого насоса без разборки и контроля его состояния приводила к достаточно серьезным дефектам и неисправностям.

Независимо от конструктивной схемы все масляные насосы имеют корпус с шестернями и крышку. Для разборки, очевидно, следует отвернуть болты, притягивающие крышку к корпусу, и снять крышку. У насосов с шестернями внутреннего зацепления

и приводом от переднего носка коленчатого вала крышка может быть закреплена винтами с потайными головками. Это часто требует применения ударной отвертки (рис. 7.19). В подобных случаях следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить корпус, неправильно опирая его с обратной стороны.

На насосах с приводом шестеренной передачей от дополнительного или распределительного валов после снятия крышки можно вынуть из корпуса ведущий валик и ведомую шестерню (рис. 7.20). У многих насосов с приводом от зубчатого ремня или роликовой цепи шкив (шестерня) привода закрепляется на ведущем валике болтом или гайкой. Чтобы отвернуть болт (гайку), необходимо зажать шкив в тисках, после чего снять его с валика и вынуть валик из корпуса.

Довольно редко встречаются конструкции (ТОУОТА), где и шестерня (шкив, звездочка) привода и ведущая шестерня насоса напрессованы на валик с двух сторон. Насосы такого типа, как правило, не удается разобрать обычными способами (например с помощью съемников). Поэтому контроль состояния деталей приходится осуществлять без разборки узла. При обнаружении больших износов в подобных насосах приходится либо менять насос, либо использовать специальные способы разборки для последующего ремонта, например, высверливание валика (см. раздел 9.7.).

Разборка редукционного клапана не представляет, как правило, каких-либо проблем и является достаточно очевидной операцией. Следует только иметь в виду, что не у всех двигателей редукционный клапан расположен в корпусе насоса - часто встречаются конструкции с редукционным клапаном на переходнике масляного фильтра, установленного на блоке цилиндров. Так или иначе, редукционный клапан должен быть разобран для контроля, ремонта или замены независимо от его расположения на двигателе.

Кроме указанных узлов и агрегатов при ремонте двигателя часто приходится снимать поршни с шатунов. Эта работа осуществляется различными способами в зависимости от конструкции поршня - с плавающим или запрессованным в шатун пальцем.

В конструкциях с плавающим пальцем необходимо вначале снять стопорные кольца из канавок в отверстиях поршня. Для этого под стопорное кольцо заводится остро отточенный инструмент, которым кольцо аккуратно поддевается и вынимается из канавки (рис. 7.21). Иногда для снятия кольца следует не-



Рис. 7.19. Отворачивание винтов крышки масляного насоса с помощью ударной отвертки



Рис. 7.20. Снятие ведущего валика маслоснаб-соча



Рис. 7.21. Снятие стопорного кольца порш-невого пальца



Рис. 7.22. Выталкивание плавающего пальца из поршня с помощью технологического пальца

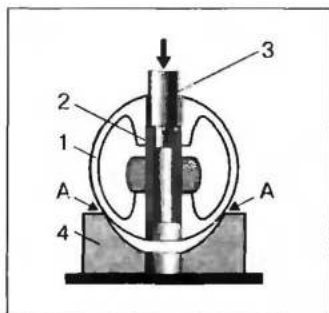


Рис. 7.23. Поломка поршня при выпрессовке пальца в случае использования подкладки меньшего радиуса:

1 — поршень; 2 — палец; 3 — толкатель; 4 — оправка; А — места возникновения трещин на поршне

много сдвинуть поршневой палец, чтобы он не мешал выходу кольца из канавки. Чтобы кольцо не "улетело", его нужно придерживать большим пальцем левой руки.

После снятия колец палец выбивается из отверстия (рис. 7.22). При этом желательно держать поршень с шатуном рукой на весу, чтобы не повредить детали.

Палец, имеющий неподвижную посадку в шатуне, выпрессовывается на прессе гидравлическим домкратом или приводом (рис. 5.43). Для подавляющего большинства поршней при выпрессовке пальца используются специальные радиусные подкладки. Радиус подкладки должен быть несколько (на 1÷5 мм) больше радиуса цилиндра, чтобы опора поршня была вблизи отверстия пальца. Выпрессовка пальца с подкладкой меньшего радиуса приводит к упору в тонкую юбку и поломке поршня (рис. 7.23).

Палец выпрессовывается ступенчатой оправкой, имеющей центрирующий пояс, входящий в отверстие пальца. Наружный диаметр оправки должен быть меньше диаметра пальца на 0,5÷2,0 мм, чтобы оправка не уперлась в бобышку поршня или шатун и не повредила детали.

Некоторые поршни, в основном, американских двигателей, имеют холодильник продолженный вниз до нижнего края. Использование радиусной подкладки в этом случае приводит к перекоосу и поломке поршня. Чтобы предотвратить поломку и исключить перекоос между подкладкой и холодильником можно установить дополнительную подкладку (рис. 7.24). Иногда хорошие результаты дает плоская подкладка с отверстием, обеспечивающая опору поршня не на наружную поверхность, а на холодильник у отверстия пальца (рис. 7.25).

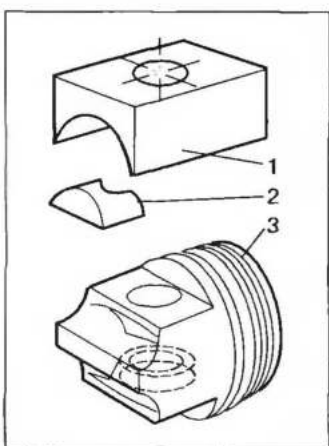


Рис. 7.24. Использование дополнительной подкладки при выпрессовке пальца из шатуна с поршнем, имеющим продолженный вниз холодильник:

1 — основная подкладка; 2 — дополнительная подкладка под холодильник; 3 — поршень

После освобождения и снятия шатуна палец часто "закусывает" в отверстии одной из бобышек поршня. Для снятия пальца удобно использовать ступенчатую оправку, с помощью которой палец можно выбить из отверстия, удерживая поршень на весу.

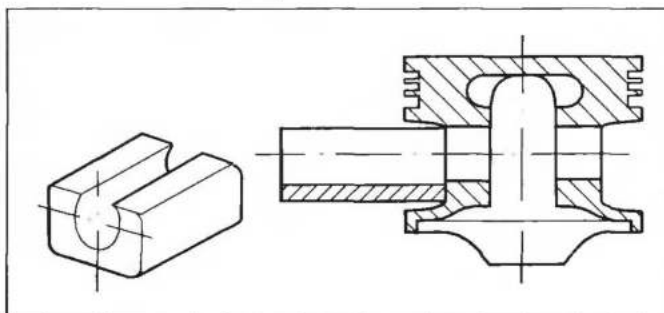


Рис. 7.25. Специальная оправка для распрессовки шатуна и пальца с упором в холодильник поршня

7.3. Особенности частичной разборки двигателя, установленного на автомобиле

Частичная разборка двигателя применяется, в основном, при выполнении текущего ремонта, когда нет повреждений коленчатого вала и блока цилиндров. Наиболее часто частичная разборка двигателя включает снятие головки блока, поддона картера, поршней с шатунами, а также шкивов и передней крышки блока.

В целом работы по частичной разборке мало отличаются от уже описанных выше работ по снятию и разборке двигателя, но имеют свои особенности. Как правило, большинство таких работ выполнить на снятом двигателе проще и удобнее, чем на автомобиле, но, очевидно, снимать из-за этого двигатель не имеет смысла. Планируя подобные работы, следует также иметь в виду, что у некоторых двигателей (в основном, полноприводных автомобилей) снять поддон без снятия двигателя или раздаточной коробки невозможно.

Другой особенностью частичной разборки, о которой необходимо помнить, является сложность обеспечения чистоты при работе и в том числе при последующей сборке. Несколько уменьшить, но не устранить, попадание грязи в двигатель при его частичной разборке помогает предварительная мойка двигателя снаружи специальными составами и водой под давлением. Перед снятием головки не следует забывать выставить коленчатый вал, распределительный вал и насос высокого давления (у дизелей) по меткам, имеющимся на этих деталях, аналогично тому, как это описано в разделе 7.1.

Для снятия поддона картера у двигателей автомобилей с классической компоновкой следует отсоединить опоры двигателя и приподнять его подъемным устройством. Это обеспечивает ход поддона вниз и выход его из-под маслоприемника. Однако ход поддона вниз ограничен балкой (поперечиной) передней подвески. На некоторых автомобилях поднять двигатель достаточно высоко над опорами не удастся, т.к. коробка передач упирается снизу в днище кузова. Иногда также не удастся приподнять двигатель из-за упора головки блока в стенку моторного отсека. В подобных случаях, как правило, удается снять маслоприемник через щель между поддоном и



Рис. 7.26. Пример ограниченного доступа к передней части двигателя, закрытой агрегатами



Рис. 7.27. Ручная мойка деталей кистью с моющим раствором



Рис. 7.28. Ручная очистка сильнозагрязненных деталей твердой щеткой (от нагара и твердых отложений)

блоком, после чего можно без проблем снять и поддон. У переднеприводных автомобилей с поперечным расположенным двигателем проблем при снятии поддона гораздо меньше - обычно достаточно снять соответствующие кожухи и приемную трубу глушителя (если она проходит под поддоном картера), хотя на некоторых автомобилях требуется также демонтировать продольные силовые элементы передней подвески.

В практике ремонта нередко возникает необходимость разборки передней части двигателя, например, для замены зубчатого ремня, переднего сальника коленчатого вала, цепи или других деталей. Основные трудности при выполнении таких работ связаны, как правило, с ограниченным доступом к этой части двигателя из-за близкого расположения элементов кузова. Так, при поперечном расположении двигателя передняя его часть может быть практически вплотную придвинута к лонжерону и брызговику, а при продольном - к передней панели кузова (рис. 7.26). В первом случае у большинства автомобилей возможен доступ к шкиву и передней крышке через нишу колеса, а во втором - часто приходится снимать радиатор. Кроме того, на современных автомобилях на двигателе установлено большое число агрегатов (генератор, насос гидроусилителя руля, компрессор кондиционера, воздушный компрессор системы снижения токсичности и др.), которые обычно закрывают переднюю часть двигателя. Как правило, их приходится демонтировать в ограниченном пространстве, что нередко требует применения специального инструмента.

7.4. Мойка деталей двигателей

Мойка деталей двигателя является весьма ответственной операцией, во многом определяющей качество последующих этапов работы и всего ремонта в целом. Необходимость мойки деталей после разборки диктуется, в первую очередь, требованием их чистоты при дефектации - грязь делает невозможными точные измерения и часто скрывает дефекты деталей, легко обнаруживаемые после мойки.

При ремонте двигателей применяются два основных вида мойки - ручная и автоматизированная. Ручная мойка часто применяется на небольших ремонтных предприятиях. Технология ее достаточно проста - деталь или узел устанавливается в специальном поддоне и моется при помощи кисти и моющего раствора (рис. 7.27). В качестве моющего раствора часто применяются бензин, керосин и содовый раствор.

Наименее удачной моющей жидкостью является бензин. Главные его недостатки - высокая летучесть паров и связанные с этим пожароопасность и токсичность, особенно в закрытых помещениях. Кроме этого, пары бензина (углеводороды) оказывают вредное воздействие на окружающую среду в целом. Бензин не смывает до конца мелкие частицы пыли, грязи и, особенно, абразива после ремонта деталей, из-за чего мойка деталей только в бензине, еще практикуемая во многих малых ремонтных мастерских, не может считаться качественной. Помимо всего прочего, бензин вредно действует на резиновые манжеты и уплотнения деталей и агрегатов. Преимуществом бензина является быстрое растворение масляных загрязнений, а также

обезжиривание деталей, иногда позволяющее после мойки и сушки обнаружить на них трещины и другие дефекты.

Керосин значительно менее пожароопасен, и его пары практически не летучи (по сравнению с бензином), однако он токсичен при длительном воздействии на кожу рук. Его моющие свойства значительно хуже, чем у бензина, из-за более высокой вязкости. Детали после мойки в керосине остаются маслянистыми и хорошо "притягивают" пыль и грязь. Вследствие этого керосин при ремонте двигателя может иметь только вспомогательное значение.

В отличие от бензина и керосина содовый раствор нетоксичен (исключая его раздражающее действие на кожу рук) и абсолютно безопасен. Его недостатками является то, что он эффективен, в основном, только в горячем состоянии, с трудом отмывает сильно загрязненные детали сложной конфигурации и вызывает коррозию алюминиевых деталей. В условиях малых мастерских его применение менее удобно (требуется подогрев и частая смена раствора). Находят применение и другие моющие вещества и специальные синтетические моющие жидкости. В связи с повышением требований к экологической чистоте производства, в том числе ремонтного, применение специальных моющих жидкостей в настоящее время практически не имеет альтернативы.

При больших объемах ремонтных работ по двигателям (более 8-10 двигателей в месяц) ручная мойка становится неэффективной из-за низкой производительности. Поэтому на средних и больших ремонтных предприятиях целесообразно применение моющих установок для двигателей. Такие установки выпускаются различными фирмами и обеспечивают мойку как крупных, так и мелких деталей с подогревом и очисткой загрязненного раствора. Несмотря на высокую эффективность подобных установок, ручную мойку не удастся полностью исключить из ремонтного процесса, т.к. предварительную очистку сильно загрязненных деталей часто все равно приходится делать вручную.

Независимо от способа мойки деталей и используемого моечного оборудования мойка представляет собой комплекс операций, выполняемых в следующем порядке:

- 1) очистка наружных поверхностей деталей от грязи;
- 2) очистка внутренних полостей и каналов от нагара и частиц износа деталей;
- 3) очистка поверхностей сопряжений деталей от уплотнительных элементов (прокладки, герметики);
- 4) промывка деталей;
- 5) продувка внутренних каналов и сушка деталей.

Практика показывает, что для разных этапов мойки в зависимости от степени загрязнения деталей могут потребоваться различные средства. Сильно загрязненные снаружи двигатели, особенно, имевшие течь рабочей жидкости по стыкам деталей, требуют обычно механической очистки наружных поверхностей с помощью железных щеток или скребков (рис. 7.28). Аналогичные инструменты приходится использовать для предварительной очистки внутренних полостей деталей, если на них имеются большие отложения нагара. Очистку поверхностей сопряжения деталей от старых прокладок целесообразно выпол-

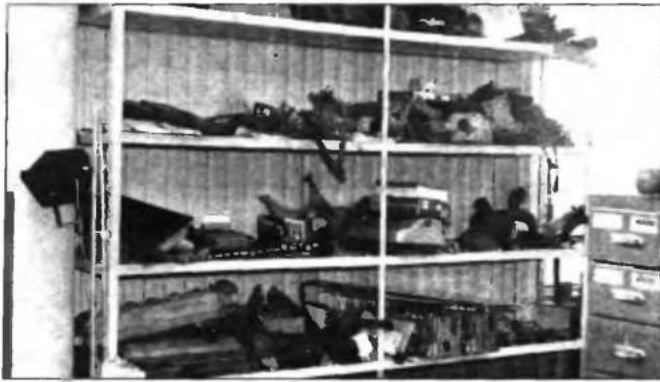


Рис. 7.29. Хранение деталей разобранных двигателей на стеллаже

нять шабером. При этом следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить поверхности и не оставить на них глубокие царапины. Не нужно очищать поверхность какой-либо детали от старой прокладки, если эта прокладка не повреждена, а новой прокладки нет, в противном случае ее придется приобрести или изготовить. Исключение составляет прокладка головки блока, заменяемая независимо от ее состояния.

После промывки деталей нередко требуется повторная механическая очистка. Сильно загрязненные детали перед очисткой можно положить в моющий раствор, чтобы размягчить загрязнения.

Продувка внутренних каналов является достаточно эффективным способом их очистки от стружки и грязи. Для продувки необходимо использовать сжатый воздух от компрессора с давлением порядка 0,6–0,8 МПа. Желательно использовать специальные насадки для подачи воздуха в каналы.

При мойке деталей и узлов особое внимание следует обращать на впускной коллектор тех двигателей, которые имели повреждения днища поршней и поверхностей камер сгорания вследствие разрушения каких-либо деталей (например, клапанов, их седел и др.). Обломки деталей попадают при этом не только в выхлопную систему, но и во впускные каналы.

Не лишним будет напомнить, что не следует мыть агрегаты, имеющие закрытые подшипники качения. К таким агрегатам относятся натяжные и направляющие (паразитные) ролики ремней, насосы системы охлаждения, генераторы и др. Вместе с моющими растворами в подшипники попадает грязь, а также вымывается смазка, что приводит к быстрому выходу их из строя. При сильном наружном загрязнении указанных агрегатов их надо протереть ветошью, слегка смоченной моющей жидкостью.

Следует отметить, что несмотря на очевидность многих операций и безусловную важность тщательной мойки деталей с точки зрения достижения высокого качества ремонта на практике мойкой часто пренебрегают. Нередки случаи, когда детали либо не моют вообще, либо делают это кое-как. Основная причина этого заключена в непонимании процессов, происходящих в двигателе. Последствия такого непонимания достаточно серьезны и изложены в разделе 12.

7.5. Хранение деталей разобранных двигателей

После того, как двигатель разобран и все его детали вымыты, следует позаботиться об их хранении. В данном случае речь идет о неизношенных деталях, которые не требуют ремонта, в том числе крепежные детали, кронштейны, крышки, кожухи и т.д.

Очевидно, при мелком ремонте двигателя специального хранения деталей, как правило, не требуется, т.к. работа занимает немного времени, и снятые детали достаточно быстро устанавливаются на автомобиль. Однако уже в текущем и, особенно, сложном ремонте двигателя автомобиль может находиться значительное время. За это время обычно ремонтируются изношенные детали и ожидаются заказанные запасные части. Не участвующие в ремонтном процессе детали должны храниться так, чтобы была обеспечена их целостность до сборки и установки двигателя на автомобиль.

Вопросы хранения деталей разобранного двигателя не так второстепенны, как может показаться на первый взгляд. Из практики известно немало случаев утери тех или иных деталей из-за небрежного хранения. Обычно проблемы, связанные с хранением, начинаются тогда, когда число одновременно ремонтируемых двигателей в мастерской превышает трех-четыре. При этом утеря той или иной детали совсем необязательно означает ее утрату - возможно, что вследствие допущенной небрежности она попала, например, туда, где хранятся детали другого разобранного двигателя.

Чтобы избежать неприятностей, связанных с хранением деталей, желательно соблюдать определенные правила:

1) крупногабаритные и прочие детали и агрегаты, не относящиеся непосредственно к двигателю, должны храниться отдельно от двигательных. К ним относятся радиатор, кожухи, шланги, крепежные детали и т.д. При отсутствии специального склада (его не всегда удается организовать, особенно, на ограниченных площадях малой мастерской) эти детали можно аккуратно сложить в багажнике ремонтируемого автомобиля. Использование багажника для хранения деталей подразумевает их чистоту и защиту обивки багажника от повреждения;

2) детали, непосредственно относящиеся к двигателю и необходимые для его последующей сборки, должны храниться в специально отведенном для этого месте. Это может быть стеллаж, специальные ящики или контейнеры. При складывании деталей те из них, которые должны быть измерены и, возможно, отремонтированы, также желательно хранить отдельно от остальных и так, чтобы их было удобно достать. Крепежные и другие мелкие детали необходимо хранить в небольших прочных ящиках;

3) поскольку внутренние детали двигателя не имеют защитных покрытий, для их длительного (более 5–10 дней) хранения необходимо теплое помещение и пониженная влажность, иначе к моменту сборки двигателя на них появятся следы коррозии;

4) детали одного двигателя должны храниться компактно. Желательно также промаркировать место хранения, чтобы нельзя было перепутать детали разных двигателей.

Требования к порядку хранения деталей значительно возрастают при увеличении количества одновременно ремонтируемых двигателей, и небрежность при хранении сразу приводит к увеличению трудоемкости (время, затрачиваемое на поиски деталей) и стоимости (если деталь не найдена) ремонта.

Опыт показывает, что поврежденные и требующие замены детали, в том числе, поврежденные прокладки, сальники, вкладыши и др., необходимо хранить до сборки двигателя. Это обусловлено тем, что при получении новых деталей случаются ошибки, а наличие образца позволяет идентифицировать деталь и при необходимости исправить ошибку.

Глава 8. ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ И ПОДГОТОВКА ИХ К РЕМОНТУ

Основная цель дефектации двигателя - определение степени износа и/или повреждения всех его деталей. Это необходимо для того, чтобы, с одной стороны, приобрести необходимые запасные части, а с другой - определить те детали, которые могут быть отремонтированы или восстановлены.

Данный этап ремонта требует определенных навыков, опыта, аккуратности и терпения. После длительной эксплуатации двигатель обычно имеет большое количество изношенных или поврежденных деталей и поверхностей. Вследствие этого не следует полагаться на память - необходимо записывать все размеры изношенных поверхностей и повреждения деталей. Это исключает в дальнейшем уже при сборке обнаружение ранее незамеченных или забытых поврежденных, но не отремонтированных и не замененных деталей и, соответственно, увеличение сроков ремонта двигателя.

Дефектация является достаточно сложным и длительным процессом, предполагает высокую квалификацию и опыт специалистов, выполняющих контроль и измерение деталей. Эта работа возможна только после мойки деталей, иначе выполнить точные измерения невозможно из-за попадания грязи

под ножку того или иного измерительного прибора.

При проверке и измерении деталей можно ориентироваться на табл. 8.1, где указаны основные детали и поверхности, требующие обязательного контроля. Результаты измерений и проверок рекомендуется заносить в Акт дефектации (табл. 8.2), чтобы впоследствии сделать вывод о необходимости ремонта или замены тех или иных деталей.

Как уже указывалось в разделе 5.4., особое внимание должно быть обращено на детали со следами ранее выполненного ремонта. Практика показывает, что пока еще существуют мастерские и "гаражные умельцы", действующие по известному принципу - "после меня хоть потоп". Результатом их "работы" являются кривые коленчатые валы, расточенные под произвольные размеры головки шатунов, "осажденные" (т.е. обработанные по плоскости разъема) крышки шатунов и коренных подшипников, гильзы цилиндров, установленные без натяга в блоке, сорванные резьбы и т.д. и т.п. Обычно более 40-50% "отремонтированных" подобным образом деталей с большим трудом поддаются восстановлению либо вообще неремонтопригодны и требуют замены.

Таблица 8.1. Узлы, детали и их поверхности, требующие обязательного контроля при ремонте двигателей

Деталь	Что контролируется
Коленчатый вал	диаметры (износ) шеек; взаимное биение коренных шеек; биение вспомогательных поверхностей относительно коренных шеек; состояние (износ) упорных поверхностей.
Блок цилиндров	диаметры (износ) постелей; соосность постелей; диаметры (износ) цилиндров; состояние поверхности цилиндров (риски, царапины и другие дефекты); верхняя плоскость; трещины на различных поверхностях.
Шатуны	диаметр (износ, деформация) отверстия нижней головки; диаметр отверстия верхней головки; деформация стержня.
Поршни	размер юбки (износ); высоты канавок поршневых колец; диаметр (износ) отверстия поршневого пальца; трещины и другие дефекты.
Поршневые кольца и пальцы	износ наружной поверхности (ширина замка в цилиндре или калибре); износ торцевых поверхностей (высота колец).
Головка блока цилиндров	нижняя плоскость (деформация); диаметры (износ) отверстий подшипников распределительного вала; соосность отверстий подшипников; диаметры (износ) отверстий направляющих втулок клапанов; трещины на поверхностях камер сгорания, между седлами клапанов и на других поверхностях.
Газораспределительный механизм	диаметры опорных шеек распределительного вала; взаимное биение опорных шеек и кулачков; износ кулачков; износ толкателей; диаметры (износ) отверстий коромысел; диаметр (износ) оси коромысел; диаметр (износ) стержней клапанов; износ фасок клапанов.
Привод распределительного вала	износ цепи (ремня) ГРМ; состояние подшипников роликов ремня; состояние (износ) зубьев звездочек (шкивов); состояние упорных поверхностей шкивов; состояние кожуха ремня; состояние натяжителя цепи (ремня) и успокоителей цепи.
Система смазки	износ шестерен и корпуса масляного насоса; состояние редукционного клапана; состояние маслоприемника.
Система охлаждения	легкость вращения и люфт валика насоса; следы подтекания жидкости через дренажные отверстия на корпусе насоса.
Прочие детали и узлы	диаметры (износ) опорных шеек вспомогательных валов; диаметры (износ) отверстий подшипников вспомогательных валов; трещины в поддоне картера; износ деталей сцепления; состояние опср двигателя; трещины в выпускном коллекторе.

Таблица 8.2. Порядок контроля и измерения деталей разобранного двигателя (Акт дефектации) с указанием максимально допустимого износа и/или деформации

1. Биение коленчатого вала на призмах:

хвостовик	передний сальник	средние коренные шейки				задний сальник	примеч.
0,03 max	0,03 max			0,04*max		0,03 max	

* для неизношенных валов. Величина 0,10 мм и более требует правки вала перед шлифованием.

2. Размеры шеек коленчатого вала:

шейки	1	2	3	4	5	6	STD	износ, эллипс
коренные								0,01*max
шатунные								0,01*max

* от минимально допустимого размера

3. Состояние вкладышей: износ

коренные		0,01 max
шатунные		0,01 max
упорные		0,03 max
попукольца		

4. Упорные поверхности коленчатого вала:

состояние	
размер (износ)	0,03 max

5. Размеры цилиндров и поршней:

	1	2	3	4	5	6	7	8	STD
диаметр цилиндров снизу									
то же, по изношенной поверхности									
максимальный износ цилиндров									0,05 max
эллипс цилиндров									0,04 max
размер юбки поршней									
зазор в цилиндре									0,10 max

6. Диаметры постелей в блоке:

1	2	3	4	5	6	7	STD
							0,02* max

* эллипс

7. Состояние шатунов:

	1	2	3	4	5	6	7	8	STD
диаметр нижней головки									0,02* max
диаметр верхней головки									0,01** max
деформация стержня									0,03*** max

*- эллипс, **- износ, ***- на диаметре цилиндра

8. Износ и деформация постелей блока:

0,02 max

9. Деформация плоскостей:

блока	0,05 max
головки	0,06 max

10. Зазор в замках колец:

верхнее	среднее	маслосъемное
0,7 max	0,7 max	0,7* max

* 0,12 для дисков

11. Износ торцов колец и канавок поршней:

высота верхних канавок	
высота колец	
зазор в канавке	0,10* max

* 0,13 max для дизелей

12. Состояние сальников:

передний	задний	распред.вал	вспомог.вал	прочие		примечание

13. Износ газораспределительного механизма:

			STD
размер шеек распред.вала			
диаметр постелей			
зазор в подшипниках			0,12 max
биение шеек			0,04 max
деформация постелей		0,02 max	
износ кулачков			
износ толкателей			
износ осей коромысел		0,02 max	

14. Износ клапанов и втулок:

впускные клапаны	0,02 max
выпускные клапаны	0,02 max
направляющие втулки	0,03 max

15. Масляный насос

шестерни	
корпус	
торцевой зазор	0,08 max

16. Состояние прокладок:

впускной коллектор	
выпускной коллектор	
поддон	
крышка головки	

17. Состояние сцепления:

муфта	
ведомый диск	
выжимной подшипник	

18. Прочие неисправности:

1	
2	
3	

Для выполнения дефектации надо иметь весь необходимый измерительный инструмент (см. раздел 5.2.). Отсутствие какого-либо инструмента не позволяет обеспечить высокое качество ремонта, т.к. нельзя достоверно определить состояние и необходимость ремонта или замены большого числа деталей двигателя.

8.1. Технология измерения основных деталей двигателей

Рассмотрим более подробно технологию измерения и контроля основных деталей двигателя, пользуясь табл. 8.2.

У коленчатого вала предварительно следует визуально проверить состояние поверхности шеек. Глубокие риски (рис. 8.1) обычно свидетельствуют о необходимости его ремонта, даже если измерение не показывает заметного износа. В то же время гладкая поверхность шеек совершенно не означает, что вал не изношен - известны случаи, когда при практически идеальном внешнем состоянии шейки имели недопустимый износ, а вал в целом - большую деформацию.

Деформация вала контролируется на призмах стойкой с индикатором, имеющим удлиненную ножку (рис. 8.2). При измерении вал следует установить на крайние коренные шейки. Далее, уперев ножку индикатора поочередно в середину одной из средних шеек, вал поворачивается на один оборот. Максимальное отклонение стрелки (между крайними значениями) показывает биение шейки. Если на шейке наблюдается неравномерный по ширине износ, то обычно он меньше в середине, где и следует проводить измерение. Ближе к краям коренной шейки на результат измерения может повлиять овальность шейки из-за неравномерного износа.

Допустимое биение средних коренных шеек вала относительно крайних не превышает обычно $0,05 \pm 0,06$ мм. Учитывая, что новые валы имеют биение менее $0,010 \pm 0,015$ мм, рекомендуется при биении свыше $0,04 \pm 0,05$ мм ремонтировать вал (см. раздел 9.4.).

Помимо биений средних шеек необходимо проверить биение хвостовика и поверхностей под сальники (рис. 8.3). Это

особенно важно для уже ранее отремонтированного вала. Вследствие неквалифицированного ремонта вспомогательные поверхности могут иметь большое биение относительно коренных шеек, что может повлиять не только на ремонтный размер вала, но и на технологию его последующего ремонта в целом (разделы 9.3., 9.4.). Взаимное биение крайних коренных шеек и вспомогательных поверхностей (хвостовик, поверхности под сальники и др.) не должно превышать $0,02 \pm 0,03$ мм, иначе невозможно обеспечить ресурс уплотнений вала и элементов привода распределительного вала (ремень, цепь, натяжитель и т.д.).

Взаимные биения шеек и поверхностей коленчатого вала можно также проверить в неподвижных центрах в токарном станке, однако такой способ проверки более целесообразен при подготовке вала к ремонту (см. разделы 8.2., 9.3. и 9.4.).

Размеры шеек вала удобно измерять микрометром (рис. 8.4). При измерении следует установить микрометр на шейку и вращать измерительную головку прибора до появления характерных щелчков "трещотки", ограничивающей усилие сжатия шейки губками прибора. Одновременно необходимо слегка покачивать прибор в двух плоскостях в окружном и осевом направлении, чтобы исключить погрешность от неточной установки прибора. Чрезмерное усилие сжатия шейки прибором дает уменьшение, а перекос при установке - увеличение измеренного диаметра по сравнению с истинным.

Более точные измерения могут быть выполнены рычажной скобой - пассаметром (см. раздел 5.2.), имеющим в $5 \div 10$ раз меньшую цену деления и исключающим влияние усилия сжатия детали на результат измерения.

Размеры шатунных шеек всегда определяются в двух направлениях - примерно по радиусу кривошипа и перпендикулярно ему (рис. 8.5), что необходимо для определения овальности. Минимальный размер шейки с большой овальностью обычно оказывается вблизи направления радиуса кривошипа со смещением на $20 \div 40^\circ$ против вращения вала (рис. 8.6).

Допустимая овальность шеек не превышает обычно $0,010 \pm 0,015$ мм, при этом минимальный размер не должен выходить более чем на $0,010$ мм за нижний (минимальный)



Рис. 8.1. Задир на шатунной шейке коленчатого вала

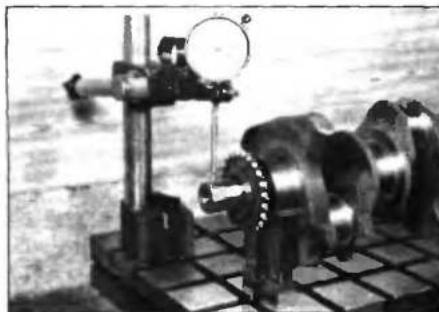


Рис. 8.3. Контроль биения хвостовика на призмах

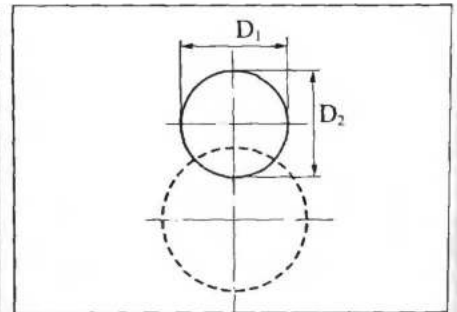


Рис. 8.5. Схемы измерения шатунной шейки: D_1 — максимальный размер, близкий к номинальному; D_2 — нередко меньше D_1 за счет износа шейки

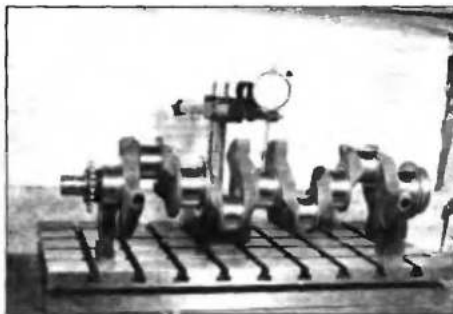


Рис. 8.2. Контроль деформации коленчатого вала измерением биения шеек на призмах



Рис. 8.4. Измерение коренной шейки микрометром

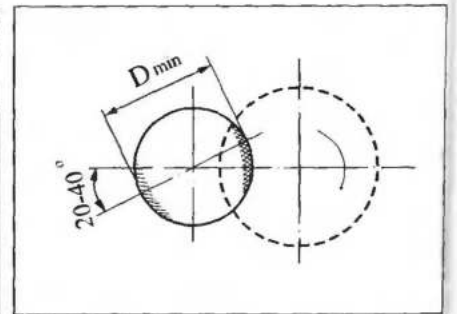


Рис. 8.6. Определение максимального износа шейки: // — поверхность, обычно имеющая максимальный износ; XXXXX — поверхность, обычно имеющая повышенный износ

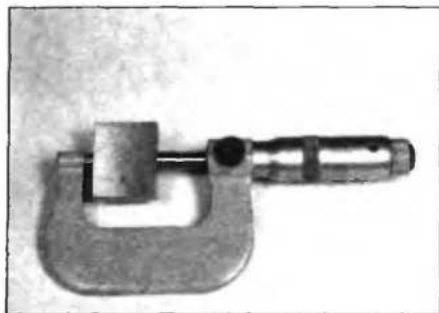


Рис. 8.7. Проверка микрометра с помощью плоскопараллельной меры длины



Рис. 8.8. Измерение толщины вкладыша микрометром через шарик

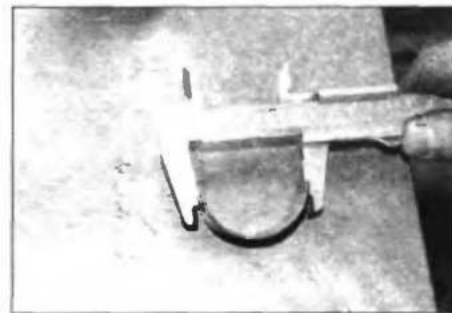


Рис. 8.9. Измерение распрямления вкладыша штангенциркулем

размер. Чтобы точно определить начальный (стандартный) размер шеек, следует пользоваться справочной литературой, в том числе данными Приложения 1.

У коленчатого вала необходимо также проверить состояние торцевых поверхностей упорного подшипника (подпятника). Нередко на заднем, наиболее нагруженном, торце наблюдается ощутимый износ, который может потребовать расшлифовки торцов и применения ремонтных упорных полуколец увеличенной толщины (см. раздел 9.4.).

Чтобы исключить ошибки при измерении, перед каждой серией замеров (например, перед дефектацией каждого двигателя) микрометр следует проверить и при необходимости настроить. Для этого используется мера длины, прикладываемая к микрометру, либо набор плоскопараллельных мер (рис. 5.17). При проверке микрометра его показания должны совпадать с длиной меры с точностью в половину деления шкалы, т.е. $\pm 0,005$ мм (рис. 8.7). Если расхождение больше, следует расконтрить измерительную головку и настроить прибор.

Если в результате контроля состояния коленчатого вала окажется, что он не требует ремонта, следует проконтролировать состояние вкладышей - они не должны иметь следов износа, задиров и посторонних включений на рабочей поверхности, в противном случае их следует заменить. В общем случае при пробеге автомобиля более 150 тыс. км вкладыши лучше менять даже тогда, когда их состояние близко к идеальному. Это связано с постепенным внедрением в мягкую рабочую поверхность вкладышей мелких твердых частиц, ускоряющих абразивный износ шейки вала, а также усталостным выкрашиванием рабочей поверхности вкладышей.

Если предполагается оставить старые вкладыши, то не помешает измерить их толщину и определить износ. Для этого можно использовать различные приборы, в том числе толщиномер или специальный микрометр, имеющий закругление одной из измерительных поверхностей (рис. 5.31 и 5.32). Наиболее простой способ измерения толщины вкладышей - с помощью микрометра и шарика от подшипника (рис. 8.8). Толщина вкладыша при этом будет равна разнице показаний микрометра (или пассаметра) со вкладышем и шариком и без вкладыша. Измеренную толщину следует сравнить с известной для данного двигателя (см. Приложение 1). Толщина вкладышей может быть также определена после измерения диаметра постели и диаметра в подшипнике (т.е. постели с установленными в нее вкладышами). Помимо толщины необходимо определить так называемое распрямление вкладышей, т.е. разницу между наружным диаметром вкладыша в свободном состоянии (см. рис. 8.9) и диаметром постели. Если распрямление меньше $0,4-0,5$ мм, то вкладыши лучше заменить, т.к. они не будут обеспечивать натяг, необходимый для их надежной посадки в постели.

Измерение диаметра цилиндров осуществляется нутромером. Перед измерением нутромер должен быть настроен на ноль, т.к. он является относительным прибором. Как уже указывалось в разделе 5.4., это может быть сделано несколькими способами - с помощью микрометра, кольцевого калибра или специального установочного прибора.

Наиболее простым (но не лучшим) способом является настройка с помощью микрометра. Для этого вначале микрометр настраивается на округленный размер, близкий к диаметру цилиндра (приблизительно диаметр цилиндра можно измерить штангенциркулем). Далее нутромер устанавливается так, чтобы его ножки опирались на измерительные поверхности микрометра (рис. 8.10). Покачиванием микрометра в двух плоскостях следует заметить крайнее (в направлении по часовой стрелке) положение стрелки индикатора нутромера, с которым затем совместить ноль шкалы индикатора ее поворотом. Настройка нутромера с помощью кольцевого калибра (рис. 5.25) уже описывалась в разделе 5.4. Как указывалось ранее этот способ применим на практике весьма ограниченно из-за необходимости иметь очень большое количество калибров, тем большее, чем больше номенклатура ремонтируемых двигателей. Удобны для настройки нутромеров и установочные приборы (рис. 5.26), однако пока они встречаются редко.

При измерении диаметра цилиндра нутромером (рис. 8.11) необходимо избегать ошибок, допускаемых неопытными механиками и связанных с неправильным отсчетом показаний индикатора. Произвольно установленный в цилиндр нутромер всегда показывает завышенный размер за счет перекоса оси измерительных поверхностей относительно плоскости поперечного сечения (рис. 8.12). При этом стрелка индикатора отклонена от нуля в направлении против часовой стрелки. Покачиванием нутромера в вертикальной плоскости следует найти крайнее положение стрелки, дальше которого она не отклоняется (в направлении по часовой стрелке). Если указанное крайнее положение стрелки индикатора отклонено от нуля на N делений в сторону против часовой стрелки, то искомым диаметром цилиндра

$$D = D_0 + N \cdot \Delta \text{ мм,}$$



Рис. 8.10. Настройка нутромера на ноль по микрометру



Рис. 8.11. Контроль износа цилиндра в верхней наиболее изношенной части

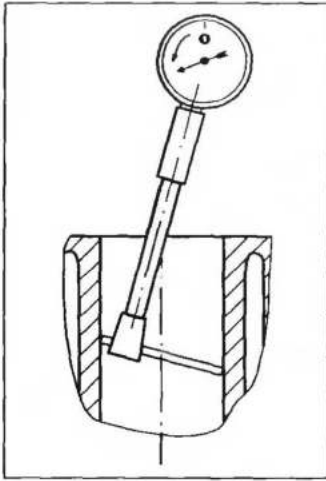


Рис 8.12. При произвольной установке нутромера в цилиндре стрелка индикатора отклоняется против часовой стрелки от деления, соответствующего диаметру цилиндра

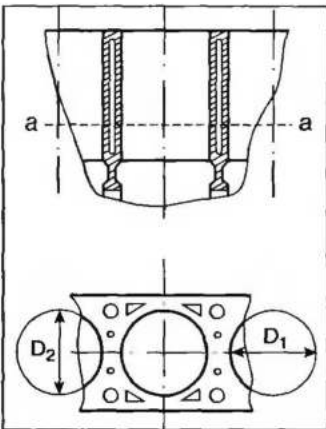


Рис 8.13. Измерение цилиндра в сечении минимального износа (а-а):
 D_1 — размер близок к номинальному;
 D_2 — обычно несколько больше за счет износа при контакте с юбкой поршня

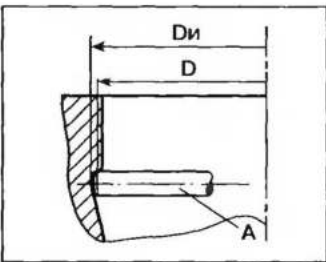


Рис 8.14. Схема измерения изношенной части цилиндра:
 D_n — размер, соответствующий максимальному износу (обычно неравномерен по окружности цилиндра); D — размер, определенный с помощью нутромера, меньше D_n за счет определенной толщины и радиуса закругления ножки нутромера; А — ножка нутромера

необходимо учитывать при последующем определении ремонтного размера цилиндра (см. раздел 9.5.).

Если износ цилиндров небольшой (менее $0,05 \pm 0,06$ мм), следует проверить состояние самой поверхности цилиндров. Только в случае отсутствия продольных рисок на поверхности можно в дальнейшем использовать поршни и кольца стандарт-

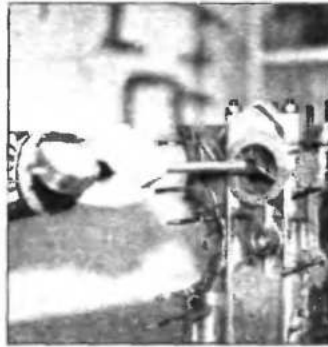


Рис. 8.15. Измерение диаметра постелей блока нутромером



Рис. 8.16. Проверка деформации (несоосности) коренных опор блока цилиндров с помощью линейки



Рис. 8.17. Измерение диаметра отверстия нижней головки шатуна с помощью нутромера

где D_0 - размер, которому соответствует ноль индикатора нутромера;

Δ - цена деления индикатора.

Отклонения от нуля на N делений в противоположную сторону (по часовой стрелке) означает, что диаметр цилиндра меньше размера, на который настроен нутромер:

$$D = D_0 - N \cdot \Delta \text{ мм.}$$

Диаметр цилиндра измеряется в нескольких сечениях. Наименее изношена нижняя часть цилиндра в сечении ниже маслосъемного кольца при положении поршня в НМТ. Минимальный износ в этом сечении (и, соответственно, минимальный размер цилиндра) соответствует положению оси ножек нутромера параллельно оси коленчатого вала (рис. 8.13). В перпендикулярной плоскости (в плоскости вращения кривошипа) размер цилиндра обычно больше вследствие износа из-за трения юбки поршня. Разница между указанными размерами определяет овальность цилиндра.

Наибольший износ цилиндра нередко наблюдается в зоне остановки верхнего кольца при положении поршня в ВМТ. Размер цилиндра в этом сечении обычно не удается определить точно из-за несоответствия профиля поверхности форме ножек нутромера (рис. 8.14). Кроме того, в большинстве случаев износ по окружности оказывается неравномерным. Это необ-

ного размера. В практике ремонта известны случаи, когда при износе цилиндров всего на $0,01 \pm 0,02$ мм их поверхность была настолько "затерта", т.е. повреждена мелкими рисками, что после установки новых стандартных колец и поршней расход масла оказывался выше $1,0 \pm 1,5$ л на 1000 км пробега.

Диаметр цилиндров подавляющего большинства двигателей имеет допуск на "+" относительно стандартного значения (в пределах $0 \pm 0,02$ мм). Об этом следует помнить при проведении измерений.

Размеры постелей подшильников на этапе дефектации контролируются для того, чтобы установить их деформацию и определить необходимость ремонта (рис. 8.15). Перед измерением необходимо протереть плоскости разъема деталей и равномерно затянуть болты крышек рабочим моментом. В остальной методика измерения аналогична описанной выше для цилиндров. Особое внимание при этом следует уделять опорам со следами износа (проворачивания вкладышей) и перегрева (черный цвет на поверхности постели или около нее). В подобных случаях, помимо контроля диаметра, следует проверить несоосность опор. Для этого используется лекальная линейка. Она устанавливается на три рядом стоящие опоры строго параллельно их оси (рис. 8.16). Несосоосность и/или деформация ищется покачиванием линейки на средней из выбранных трех опор. Если линейка начинает "качаться" на одной из опор, для определения несоосности следует пользоваться набором щупов. Допустимым является такой дефект, при котором линейка "качается" не более чем на $0,02$ мм, в противном случае опоры требуют ремонта (см. раздел 9.5.).

Размеры нижних головок шатунов контролируются нутромером после затягивания гаек или болтов крышек рабочим моментом (рис. 8.17). При измерении следует ориентироваться на данные справочной литературы (см. Приложение 1). После длительной эксплуатации отверстия нижней головки вытягиваются на $0,01 \pm 0,03$ мм в направлении оси стержня шатуна, поэтому, как правило, шатуны требуют ремонта независимо от их внешнего вида. Если в шатуне произошло проворачивание вкладышей, то даже при сохранении размера отверстия ремонт обязателен, так как риски на поверхности отверстия нарушают плотность прилегания вкладышей.

Отверстия верхней головки шатунов также требуют обязательного контроля. Для шатунов с неподвижной посадкой пальца необходимо убедиться в том, что натяг старых пальцев после их выпрессовки не стал менее $0,015 \pm 0,020$ мм. В противном случае шатуны следует менять, либо устанавливать пальцы увеличенного диаметра, что требует соответствующей доработки поршней. У шатунов с плавающим пальцем измерение диаметра отверстия верхней головки позволяет определить, требуется ли замена втулок.

Диаметр и износ поршневого пальца измеряются пассаметром (рис. 8.18) с точностью до $0,002$ мм. Износ определяется как разница в диаметрах рабочей (блестящей) и нерабочей (темной) поверхностей. При этом следует учитывать возмож-



Рис. 8.18. Измерение диаметра (износа) поршневого пальца рычажной скобой-пассажиметром



Рис. 8.20. Проверка деформации шатуна с помощью лекальной линейки



Рис. 8.22. Контроль выступания дисков маслосъемного кольца над наружной поверхностью расширителя



Рис. 8.19. Контроль деформации шатуна на поверочной плите

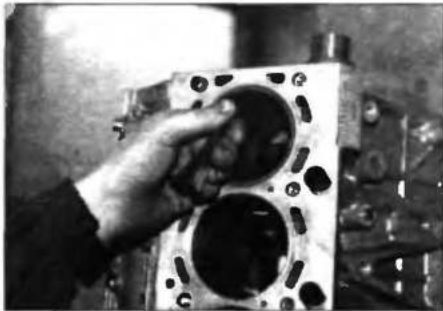


Рис. 8.21. Определение износа наружной поверхности кольца, установленного в верхнюю часть цилиндра, по величине замка



Рис. 8.23. Измерение высоты (износа торцов) поршневого кольца микрометром

ность неравномерного износа и деформации пальцев, вследствие чего наружная поверхность становится эллипсной. Износ и «эллипс» пальцев не должны превышать 0,010 мм, в противном случае пальцы должны быть заменены.

Особое внимание должно быть уделено контролю деформации стержней шатунов, для чего следует использовать специальные измерительные приборы (рис. 5.38 и 5.39). При их отсутствии для грубой (качественной) проверки наличия деформации можно использовать плоскую поверхность (например, поверочную плиту). При установке на плиту деформированный шатун «качается» так, как показано на рис. 8.19. Несколько более достоверные результаты дает проверка «на просвет» с помощью лекальной линейки (рис. 8.20), однако оба способа неприемлемы для количественной оценки степени деформации, необходимой для правки деформированных шатунов (см. раздел 9.4). При измерении деформации шатунов специальным прибором непараллельность осей верхней и нижней головок не должна превышать 0,02÷0,03 мм на длине, равной диаметру цилиндра. Следует также отметить, что контроль на плите шатуна с закрученным стержнем обычно не дает характерного «качания», поэтому данный способ не всегда является достоверным не только с количественной, но и с качественной стороны.

Износ наружной поверхности колец легко проверяется по величине замка при установке колец в неизношенную часть цилиндра. Обычно для этого используется верхняя часть цилиндра, которую необходимо очистить от нагара. Зазор в замке измеряется с помощью набора щупов (рис. 8.21).

У большинства двигателей ширина замка колец, установленных в цилиндр, не должна превышать 0,7÷0,8 мм, в противном случае кольца должны быть заменены. У наборных маслосъемных колец допустимая ширина замка больше - обычно до 1,2÷1,4 мм. У таких колец необходимо также проверять выступание дисков над двухфункциональным расширителем и замок дисков, установленных с расширителем в канавку поршня, в свободном состоянии (рис. 8.22). Если на расширителе есть следы касания цилиндра, маслосъемные кольца также должны быть заменены. Величина замка дисков на поршне в свободном состоянии у нормально работающих колец не должна быть меньше 2,0÷2,5 мм. Меньшая величина замка свидетельствует о деформации расши-

рителя, и такие кольца также должны быть заменены.

Интересно отметить, что этим же способом можно довольно точно определить износ верхней части цилиндра. Если измерить ширину замка кольца в изношенной δ_1 и неизношенной δ_0 частях цилиндра, то износ цилиндра (по диаметру):

$$\Delta D = (\delta_1 - \delta_0) / 3,14159.$$

Износ колец по торцевым поверхностям нетрудно измерить микрометром (рис. 8.23). Обычно ощутимо изнашивается нижний торец верхних компрессионных колец. Если износ превышает 0,015÷0,020 мм, то кольца следует заменить независимо от величины их замка в цилиндре. Для определения величины износа необходимо знать высоту новых колец. При отсутствии справочных данных следует ориентироваться на стандартный ряд высот и допуски на них. Поскольку кольца изнашиваются неравномерно по ширине, следует отдельно измерить высоту по всей ширине кольца и у внутреннего края (рис. 8.23).

Для обеспечения высоких эксплуатационных параметров двигателя, включая малый расход масла, очень важен осевой зазор колец в канавках поршня. Из практики известно немало примеров, когда при незначительном износе цилиндров и юбок поршней износ верхних канавок превышает 0,20÷0,25 мм, что вызывает большой расход масла из-за «насосного» эффекта.

Измерение высоты канавки поршня удобно выполнять с помощью набора плиток - плоскопараллельных мер длины (рис. 5.17). Подбором плиток необходимой толщины следует добиться, чтобы одна или две составленные вместе плитки плотно входили в канавку (рис. 8.24). Тогда высота канавки поршня соответствует размеру плитки H_1 . Зазор δ в канавке легко рассчитать:

$$\delta = H_1 - H,$$

где H - высота кольца. Если даже с новым кольцом зазор в верхней канавке превышает 0,09÷0,10 мм для бензиновых и 0,12÷0,13 мм для дизельных двигателей, следует заменить поршни (альтернативный способ - установка колец увеличенной высоты - рассмотрен в разделе 9.5.). Менее точно можно измерить зазор непосредственно, с помощью кольца и набора щупов.

Контроль деталей масляного насоса выполняется, в основном, с помощью лекальной линейки и набора щупов. Для рабо-



Рис. 8.24. Измерение высоты канавки поршня с помощью плоскопараллельной меры длины (плитки)



Рис. 8.27. Измерение зазора между шестерней и корпусом масляного насоса

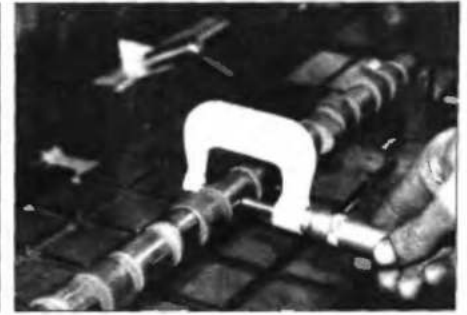


Рис. 8.30. Контроль износа шеек распределительного вала



Рис. 8.25. Контроль торцевого зазора между шестернями и корпусом масляного насоса

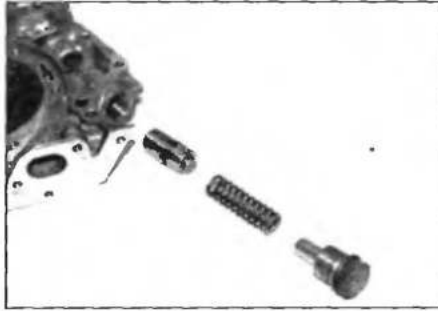


Рис. 8.28. Визуальная проверка деталей редукционного клапана

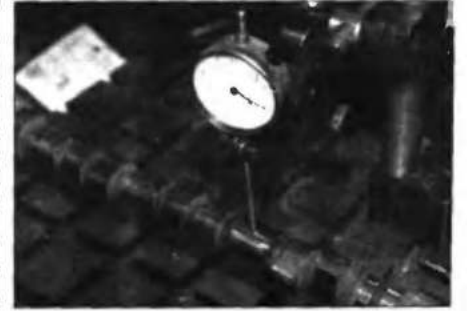


Рис. 8.31. Контроль деформации (биения опорных шеек) распределительного вала на призмах

тоспособности насоса наиболее важен торцевой зазор между шестернями и корпусом, который не должен превышать $0,08 \pm 0,09$ мм. Он проверяется так, как показано на рис. 8.25. Следует также измерить диаметр ведущего валика и отверстия в корпусе, чтобы определить зазор в соединении (рис. 8.26). Радиальный зазор между шестернями и корпусом можно измерить щупом (рис. 8.27). Если величины этих зазоров превышают $0,07 \pm 0,08$ мм, насос требует ремонта или замены.

Редукционный клапан системы смазки проверяется визуально (рис. 8.28). Плунжер клапана не должен иметь следов заеданий в корпусе, а уплотняющая кромка (седло) клапана - дефектов (раковин, глубоких царапин и др.), которые могут вызвать негерметичность клапана в закрытом состоянии (на некоторых двигателях это может нарушить подачу масла при запуске).

При проверке состояния деталей двигателя следует уделить особое внимание распределительному механизму и его приводу, поскольку эта часть двигателя может иметь достаточно большое число неисправностей. Наибольшее влияние на шумность двигателя оказывает состояние распределительного вала и ответных ему деталей - толкателей и опор (подшипников). Зазоры в подшипниках распределительного вала определяются по результатам измерения диаметров отверстий опор (рис. 8.29) и шеек распределительного вала (рис.

8.30). Эти зазоры не должны превышать $0,09 \pm 0,10$ мм. Если зазоры увеличены, необходимо выяснить с помощью справочной литературы номинальные размеры деталей, чтобы определить, какая деталь изношена сильнее - нередко замена распределительного вала восстанавливает зазор в подшипниках до нормального.

У двигателей с нижним расположением распределительного вала (OHV), а также у некоторых двигателей ОНС с чугунными головками (FORD) распределительный вал вращается во втулках, запрессованных в блок (головку). Практика показывает, что в отличие от алюминиевых головок, где износ больше у шеек вала, здесь сильнее изнашиваются втулки. После пробега более 200 ± 250 тыс. км у многих двигателей OHV зазоры в подшипниках распределительного вала могут превышать $0,20 \pm 0,25$ мм при внешне вполне удовлетворительном состоянии поверхности втулок. Если при ремонте зазоры в подшипниках не будут восстановлены, например, заменой втулок, в дальнейшем это приводит к значительному снижению давления масла и, не исключено, ресурса двигателя после ремонта.

Помимо диаметров опорных шеек, у распределительного вала обязательно следует проконтролировать их взаимное биение (рис. 8.31). После обрыва ремня привода, деформации и/или поломки клапанов деформация распределительного

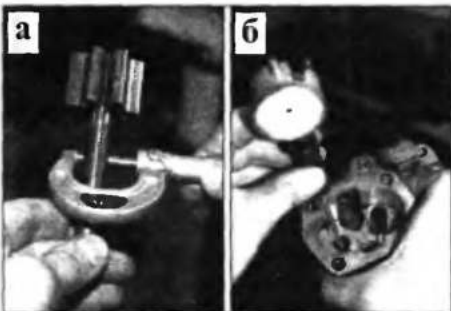


Рис. 8.26. Проверка зазора в соединении ведущего валика насоса и корпуса измерением: а — диаметра валика микрометром; б — диаметра отверстия в корпусе нутромером

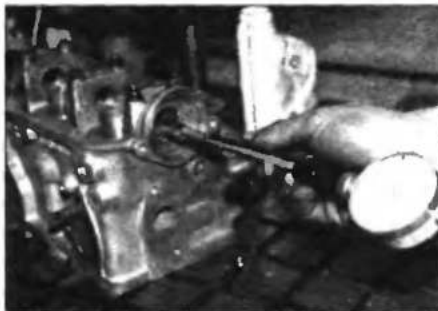


Рис. 8.29. Измерение диаметра постелей распределительного вала в головке блока



Рис. 8.32. Определение высоты кулачка распределительного вала

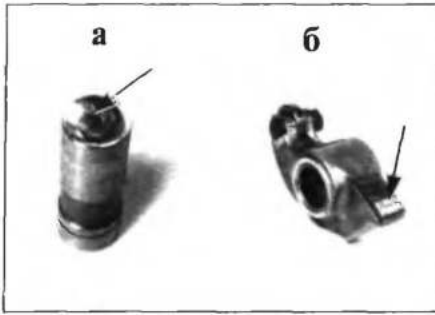


Рис. 8.33. Изношенные рабочие поверхности толкателей (указаны стрелкой): а — цилиндрического; б — коромысла



Рис. 8.35. Измерение диаметра отверстия коромысла

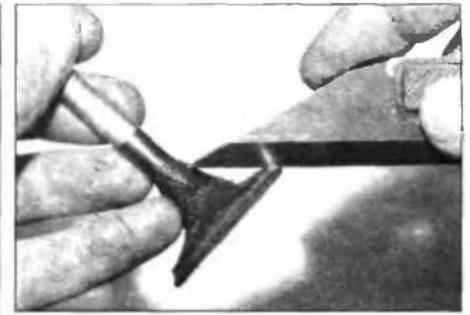


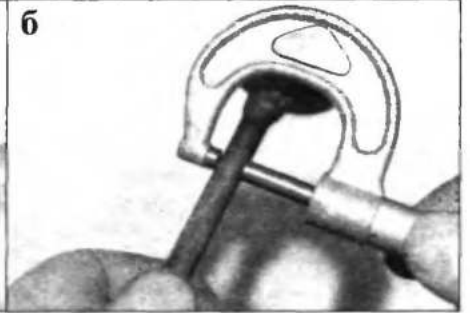
Рис. 8.37. Контроль износа рабочей фаски клапана "на просвет" с помощью лекальной линейки



Рис. 8.34. Измерение диаметра (износа) оси коромысел



Рис. 8.36. Контроль износа стержня клапана по разнице диаметров верхней (а) и нижней изношенной (б) частей



вала у некоторых двигателей (например, дизелей) может превышать $0,15 \pm 0,20$ мм. Очевидно, сборка двигателя с деформированным распределительным валом приведет в дальнейшем к нестабильности зазоров в клапанном механизме, шумности и быстрому износу подшипников.

Кулачки распределительного вала требуют, в основном, визуального контроля. Вершины кулачков должны быть плавными, без "огранки". Можно определить износ кулачка, если измерить его высоту (рис. 8.32) и сравнить ее с высотой других кулачков, не имеющих явного износа.

Рабочие поверхности толкателей (рычагов, коромысел), контактирующие с кулачками, контролируются визуально (рис. 8.33). В большинстве случаев сильный износ кулачка распределительного вала сопровождается износом толкателя, хотя повышенный износ толкателей возможен и без заметного износа кулачков. Изношенные детали в дальнейшем должны быть заменены или, в крайнем случае, отремонтированы (см. раздел 9.6.). Установка изношенных деталей распределительного механизма обычно приводит к повышенной шумности работы двигателя.

В конструкциях с коромыслами следует также определить износ осей коромысел, измерив микрометром их диаметр в изношенном и неизношенном сечениях (рис. 8.34). Когда износ превышает $0,02 \pm 0,03$ мм, ось необходимо заменить (альтернативные варианты описаны в разделе 9.6.). Отверстие коромысла также следует проверить нутромером (рис. 8.35) и определить зазор по изношенной и неизношенной поверхностям оси. Если во втором случае зазор в соединении больше $0,06 \pm 0,07$ мм, то замена оси, очевидно, не восстановит зазор до нормального ($0,02 \pm 0,04$ мм). Тогда следует заменить или, в крайнем случае, отремонтировать коромысла (раздел 9.6.)

В конструкциях с цилиндрическими толкателями следует проверить зазор толкателя в отверстии (гнезде) - он не должен превышать $0,08 \pm 0,10$ мм. Повышенные зазоры в соединении являются причиной шумной работы двигателя, ускоренного износа клапанов и направляющих втулок. Если речь идет о гидротолкателях, то возможны стуки клапанов на низких частотах вращения из-за нарушения подачи масла к гидротолкателям.

Большое внимание необходимо уделить клапанам, направляющим втулкам и седлам клапанов. От состояния этих деталей зависят основные параметры двигателя (мощность,

расход топлива), расход масла, шумность. Начинать проверку клапанного механизма следует со стержней клапанов (рис. 8.36). Сравнив диаметр стержня в верхней неизношенной части (над отполированной маслоотражательным колпачком поверхностью, но ниже канавки для сухарей) и в нижней, можно определить износ стержня. При измерении в нижней части стержня необходимо сделать несколько измерений по окружности, т.к. износ часто бывает неравномерным. Износ стержня более $0,02 \pm 0,03$ мм можно считать критическим, т.е. требующим замены клапана.

Износ фаски клапана определяется визуально (рис. 8.37), достаточно приложить к фаске лекальную линейку. Вогнутость фаски указывает на износ и необходимость ремонта или замены клапана. Седло обычно повторяет форму фаски клапана, поэтому при большой вогнутости фаски седло необходимо править.

Износ отверстия направляющей втулки клапана может быть определен прямым измерением нутромером или косвенным методом. Прямое измерение (рис. 8.38) не всегда удастся из-за трудности приобретения нутромера для измерения отверстий малого диаметра ($6-9$ мм). Косвенный метод более доступен, т.к. требует измерения поперечного хода люфта тарелки клапана с помощью индикатора (рис. 8.39).

Если измерение люфта D выполнять у тарелки на расстоянии L от направляющей втулки, имеющей длину l (рис. 8.40), то зазор между стержнем и втулкой:

$$\delta = \frac{\Delta}{1 + 2 \frac{L}{l}}$$

Учитывая, что L примерно равно l , получим $\delta \approx \Delta/3$

Таким образом, в малоизношенной втулке люфт клапана не будет превышать $0,15 \pm 0,18$ мм, если зазор во втулке нормальный ($0,04 \pm 0,05$ мм). По результатам измерений износа стержня и зазора между стержнем и втулкой можно сделать вывод о необходимости замены клапанов и/или направляющих втулок.

Помимо износа клапанов следует проверить их деформацию. Для этого обычно бывает достаточно повернуть клапаны на призмах - даже небольшая деформация легко обнаруживается визуально, но лучше для этого использовать специальные приборы (рис. 8.41).

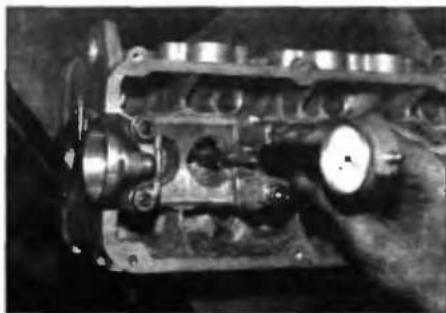


Рис. 8.38. Измерение диаметра направляющей втулки клапана нутромером

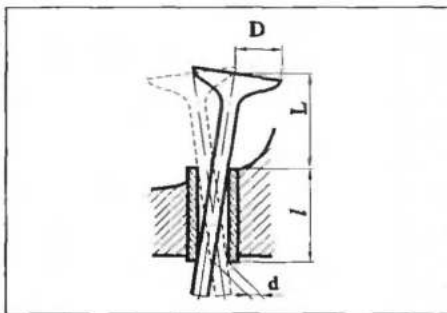


Рис. 8.40. Схема косвенного измерения зазора между стержнем клапана и направляющей втулкой по люфту клапана во втулке: D — люфт тарелки; d — зазор во втулке; L — расстояние от втулки до тарелки; l — длина втулки



Рис. 8.42. Проверка деформации плоскости головки блока с помощью лекальной линейки и набора щупов

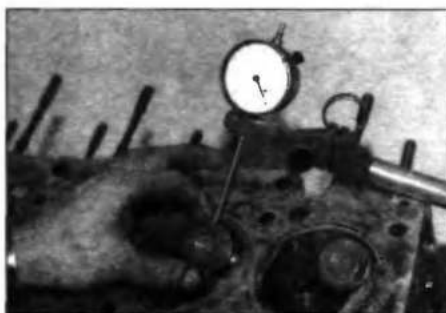


Рис. 8.39. Определение зазора между клапаном и направляющей втулкой с помощью индикатора (косвенный метод)



Рис. 8.41. Проверка деформации стержня клапана с помощью специального прибора

У длительно работавших двигателей иногда наблюдается деформация пружин клапанов, что вызывает уменьшение жесткости пружин, вызывающее повышение динамических нагрузок на клапаны и детали их привода. Пружины не трудно проверить, измерив их длину в свободном состоянии, однако для этого необходимо иметь соответствующие данные, в частности, подробную литературу по ремонту конкретного двигателя.

При дефектации двигателя обязательно проверяются плоскости блока и головки цилиндров. Проверка выполняется при помощи лекальной линейки и набора щупов. Линейка кладется на плоскость по диагонали (рис. 8.42), а в щель между ней и поверхностью устанавливается щуп соответствующей толщины. Если щуп толщиной $0,05 \pm 0,06$ мм свободно выходит из-под линейки, плоскость требует обработки. У блоков после длительной эксплуатации может наблюдаться небольшой "провал" на плоскости между цилиндрами и "возвышение" у отверстий болтов крепления головки. У головок деформация часто связана с перегревом двигателя и выражается в "провале" в средней части плоскости.

При сильных перегревах головка может деформироваться не только по плоскости стыка с блоком, но и по верхней плоскости и, в частности, по постелям распределительного вала. Несоосность постелей в головке контролируется также, как и в блоке (рис. 8.16). Деформация постелей свыше $0,02 \pm 0,03$ мм требует их ремонта (см. раздел 9.6.). Если деформированные постели не отремонтировать, значительно возрастают нагрузки и износ подшипников. Кроме того, возможно усталостное разрушение распределительного вала после непродолжительной эксплуатации, т.к., вращаясь в несоосных опорах, он испытывает большие знакопеременные изгибающие нагрузки.

После разборки двигателя не все прокладки и сальники могут потребовать замены. Если прокладка головки заменяется в обязательном порядке независимо от ее состояния (иначе невозможно обеспечить герметичность стыка головки с блоком), то прокладки поддона, крышки головки и некото-

рые другие в ряде случаев сохраняются и могут быть использованы повторно без потери герметичности. Это характерно, в основном, для двигателей с небольшим пробегом, у которых, прежде всего, сальники валов могут быть неизношены и также использованы повторно. Поэтому при выполнении дефектации двигателя целесообразно проверить состояние уплотнительных деталей (табл. 8.2). Следует также проконтролировать состояние сцепления - очевидно, что устанавливать изношенные детали сцепления на отремонтированный двигатель совершенно бессмысленно. Точно также нельзя рассчиты-

вать на качественный ремонт двигателя, если его опоры ("подушки") повреждены или разрушены - это приведет к высокому уровню вибраций кузова и "некомфортным" условиям для водителя.

В табл. 8.2 необходимо записать все детали и агрегаты, целостность и исправность которых вызывает сомнение (и требует дополнительной проверки) либо которые имеют явные повреждения и дефекты. К ним относятся трещины в головке или блоке цилиндров, разрушение седла клапана, крышки подшипника распределительного вала, пробойны в блоке, износ шкивов ремня привода распределительного вала и др.

На основании результатов контроля всех деталей двигателя можно сделать выводы о необходимости их ремонта или замены. Практика показывает, что результаты всех проверок удобно свести в таблицы, разделив ремонтируемые (табл. 8.3) и заменяемые (табл. 8.4) детали. При этом ремонтные размеры некоторых деталей могут быть указаны только приближенно. Более точно определение ремонтных размеров деталей приведено в разделах 9.4. и 9.5. При одновременном ремонте большого числа двигателей составление подобных таблиц позволяет уменьшить вероятность ошибок, связанных с несвоевременным ремонтом или заказом новых деталей.

Окончательное решение о ремонте или замене на новую той или иной детали нередко связано с двумя важными факторами - наличием ремонтной базы с квалифицированным персоналом и возможностью поставки необходимой детали. Для редких и старых двигателей ремонт более целесообразен как по экономическим соображениям, так и в связи с трудностями получения новых деталей. Для широко известных и распространенных двигателей возможны все варианты, а для новых моделей нередко приходится рассчитывать на замену деталей, в том числе и из-за отсутствия ремонтных размеров комплектующих. Так или иначе, решение во многом зависит от возможностей ремонтирующей организации и квалификации персонала, выполняющего ремонт.

Таблица 8.3. Заключение о необходимости ремонта деталей

№ п/п	Деталь, операция	Необходимость ремонта	№ п/п	Деталь, операция	Необходимость ремонта
1	Коленчатый вал (ремонтные размеры)	коренн.	6	Постели блока	
		шатун.	7	Плоскость блока	
2	Цилиндры (ремонтный размер)		8	Плоскость головки	
3	Шатуны (количество): нижняя головка		9	Постели головки	
		деформация стержня	10	Направл. втулки клапанов	
		втулки верхней головки	11	Распределительный вал	
4	Установка гильзы в блок		12	Толкатели, рычаги	
5	Ремонт трещины, пробоины в блоке		13	Поддон	
			14	Маховик	

Таблица 8.4. Заключение о необходимости приобретения запасных частей

№ п/п	Деталь	Необходимость замены	№ п/п	Деталь	Необходимость замены
1	Вкладыши корен. (рем. размер)		13	Прокладка головки	
2	Вкладыши шатун. (рем. разм.)		14	Комплект прокладок	
3	Коленчатый вал		15	Сальник передний (размеры)	
4	Поршни (ремонтный размер)		16	Сальник задний (размеры)	
5	Кольца (ремонтный размер)		17	Сальник распред. вала (размеры)	
6	Шатуны (количество)		18	Маслоотр. колпачки (размеры)	
7	Клапаны (количество)	впускные	19	Сальники прочие (размеры)	
		выпускные	20	Свечи	
8	Направляющ. втулки клапанов (кол-во)		21	Фильтры	
9	Распределительный вал		22	Детали сцепления	
10	Толкатели, рычаги, коромысла (кол-во)				
11	Втулки распределител. вала				
12	Ремень, цепь				

8.2. Обнаружение трещин в деталях двигателей

Как показывает практика, при контроле деталей нельзя ограничиваться только измерениями размеров, деформаций и износов конкретных поверхностей. Иногда на деталях обнаруживаются и другие дефекты, в частности, забоины, трещины и т.п.

Причиной появления трещин в деталях являются, в первую очередь, ненормальные условия их работы, а именно, сильный перегрев, быстрое охлаждение, ударные нагрузки и т.д. Трещины могут возникнуть также вследствие нарушения технологии ремонта. Например, подрез галтелей на шейках коленчатого вала при шлифовании приводит к образованию концентраторов напряжений и появлению трещин на краях шеек (см. раздел 9.4.). Перетяжка болтов головки блока на некоторых двигателях может стать причиной образования трещин на блоке цилиндров у резьбовых отверстий болтов. Эксплуатация двигателя в холодное время года на воде в системе охлаждения - также достаточно распространенная причина появления трещин в блоке и головке цилиндров после заморозания воды.

Трещина, возникшая в той или иной детали, редко локализуется, т.е. остается неизменной длительное время. В большинстве случаев, испытывая циклические рабочие нагрузки и циклы нагрева-охлаждения, трещина развивается дальше до поломки детали. Последствия и скорость развития трещины зависят от типа детали, материала и сечения, по которому проходит трещина. Для ответственных деталей КШМ и поршневой группы, включая коленчатый вал, шатуны и поршневые пальцы, трещина, независимо от места ее образования, практически всегда приводит к разрушению детали и выходу двигателя из строя. Менее опасны с этой точки зрения трещины в поршнях, развивающиеся по перемычкам между канавками колец, однако трещина в бобышке поршня обычно также приводит к его разрушению, что не менее опасно, чем, например, обрыв шатуна.

В корпусных деталях типа блока цилиндров и головки блока трещины, как правило, проходят в полость системы охлаж-

дения, соединяя ее с каналами систем смазки, вентиляции картера, цилиндрами, либо с окружающей средой, вызывая течи и/или перемешивание рабочих жидкостей. Помимо этого, через трещины в стенке цилиндра или камеры сгорания в систему охлаждения при работе двигателя поступают отработавшие газы, которые вытесняют охлаждающую жидкость, резко снижая эффективность охлаждения двигателя.

В блоках цилиндров наиболее вероятно появление трещин на плоскости стыка с головкой по болтам крепления и окнам полости охлаждения, а также в верхней части цилиндра в окружном направлении. Трещины в нижней части цилиндра обычно связаны с ударами разрушенного шатуна и, как правило, располагаются вертикально (рис. 8.43).

В головках блока трещины часто располагаются между седлами клапанов, между седлом клапана и форкамерой (у дизелей), сверху по постелям распределительного вала, а также по седлу выпускного клапана (рис. 8.44).

Установка на двигатель детали с трещиной приводит обычно к его неработоспособности (выходу из строя) сразу после первого запуска или через определенное время, т.е. к необходимости повторного ремонта. Кроме того, традиционные виды ре-

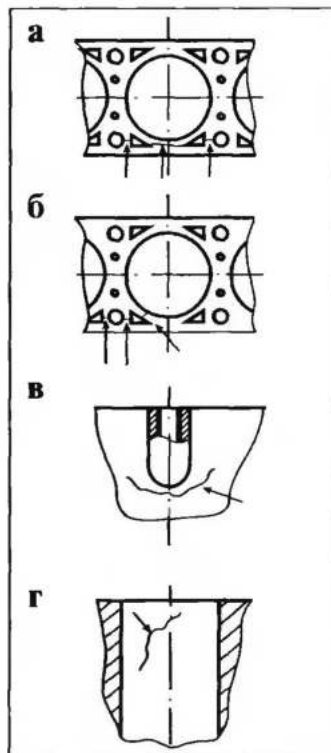


Рис 8.43. Типичные трещины в блоках цилиндров: а — по линии отверстий болтов головки; б — аналогично с выходом на гильзу цилиндра; в — около приливов отверстий силовых болтов; г — в гильзе цилиндра

монта рабочих поверхностей детали с трещиной (шлифование, хонингование и т.д.) иногда приносят убытки ремонтному предприятию, так как деталь с трещиной (например, коленчатый вал) заведомо неремонтопригодна и требует замены. Учитывая это, обнаружению трещин в деталях перед ремонтом должно быть уделено самое серьезное внимание.

Практика показывает, что далеко не все трещины на деталях удается найти визуально. Очень часто выявить трещину мешает загрязнение детали нагаром или смолами, сложный рельеф поверхности, малый размер трещины и т.п. Поэтому для получения достоверной информации о наличии трещин в ответственных деталях двигателя необходимо использовать специальные методы дефектоскопии (табл. 8.5).

Наиболее простым и дешевым является метод цветной дефектоскопии (или метод красок). Суть метода сводится к нанесению на деталь специального проникающего раствора красного цвета, а затем, после промывки детали, проявляющего раствора белого цвета. Проникающий раствор обладает очень высокой текучестью и заполняет трещину вследствие капиллярного эффекта. После нанесения проявляющего раствора контур трещин "проявляется" розовыми линиями на белом фоне.

Метод красок достаточно универсален и позволяет находить трещины шириной 0,001 мм и более в деталях из любых материалов. Его недостатком является сложность выявления трещин на шероховатой поверхности.

Метод магнитной дефектоскопии применяется только для деталей из чугуна и стали, обладающих магнитными свойствами. Деталь помещается в магнитное поле, где она намагничивается. Далее на деталь наносится контрольный агент - специальный ферромагнитный порошок или суспензия. Если на поверхности детали имеется трещина, то магнитное поле становится в этом месте неоднородным, и образуется зона скопления ферромагнитных частиц, указывающая на дефект в материале.

Разновидностью метода является метод магнитно-люминесцентной дефектоскопии. Если в контрольный агент добавить флуоресцирующую пасту, то дефекты в материале будут отчетливо видны в темноте. Это облегчает их поиск и делает результаты проверки более достоверными.

Метод магнитной дефектоскопии дает хорошие результаты, в частности, для коленчатых валов и позволяет находить трещины, возникающие, например, при разрушении подшипников или нарушении ремонтных технологий (рис. 8.45).

Ультразвуковая дефектоскопия основана на принципе отражения ультразвуковых импульсов частотой 2-5 МГц, передаваемых в деталь, от дефектов. Отраженные импульсы преобразуются, усиливаются и передаются на экран прибора - ультразвукового дефектоскопа. Существуют также приборы для рентгеноскопического контроля деталей. Несмотря на большие возможности определения скрытых дефектов в любых материалах, эти методы не получили пока распространения в ремонтной практике из-за высокой цены оборудования

и его ограниченной применяемости для некоторых деталей.

Для определения скрытых дефектов достаточно широко применяется в настоящее время метод гидравлического испытания - опрессовка детали жидкостью под давлением (см. раздел 9.6.1.). Метод применим, в основном, для деталей сложной формы, имеющих внутренние полости и каналы (например, головка или блок цилиндров). Суть метода сводится к герметичному закрытию всех отверстий, выходящих на наружную поверхность детали, и нагнетанию через одно из таких отверстий воды под давлением 0,6-0,8 МПа. Если в детали имеются трещины, через них проступит вода, а ее давление в испытываемой полости будет быстро падать. «Чувствительность» метода можно несколько повысить, если применять горячую воду.

В практике ремонта иногда применяется пневматическое испытание - подача во внутренние каналы и полости детали сжатого воздуха (давление - до 0,15-0,20 МПа) и погружение ее в воду. По пузырькам воздуха можно определить место расположения трещин или пор. Пневматическое испытание более точно указывает на расположение дефекта, но несколько менее чувствительно к микротрещинам, чем гидравлическое.

Хорошо зарекомендовало себя испытание проникающей жидкостью. Метод основан на свойстве некоторых жидкостей, в частности, керосина, быстро проникать в поры и трещины. При наличии в детали сквозных дефектов керосин, залитый в ее внутреннюю полость, постепенно проявляется снаружи. Поверхность детали предварительно покрывается меловым раствором и высушивается. Недостатком метода является трудность обнаружения дефекта в деталях сложной конфигурации, а также длительное время испытаний (до нескольких часов), если дефект слишком мал.

Помимо указанных методов, на некоторых деталях удается выявить трещины, если выполнить обработку их поверхности. Например, после пескоструйной обработки поверхность детали становится сухой, чистой, матового серого цвета. При этом масло или керосин, заполняющие дефекты, через некоторое время проступают на поверхности, проявляясь в виде "жирных" линий. Предварительная обработка рабочих поверхностей деталей шлифованием, хонингованием или другими способами также выявляет трещины. Это связано с повышенной упругостью материала у трещины, в результате чего после обработки трещина образует явную "ступень" на поверхности (рис. 8.46). Иногда даже незначительные дефекты удается обнаружить самыми простыми увеличительным стеклом.

Применимость описанных выше методов определяется возможностями конкретной мастерской и квалификацией ее персонала. Чем шире используются те или иные методы дефектоскопии при ремонте, тем выше оказывается надежность отремонтированных двигателей и меньше количество отказов, связанных с возникновением и/или развитием тех или иных дефектов в материале деталей.

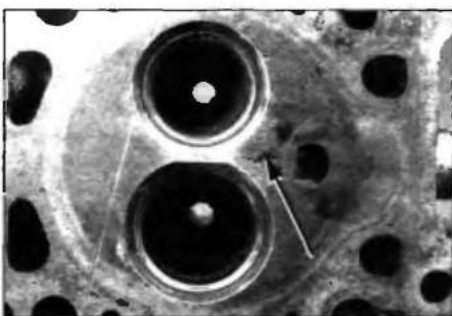


Рис. 8.44. Типичная трещина термоусталости между седлами клапанов (указана стрелкой) в головке блока цилиндров дизеля

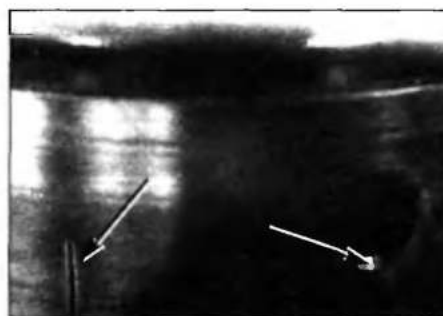


Рис. 8.45. Опасные трещины на шейке коленчатого вала, выявленные методом магнитной дефектоскопии

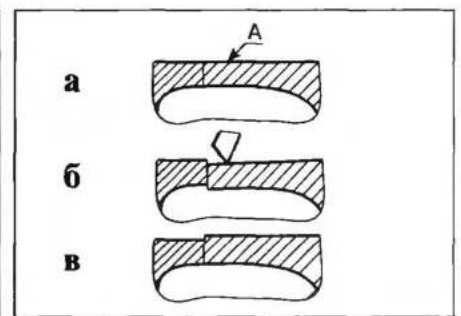


Рис. 8.46. Типичный случай "проявления" трещины после обработки детали: А — обрабатываемая поверхность; а — фрагмент детали перед обработкой; б — отжим стенки детали инструментом; в — образование ступени после работы

Таблица 8.5. Методы определения трещин в деталях двигателей

№№ п/п	Метод	Применение	Достоверность результатов	Трудоемкость	Стоимость специального оборудования
1	цветной дефектоскопии (красок)	Детали из любых материалов, имеющие чистую гладкую поверхность	высокая	средняя	средняя
2	ультразвуковой дефектоскопии	Детали из любых материалов преимущественно простой формы	высокая	высокая	высокая
3	магнитной дефектоскопии	Детали из магнитных материалов	высокая	высокая	высокая
4	магнитно-люминесцентной дефектоскопии	То же	высокая	высокая	высокая
5	рентгеноскопии	Детали из любых материалов	высокая	высокая	очень высокая
6	гидравлического испытания	Детали из любых материалов, имеющие внутренние полости	средняя	низкая	низкая
7	пневматического испытания	То же	средняя	низкая	низкая
8	проникающей жидкости	Детали из любых материалов, преимущественно простой формы с внутренней полостью	низкая	низкая	отсутствует
9	предварительной обработки	Детали из материалов с низкой пластичностью (чугун, сталь)	низкая	низкая	отсутствует

8.3. Подготовка деталей к ремонту

После того, как проведена дефектация двигателя и установлено, какие детали следует ремонтировать, необходимо подготовить их к ремонту. Подготовка детали к ремонту - достаточно ответственный этап, не менее важный, чем непосредственно ремонт (обработка) детали. Подготовка предполагает следующее:

1) знание технологий ремонта деталей (см. раздел 9). Практика показывает, что при отсутствии таких знаний надежной работы и высокого ресурса двигателя после ремонта можно добиться только заменой изношенных деталей на новые. Это связано, с одной стороны, с тем, что далеко не на всех специализированных предприятиях, выполняющих ремонт отдельных деталей (коленчатых валов, блоков, головок цилиндров и др.), строго соблюдается технология ремонта. С другой стороны, без знания технологии вряд ли удастся правильно проконтролировать отремонтированные детали. Кроме того, в некоторых случаях контроль деталей после ремонта (например, взаимное положение различных поверхностей) сильно затруднен и требует специальных измерительных средств, в то время как строгое соблюдение технологии ремонта практически исключает какие-либо ошибки или неточность.

2) если мастерская не располагает своим собственным ремонтным оборудованием, необходимо выбрать ремонтное предприятие, имеющее такое оборудование и квалифицированный персонал. Выбирать для ремонта деталей следует известные предприятия, уже работающие длительное время. В некоторых случаях бывает полезно предварительно получить консультации по технологии ремонта, прежде чем отдавать деталь в ремонт. Иногда, если квалификация специалистов или точность используемого станочного оборудования вызывают сомнения, целесообразно предварительно сдать в ремонт аналогичную, но некондиционную деталь, чтобы оценить качество выполнения работ на данном предприятии.

3) каждая деталь, требующая ремонта, должна иметь сопроводительный документ (например, эскиз) со всей необходимой для ремонта информацией. В сопроводительном документе указываются:

- поверхности, которые необходимо обработать;
- базовые поверхности, по которым осуществляется выверка положения детали перед обработкой;
- взаимное положение базовых и обрабатываемых поверхностей (точность выверки положения детали);
- способ обработки (расточивание, шлифование, хонингование и т.д.);

размеры обрабатываемых поверхностей (диаметр, длина и т.д.) с указанием точности обработки (допусков размеров). Для коленчатых валов размеры определяются по справочной литературе (см. Приложение 1) с учетом ремонтных размеров вкладышей, поставляемых в запасные части. Не следует определять ремонтные размеры, ориентируясь только на размеры шеек вала перед ремонтом, т.к. шейки могут иметь износ, в результате чего ремонтные размеры будут назначены неправильно;

дополнительные требования к обрабатываемым поверхностям (например, их взаимное расположение, биение, эллипсность и т.д.);

шероховатость обрабатываемых поверхностей или способ финишной обработки, если это необходимо (полировка, доводка и т.д.);

схема контроля детали после ремонта, контролируемые размеры и параметры.



Рис 8.47. Эскиз обработки гнезда седла клапана



Рис 8.48. Эскиз обработки изношенного корпуса роторного масляного насоса

Коленчатый вал двигателя _____

1. Проверить биение вспомогательных поверхностей в центрах. Биение хвостовика и посадочного фланца маховика — не более ___ мм. Если биение превышает указанное, поправить центровые фаски.
2. Проверить биение коренных шеек — оно не должно превышать ___ мм. Если биение превышает указанное, править вал (или балансировать после ремонта).
3. Шлифовать шатунные шейки в размер ____{-0,01} (указать ремонтное уменьшение — 0,25; 0,5 или другое. Указать также шейки, где имеются серьезные повреждения и малый припуск на обработку). При шлифовании обеспечить радиус галтелей R__.
4. Шлифовать коренные шейки в размер ____{-0,01}.
5. Шлифовать упорные поверхности коренной шейки № ___, обеспечив расстояние между ними ____{+0,03} мм.
6. Полировать все шейки.
7. Окончательный контроль всех размеров и биений.

Рис 8.49. Сопроводительная записка к ремонту коленчатого вала

На рис. 8.47 в качестве примера приведен эскиз обработки гнезда головки блока для установки нового седла клапана, на рис. 8.48 - эскиз обработки корпуса масляного насоса, а на рис. 8.49 - сопроводительная записка к коленчатому валу. Практика показывает, что подобные документы позволяют избежать многих ошибок при обработке деталей, а также являются основанием для того, чтобы предъявить претензии к ремонтному предприятию, если ремонт детали выполнен некачественно.

4) некоторые детали перед ремонтом требуют специальной подготовки. Так, у двигателей автомобилей с механической коробкой передач в коленчатом валу может быть установлен подшипник опоры первичного вала коробки передач. При шлифовании вала подшипник мешает установке центра. В таких случаях, подшипник необходимо выпрессовать, используя специальную цангу (рис. 5.57). Ремонту коленчатого вала может помешать звездочка или шестерня привода, расположенная на хвостовике, а ремонту блока цилиндров - форсунки масляного охлаждения поршней. Они также должны быть сняты.

Базовые поверхности, на которые устанавливается деталь и относительно которых обрабатываются ее рабочие поверхности, должны быть проверены, очищены и исправлены, если они загрязнены или повреждены. Это касается различных плоскостей, на которых могут остаться отдельные фрагменты прокладок, центровых фасок валов и других аналогичных элементов. Далеко не всегда следует рассчитывать на то, что эту работу сделают на предприятии, ремонтирующем данную деталь. Опыт показывает, что даже достаточно квалифицированный специалист (шлифовщик, расточник) может допустить ошибку и обработать деталь, не проверив ее установку в станке, не говоря уж о менее опытных, которые не всегда представляют требования к обработке деталей и, тем более, условия работы детали в двигателе, определяющие эти требования. Учитывая это, наиболее ответственные и дорогостоящие детали, например, коленчатые валы, желатель-

но проверять дополнительно, устанавливая их на базовые поверхности (в центрах). При подобной проверке можно выявить отдельные дефекты детали, не обнаруженные при дефектации (например, у коленчатых валов - деформация хвостовика), а также исправить базовые поверхности, если из-за их повреждения относительно них нельзя обрабатывать деталь (см. раздел 9).

С подготовкой деталей к ремонту достаточно тесно связана проблема поставки запасных частей. Очевидно, что заказать нужные запасные части для неисправного двигателя можно только после его разборки и дефектации на основании всех необходимых измерений его деталей. Однако, прежде чем ремонтировать конкретные детали, необходимо быть уверенным, что все требуемые для ремонта запасные части удастся приобрести. Например, если для распространенных двигателей не составляет большой проблемы найти вкладыши коленчатого вала и поршневые группы ремонтных размеров 0,75÷1,0 мм, то для редких и новых двигателей может оказаться проблематичным даже ремонтный размер 0,25 мм. Сложности с приобретением необходимых запасных частей могут повлиять на технологию ремонта деталей - например, может потребоваться восстановление сильно изношенных шеек коленчатого вала или гильзование цилиндров блока, если запасные части нужного ремонтного размера не выпускаются фирмами-изготовителями запасных частей, не говоря уже о фирмах-производителях автомобилей.

Столкнувшись с подобными проблемами, следует сначала получить запасные части, а только после этого ремонтировать те или иные детали. Хотя это несколько увеличивает сроки ремонта двигателя, но исключает ситуации, когда, например, коленчатый вал уже проточен в такой ремонтный размер, вкладыши которого не существуют "в природе".

С другой стороны, при серьезном повреждении деталей даже самое тщательное измерение не может точно ответить на вопрос о том, в какой ближайший ремонтный размер можно обработать данную поверхность детали. Вследствие этого перед заказом запасных частей может потребоваться предварительная обработка наиболее сильно поврежденных поверхностей. Подобные ситуации характерны для цилиндров и шеек коленчатых валов с неравномерным односторонним износом или глубокими задирами.

Для целого ряда широко распространенных моделей двигателей вместо сильно поврежденных дорогостоящих деталей типа коленчатого вала, блока цилиндров, головки блока, шатунов и др. можно приобрести детали, бывшие в употреблении, но еще вполне работоспособные. Однако не стоит торопиться устанавливать их на двигатель - практика показывает, что большинство подобных деталей имеют повреждения и требуют того или иного ремонта. Более того, детали б/у желательно проверять не менее тщательно, чем детали ремонтируемого двигателя. Это связано с тем, что часто неизвестна достоверно причина, по которой данные детали были сняты с двигателя - не исключено, что этот двигатель имел серьезные неисправности или поломки. Тем не менее, даже если детали б/у требуют ремонта, нередко их использование оказывается экономически более выгодным, чем восстановление сильно поврежденных "родных" деталей из-за более высокой надежности двигателя после ремонта и меньших затрат времени и средств на ремонт.

Глава 9. СПОСОБЫ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ

Приступая к ремонту двигателя, а тем более, к ремонту конкретных деталей, необходимо представлять цели и задачи ремонта. Цель ремонта можно сформулировать, как восстановление эксплуатационных характеристик и параметров двигателя (или отдельного узла, детали) до уровня, указанного в паспортных данных, инструкциях по эксплуатации и ремонту или общепринятых рекомендаций (если конкретные сведения по данному двигателю отсутствуют). К эксплуатационным характеристикам и параметрам двигателя, которые контролируются и в целом определяют качество ремонта, следует отнести:

- шум двигателя;
- дымность и токсичность отработавших газов;
- пусковые характеристики;
- уровень вибрации, устойчивость работы на всех режимах;
- приемистость, мощность (крутящий момент), эксплуатационный расход топлива;

ресурс двигателя после ремонта, т.е. пробег до следующего ремонта.

Сформулированная цель может быть достигнута:

соблюдением правил и технологий ремонта на всех его этапах;

восстановлением прежней геометрии деталей - конфигурации, формы, взаимной параллельности, перпендикулярности, биения поверхностей и т.д., а также качества материала на поверхности (например, твердости);

восстановлением номинальных значений зазоров во всех сопряжениях деталей;

восстановлением рабочих функций вспомогательных агрегатов и систем управления двигателя.

Успешное решение этих задач связано с целым рядом факторов, в частности, квалификацией и опытом работы персонала ремонтного предприятия, наличием инструмента, приспособлений, оборудования для ремонта и т.д. Из них наибольшее значение имеет квалификация и опыт - при ремонте двигателей со сложными дефектами или поломками нередко требуются не только навыки разборки и сборки двигателя, но и знания рабочих процессов двигателя, условий работы деталей, а также технологий их ремонта. Без этого обычно не удается обеспечить нужное качество ремонта двигателя.

9.1. Общий подход к ремонту деталей

При ремонте изношенных или поврежденных деталей двигателя необходимо придерживаться определенных общих правил. Это позволяет избежать ошибок, обеспечить качество ремонта, а в целом снизить вероятность неисправностей и отказов после ремонта и исключить затраты времени и средств на их исправление.

Все детали двигателя, подверженные различным повреждениям в эксплуатации, можно условно разделить на две группы. Первая группа - изнашиваемые детали, непосредственно контактирующие по рабочим поверхностям с ответными изнашиваемыми деталями. Такие детали могут обрабатываться в ремонтные (увеличенные для отверстий и фланцев и уменьшенные для валов) размеры для сопряжения с ответными заменяемыми деталями. Примером может служить шлифование коленчатого вала под вкладыши увеличенной толщины или хонингование цилиндров под поршни увеличенного диаметра.

Вторая группа - неизнашиваемые детали, непосредственно не работающие на износ в контакте с другими, но в некоторых случаях получающие те или иные повреждения при разрушении сопряженных деталей. К ним можно отнести шатуны, блоки цилиндров (постели коленчатого вала) и т.п. В отличие от деталей первой группы, неизнашиваемые детали следует ремонтировать преимущественно с восстановлением в прежний размер. Если при ремонте это условие нарушается, то,

как правило, требуются нестандартные комплектующие. При этом не исключено, что надежность двигателя будет снижена, а последующий ремонт (если он потребуется) будет затруднен или невозможен без замены этих деталей.

Исходя из сказанного, можно сформулировать следующие правила ремонта:

1. Не следует без необходимости изменять конструкцию ремонтируемых деталей, особенно, если речь идет об относительно недорогих деталях. Например, протачивание канавок на поршне под более высокие ("толстые") кольца всегда ослабляет поршень и в последующем может привести к его поломке. Установка "сухих" гильз в блок с последующей их расточкой и хонингованием под изношенные поршни для восстановления зазоров в цилиндрах - также изменение конструкции, причем совершенно неоправданное. Для ремонта блоков практически всегда существуют поршни увеличенных (ремонтных) размеров. Другое дело, когда в цилиндре обнаружено глубокое повреждение или трещина, либо цилиндры уже имеют последний ремонтный размер. В таких случаях установка гильз оправдана, поскольку является единственным способом восстановить дорогостоящую деталь - блок цилиндров.

2. При проведении ремонта двигателя, особенно сложного, не стоит экономить на мелочах - лучше один раз заменить и/или отремонтировать все изношенные или "подозрительные" детали. Это оказывается дешевле, чем несколько раз затем частично разбирать двигатель и устранять "недоделки". Например, можно оставить без замены сальник коленчатого вала, ошибочно посчитав его еще хорошим по его внешнему виду. Однако при этом сильно возрастает риск повторного снятия и установки двигателя или коробки передач для замены этого сальника. Такая же "мелочь" внутри самого двигателя нередко "стоит" еще и повторных разборки и сборки двигателя.

3. Отремонтированная деталь должна иметь геометрические характеристики - перпендикулярность, параллельность, взаимное биение рабочих и базовых поверхностей, на уровне новой детали. Чем выше качество ремонта, тем меньше отклонения формы, расположения и размеров поверхностей. Эти параметры должны быть, с одной стороны, заложены в технологию ремонта, а с другой - тщательно проконтролированы перед сборкой двигателя. Ошибки, допущенные при ремонте и пропущенные при контроле, ведут обычно к ускоренному износу самой детали и деталей, сопряженных с ней.

4. При ремонте деталей не следует забывать о возможности последующего ремонта. Это значит, что должен быть обеспечен по возможности минимальный съем металла на изношенных поверхностях. Кроме того, не стоит произвольно дорабатывать детали и изменять их посадочные размеры под имеющиеся на ремонтном предприятии дешевые комплектующие. Например, растачивание крышки блока и/или шлифование вала под имеющийся в наличии нестандартный сальник при последующем ремонте может создать проблемы с поиском такого же сальника. Еще хуже, когда дорабатывается отверстие шатуна под нестандартные шатунные вкладыши - "вернуть" размер обратно к номинальному практически невозможно. Следует отметить, что некачественный ремонт - это в определенной степени бумеранг для недобросовестного ремонтника. Достаточно велика вероятность того, что именно ему и придется устранять недоделки, и у него самого могут возникнуть проблемы с повторным ремонтом.

5. При ремонте двигателей не следует использовать запасные части и комплектующие низкого или сомнительного качества. Как правило, их можно отличить по низкой цене и внешнему виду, который нередко отличается от внешнего вида детали, снятой с двигателя. Детали и комплектующие низкого качества могут привести к необходимости проведения повторно-го ремонта уже через несколько тысяч километров пробега.

Особенно неприятно, если под эти запасные части выполнялся ремонт сопряженных поверхностей других деталей, что, помимо всего прочего, резко увеличивает объем повторного ремонта. Поэтому разного рода "нестандартные" запасные части и комплектующие лучше использовать только для того двигателя, для которого они и предназначены. Если все же другого выхода нет, замену комплектующих на нестандартные следует проводить крайне осторожно, по принципу "семь раз отмерь - один раз отрежь". Стоит отметить, что и наоборот, установка только оригинальных деталей и комплектующих с маркировкой фирмы-изготовителя автомобиля также далеко не всегда оправдана из-за их высокой цены. Таким образом, цена, а следовательно, и качество запасных частей должны быть оптимальны, иначе ремонт двигателя становится нерентабельным.

6. В практике ремонта двигателя следует использовать несколько основных способов восстановления зазоров и поверхностей сопряженных и изношенных деталей:

а) одна из изношенных деталей обрабатывается в ближайший ремонтный размер - увеличенный (для отверстия) или уменьшенный (для вала). Другая деталь заменяется на новую, имеющую увеличенный (уменьшенный) ремонтный размер. Это наиболее распространенный и дешевый способ ремонта ЦПГ и КШМ;

б) одна из изношенных деталей не обрабатывается (если износ небольшой) или обрабатывается до восстановления правильной геометрической формы. На рабочие поверхности ответной детали наносится слой металла (наплавка, наварка, напыление, гальваническое покрытие). После этого деталь обрабатывается (шлифуется) в размер, больший стандартного (вал), но обеспечивающий требуемый зазор в сопряжении. Данный способ может быть использован, например, при ремонте деталей распределительного механизма (сопряжения распределительного вала с головкой блока, клапанов с клапанными втулками);

в) на одну из изношенных деталей наносится слой металла, после чего деталь обрабатывается в размер, равный стандартному (если износ мал) или меньший его (если износ велик). Ответная деталь заменяется на новую соответственно стандартного или ремонтного размера. Данный способ является основным для ремонта подшипников распределительных,

вспомогательных и балансирных валов, если они вращаются в подшипниках скольжения. Кроме того, способ часто используется для ремонта сильно изношенных коленчатых валов, когда величина износа отдельных поверхностей превышает 3-4 ремонтных размера (т.е. больше 0,75-1,0 мм);

г) изношенная деталь, имеющая съемную (разъемную) часть, обрабатывается по поверхности разъема, после чего деталь соединяется, а изношенная поверхность обрабатывается в стандартный размер. Это основной способ восстановления постелей подшипников в блоке цилиндров, шатунах и головке блока с разъемными крышками опор;

д) обе ответные детали заменяются на новые, но одна из деталей дополнительно обрабатывается для обеспечения рабочего зазора. Данный способ характерен для ремонта головок блоков с заменой изношенных клапанов и клапанных втулок, верхних головок шатунов при замене втулок поршневого пальца;

е) обе ответные детали заменяются на новые с "автоматическим" обеспечением рабочего зазора. Такая ситуация встречается при замене коленчатого вала со вкладышами, распределительного или вспомогательного валов в комплексе с новыми втулками подшипников, а также при замене блока цилиндров с поршнями и кольцами. Этот способ наиболее дорогой и применяется тогда, когда другие способы ремонта невозможны из-за сильного повреждения деталей.

9.2. Ремонт отверстий в деталях двигателя и агрегатов

В конструкции двигателей можно выделить два типа отверстий. Первый тип - отверстия, по поверхности которых работает - вращается или поступательно движется, ответная деталь (вал, толкатель, поршень, палец и т.д.). Это - цилиндры, гильзы цилиндров, поршни, опоры подшипников распределительного вала в головке, отверстия в поршне и т.д. Второй тип - отверстия, используемые для установки или запрессовки втулок, вкладышей подшипников и других деталей, т.е. по поверхности таких отверстий ответная деталь непосредственно не работает (не перемещается). К таким отверстиям относятся постели в головке и блоке цилиндров под вкладыши или втулки, отверстия верхних и нижних головок шатунов и др. Кроме того, отверстия первого типа следует различать по способу смазки пары трения - под давлением или разбрызгиванием.

В соответствии с типом отверстий в эксплуатации встречаются повреждения различного характера, среди которых следует отметить износы, задиры, остаточные температурные деформации и др. При этом различные типы отверстий требуют для ремонта различных способов и средств (технологий) ремонта.

Для отверстий первого типа основным способом ремонта является увеличение диаметра, что предполагает использование ответной детали увеличенного (ремонтного) размера. Для отверстий второго типа при ремонте обычно требуется восстановление размера до стандартного.

Существенное влияние на способ ремонта оказывает то, является ли отверстие разъемным или неразъемным. Так, для изношенных разъемных отверстий первого типа возможно восстановление в прежний (стандартный) размер. Для этого необходимо обработать плоскости (поверхности) разъема так, чтобы появился припуск на окончательную обработку отверстий (рис. 9.1). Если износ небольшой, менее 0,10-0,15 мм, обычно бывает достаточно обработать только поверхность разъема крышки отверстия. После обработки отверстия в размер допускаются небольшие, в сумме не более 20% длины отверстия необработанные участки у разъема. Если износ или деформация отверстия велики (более 0,15 мм), для ремонта требуется обработка плоскости разъема и крышки и основания отверстия, в противном случае могут остаться большие необработанные участки отверстия. Однако следует проявлять осторожность - практически любой ремонт разъемных отверстий приводит к смещению оси в сторону от крышки к основанию (рис. 9.2). Для некоторых конструкций

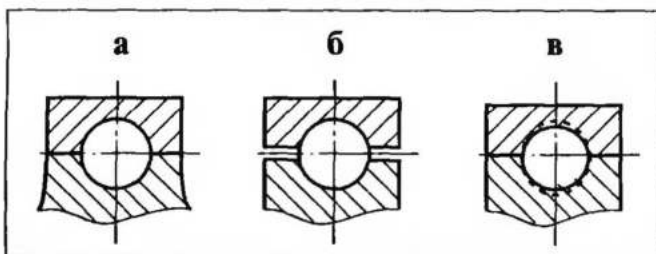


Рис. 9.1. Общая схема ремонта "разъемных" отверстий: а — отверстие до ремонта; б — обработка поверхностей разъема; в — эллипсность отверстия после соединения деталей: (---) — контур отверстия после ремонта

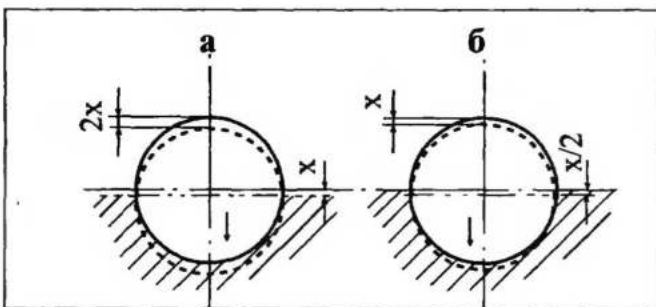


Рис. 9.2. Схема смещения оси при ремонте разъемных отверстий (предполагается равномерный сьем металла при ремонте): а — поверхности разъема обработаны у основания и у крышки на величину X — смещение оси на величину X в сторону основания; б — поверхность разъема обработана на величину X только у крышки — смещение оси на X/2 в сторону основания; // — основание

это может оказаться нежелательным (ослабление натяжения цепей или ремней) или даже недопустимым (изменением межосевого расстояния пары шестерен).

Неразъемные отверстия как первого, так и второго типов могут быть отремонтированы установкой дополнительной втулки. Этот способ является основным для отверстий второго типа, в то время как для отверстий первого типа его следует применять лишь в крайних случаях при очень сильном износе или повреждении.

Во всех случаях ремонта отверстий необходимо учитывать их взаимное расположение по отношению к другим элементам конструкции деталей. Так, при ремонте не должны быть нарушены параллельность, перпендикулярность и соосность ремонтируемого отверстия к так называемым базовым поверхностям, относительно которых была произведена обработка отверстий на заводе-изготовителе.

Практика показывает, что наиболее сложно ремонтировать группу соосных отверстий, если произошел износ или деформация одного или нескольких из них. В данной ситуации приходится ремонтировать, как правило, все отверстия, расположенные на данной оси. Это требует специального precisionного оборудования и нередко достаточно большого объема работ по подготовке к ремонту.

Для ремонта поверхности отверстий наиболее часто используются токарные, расточные, хонинговальные и внутришлифовальные станки.

Токарные и расточные станки чаще применяются для предварительной обработки отверстий. На токарных станках можно обработать только небольшие по габаритам детали, например, крышки и корпуса маслососов, шатуны и т.д. Точность обработки даже на универсальном токарном оборудовании достаточно высока - попасть в допуск 0,015-0,020 мм нетрудно. Однако для деталей сложной формы часто требуется специальная планшайба, а время обработки оказывается достаточно велико, в основном, из-за трудности выверки положения детали. Если ориентироваться на описанные выше типы отверстий, то токарная обработка подходит во всех случаях, кроме отверстий первого типа со смазкой разбрызгиванием (например, поверхность цилиндров).

Следует отметить, что для отверстий первого типа чем выше качество поверхности, тем меньше износ. Получаемая после обработки резцом поверхность отверстия может служить причиной ускоренного износа вала, особенно, если отверстие выполнено из мягкого металла (алюминий). Такие случаи встречаются в опорах подшипников скольжения, в том числе в отверстиях поршней и верхних головок шатунов. Для отверстий второго типа после токарной обработки возможно уменьшение площади контакта и увеличение контактного термического сопротивления между корпусом (отверстие) и устанавливаемой в него деталью вследствие повышенной шероховатости поверхности. Результатом этого может быть перегрев деталей (вкладыш, гильза).

Вышесказанное справедливо и для обработки отверстий на расточных станках. В отличие от токарных, расточные станки обеспечивают, как правило, более высокую точность. Для сравнительно коротких отверстий используются вертикально-расточные станки (цилиндры, шатуны, крышки, корпуса маслососов и т.д.). Для длинных или соосных отверстий, расположенных на большой длине (опоры валов в блоке или головке цилиндров) чаще применяются горизонтально-расточные станки.

Обработка таких отверстий представляет собой достаточно сложную техническую задачу. С одной стороны, требуется большой вылет резца. Консольно расположенный резец при растачивании может вибрировать, что значительно снижает качество обработки - поверхность становится "дробленой". Чтобы устранить дробление, необходимо иметь дополнительную опору резца. В этой связи представляет интерес обработка отверстий с помощью борштанги - специального резцедер-

жателя, установленного на двух подшипниках, закрепленных на торцах или одной из плоскостей обрабатываемой детали (см. раздел 9.5.2.). Применение борштанги требует тщательной настройки всех резцов на заданный размер (обычно их количество равно числу обрабатываемых соосных отверстий), но упрощает требования к станку, от которого нужны только вращение и продольная подача. Независимо от используемого оборудования обработка соосных далеко расположенных отверстий требует очень точной выверки положения детали.

На современных двигателях прецизионные отверстия в деталях всегда имеют окончательную (финишную) обработку после растачивания. Поскольку одна из основных задач ремонта - добиться качества поверхности после ремонта не хуже, чем у новой детали, для окончательной обработки лучше всего подходят различные хонинговальные станки.

Хонингование выполняется абразивными брусками. Для обработки алюминиевых, бронзовых и чугунных деталей используются бруски из окиси алюминия Al_2O_3 или карбида кремния SiC. Для обработки стальных деталей часто применяются алмазные бруски, а также бруски из кубического нитрида бора. Бруски устанавливаются на хонинговальной головке станка, которая имеет возможность вращения и возвратно-поступательного движения. При обработке поверхности отверстия необходима подача большого количества смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), препятствующей задирам и внедрению абразива в поверхность, особенно у алюминиевых, чугунных и бронзовых деталей. Кроме того, СОЖ уносит абразив и частицы металла от поверхности отверстия, а также охлаждает деталь при обработке.

В качестве СОЖ используется специальное хонное масло, содержащее большой спектр мощных присадок, препятствующих также "засаливанию" брусков. Иногда применяют смесь масла - индустриального или веретенного, с керосином или чистый керосин. Последний вариант уменьшает ресурс брусков, т.к. керосин разъедает связку - состав, связывающий частицы абразива в бруске.

На практике находят применение различные схемы хонингования (рис. 9.3). Гибкое подпружиненное крепление брусков на хонинговальной головке дает хорошую чистоту поверхности, но не исправляет отклонений от цилиндрической формы, если они по каким-либо причинам имелись перед хонингованием, и не позволяет из-за этого снимать большой

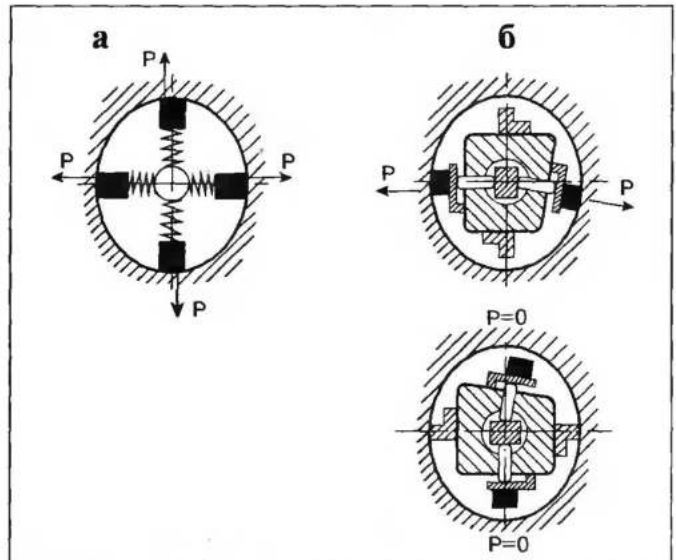


Рис. 9.3. Основные схемы хонингования: а — с подпружиненными брусками давление на стенки и сьем металла равномерны, поэтому геометрия цилиндра (эллипс) сохраняется; б — с жесткой подачей брусков сьем металла происходит только по малому радиусу, что приводит к постепенному исправлению эллипса

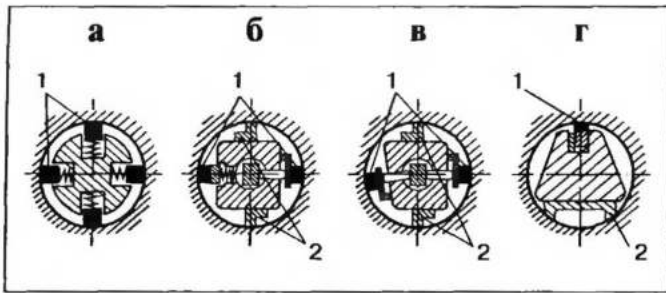


Рис. 9.4. Схемы хонинговальных головок:

а — с подпружиненным креплением брусков; б — один брусок с жесткой подачей и один — подпружинен; в — оба бруска с жесткой подачей; г — головка с жесткой подачей бруска; 1 — брусок; 2 — башмак

(более 0,1 мм) припуск. Хонинговальные головки с жесткой подачей брусков обеспечивают съем больших слоев металла (если это необходимо), лучшее качество поверхности и исправляют отклонения от цилиндрической формы отверстия.

В автоматических и полуавтоматических хонинговальных станках подача брусков на разжим происходит автоматически по мере снятия материала из отверстия по крутящему моменту на головке. При уменьшении крутящего момента система автоматического регулирования разжимает бруски на головке. В станках с ручным управлением подача брусков на разжим осуществляется вручную.

Хонинговальные головки имеют различную конструкцию (рис. 9.4). Так, для относительно коротких отверстий использу-

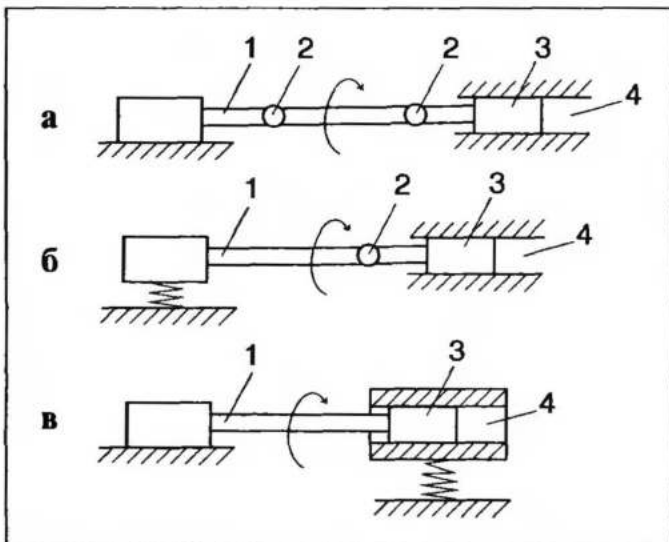


Рис. 9.5. Схемы взаимного расположения шпинделя хонинговального станка и детали:

а — жесткое крепление привода шпинделя и детали требует установки двух шарниров в приводе; б — жесткое крепление только детали — достаточно одного шарнира; в — нежесткое крепление детали — шарнир не нужен; 1 — шпиндель станка; 2 — шарнир; 3 — хонинговальная головка; 4 — деталь

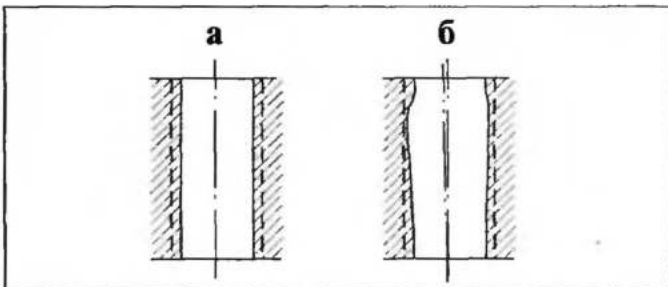


Рис. 9.6. Геометрия цилиндра до (—) и после (---) хонингования: а — при хорошей исходной геометрии ось цилиндра сохраняется; б — при одностороннем износе поверхности ось цилиндра после хонингования может быть перекошена

ются головки с одним рядом брусков. Для длинных отверстий или разнесенных на большую длину опор в блоках и головках цилиндров применяют специальные головки (оправки) с 2-7 расположенными в один ряд брусками. Отверстия небольшого диаметра могут обрабатываться головками, у которых в одном ряду один брусок с одним двойным или двумя направляющими башмаками. Для длинных отверстий, в том числе цилиндров, применяются головки с направляющими башмаками и без них. Для станков с автоматической подачей брусков головки могут иметь 2 бруска и 2 башмака. Один из башмаков настраивается на размер цилиндра, другой — подпружинен. В головках с ручной подачей для простоты настройки башмаки могут иметь жесткую подачу одновременно с брусками. Находят применение головки с жесткой подачей брусков без башмаков, при этом требуется 6-8 брусков. Такой инструмент имеет большую производительность, но обычно уступает в точности головкам с направляющими башмаками.

Хонингованием могут быть обработаны отверстия в любых деталях — стальных, чугунных, алюминиевых и бронзовых. На процесс хонингования слабо влияет неоднородность металла, наблюдаемая, например, при внедрении подкаленных слоев стали в отверстие алюминиевой детали или при местной закалке поверхности отверстия стальной детали из-за перегрева. Этого нельзя сказать о растачивании, где даже для обработки алюминиевых деталей часто приходится пользоваться наиболее твердыми "эльборовыми" резцами, если есть внедрение частиц стали или чугуна.

Недостатком хонингования является высокая стоимость инструмента, поскольку одна оправка (головка) может иметь небольшой диапазон регулирования диаметра (3-5 мм для больших отверстий и 2-3 мм для малых). Исключение составляют хонинговальные головки для цилиндров, которые могут охватывать весь диапазон диаметров, например, от 60 до 100 мм.

Головки в хонинговальных станках могут иметь шарнирное и жесткое крепление. Для обработки цилиндров на вертикально-хонинговальном станке необходимы два шарнира, чтобы устранить возможную несоосность шпинделя станка и отверстия (рис. 9.5). Обработка опор подшипников в блоках цилиндров и головок выполняется на горизонтально-хонинговальных станках, где также требуются два шарнира между шпинделем станка и головкой. В то же время для хонингования небольших деталей удобны горизонтально-хонинговальные станки с жестким креплением головки. Деталь при обработке удерживается здесь вручную и имеет возможность перемещаться в плоскости вращения.

Существенной особенностью хонингования, ограничивающей его применение, является то, что обработка отверстий не ведется от базовых поверхностей, в отличие, например, от других способов (расточивание, шлифование и т.д.). Базой при хонинговании является само отверстие, т.е. в процессе обработки сохраняется соосность между отверстиями до и после съема небольшого слоя металла (например, в нескольких десятых долей миллиметра).

Рассмотрим этот вопрос более подробно. Допустим, обрабатываемое отверстие небольшой длины сильно деформировано. При этом оно становится нецилиндрическим, однако его образующая прямолинейна и параллельна оси. В таком случае при хонинговании головками с жесткой подачей брусков отверстие становится цилиндрическим и ось отверстия не перекашивается (рис. 9.6). Если же образующая непрямолинейна (например, вследствие износа обычно отверстие имеет "корсетную" форму), поверхность имеет конусность или односторонний износ, то после хонингования может возникнуть перекошенность оси, т.е. новая ось отверстия не будет параллельна старой.

Аналогично при снятии больших припусков ось отверстия, несмотря на все меры, в том числе хонингование с разных сторон, двух деталей вместе и т.д., также может оказаться перекошенной. При съеме каждый раз небольших слоев металла накапливается погрешность, которая становится весьма ощу-

тимой, если припуск на хонингование превышает $0,8 \div 1,0$ мм. В то же время для длинных или далеко разнесенных соосных отверстий припуск может быть увеличен в несколько раз без значительного увеличения перекаса.

Для сильно деформированных коротких отверстий небольших стальных деталей (например, шатунов) хорошие результаты дает внутреннее шлифование, выполняемое на специальных станках. Данный способ обработки заменяет сразу и растачивание и хонингование, которые приходится применять в указанных случаях. При этом шлифованное отверстие имеет более высокую точность - в нем практически отсутствуют «эллипс» и «конус», тогда как при растачивании и хонинговании отклонение от цилиндричности может достигать $4-10$ мкм. Правда, даже такая эллипсность или конусность является очень малой для подавляющего большинства деталей автомобильных двигателей.

Длинные или далеко разнесенные отверстия могут быть обработаны с помощью специальных разверток. Если для разворачивания отверстий под направляющие втулки или в самих втулках в головках блока цилиндров, как правило, подходят стандартные развертки, то для опор валов в блоке или головке требуется специальный инструмент. Такие развертки могут быть изготовлены на заказ на инструментальном производстве, однако это достаточно дорогой инструмент, причем рассчитанный только на один диаметр. Кроме того, неоднородность металла в отверстиях, особенно поврежденных, затрудняет обработку разверткой. Вследствие этих причин данный способ для обработки опор подшипников применяется очень редко.

При ремонте отверстий большое значение имеют методы и средства контроля. Для всех случаев ремонта требуется точное измерение диаметра отверстия, например, нутромером с ценой деления до $0,01$ мм. Для многих деталей требуются также измерения соосности, перпендикулярности и/или параллельности различных поверхностей.

9.3. Ремонт валов двигателей

Большинство неисправностей двигателей связано с износом, повреждением или даже поломкой валов - коленчатых, распределительных, вспомогательных, балансирных. При ремонте двигателей нередко приходится ремонтировать опорные шейки (рабочие поверхности) валов. Независимо от конструкции и назначения вала можно выделить некоторые общие принципы ремонта, соблюдение которых позволяет обеспечить надежность и долговечность вала после ремонта.

Основными неисправностями валов являются износ или задиры опорных шеек из-за повреждения вкладышей или втулок, а также деформация - искривление вала из-за перегрева шеек. В результате этого увеличиваются зазоры в подшипниках и нагрузки, в то время как условия смазки ухудшаются.

"Естественный" износ шеек наблюдается при больших пробегах автомобиля и всегда достаточно мал - обычно не более $0,05 \div 0,08$ мм. Овальность шеек редко превышает здесь $0,02 \div 0,03$ мм. При этом поверхность шеек становится негладкой, имеет многочисленные круговые риски, царапины, канавки глубиной до $0,01 \div 0,04$ мм. Поэтому даже в случае правильной геометрии вал с такими шейками не может быть установлен без ремонта.

Износ шеек после разрушения подшипников достигает иногда $0,5 \div 0,8$ мм, а в некоторых случаях до $2 \div 3$ мм. Овальность шеек при этом составляет примерно половину износа. Износ, как правило, имеет односторонний характер, что может существенно затруднить последующий ремонт. При ремонте валов должны быть выполнены следующие условия:

1) восстановлен (до исходного) рабочий зазор в соединениях с ответной деталью (или деталями);

2) восстановлено взаимное расположение рабочих и

вспомогательных поверхностей;

3) восстановлено качество рабочих поверхностей.

Пренебрежение хотя бы одним из указанных условий ведет к ускоренному износу и выходу из строя как самого вала, так и ответных деталей. Например, увеличенный зазор дает шум или стуки при работе, уменьшенный - приводит к задирам и заклиниванию. Искривление оси опорных рабочих поверхностей вала увеличивает нагрузки на опоры и износ подшипников. Из-за несоосности рабочих и вспомогательных поверхностей ускоряется износ элементов привода вала (цепи, ремни, натяжители), а также нарушается герметичность уплотнений вала. Низкое качество отремонтанной поверхности - большая шероховатость и пониженная твердость, ускоряют износ вала и сопряженных с ним деталей.

Основными способами ремонта валов являются:

1. Шлифование опорных шеек в ремонтный (уменьшенный) размер - применяется для равномерно изношенных валов при наличии вкладышей (втулок) подшипников увеличенной толщины.

2. Правка с последующим шлифованием шеек в ремонтный размер - для деформированных и изношенных валов.

3. Наплавка или наварка (возможно с небольшим предварительным занижением размера шейки) с последующими правкой и шлифованием в ремонтный размер - для сильно изношенных и деформированных валов.

4. Аналогично п.3, но шлифование производится в прежний размер шеек - используется для вспомогательных и распределительных валов, где применяются, в основном, только втулки подшипников стандартного размера.

5. Аналогично п.3, но шлифование производится в размер, больший стандартного - применяется, в основном, для распределительных валов, устанавливаемых в изношенные и/или увеличенные в ремонтный размер опоры в головке блока цилиндров.

6. Правка без шлифования - применяется для неизношенных валов, имеющих большую остаточную деформацию.

Независимо от способа ремонта следует придерживаться определенной последовательности ремонтных операций:

1. Дефектация и подготовка вала к ремонту.

2. Наварка.

3. Правка.

4. Шлифование.

5. Балансировка.

6. Полирование рабочих поверхностей.

7. Окончательный контроль.

Рассмотрим более подробно основные операции.

Дефектация вала проводится с целью определения методов и средств ремонта и включает:

измерение диаметров и овальности шеек (наибольший и наименьший размеры);

измерение биения поверхностей (направление и величина);

измерение размеров вспомогательных поверхностей (хвостовик и т.д.).

Перед дефектацией вал должен быть вымыт и просушен. Измерения диаметров шеек и хвостовика производятся микрометром. Опорные шейки измеряются в одной (произвольной) плоскости, за исключением визуально наблюдаемого одностороннего износа. В этом случае измеряются минимальные и максимальные размеры шеек, а также определяется направление износа (рис. 9.7). Иногда точно определить износ сложно из-за рельефа рабочей поверхности.

Измерить деформацию вала можно двумя способами - на призмах и в центрах. При измерении деформации на призмах (см. рис. 8.2) вал крайними шейками опирается на призмы, установленные на поверочной плите, а с помощью магнитной стойки с индикатором измеряется биение других шеек и поверхностей. Следует отметить, что если вал имеет различные диаметры шеек, то измерение усложняется, т.к. под одну из призм необходимо устанавливать специальные шлифованные

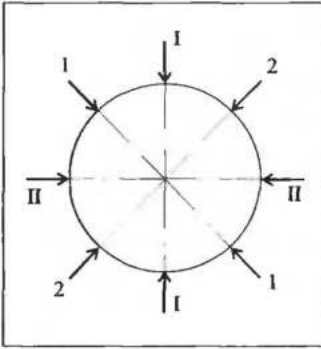


Рис. 9.7. Схема измерения шейки вала:

1 — в плоскости действия основной нагрузки I—I и перпендикулярно к ней II—II; 2 — для уточнения величины и направления износа могут потребоваться измерения в промежуточных плоскостях 1—1 и 2—2



Рис. 9.8. Измерение деформации (биения) вала в центрах токарного станка

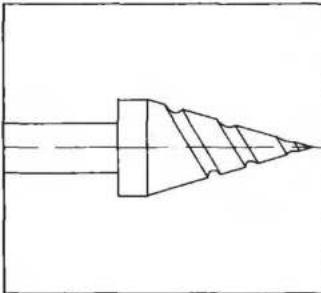


Рис. 9.10. Центр со спиральной канавкой для установки в патрон токарного станка

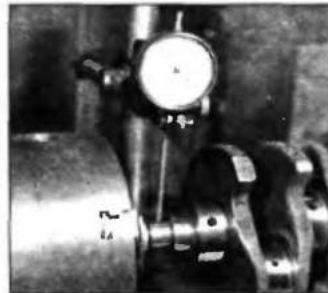


Рис. 9.11. Контроль биения хвостовика вала в неподвижных центрах токарного станка

подкладки. Их толщина должна быть определена по формуле $\delta = (D_{\max} - D_{\min})/2$, где $(D_{\max} - D_{\min})$ - разница диаметров шеек, опирающихся на призмы.

Это не всегда удобно, поэтому иногда лучше использовать другой способ - в неподвижных центрах (рис. 9.8). Подавляющее большинство валов имеет технологические базовые поверхности - центровые фаски на торцах, в которых вал устанавливаются для обработки на производстве. Центровые фаски имеют обычно угол порядка 60° , а диаметры различные - от 6 до 50 мм, причем в некоторых случаях требуются укороченные центры в виде усеченного конуса, иначе острый конец центра может упереться в дно отверстия вала (рис. 9.9).

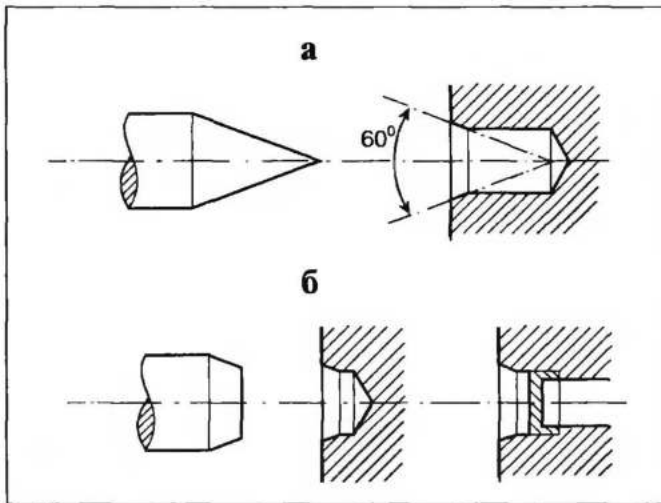


Рис. 9.9. Центровые отверстия и фаски валов: а — "нормальное" отверстие; б — отверстия, требующие укороченного центра

Наиболее удобно производить проверку в токарном станке, используя центры с углом 60° , изготовленные из мягкого материала - алюминия, меди или бронзы. Поверхность центра должна быть достаточно гладкой, но иметь спиральную канавку небольшой ширины (около 0,5 мм) и глубины (0,1÷0,2 мм) с шагом 5÷7 мм (рис. 9.10). Один из центров зажимается в патрон шпинделя, а другой - в патрон, установленный в задней бабке станка. Вал зажимается центрами без люфтов, но так, чтобы его можно было свободно вращать рукой.

Сначала проверяется правильность установки вала, т.е. биение рабочих или вспомогательных поверхностей рядом с центрами. Для этого на стол станка устанавливается магнитная стойка с индикатором, ножка которого упирается в проверяемую поверхность (рис. 9.11). Далее, вращая вал рукой, определяется биение. Оно не должно превышать 0,02÷0,03 мм. Если биение больше, необходимо поправить центровые фаски на валу, иначе деформация вала будет определена с ошибкой. Более того, дальнейший ремонт поверхностей вала, например, шлифование в центрах, будет неправильным. В частности, появится взаимное биение рабочих поверхностей относительно посадочной поверхности шестерен и поверхности сальника (если они есть), поскольку биение этих поверхностей сохранится, а рабочие поверхности вала относительно центров бить уже не будут.

Правку центровых фасок наиболее просто выполнить на токарном станке. Для этого необходимо нанести на соответствующий центр, зажатый в патроне шпинделя станка, абразивную пасту или абразивный порошок с маслом. С помощью рычага на валу надо создать боковое или вертикальное усилие в сторону, противоположную биению - это контролируется индикатором (рис. 9.12). Далее включается станок с оборотами шпинделя 300÷500 мин⁻¹. За счет усилия рычага (порядка 150÷200 Н) создается небольшое усилие отжима вала от центра и прижима его к центру задней бабки станка. Теперь вращением маховика на задней бабке необходимо обеспечить осевое движение вала к центру и от центра (вперед-назад).

Если используется паста зернистостью 25÷40 мкм, то данный способ позволяет обеспечить смещение центральной фаски примерно на 0,03÷0,05 мм/мин. При этом необходимо добиваться, чтобы биение поверхностей на краях вала стало меньше 0,02 мм.

На некоторых валах вместо одной из центровых фасок может быть выполнено базовое отверстие без фаски. В таком случае можно затупить шабером острый край отверстия, затем, используя описанный выше способ, притереть центровую фаску. После предварительной притирки необходимо заменить центр или проточить его и только затем притереть центровую фаску окончательно, контролируя биение ближай-

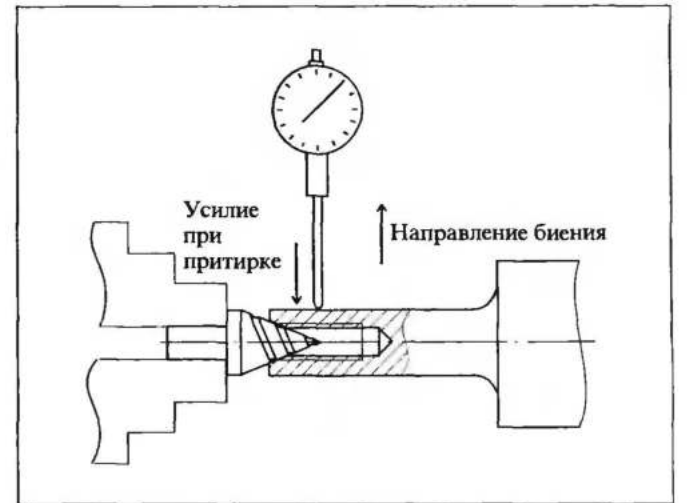


Рис. 9.12. Схема нагружения вала при исправлении биения центральной фаски притиркой

шей к фаске поверхности (не более 0,02 мм).

Существуют и другие способы правки центральной фаски, например, в токарном станке с использованием люнета. Однако преимуществом метода притирки фаски является доступность, т.е. необходимая точность достигается без специального оборудования и оснастки, и не требуется высокая квалификация персонала.

После того, как на краях вала биения поверхностей устранены, необходимо проверить биение рабочих поверхностей, расположенных ближе к середине вала. Если биение больше 0,07÷0,09 мм, вал следует править. Необходимость правки при большой деформации диктуется следующими причинами.

Деформация вала приводит к появлению неуравновешенной массы за счет сдвига оси данного сечения относительно оси вращения. Это справедливо для валов с большими разнесенными от оси вращения массами, в частности, для коленчатых валов. У вспомогательных и распределительных валов влияние дисбаланса незначительно, однако у распределительных валов есть другая проблема. Так, деформация и последующий ремонт опорных шеек без правки вала здесь приводит к смещению оси кулачков относительно оси вращения вала. Если двигатель имеет ручную регулировку зазоров в клапанном механизме, то это еще можно допустить, однако зазоры уже не будут стабильны по углу поворота вала, и, скорее всего, возможны повышенный шум и стуки в механизме. В то же время для двигателей с гидротолкателями это совершенно неприемлемо. Даже небольшое биение (0,02÷0,03 мм) тыльной стороны кулачка относительно опорных шеек приводит к зависанию клапана и неработоспособности двигателя на холостом ходу и малой нагрузке.

При деформации вала его ось, проходившая ранее через центры опорных шеек, изгибается (рис. 9.13). При этом искривляются и получают взаимное биение и другие поверхности - хвостовик, поверхности под сальники, посадочные пояса шкивов или звездочек, опорные и упорные торцевые поверхности. Причины деформации валов различны, однако в большинстве случаев деформация связана с местным перегревом подшипников. В частности, у бензиновых двигателей деформация коленчатого вала обычно имеет характер сжатия щек. У дизелей, напротив, иногда наблюдается расширение щек у перегретой шатунной шейки. Величина деформации, определяемая на призмах как смещение осей коренных шеек (1/2 их биения) относительно их оси вращения, зависит от конструкции коленчатого вала, длительности и режимов работы двигателя с разрушенным шатунным подшипником. Большинство валов деформируется на 0,05÷0,10 мм, однако нередки случаи деформации на 0,2÷0,3 мм и даже на 0,8÷1,0 мм.

Наибольшее влияние на работоспособность вала и его подшипников оказывает взаимное биение опорных шеек. Чем больше биение, тем выше нагрузки на подшипники скольжения и их износ и тем меньше их ресурс. Так, при биении шеек свыше 0,12÷0,15 мм ресурс подшипников вала обычно не превышает 1000÷2000 км, а при биении свыше 0,07÷0,08 мм - 5÷10 тыс. км пробега автомобиля (рис. 9.14). Снижение ресурса заметно при биении, близком к рабочему зазору в подшипниках - 0,04÷0,06 мм, однако некоторые многоцилиндровые двигатели с длинными и тонкими валами и трехслойными вкладышами (BMW) иногда допускают достаточно длительную работу при такой деформации вала. В то же время для подавляющего большинства двигателей верхний предел биения опорных шеек валов не должен превышать половины рабочего зазора - 0,02÷0,03 мм. Новые коленчатые и распределительные валы имеют биение менее 0,01 мм (обычно 0,005÷0,008 мм). При таком биении достигается наибольший ресурс подшипников, и именно к такому уровню необходимо стремиться при ремонте.

Биение торцевых поверхностей упорных подшипников характерно для валов, у которых шейка с упорными подшипниками не совпадает с сечением максимального биения вала

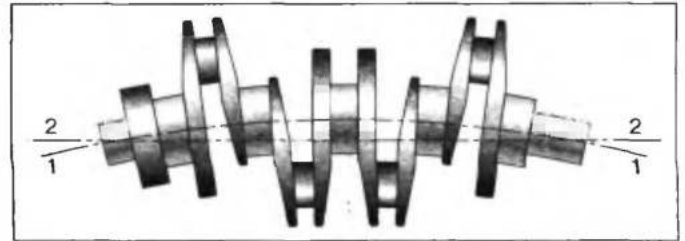


Рис. 9.13. При деформации вала, например, из-за перегрева подшипников) его геометрическая ось 1—1 искривляется, и все поверхности получают биение относительно оси центров 2—2

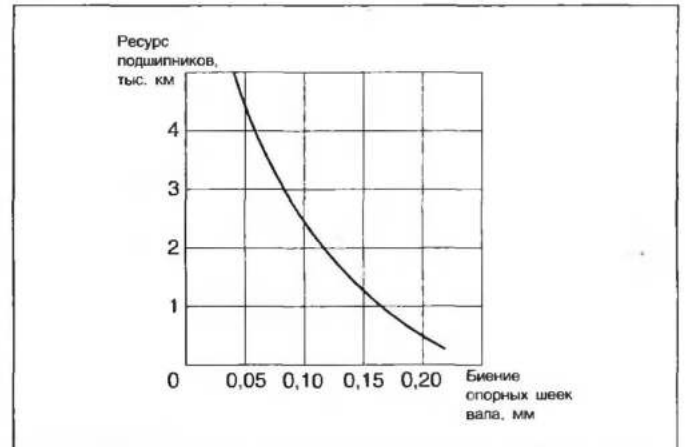


Рис. 9.14. Влияние биения опорных шеек вала на ресурс подшипников

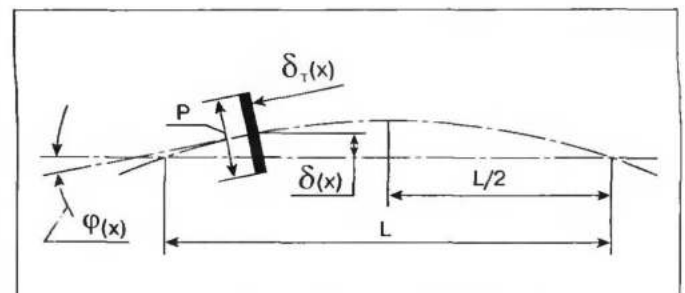


Рис. 9.15. Определение торцевого биения поверхностей деформированного вала

(рис. 9.15). Обычно это встречается у валов с упорными подшипниками на задней опоре, например, при разрушении крайних шатунных шеек коленчатых валов с расположением упорных подшипников на средней коренной шейке.

Если искривление оси вала упрощенно представить параболой с вершиной в сечении с максимальным биением, то деформация вала в сечении с координатой x (рис. 9.15).

$$\delta(x) = \delta_0 \cdot \left[1 - \left(\frac{x}{L/2} \right)^2 \right],$$

где δ_0 - максимальная деформация; L - длина вала.

Угол наклона оси шеек к оси вращения вала в сечении x

$$\varphi(x) = \frac{2x\delta_0}{(L/2)^2},$$

откуда биение торцевых поверхностей в сечении x на диаметре d

$$\delta_T(x) = \frac{2 \cdot d \cdot x \cdot \delta_0}{(L/2)^2}.$$

При $x = L/2$, $\delta_0 = 0,1$ мм, $L = 500$ мм и $\delta = 55$ мм торцевое биение составит порядка 0,05 мм. Аналогичный эффект име-

ет место у опорного торца вала, к которому прижимается звездочка, шкив или маховик.

Биение торцевых поверхностей не должно превышать $0,01 \pm 0,02$ мм. При большем биении ускоряется износ упорных подшипников вала, элементов привода и т.д.

У деформированных валов наблюдается также искривление хвостовика и биение его поверхности относительно оси вращения вала. На хвостовике обычно расположены звездочка цепи или шкив зубчатого ремня. Биение их больше $0,03 \pm 0,04$ мм вызывает попеременно за 1 оборот натяжение и ослабление цепи (ремня), колебания и ударные нагрузки в деталях привода. Это является причиной ускоренного износа деталей, в основном, быстро растяжения цепи или ремня. При ремонте вала необходимо добиваться биения хвостовика не более $0,01 \pm 0,02$ мм.

Поверхности под сальники на деформированном валу обычно также получают биение. Биение свыше $0,07 \pm 0,08$ мм недопустимо даже для нового сальника, вдвое меньшее биение сильно ограничивает ресурс сальника как за счет ускоренного износа его кромки, так и из-за постепенной потери эластичности резины (старения). Поэтому при ремонте вала поверхности под сальники должны исправляться так, чтобы их биение не превышало $0,01 \pm 0,02$ мм относительно оси вращения.

Следует отметить, что иногда поверхность под передний сальник образуется на шкиве или специальном кольце, устанавливаемых на хвостовик. В этом случае герметичность и ресурс сальника будет определять биение хвостовика относительно оси вращения вала в месте установки сальника.

Правка вала осуществляется на прессах или специальном оборудовании. Существует несколько различных способов правки, в том числе путем приложения к валу усилия, перпендикулярного оси, растягиванием или сжатием деформированных участков вала, а также созданием наклепа на поверхности вала. Правка позволяет уменьшить деформацию вала (биение опорных шеек) обычно до $0,05 \pm 0,08$ мм для последующего шлифования.

Базовыми поверхностями для правки являются опорные шейки и крайние вспомогательные поверхности вала, т.е. вал после правки должен иметь минимальные взаимные биения всех указанных поверхностей. Правиться могут валы, имеющие биения опорных шеек от $0,05$ мм и более (до $1,0 \pm 1,5$ мм). Основным преимуществом правки является возможность исключить балансировку коленчатого вала, если последующее шлифование выполнено качественно, т.е. без смещения осей поверхностей и взаимных биений.

Однако, несмотря на то, что правка является весьма эффективным средством ремонта валов, существует ряд ограничений. Так, необходимо иметь в виду следующее:

1. Не каждый деформированный вал можно править. Так, вал, особенно чугунный, на котором обнаружены трещины,

скорее всего при правке сломается. Такие валы, правда, вряд ли вообще следует ремонтировать, поскольку весьма высока вероятность поломки вала в эксплуатации после ремонта. Не следует также править ранее уже бывшие в ремонте валы, если на них обнаружены большие несоосности опорных и вспомогательных поверхностей. В таком случае будут неизвестны базовые поверхности для правки, т.е. невозможно определить, где была ранее ось вращения нового вала.

2. Результаты правки сильно зависят от квалификации специалистов, выполняющих правку, используемого способа и оборудования для правки. Не стоит править вал там, где есть риск получить вместо вала две его половины - лучше вообще обойтись без правки.

3. Некоторые способы правки приводят к возникновению внутренних напряжений в материале вала. Не исключено, что после непродолжительной работы вследствие нагрева и рабочих нагрузок вал может деформироваться. Чтобы этого не произошло, вал следует термообработать для снятия остаточных напряжений. Термообработка вала может быть выполнена в печи при температуре порядка 180°C с выдержкой 3 ± 4 часа и охлаждении с печью. После термообработки необходимо проверить и при необходимости устранить деформацию вала.

4. Большинство способов наварки (наплавки, напыления) изношенных поверхностей вызывают деформацию вала, иногда весьма значительную. Чем сильнее разогревается вал при наплавке, тем больше остаточная деформация. Поэтому не исключено, что после некоторых способов наплавки (наварки) вал следует править и термообработать. Возможны и альтернативные режимы по технологии ремонта, в частности, правка в зависимости от способа наварки может быть сделана как до, так и после наварки.

Остановимся более подробно на способах нанесения металлов на изношенные поверхности валов. Следует отметить, что вообще любое нанесение металла на изношенную поверхность является крайней мерой, когда другие способы ремонта исчерпаны. Например, не следует «варить» весь вал только для того, чтобы использовать стандартные вкладыши подшипников - в большинстве случаев можно найти ремонтные вкладыши нужного размера. Другое дело, когда 1 ± 2 шейки вала имеют очень большие износы. В таком случае целесообразно наваривать (наплавлять) только эти шейки, а затем весь вал обрабатывать в следующий ремонтный размер, ориентируясь на малоизношенные поверхности. И, наконец, если вал уже имеет большое ремонтное уменьшение шеек, то только в этом случае его можно наваривать целиком до стандартного или первого ремонтного размера.

Наиболее известными способами восстановления изношенных поверхностей валов являются напыление, наплавка и наварка различных металлов.

Практически все способы напыления, наплавки и наварки валов производятся на специальных установках, обеспечивающих постоянную скорость вращения вала, а также смещение оси вращения вала (для восстановления шатунных шеек коленчатых валов). Этим требованиям обычно удовлетворяют токарные станки, на которые устанавливается специальное сварочное оборудование.

Плазменное напыление - довольно хорошо известный и освоенный способ восстановления валов. Его суть сводится к переносу металла (обычно используется специальный порошок) от анода к детали через ускоряющий катод (рис. 9.16). Электрическая дуга между анодом и катодом нагревает и превращает рабочее тело установки (обычно это аргон) в плазму с температурой в несколько десятков тысяч градусов. Выходя из сопла установки с большой скоростью, плазма захватывает подаваемые в камеру установки (плазматрон) частицы порошка, которые приобретают в струе большую скорость и температуру. При попадании на поверхность детали расплавленные порошка сцепляются с поверхностью, застывают и образуют покрытие.

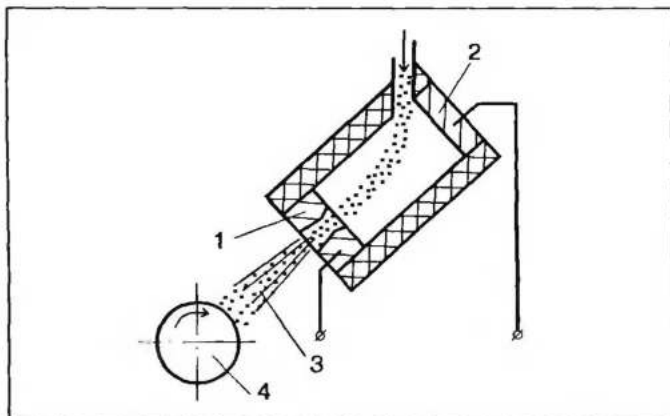


Рис. 9.16. Упрощенная схема плазменного напыления:

1 — катод; 2 — анод; 3 — струя плазмы с расплавленными частицами порошка; 4 — деталь

Очевидно, что в процессе нанесения покрытия деталь нагревается и тем сильнее, чем больше толщина покрытия. Местный перегрев деталей типа коленчатых и распределительных валов, как правило, приводит к их деформации, причем чем "тоньше" вал, тем больше деформация. Другим, еще более серьезным недостатком плазменного напыления является существенная разница между напыленным металлом (никель, титан и др.) и основным металлом вала (чугун, сталь). Для нанесения покрытия обычно требуется "занижение" (предварительная обработка) поверхности, а это снижает прочность вала. Кроме всего прочего, напыленные металлы обычно плохо обрабатываются шлифованием - шлифовальный круг "засаливается", его необходимо часто править, а качество шлифованной поверхности снижается. Повторное восстановление вала также затруднено, поскольку обычно требуется снимать напыленный ранее слой до основного металла.

Другой вариант напыления - когда нагрев порошка происходит в струе пламени ацетилено-кислородной горелки (рис. 9.17). Частицы порошка расплавляются и, попадая на деталь, образуют покрытие. Данный способ достаточно прост, но обладает всеми недостатками предыдущего.

Мелкие расплавленные частицы металла могут быть образованы и при подаче сжатого газа через электрическую дугу, зажигаемую между специальными проволочными электродами. Помимо недостатков описанных выше способов напыления данный способ (рис. 9.18) не дает высокой прочности сцепления покрытия с деталью. Наблюдается также выгорание легирующих элементов напыляемого металла. Однако в отличие от предыдущих способов здесь может быть использована проволока из легированных сталей, т.е. покрытие по своему составу не будет сильно отличаться от материала детали.

Таким образом, различные способы напыления обладают следующими достоинствами и недостатками:

- имеют достаточно высокую производительность;
- позволяют наносить достаточно толстые (до 1,0-1,5 мм) покрытия;
- дают местный перегрев и деформацию валов;
- требуют предварительной обработки восстанавливаемых поверхностей;
- не всегда удается получить высокую прочность сцепления покрытия с деталью;
- материал покрытия существенно отличается от основного металла, нередко имеет нежелательные свойства и не всегда хорошо обрабатывается.

Исключить некоторые недостатки напыления, в частности, связанные с материалом покрытия и прочностью его сцепления с валом, позволяют различные способы наплавки.

Суть наплавки заключается в переносе металла проволоки на восстанавливаемую деталь при горении электрической дуги. При восстановлении валов могут быть использованы дуговая и вибродуговая наплавка, а также наплавка под слоем флюса (рис. 9.19).

Дуговая наплавка проводится порошковой проволокой, содержащей легирующие добавки, обеспечивающие с одной стороны, высокие механические свойства покрытия (твердость и прочность сцепления), а с другой - защиту металла от окисления при сварке. Основным недостатком этого способа является сильный нагрев и деформация вала. В то же время - это один из самых простых способов наплавки.

Наплавка под слоем флюса значительно более сложная как по подготовке поверхности, так и по самой технологии наплавки. Слой флюса, образующийся на поверхности, препятствует окислению металла и выгоранию легирующих элементов, поэтому здесь можно применять, например, стальную высокоуглеродистую легированную проволоку, обеспечивающую высокие механические свойства покрытия. Однако сильный нагрев вала также является существенным недостатком данного способа, практически не позволяющим использовать его для валов двигателей легковых автомобилей.

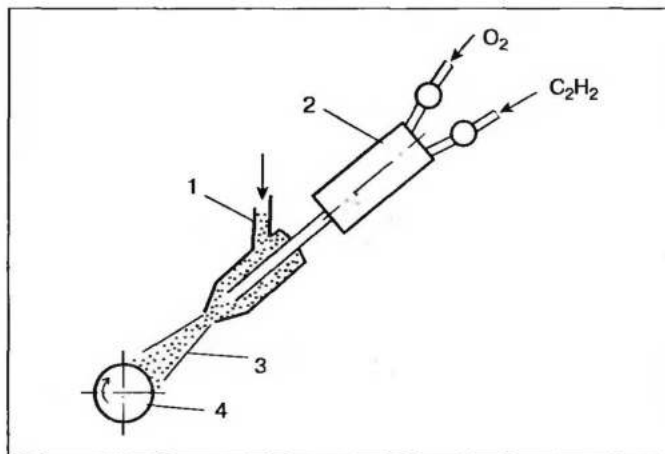


Рис. 9.17. Схема газопламенного напыления:
1 — подача порошка для покрытия; 2 — ацетилено-кислородная горелка; 3 — струя пламени с расплавленными частицами порошка; 4 — восстанавливаемая деталь;

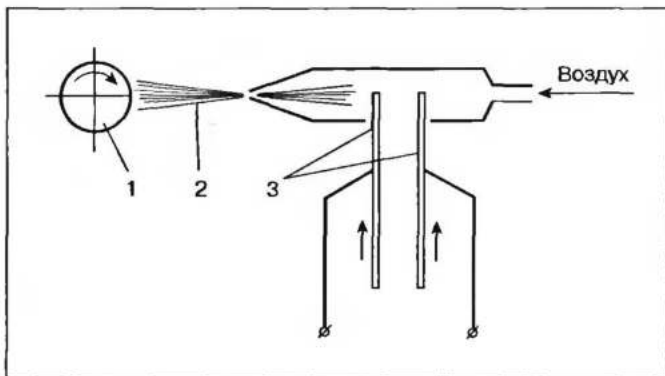


Рис. 9.18. Схема электродугового напыления:
1 — деталь; 2 — поток расплавленных частиц металла проволоки; 3 — проволока

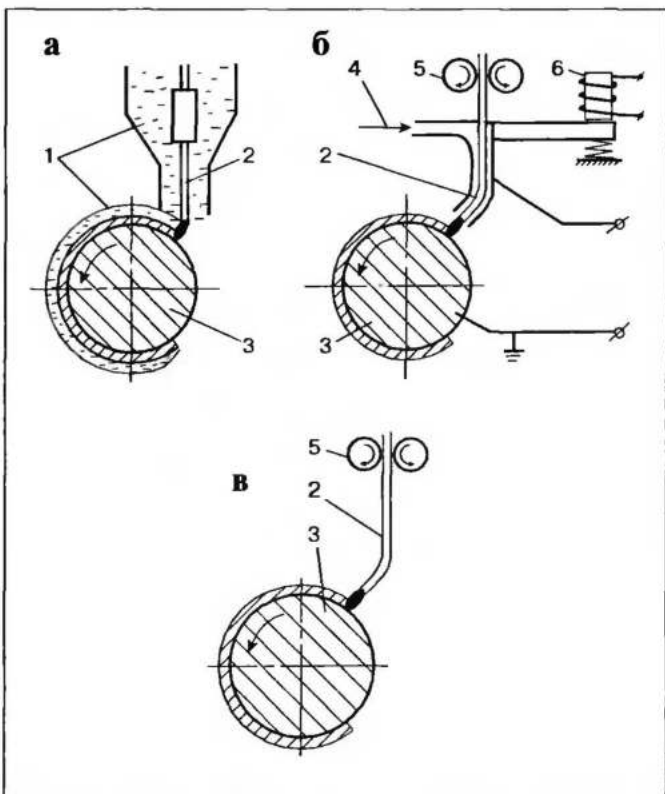


Рис. 9.19. Способы наплавки валов:
а — дуговая под слоем флюса; б — вибродуговая; в — дуговая порошковой проволокой; 1 — флюс; 2 — электрод (проволока); 3 — деталь; 4 — подача охлаждающей жидкости; 5 — ролики подачи проволоки; 6 — электромагнитный вибратор

Устранить перегрев вала позволяет вибродуговая наплавка. В этом случае сварочное приспособление, подающее проволоку, имеет специальный механизм, создающий колебания сварочной проволоки. Перенос металла с проволоки на деталь осуществляется за счет чередования электрической дуги (нагрев) и короткого замыкания. Данный способ позволяет осуществить подачу охлаждающей жидкости в зону наплавки. Охлаждение существенно снижает температуру и деформацию вала.

Практика восстановления различных валов двигателей легковых автомобилей показывает, что чем тоньше вал, т.е. меньше диаметры его шеек, тем более строгие требования к его перегреву. Поэтому большинство описанных выше способов, за исключением последних, могут иметь весьма ограниченное применение.

Таким образом, наилучшие результаты дают способы наплавки с жидкостным охлаждением, подаваемым в зону сварки. Одним из наиболее удачных среди них является наварка ленты на вал. Данный способ аналогичен широко известной роликовой сварке (рис. 9.20). Навариваемая лента прижимается к валу медными роликами. В месте контакта ленты с валом при прохождении электрического тока в несколько тысяч ампер происходит расплавление металла с его одновременным пластическим деформированием за счет прижатия роликом ленты к валу. Данный метод допускает подачу большого количества охлаждающей жидкости в зону сварки. В результате металл ленты, привариваясь к валу, закаливается и приобретает высокую твердость.

Лента для наварки может быть как стальная, так и специальная — порошковая. Практика показала, что порошковая лента здесь не дает каких-либо ощутимых улучшений качества процесса, например, таких, как увеличенные толщина слоя, прочность сцепления с валом, твердость и износостойкость наваренной поверхности. Поэтому использование дешевой стальной ленты более оправдано.

Толщина навариваемой ленты — около 0,5 мм. Способ допускает наварку последовательно двух-трех слоев ленты.

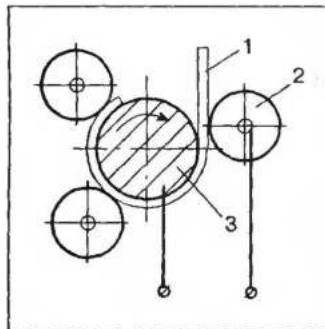


Рис. 9.20. Схема роликовой наварки ленты:

1 — стальная лента; 2 — ролик; 3 — вал

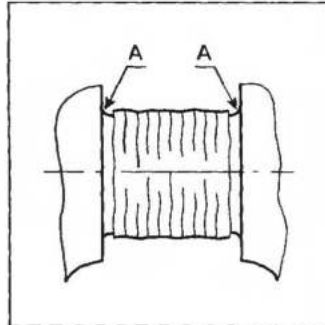


Рис. 9.21. Рекомендуемый способ наварки ленты на шейку вала — ширина ленты должна быть такой, чтобы не закрыть галтели А

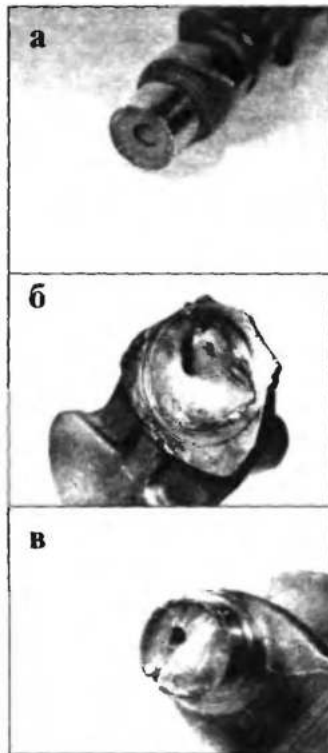


Рис. 9.22. Случаи разрушения валов после ремонта:

а — распределительного вала после наплавки шейки; б — коленчатого вала после подреза галтелей на шейке; в — коленчатого вала после наварки шейки

Большее число слоев (всего не более 5-6) может быть наварено с промежуточным шлифованием и низким отпуском вала для снятия напряжений; в противном случае не исключено появление трещин и отслоений ленты.

Обычно при толщине ленты 0,5 мм удается "поднять" диаметр на 0,25-0,30 мм при одном слое наварки. Это связано с неровной поверхностью шейки после наварки, из-за чего после шлифования в больший размер на поверхности могут остаться точечные дефекты — раковины. У отверстий для смазки обычно происходит уменьшение слоя металла — металл как бы «проваливается» в отверстия. Для того, чтобы у отверстий поверхность после шлифования была ровной (без раковин), иногда приходится увеличивать количество слоев наварки. После наварки отверстия засверливают сверлом с твердосплавными пластинками. Необходимо полностью очистить края отверстия от наваренного металла, т.к. он имеет свойство крошиться.

В отличие от других способов ремонта валов данный способ наварки ленты обладает следующими преимуществами:

- не происходит деформации вала (или она мала) за счет непрерывного его охлаждения;
- допускается повторная наварка по ранее уже наваренной поверхности;
- возможно увеличение диаметра шейки вала на 2,0-2,5 мм без его существенной деформации;
- достигается высокая твердость восстановленной поверхности (HRC более 50-55);
- возможность наварки валов малого диаметра (20-30 мм и даже менее);
- возможность наварки валов, имеющих большие биения, эксцентриситеты и другие отклонения формы восстанавливаемых поверхностей;
- возможность местной подварки сильно деформированных участков шейки, например, вмятин от удара шатуна.

Таким образом, любой, даже самый лучший из указанных способов, следует применять с осторожностью и только там, где в этом действительно есть необходимость.

Следует отметить, что при восстановлении шеек валов, имеющих радиусные переходы, от поверхности шейки к щеке (галтели), не стоит варить шейку на всю ширину, закрывая галтели. Вполне достаточно наносить слой металла, не доходя до торцов 1-2 мм (рис. 9.21), если это позволяет выбранный способ наварки (наплавки). Галтели являются концентраторами напряжений, а после заварки шейки на всю её ширину в сечениях у галтелей могут появиться остаточные напряжения. В дальнейшем это может привести к поломке вала по восстановленной поверхности. Следовательно, наварка металла у галтелей не увеличивает, а уменьшает прочность вала.

Наиболее важно при выборе способов ремонта и восстановления валов обеспечить их надежность в эксплуатации после ремонта. Практика показывает, что при сильных повреждениях валов, связанных с расплавлением вкладышей или втулок подшипников, возможно появление микротрещин на поверхности, которые затем после ремонта развиваются в макротрещины, в результате чего вал разрушается (рис. 9.22).

Как показывает опыт работы с различными валами большого количества двигателей, трещины могут возникать как в результате повреждения шеек в эксплуатации, предшествующей ремонту, так и в процессе самого ремонта. При расплавлении и разрушении подшипника происходит сильный нагрев шейки, сопровождающийся подачей к подшипнику масла. Вследствие этого поверхность закаливается, и в ней возникают напряжения растяжения. Поверхностный слой металла становится хрупким и к тому же испытывает ударные нагрузки из-за значительного увеличения зазоров. Это может быть причиной не только деформации вала, но и возникновения трещин (рис. 9.23).

Процесс образования трещин в значительной степени зависит от материала вала. Так, валы некоторых двигателей (на-



Рис. 9.23. Сетка поверхностных трещин на шейке коленчатого вала из-за перегрева в режиме масляного голодания.

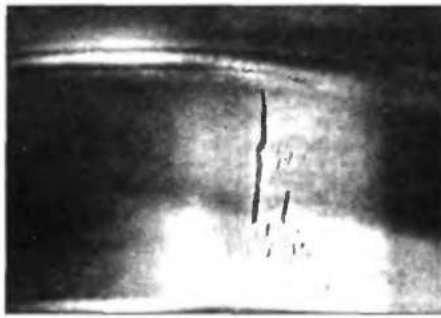


Рис. 9.24. Глубокая трещина в шейке коленчатого вала, обычно легко обнаруживаемая при осмотре перед ремонтом

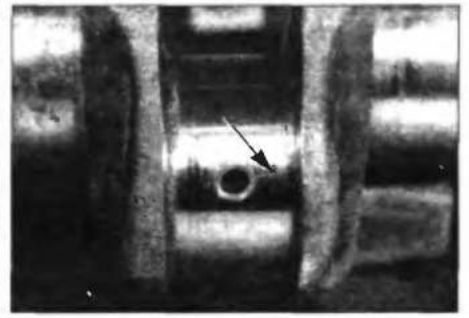


Рис. 9.25. Трещина на шейке, появившаяся после наварки, шлифования и непродолжительной эксплуатации

пример, ISUZU) имеют повышенную склонность к образованию трещин - после шлифования вала иногда их удается найти даже без применения специальных приборов (рис. 9.24).

При восстановлении поверхности шейки различными рассмотренными выше способами (напыление, наплавка, наварка) поверхность испытывает термомеханическое воздействие, близкое к описанному при разрушении подшипника - разогрев с последующим охлаждением и появлением больших остаточных напряжений. Это также может стать причиной появления и развития трещин (рис. 9.25) с последующим разрушением вала.

Разрушение вала происходит обычно при пробеге 3-10 тыс. км после ремонта (однако известны случаи поломок и после пробега 18 тыс. км) и нередко имеет описанный в разделе 1.2.6. усталостный характер. Металлографические исследования излома показывают, что усталостная трещина чаще всего начинает развиваться у края шейки вблизи границы действия на вал ударных и тепловых нагрузок со стороны подшипника. Поскольку поломке подвержены валы как после восстановления шеек наваркой (наплавкой), так и без нее, то далеко не всегда, даже после специальных исследований удается сделать однозначное заключение о причинах конкретной поломки - из-за применения того или иного способа восстановления или из-за повреждения вала в эксплуатации перед ремонтом. Тем не менее имеющиеся данные, особенно по коленчатым валам многих дизелей, свидетельствуют о том, что вероятность поломки вала после наварки (наплавки) возрастает. Поэтому ремонт шеек валов с применением описанных выше способов восстановления является крайней мерой, например, когда другого пути нет (отсутствует возможность приобрести новый вал, вкладыши последних ремонтных размеров и т.п.). Несколько снизить опасность поломки позволяет предварительная обработка шеек перед восстановлением, так как снимается дефектный подкаленный слой металла.

Наиболее вероятна поломка валов после наварки (наплавки) следующих поверхностей:

- шатунные шейки коленчатых валов;
- опорные шейки распределительных валов, если их диаметр меньше диаметра "тела" вала (рис. 9.26).

В то же время не известны случаи поломки после восстановления:

- коренных шеек коленчатых валов;
- хвостовиков коленчатых валов;
- опорных шеек распределительных валов, если их диаметр больше диаметра кулачков (рис. 9.28).

Указанные особенности поведения валов после ремонта следует обязательно учитывать перед выбором способа ремонта, чтобы не допустить существенного снижения надежности отремонтированного двигателя.

Рассмотрим теперь, как может быть отремонтирован вал, имеющий довольно значительные биения, если нет возможности его правки.

Установленный в центрах вал проверяется индикатором на биение у краев хвостовика - посадочного места шкива или

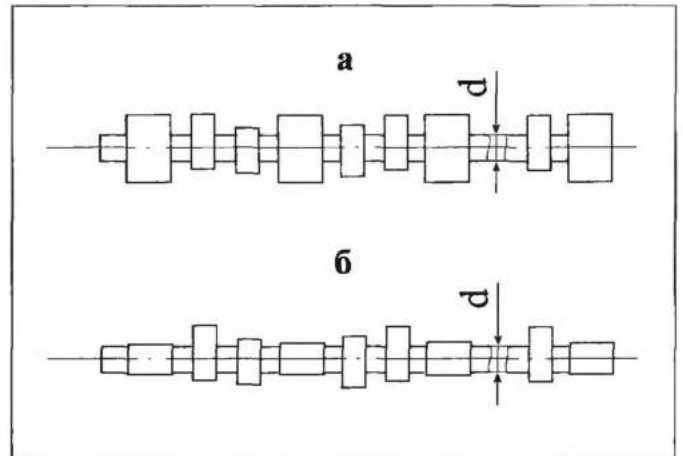


Рис. 9.26. Склонность распределительных валов к поломкам после повреждения опорных шеек в эксплуатации и дальнейшего ремонта (включая наварку шеек):

а — вал с опорными шейками, имеющими диаметр, существенно больший диаметра "тела" d , не ломается; б — вал с диаметром опорных шеек, близким или меньшим диаметра "тела" d склонен к поломкам по поврежденным и восстановленным шейкам

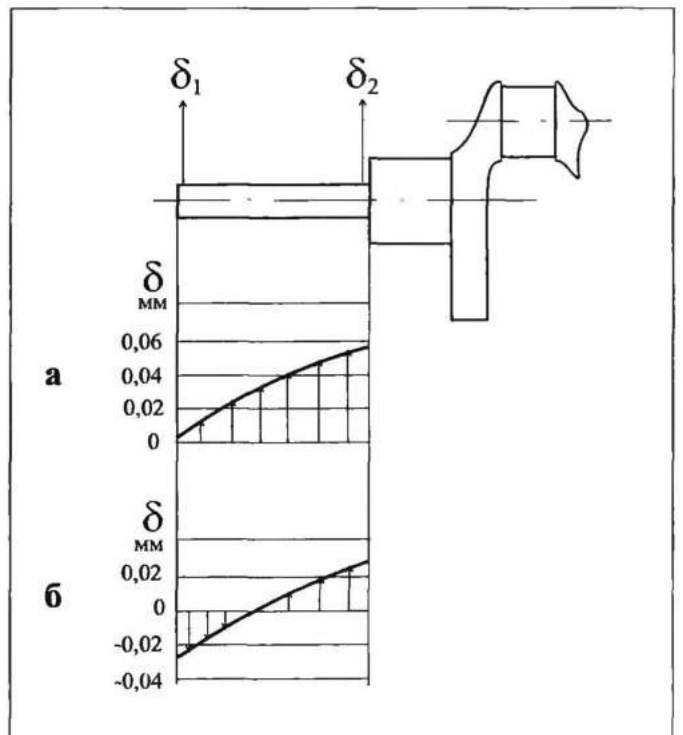


Рис. 9.27. Схема правки центровой фаски при биении не более 0,05 мм (без последующей правки вала):

а — до правки фаски; б — после правки фаски биения на краях хвостовика уменьшены, но направлены в различные стороны

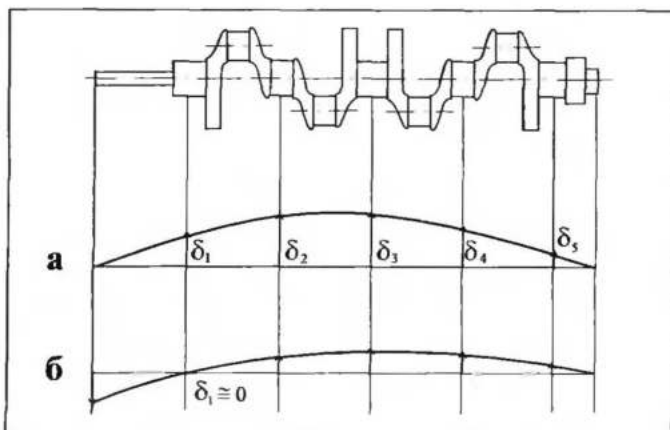


Рис. 9.28. Уменьшение биения опорных шеек правкой центральной фаски хвостовика на минимум биения первой опорной шейки: а — до правки фаски; б — после правки фаски биения опорных шеек малы, но требуется наварка и шлифовка хвостовика

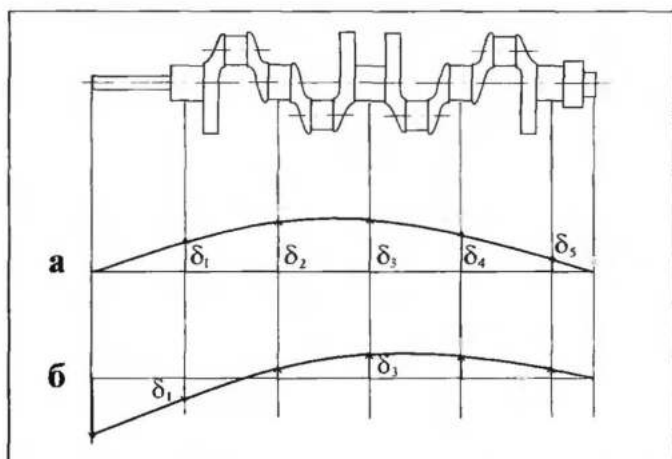


Рис. 9.29. Уменьшение биения опорных шеек вала правкой центральной фаски хвостовика по равенству биений коренных шеек: а — до правки фаски; б — после правки фаски биения малы, δ_1 равно δ_3 , но противоположны по направлению, требуется наварка и шлифовка хвостовика, имеющего большое биение

звездочки привода. Здесь возможны два принципиально различных варианта:

1) разность биений (если края хвостовика "бьют" в одну сторону) или их сумма (если в разные) не превышает 0,05 мм. В этом случае осуществляется исправление передней центральной фаски вала так, чтобы на краях хвостовика биения не превышали 0,02±0,03 мм, но были направлены в разные стороны. Для этого по индикатору находится положение максимального биения в середине хвостовика. Далее с помощью абразивной пасты центровая фаска притирается до биения середины хвостовика, близкого к нулю. Тогда максимальное биение поверхности хвостовика уменьшается до уровня 0,02±0,03 мм (рис. 9.27);

2) разность биений краев хвостовика больше 0,05 мм. В этом случае производится притирка центральной фаски переднего конца вала по минимальному биению на хвостовике, а обычно первой опорной шейки (рис. 9.28). Данный способ позволяет несколько уменьшить дисбаланс деформированного вала за счет уменьшения биений.

Разновидностью способа является притирка переднего центра на равенство, но противоположность направления биений первой и средней шеек (рис. 9.29). Такой способ целесообразно использовать только на сильно деформированных коленчатых валах, имеющих биение средней шейки в центрах более 0,4±0,5 мм. Суть способа заключается в образовании новой оси вращения, заданной центрами, и проходящей через оси последней и второй (а не первой) опорной шейки. Все варианты с

биением хвостовика более 0,05 мм предполагают в обязательном порядке наплавку (наварку) споя металла на поверхности хвостовика, поскольку хвостовик получает после притирки переднего центра дополнительное биение 0,08±0,60 мм.

В результате удается не только значительно снизить дисбаланс вала, но и уменьшить съем металла с шеек (ремонтное уменьшение размера). Так, при начальном биении в центрах средних шеек порядка 1,2 мм данным способом можно обеспечить уменьшение диаметра шеек только на 0,75 мм. Очевидно, что без исправления центральной фаски уменьшение диаметра шеек должно быть по величине не меньше биения.

Однако данная технология не может быть применена для валов, имеющих специальные поверхности (устройства) для привода агрегатов. Так, если на хвостовике есть, например, шлицы для привода маслососа, то исправление передней центральной фаски необходимо обеспечить из условия минимального биения у шлицев. Для валов с шестерней привода агрегатов любой ремонт вала должен обеспечивать отсутствие перекосов и биения на шестерне. Фактически это означает, что без применения правки такой вал, если он деформирован, отремонтировать нельзя. Биение шестерни, если оно останется, приведет к быстрому износу и, возможно, разрушению ответных деталей.

Помимо этого, при ремонте деформированных валов без применения правки необходимо выполнить целый ряд дополнительных операций:

- 1) обработать "как чисто" все торцевые поверхности вала, сопряженные с ответными деталями;
- 2) прошлифовать наваренный минимальным слоем металла хвостовик от новой базы в прежний размер;
- 3) обработать все опорные поверхности в ремонтный размер (не исключено, что при сильной деформации придется предварительно наварить шейки с максимальным биением);
- 4) обработать от новой базы все другие поверхности вращения вала (шатунные шейки у коленчатых валов, купачки у распределительных валов и т.д.);
- 5) отбалансировать вал (только для коленчатых валов).

Таким образом, ремонт деформированных валов без применения правки оказывается существенно сложнее, поскольку требует большого числа дополнительных операций. Более подробно конкретные особенности ремонта валов изложены ниже в соответствующих разделах.

Шлифование всех поверхностей любого вала, расположенных по оси его вращения, должно выполняться только в центрах. Если при шлифовании опорных или коренных шеек вала двигателя легкового автомобиля для его установки в шлифовальном станке используются кулачковые патроны - это гарантирует 100%-ный брак. Во-первых, при сжатии вала патронами возникает предварительная деформация, из-за чего после шлифования опорных шеек и снятия со станка вал будет иметь недопустимое биение шеек (чем тоньше вал, тем оно больше). Во-вторых, применение патронов требует специального выставления вала в станке, т.е. обеспечения минимального биения поверхностей вала, расположенных около патронов. Практика показывает, что в патронах сделать это не так просто, в то время как в центрах легко обеспечить биение у краев вала менее 0,015±0,020 мм. Как исключение, в некоторых случаях допускается установка вала с одной стороны в патроне, а с другой - в центре (раздел 9.4.1.).

После шлифования шеек вала их необходимо полировать. Поверхности шеек после шлифования не имеют, как правило, необходимого качества поверхности, а это дает повышенный износ вкладышей или втупок подшипников в процессе первоначальной приработки. Кроме того, смазочные отверстия, выходящие на поверхность шейки, после шлифования обычно имеют острые края и могут повредить мягкий материал вкладыша.

Полирование (доводка) шеек вала после ремонта может быть выполнено различными способами (рис. 9.30). Общим для них является использование мелкого абразивного полот-

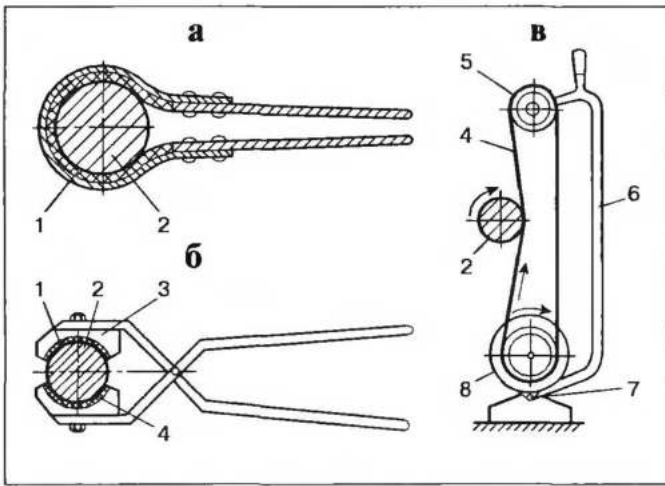


Рис. 9.30. Приспособления для полирования (доводки) шеек валов: а, б — простейшие ручные; в — с электроприводом: 1 — войлочное полотно; 2 — шейка вала; 3 — башмак; 4 — абразивное полотно; 5 — ролик; 6 — кронштейн; 7 — шарнир; 8 — электродвигатель.

на с зернистостью 2÷5 мкм, закрепляемого на специальном приспособлении, или абразивной пасты. Один из простейших вариантов такого приспособления представляет собой специальные щипцы с длинными ручками и узкими (шириной 20 мм) деревянными башмаками, на внутреннюю радиусную поверхность которых наклеен толстый (5÷10 мм) слой войлока. Абразивное полотно смазывается маслом и зажимается щипцами между войлоком и шейкой вала, после чего вращением вала в течение нескольких минут осуществляется доводка шейки. Для доводки валов с диаметрами шеек от 40 до 70 мм достаточно 4÷5 комплектов башмаков различного радиуса, т.к. толстый слой войлока на башмаке обеспечивает хорошее прилегание к шейке в некотором диапазоне её диаметров. При доводке шеек необходимо обеспечить минимальный съём металла (несколько микрон).

Качество доводки поверхности легко проверяется с помощью кусочка меди - если провести им по хорошо отполированной шейке, то на её поверхности не должно остаться следа.

Ремонт любого вала должен заканчиваться контролем всех размеров и биений, причем этот контроль необходимо проводить с особой тщательностью. Неполный (или недобросовестный) контроль отремонтированного вала может значительно снизить качество ремонта всего двигателя в целом и надежность его работы в эксплуатации. Измерения вала при окончательном контроле выполняются аналогично описанным выше операциям по его дефектации.

9.4. Ремонт деталей кривошипно-шатунного механизма

Кривошипно-шатунный механизм является основой поршневого двигателя внутреннего сгорания. С одной стороны, неисправности КШМ, если не сразу, то достаточно быстро приводят к выходу из строя двигателя, с другой, при ремонте двигателя именно КШМ требует наибольшей точности и аккуратности. Основными деталями механизма являются коленчатый вал, шатуны и вкладыши подшипников. Технологии ремонта или замены этих деталей приведены ниже.

9.4.1. Ремонт коленчатого вала

При ремонте коленчатого вала следует придерживаться той же технологической цепочки, что и вообще для большинства валов двигателей (см. раздел 9.3.). Однако коленчатые валы, в отличие от других валов, имеют определенные особенности. Существенное влияние на технологию ремонта оказывает наличие шатунных шеек, а также то, что вкладыши

подшипников имеют несколько ремонтных размеров (обычно втулки или вкладыши подшипников распределительных и вспомогательных валов имеют только стандартные размеры).

При ремонте коленчатых валов необходимо обеспечить следующие основные требования:

1. Малое взаимное биение коренных шеек (менее $0,010 \pm 0,015$ мм).
2. Малое биение вспомогательных поверхностей (сальники, хвостовик, торцы) относительно коренных шеек (менее $0,02 \pm 0,03$ мм).
3. Минимальную эллипсность шеек (менее 0,005 мм).
4. Галтели на краях шеек с радиусом не менее того, который был у нового вала.
5. Параллельность осей шатунных и коренных шеек (непараллельность не более 0,1 мм на 1 м).
6. Уравновешенность коленчатого вала после ремонта.
7. Одинаковый радиус кривошипа на всех шатунных шейках.
8. Общую ось шатунных шеек, расположенных попарно (отсутствие скручивания вала).

Первые шесть требований являются строго обязательными и определяют качество ремонта и ресурс коленчатого вала и всего двигателя в целом. Последние два требования являются желательными - их выполнение дополнительно обеспечивает плавность работы двигателя из-за равномерной работы всех цилиндров. Однако после сильных повреждений вала это не всегда удается.

Ремонт коленчатого вала, как и любого другого, должен начинаться с дефектации и подготовки к ремонту. Для этого необходимо определить ремонтные размеры шеек и других поверхностей, шейки, которые следует восстанавливать, а также проверить, и, если нужно, поправить базовые центровые фаски вала.

При дефектации коленчатых валов особое внимание следует обратить на деформацию (взаимное биение) коренных шеек, поскольку от этого зависит технология ремонта вала.

Так, при биении свыше $0,08 \pm 0,10$ мм уже имеет значение, будет правиться вал или нет. Если в технологической цепочке предусмотрена и правка и наварка, то необходимо ориентироваться на используемый способ наварки (наплавки) - для способов восстановления с применением охлаждающей жидкости правка может предшествовать наварке шеек. Однако деформация, в основном, возникает при восстановлении шатунных шеек. Поэтому возможна другая последовательность операций:

1. Наварка (наплавка) шатунных шеек.
2. Правка.
3. Наварка (наплавка) коренных шеек.

Наварка коренных шеек одновременно с шатунными исключает правку, т.к. коренные шейки после наварки не могут быть использованы как базовые для правки.

Величина взаимного биения коренных шеек порядка $0,08 \pm 0,10$ мм является граничной с точки зрения технологической цепочки: при меньшем биении вал необязательно править и балансировать. При большем биении его следует править так, чтобы биение коренных шеек после правки не превышало указанной выше величины. При этом балансировка вала не требуется. Если же вал не правится, либо правкой не удалось добиться биения менее 0,1 мм, то балансировка обязательна. В противном случае не исключено, что двигатель будет иметь после ремонта повышенную вибрацию. В этой связи следует отметить, что правка особенно важна для валов V-образных двигателей, для которых динамическая балансировка нецелесообразна из-за очень высокой сложности, а статическая балансировка не дает необходимой точности (см. ниже).

Рассмотрим теперь, как определить ремонтные размеры шеек вала. При этом следует иметь в виду, что для подавляющего большинства двигателей, выпускаемых не менее пяти лет, можно найти вкладыши подшипников коленчатого вала с ремонтным уменьшением 0,25 и 0,50 мм. Для более старых

двигателей часто имеются ремонтные размеры 0,75 мм, реже - 1,0 мм. Вкладыши следующих ремонтных размеров (1,25 и 1,50) встречаются редко. Для относительно новых двигателей вкладыши некоторых ремонтных размеров (обычно 0,25 и 0,50 мм) могут поставляться в запасные части от фирм-производителей автомобилей.

Перед определением ремонтного размера шеек коленчатого вала конкретного двигателя желательно располагать информацией о том, какие ремонтные вкладыши существуют и могут быть приобретены. Поэтому, например, не следует шлифовать вал в какой-либо ремонтный размер до момента получения (приобретения) необходимых вкладышей.

Учитывая, что все способы восстановления коленчатых валов уменьшают надежность их работы, желательно шлифовать вал в один из существующих ремонтных размеров, даже если этот размер соответствует последним ремонтам - 0,75 мм, 1,0 мм и более. К восстановлению шеек следует прибегать только при таких износах, когда последний ремонтный размер уже не проходит, а другого (в том числе, нового) вала приобрести не удается.

Если наварка (наплавка) вала является единственным выходом из положения, то "поднимать" размер изношенной шейки желательно до первых двух ремонтов - 0,25 мм или 0,50 мм. С точки зрения надежности вала не имеет значения слой наварки (наплавки) - известны как случаи поломки валов после одного слоя наварки толщиной 0,05÷0,10 мм, так и надежно работающие валы со слоем наварки на шейках более 1 мм.

Рассматривая возможные способы ремонта вала, следует также иметь в виду расположение сильно поврежденной шатунной шейки на валу. Например, шатунная шейка последнего цилиндра испытывает нагрузки от крутящего момента всех цилиндров, в то время как первая шейка - только от первого. Однако характер этих нагрузок существенно различен. Так, если на последней шейке крутящий момент больше по величине, но и более сглажен, то на первой шейке он существенно неравномерен по углу поворота вала (см. разделы 1.2. и 1.5.). Поэтому с точки зрения усталостной прочности нагрузки на первой шейке могут быть даже более опасны. Этим можно объяснить и тот факт, что поломка валов после ремонта по первой шатунной шейке встречается более часто.

Определение ремонтных размеров малоизношенного (не более 0,1 мм) и недеформированного вала не представляет большого труда. При наличии справочной литературы или руководства для ремонта нетрудно найти стандартные размеры шеек (см. также Приложение 1). Далее из указанного размера вычитается ремонтное уменьшение (0,25; 0,50 и т.д.), в результате чего получается необходимый ремонтный размер.

В американской литературе размеры задаются в дюймах (1 дюйм равен 25,4 мм), поэтому ремонтные уменьшения имеют следующий ряд: 0,010 - 0,020 - 0,030 - и т.д. Используется также сокращенное обозначение, например, -10, -20, -30 или -010, -020, -030 и т.д. Если размеры даны в миллиметрах,

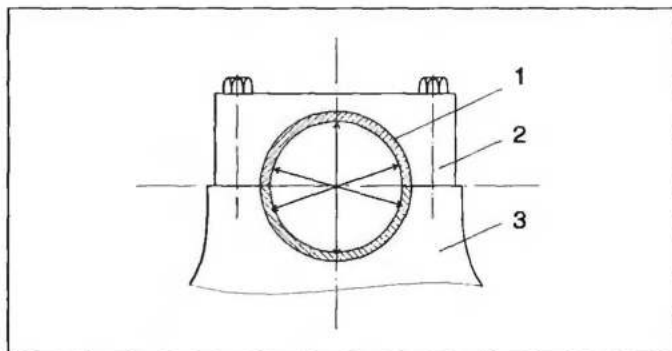


Рис. 9.31. Схема проверки внутреннего диаметра подшипника коленчатого вала:
1 — вкладыш; 2 — крышка; 3 — основание; (стрелками указаны плоскости измерения внутреннего диаметра)

то рядом с числовым значением размера всегда ставится мм, если в дюймах - то никаких обозначений дюйма не дается (иногда ставятся буквы US). Ремонтное уменьшение величины 0,010 в дюймах равно 0,254 мм - при этом отличие в 4 мкм от принятой в Европе и Азии величины 0,25 мм можно учитывать только для больших ремонтных уменьшений - 0,75 мм (0,030) и более.

В практике ремонта двигателей иностранных автомобилей нередки случаи, когда литература по конкретному двигателю отсутствует (это возможно, например, для новых или редких моделей автомобилей). В этом случае определить ремонтные размеры коленчатого вала можно несколькими способами. Наиболее простой способ - установить ремонтные вкладыши в опору (постель) и затянуть крышку. Далее нутромером необходимо измерить внутренний диаметр подшипника в нескольких плоскостях (рис. 9.31).

Отклонение от цилиндрической формы не должно превышать 0,02÷0,03 мм, в противном случае надо снять вкладыши и проверить геометрию постели - не исключено, что есть деформация.

Ремонтный размер вала рассчитывается по формуле

$$D_p \text{ вала} = D_{\text{подш. min}} - \Delta_p,$$

где $D_{\text{подш. min}}$ - минимальный измеренный внутренний диаметр подшипника; $\Delta_p = 0,03 \div 0,05$ мм - рабочий зазор в подшипнике.

Зазор в подшипниках - величина, наиболее сильно влияющая на весь результат ремонта. Так, при зазоре более 0,07÷0,09 мм увеличивается шум двигателя, может несколько упасть давление масла, что снизит ресурс. В то же время зазор менее 0,03 мм становится опасен задирами и заклиниванием подшипника. Кроме того, меньший зазор требует высокой точности обработки постели, в то время как после длительной работы и, особенно, после непродолжительного перегрева, геометрия постели уже не будет идеальной. Вследствие этого не следует стремиться к очень малым зазорам.

Другой способ определения ремонтного размера шейки предполагает последовательное измерение сопряженных деталей. Измеряется диаметр постели D_p нутромером. Затем с помощью микрометра и шарика подшипника определяется толщина вкладыша (см. рис. 8.8):

$$\delta_{\text{вкл}} = A - D_{\text{ш}},$$

где A - суммарная толщина вкладыша и шарика; $D_{\text{ш}}$ - диаметр шарика, измеренный тем же микрометром.

Измерения толщины вкладыша выполняются ближе к его середине. Далее находится ремонтный диаметр шейки вала

$$D_p \text{ вала} = D_p - 2 \cdot \delta_{\text{вкл}} - \Delta.$$

При этом следует учитывать отклонения формы постели - зазор нигде не должен быть меньше 0,03 мм.

Следует отметить, что при измерениях постелей подшипников нередко оказывается, что их размер превышает указанный в литературе максимальный на 0,02 или даже на 0,03 мм. Для шатунов это может быть исправлено обработкой отверстия постели (см. раздел 9.4.2.), в то время как обработка постелей коренных вкладышей без специализированного оборудования проблематична. Небольшая их деформация может быть компенсирована соответствующим незначительным увеличением диаметра вала. В любом случае все изменения размеров должны выполняться только после тщательных измерений, чтобы избежать ошибок, приводящих к недопустимому уменьшению зазоров в подшипниках.

Для сильно изношенных валов (износ шеек более 0,10÷0,15 мм) определение ремонтного уменьшения диаметра шеек имеет особенности. Если вал недеформирован или правился, то основное внимание должно быть уделено шатунным шейкам. Так, максимально возможный ремонтный диаметр зависит от износа и овальности шейки. Практика показывает, что сильно изношенные шейки всегда овальные, причем максимальный износ наблюдается в направлении, близ-

ком к радиусу кривошипа (см. рис. 8.6). Обозначим за d максимальный диаметральный износ шейки:

$$\delta = d_0 - d_{\min}$$

где d_{\min} - минимальный размер шейки; d_0 - номинальный диаметр вала; а за δ' - овальность шейки:

$$\delta' = d_{\max} - d_{\min}$$

где d_{\max} - максимальный размер шейки. При условии сохранения хода поршня максимально возможный ремонтный диаметр шейки будет равен:

$$d_{p \max} \equiv d_0 - \delta - \delta' - \delta_{\text{ш}}$$

где $\delta_{\text{ш}}$ - минимальный припуск на шлифование (0,05÷0,10 мм и более в зависимости от состояния поверхности шейки).

Анализ этой формулы показывает, что даже если, например, максимальный износ шейки 0,15 мм, а овальность 0,1 мм, то шейка вала вряд ли пройдет в ремонтное уменьшение 0,25 мм. Биение коренных шеек вала еще больше усложняет подбор ремонтных размеров для шатунных шеек, исходя из условия сохранения хода поршня. Кроме того, после длительной эксплуатации двигателя и, особенно, серьезных повреждений шатунных шеек вал может иметь остаточное скручивание, когда, например, оси попарно расположенных шатунных шеек не совпадают. Чем сильнее износ и эллипсность шатунных шеек и чем меньше припуск на шлифование, тем, очевидно, сложнее обеспечить равенство радиусов кривошипа и общую ось парных шеек. На практике эти требования часто удается выполнить только при неоправданно больших ремонтных уменьшениях диаметров, а в некоторых случаях не удается вообще.

При сильном износе шатунной шейки и минимальном припуске на шлифование нередко приходится переходить на новую ось шейки, смещенную относительно старой на меньший радиус на величину, близкую к половине эллипса (рис. 9.32). Обычно эта величина не превышает 0,1÷0,3 мм, что является допустимым для всех типов двигателей легковых автомобилей (включая дизельные). Смещение более 0,3÷0,5 мм может быть нежелательно для дизелей, где это вызывает заметное снижение степени сжатия. Поэтому во всех случаях, когда обеспечить одинаковые радиусы кривошипов невозможно, следует стремиться к минимальной их разнице.

Если обозначить биение вала в центрах за Δ , то максимально возможный ремонтный диаметр $D_{\text{рем. max}}$ коренных шеек, очевидно, будет равен

$$D_{\text{рем. max}} = D_0 - \Delta - \delta_{\text{ш}}$$

где D_0 - номинальный диаметр коренных шеек.

Вследствие деформации вала происходит увод осей шатунных шеек на различное расстояние от оси вращения вала. В результате деформации вала оси крайних шатунных шеек слабо отклоняются от своих прежних радиусов, в то время как оси средних шеек переходят на новые радиусы вращения (рис. 9.33), если эти шейки находятся в плоскости деформации вала или рядом с ней ($\pm 30 \div 40^\circ$). Шатунные шейки, расположенные в плоскостях, перпендикулярных плоскости деформации вала, смещаются в окружном направлении.

Таким образом, у деформированного, но малоизношенного вала из условия равенства радиусов кривошипов шатунные шейки, также как и коренные, могут иметь максимальный ремонтный размер

$$d_{p \max} = d_0 - \Delta' - \delta_{\text{ш}}$$

где d_0 - номинальный диаметр шатунных шеек; Δ' - биение вала в плоскости шатунной шейки.

Величина Δ' может быть определена, как среднее арифметическое биений ближайших коренных шеек (рис. 9.36):

$$\Delta' = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Тогда с учетом износа шейки максимальный ремонтный размер будет

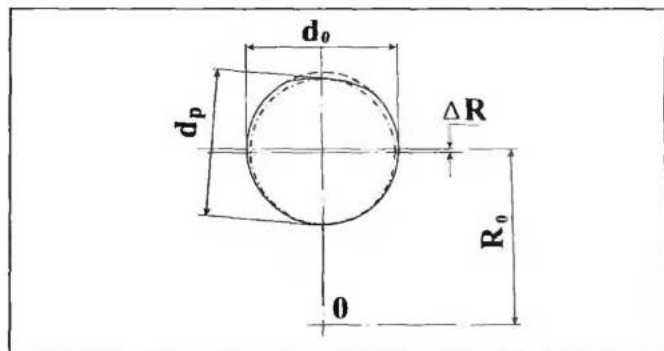


Рис. 9.32. Переход на уменьшенный радиус кривошипа при сильном износе шейки и малом припуске на шлифование:

(—) — контур шейки до повреждения; (---) — изношенная часть контура; (-·-·-) — контур шейки после ремонта; O — ось вращения кривошипа; ΔR — уменьшение радиуса кривошипа

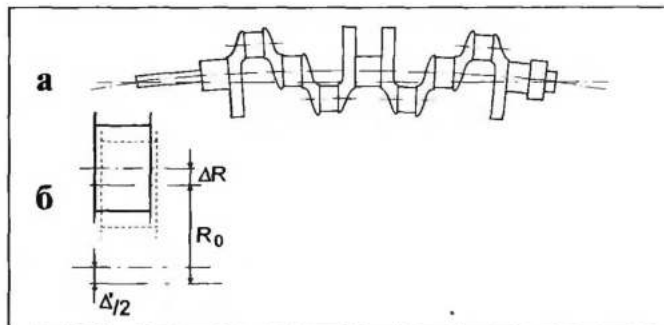


Рис. 9.33. Переход шатунных шеек на новые радиусы вращения при деформации вала:

а — деформированный вал; б — шейка №1 имеет радиус вращения больше номинального R_0 на ΔR

$$d_{p \max} = d_0 + \Delta' - \delta - \delta' - \delta_{\text{ш}}$$

Величина Δ' берется со знаком "+", если биение вала идет в направлении к шейке, и "-" - если от шейки. На практике наиболее часто встречается случай, когда вал максимально деформируется по наиболее изношенной шейке, при этом направление биения коренных шеек получается к шатунной шейке (сжатие щек вала). Тогда происходит взаимная частичная компенсация износа и биения, в результате чего ремонтный диаметр $d_{p \max}$ можно сделать несколько больше. Однако при биении больше овальности шейки величина $d_{p \max}$ опять станет меньше:

$$d_{p \max} = d_0 - \Delta' + \delta - \delta' - \delta_{\text{ш}} \quad (\text{при } \Delta > \delta)$$

Элементарный расчет показывает, что даже при не очень большом повреждении шатунной шейки из-за разрушения шатунного подшипника использовать ремонтное уменьшение - 0,25 мм оказывается проблематично. Однако при оценке ремонтного уменьшения диаметров шеек необходимо ориентироваться в первую очередь на минимальный съем металла, а условия равенства радиусов кривошипов или общая ось попарно расположенных шеек второстепенны, но весьма желательны, особенно с точки зрения уравновешенности вала (раздел 9.4.2.).

Если деформированный вал не правится, то часто наблюдается следующая картина (рис. 9.34). После разрушения крайнего шатунного подшипника образуется деформация вала у этой шейки в плоскости вала. Поскольку износ шейки имеет односторонний характер (сверху), он частично компенсируется биением. В то же время биение средних шеек может оказаться таким, что уже именно они будут определять ремонтное уменьшение размера. У валов шести и восьмицилиндровых двигателей наблюдается более сложная картина, поскольку их шатунные шейки не лежат в одной плоскости. Таким образом, ремонт деформированных валов без применения правки представляет собой достаточно сложную техническую задачу.

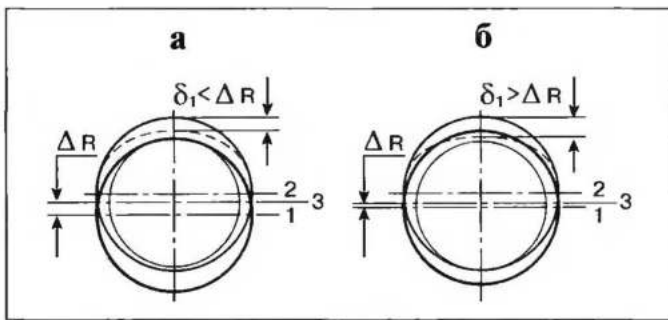


Рис. 9.34. Компенсация деформации вала (с переходом на больший радиус кривошипа) износом шейки сверху:
 а — небольшой износ шейки — новый радиус кривошипа больше номинального; б — большой износ шейки — новый радиус кривошипа близок к номинальному (случай требует большого ремонтного уменьшения размера шейки); 1 — ось шейки нормального вала; 2 — ось шейки деформированного вала; 3 — ось отшлифованной шейки

В зависимости от деформации (биения) вала способы ремонта будут следующими:

1) биение до $0,08 \pm 0,10$ мм - традиционный ремонт - шлифование всех шеек в ремонтный размер $0,25$ или $0,50$ мм, возможно исправление передней центральной фаски;

2) биение $0,10 \pm 0,20$ мм - шлифование в ремонтный размер $0,25 \pm 0,50$ мм, возможна наварка (наплавка) хвостовика и шлифовка от новой базы, не исключена необходимость шлифования торцевых поверхностей вала, балансировка;

3) биение $0,20 \pm 0,40$ мм и более - аналогично, но ремонтный размер шеек вала $-0,50$ мм или больше, возможна наварка (наплавка) коренных шеек с биением более $0,40$ мм, обязательны наварка хвостовика, шлифование торцевых поверхностей, балансировка.

У многих двигателей на коленчатых валах применяются фланцевые коренные вкладыши, выполненные за одно целое с упорными полукольцами. В ремонт такие вкладыши нередко поставляются с увеличенным расстоянием между торцами (для некоторых двигателей есть варианты как с увеличенной, так и со стандартной шириной), что предполагает шлифование торцевых поверхностей соответствующей коренной шейки вала. Обычно увеличение размера между торцами в два раза меньше, чем уменьшение диаметра, например, для вкладышей $0,25$ мм торцевой размер увеличивается на $0,10 \pm 0,15$ мм, а для $0,5$ мм - на $0,20 \pm 0,25$ мм.

Для двигателей с упорными полукольцами, выполненными отдельно от коренных вкладышей, упорные полукольца не входят в ремонтный комплект и должны быть заказаны отдельно. Для некоторых двигателей поставляются также упор-

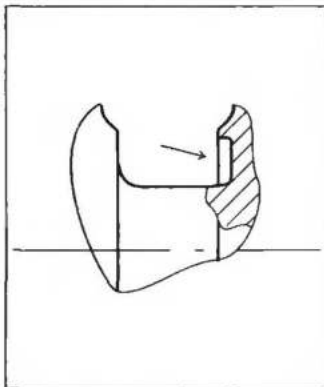


Рис. 9.35. Растачивание поврежденной упорной поверхности коленчатого вала

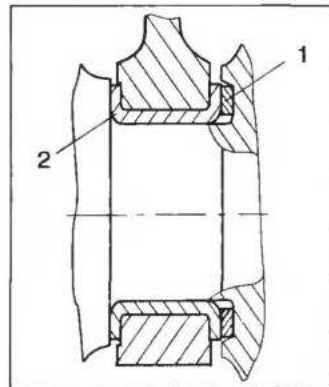


Рис. 9.36. Конструкция ремонтного упорного подшипника коленчатого вала:

1 — дополнительные полукольца, установленные в расточку на поврежденном торце коленчатого вала; 2 — штатный вкладыш с упорными полукольцами

ные полукольца увеличенной толщины.

Ремонтное увеличение толщины упорных подшипников обеспечивает возможность исправления биения, круговых рисок и царапин на опорных поверхностях вала при его ремонте.

В практике ремонта встречаются ситуации очень большого износа задней поверхности упорного подшипника коленчатого вала (более $0,8-1,0$ мм). Обычно это является следствием недостаточной смазки при сильной нагрузке на упорный подшипник со стороны сцепления. Одним из немногих возможных способов ремонта вала с таким повреждением является растачивание торца на токарном станке, как это показано на рис. 9.35. После токарной обработки упорная поверхность полируется. Далее в расточку вставляются дополнительные полукольца, после чего вал с полукольцами устанавливается в блок (рис. 9.36). В данном варианте ремонта дополнительные "плавающие" полукольца позволяют использовать обычные вкладыши с фланцами или двойные стандартной толщины полукольца на расточенном упорном торце коленчатого вала, не прибегая к специальным нестандартным полукольцам увеличенной толщины.

Валы двигателей MERCEDES-BENZ модели M110 имеют на передней щеке коленчатого вала дополнительный противовес, закрепленный на валу с помощью стальных заклепок. Перед ремонтом такого вала необходимо высверлить заклепки и снять противовес, поскольку он мешает подвести шлифовальный круг к первой шатунной шейке. После ремонта вала противовес должен быть установлен на место на новых заклепках, выполненных из мягкой стали (например, из стали 20).

Коленчатые валы с сильно изношенными и перегретыми шейками, как правило, имеют деформацию по этим шейкам, что накладывает определенные ограничения на технологию их ремонта. Практика показывает, что после шлифования поврежденных шеек коленчатый вал может с течением времени деформироваться, вследствие чего взаимное биение коренных шеек увеличится в несколько раз. Нагрев вала при работе двигателя в таких случаях может вызвать дополнительную деформацию.

Указанный эффект возникает из-за напряжений в поверхностном слое шейки из-за неравномерного нагрева и охлаждения и ударных нагрузок при разрушении подшипника. При шлифовании происходит изменение величины и перераспределение напряжений в материале шейки, что и приводит к постепенной деформации вала, значительно снижающей качество ремонта.

Чтобы исключить или максимально ограничить деформацию вала после ремонта, рекомендуются следующие операции:

1. Предварительная термообработка перед шлифованием - выдержка при 180°C в течение 3-4 часов с медленным охлаждением.

2. Шлифование коренных шеек только после шлифования шатунных.

3. Термообработка после шлифования шатунных шеек перед шлифованием коренных.

Очевидно, выполнение подобных операций сопряжено с большими затратами времени и необходимостью применения специального термического оборудования. Поскольку это не всегда реально сделать, можно упростить технологию ремонта, применив специальный порядок шлифования вала:

1. Предварительное шлифование коренных шеек ("как чисто", но с припуском не менее $0,1$ мм для окончательной обработки).

2. Шлифование шатунных шеек.

3. Выдержка в течение нескольких часов, контроль деформации вала (на призмах по индикатору).

4. Окончательное шлифование коренных шеек.

Предварительное шлифование коренных шеек необходимо также и по другой причине. Так, если вал деформирован, то после предварительного шлифования коренных шеек и вспомогательных поверхностей они могут быть базовыми для шлифования шатунных шеек. Если данный порядок нарушен, и



Рис. 9.37. Шлифование шатунных шеек коленчатого вала при его закреплении в патронах шлифовального станка

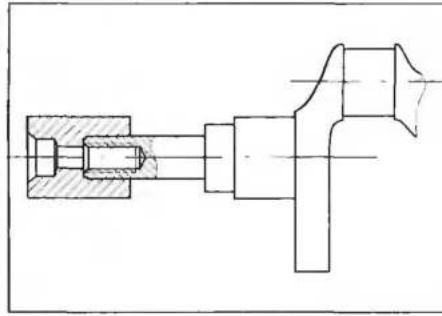


Рис. 9.38. Технологическая втулка, устанавливаемая на хвостовик для шлифования вала

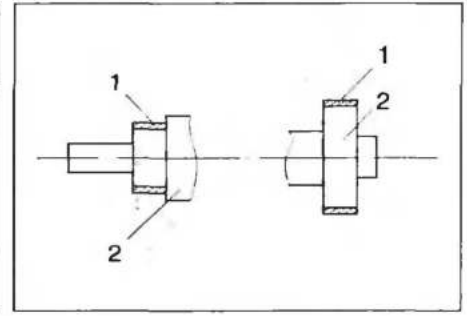


Рис. 9.39. Способ ремонта поверхностей валов, работающих по сальникам, с помощью втулок: 1 — втулка; 2 — вал

у деформированного вала сразу шлифуются шатунные шейки, то нельзя обеспечить параллельности их осей и оси коренных шеек (нет базы). Очевидно, у равномерно изношенных валов описанный порядок ремонта необязателен - можно сразу шлифовать шатунные шейки. В то же время шлифовать коренные шейки в окончательный размер перед шатунными не рекомендуется. При шлифовании поверхностей слой металла испытывает термосиловое воздействие от абразивного круга, что может стать причиной деформации вала по коренным шейкам. И хотя эта деформация мала (не более $0,01 \pm 0,02$ мм), качество ремонта будет снижено.

Шатунные шейки шлифуются в специализированных станках для шлифования коленчатых валов. Такие станки имеют центросместительные приспособления с патронами (рис. 9.37), позволяющие сместить ось коренных шеек от оси вращения вала в станке так, чтобы эта ось вращения совпала с осью обрабатываемой шатунной шейки.

При шлифовании шатунных шеек наиболее важно обеспечить параллельность их осей относительно коленчатого вала (коренных шеек). Максимально допустимой непараллельностью следует считать величину $0,1$ мм на 1 м. В этом случае на длине шатунной шейки 25 мм непараллельность составит $0,0025$ мм. Непараллельность шатунных и коренных шеек определяется, с одной стороны, типом станка и его техническим состоянием, а с другой - квалификацией специалиста-шлифовщика.

У многих коленчатых валов двигателей иностранных автомобилей ширина шеек мала (20 ± 22 мм), что требует применения на станках достаточно узких шлифовальных кругов. При шлифовании не допускается касание кругом торцевых поверхностей (щек) коленчатого вала. Надо стремиться к тому, чтобы не повредить галтели - поверхности перехода от шейки к щеке (рис. 2.41). На тех валах, где нет канавок для выхода шлифовального круга, круг должен иметь радиусы не меньше, чем у галтелей. Этими требованиями пренебрегать не следует, поскольку любое повреждение галтелей может привести к усталостному разрушению вала.

Как уже указывалось ранее, во избежание деформации вала (взаимного биения коренных шеек) коренные шейки должны шлифоваться только в центрах. Наибольшую точность дает шлифование в неподвижных центрах с постоянным (но регулируемым) поджимом вала одним из центров. Привод вала (вращение) обеспечивается специальным поводком. Не все специализированные станки для шлифования коленчатых валов, имеющиеся на отечественных ремонтных предприятиях, обеспечивают такие условия, поэтому для коренных шеек можно использовать универсальные круглошлифовальные станки.

При сжатии центрами коленчатый вал деформируется, и тем сильнее, чем он тоньше и больше усилие сжатия. Для тонких валов усилие сжатия не должно быть большим во избежание получения недопустимого биения коренных шеек после снятия вала со станка. Проверить и/или подобрать усилие сжатия можно предварительным шлифованием коренных шеек с последующей проверкой биения на призмах или в центрах, но без усилия прижатия. Данный вопрос имеет очень

важное значение для обеспечения необходимого качества ремонта. В практике ремонта нередки случаи, когда после "неграмотного" шлифования в центрах длинные и тонкие валы имели биение коренных шеек на призмах $0,10 \pm 0,15$ мм, а после аналогичного шлифования в патронах - даже до $0,4 \pm 0,5$ мм. Это даже больше, чем обычно бывает после расплавления подшипников, обрыва шатуна и т.д.

Альтернативным способом шлифования коренных шеек является шлифование с одним центром. При этом хвостовик вала устанавливается в неподвижный центр, а вал зажимается в патроне по поверхности заднего сальника. Зажатие одной из поверхностей вала в патроне требует очень точного его выставления по минимальному биению этой поверхности (не более $0,02 \pm 0,03$ мм). При этом опора с другой стороны на центр обеспечивает отсутствие деформации вала, что всегда имеет место, если обе стороны вала зажаты в патроне.

Для шлифования коренных шеек необходимы различные центры, включая укороченные для коротких центровых отверстий. Очень большое значение имеет состояние центровых фасок на самом валу. Так, после некачественной разборки двигателя и/или исправления центровых фасок на ее поверхности возможны различные дефекты, включая впадины, из-за чего не получается хорошего прилегания центра к фаске. Это является одной из причин появления эллипса на коренных шейках после ремонта (до $0,02 \pm 0,04$ мм).

Некоторые шлифовщики для установки вала в станке используют различные технологические втулки, от поверхностей которых ведут обработку коренных шеек (рис. 9.38). Это является принципиальной ошибкой - втулка всегда вносит дополнительное биение хвостовика за счет погрешности изготовления самой втулки и ее установки на вал, поэтому подобные способы всегда снижают качество ремонта вала.

После шлифования коренных шеек и торцевых (упорных) поверхностей могут быть прошлифованы, если необходимо, хвостовик (если он наварен) и поверхности под сальники. Для деформированных валов это обязательно, для недеформированных следует ориентироваться на состояние и биения соответствующих поверхностей. Обычно биение более $0,02$ мм требует обработки поверхностей под сальники. Это не значит, что надо шлифовать эти поверхности до тех пор, пока не исчезнут все круговые риски. Кольцевая канавка от сальника вполне может быть оставлена, поскольку новый сальник обычно встает в другое место.

На некоторых валах (MITSUBISHI, NISSAN) центрирование маховика осуществляется по поясу заднего сальника. При такой конструкции поверхность под сальник может быть прошлифована на некотором расстоянии от заднего торца вала. Несоблюдение этого условия приведет к неконтролируемому смещению маховика и вибрации двигателя.

На американских ремонтных предприятиях для ремонта поверхности под сальник практикуется использование тонкой стальной втулки, напрессовываемой на соответствующую поверхность вала (рис. 9.39). Этот способ имеет ограниченное применение, т.к. при улучшении качества поверхности не исправля-

ет ее биения относительно коренных шеек (если оно есть).

Следует также иметь в виду, что при недостаточной твердости материала втулка быстро изнашивается в зоне контакта с сальником, после чего уплотнение нарушается. Помимо этого, при установке втулки увеличивается диаметр уплотняемой поверхности, что также может негативно отразиться на качестве и ресурсе уплотнения.

При шлифовании шеек должна быть обеспечена правильная геометрия обрабатываемой поверхности. Так, допустимые овальность и конусность любой шейки не должны быть больше 0,01 мм, однако высокое качество ремонта вала будет достигнуто, если эти характеристики не превысят 0,005 мм. Обычно недопустимые отклонения формы (в основном, овальность) появляются из-за плохого технического состояния станка (например, износ подшипников), а также из-за недостаточной квалификации шлифовщика. В частности, неправильная геометрия появляется вследствие сильного нажима круга на шейку, а также из-за возникновения вибраций вала.

Качество ремонта может также снизиться при появлении "огранки" на поверхности вала вследствие, например, биения или вибрации шлифовального круга или вала. "Огранка" на валу нежелательна, поскольку снижает ресурс подшипников, однако она может быть частично сглажена при доводке шеек.

В эксплуатации встречаются случаи износа посадочной поверхности шестерен и шкива на хвостовике вследствие ослабления затяжки центрального болта (гайки). При этом нередко разбивается гнездо шпонки на хвостовике. В такой ситуации ремонт выполняется по следующей схеме:

1) растачиваются "как чисто" посадочные поверхности деталей, расположенных на хвостовике, соблюдая требования взаимного биения посадочных и рабочих поверхностей не более $0,01 \pm 0,02$ мм;

2) наваривается хвостовик. Предварительно необходимо гнездо шпонки заполнить медью (сделать медную шпонку). Это позволяет получить хорошее качество поверхности около шпоночного паза, а также защитить паз от дополнительных повреждений при наварке;

3) хвостовик шлифуется в размер, обеспечивающий зазор $0,01 \pm 0,02$ мм в отверстиях деталей, сидящих на нем. При этом должна быть обеспечена соосность с опорными шейками вала - взаимное биение не должно превышать 0,03 мм;

4) ударами тупого стержня выбивается медная шпонка, а края пазы обрабатываются алмазным надфилем;

5) если шпоночный паз сильно поврежден, то шпонка может быть установлена на эпоксидной или иной синтетической композиции. Вообще же при ремонте шпоночных пазов следует помнить, что в подавляющем большинстве конструкций шпонки являются установочными, а не силовыми элементами. Это значит, что шкивы, звездочки и/или шестерни устанавливаются по шпонкам, а удерживаются от проворачивания усилием затяжки болта.

Доводка (полирование) шеек коленчатого вала является обязательной операцией, исключая ускоренный износ вкладышей в период первоначальной приработки. Технология доводки описана выше. Следующий за доводкой окончательный контроль выполняется также, как и дефектация вала. Все измерения вала при окончательном контроле делаются очень тщательно. При обнаружении дефектов ремонта (повышенное биение, неправильная геометрия, невыдержанные размеры) не стоит "испытывать судьбу", пытаться собрать двигатель. Вал с подобными дефектами однозначно должен быть переделан, поскольку от него, в основном, зависит надежность работы всего двигателя и срок его службы после ремонта.

9.4.2. Балансировка коленчатого вала

При ремонте двигателя нередко возникает необходимость балансировки коленчатого вала и сопряженных с ним деталей - маховика и муфты сцепления. Практика показывает, что это

может быть связано либо с большой предварительной деформацией вала перед шлифованием, либо с некачественно проведенным ремонтом, вследствие чего посадочные поверхности для маховиков получают значительные биения относительно коренных шеек.

Коленчатый вал обладает достаточно большой массой (несколько десятков кг) и имеет высокую рабочую частоту вращения, поэтому он тщательно балансируется на заводе-изготовителе. Если при ремонте вала устраняется деформация (например, правкой) и не допускается грубых ошибок (например, несоосности коренных шеек с базовыми поверхностями), то вал в целом сохраняет уравновешенность. Напротив, шлифование деформированного вала или недостаточная квалификация шлифовщика требует последующей балансировки коленчатого вала и, возможно, маховика и муфты сцепления. В некоторых случаях необходимость балансировки коленчатого вала и присоединенных к нему деталей возникает из-за нарушения технологии разборки и сборки двигателя, а также из-за неправильной комплектации двигателя новыми запасными частями. Речь идет о двигателях, у которых коленчатый вал сбалансирован в сборе с маховиком и муфтой. Нарушение порядка установки деталей (например, их взаимное угловое смещение), а также замена одной детали из сбалансированного в сборе комплекта на другую может вызвать повышенную вибрацию двигателя. Это существенно увеличивает шум, нагрузки на подшипники коленчатого вала и опоры двигателя, что сокращает срок службы вала, подшипников и других деталей, а также способствует быстрой утомляемости водителя (не говоря уже вообще о создании некомфортных условий в салоне автомобиля). Таким образом, применительно к ремонту двигателя балансировка позволяет при произвольном упрощении или нарушении ремонтных технологий снизить вибрацию и нагрузки, с ней связанные, до уровня нового двигателя.

Неуравновешенный вал при вращении создает динамические нагрузки на опоры (подшипники), которые увеличиваются с ростом частоты вращения. На практике наиболее часто встречаются статическая и динамическая неуравновешенности коленчатого вала и присоединенных к нему деталей. Статическая неуравновешенность характеризуется тем, что главная центральная ось инерции вала (ось, при вращении вокруг которой на опорах вала не возникает динамических нагрузок) и ось вращения вала параллельны и расположены на расстоянии $e_{ст}$ друг от друга. Величина $e_{ст}$ называется эксцентриситетом массы (рис. 9.40).

При вращении статически неуравновешенной детали массой m с угловой скоростью ω возникает центробежная сила

$$F_{ц} = m \cdot \omega^2 \cdot e_{ст},$$

которая воспринимается опорами. При этом на опоры будут действовать одинаковые и направленные в стороны, противоположные силе $F_{ц}$, силы

$$F = F_{ц} / 2.$$

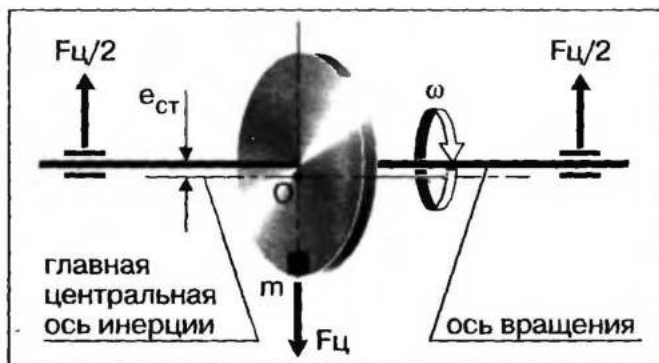


Рис 9.40. Схема появления неуравновешенности коротких деталей большого диаметра:

$e_{ст}$ — эксцентриситет; o — центр масс

Величина $D = m \cdot e_{CT}$ называется дисбалансом и имеет размерность г·см. Кроме этого, дисбаланс имеет направление, которое определяется углом φ , отсчитываемым в плоскости вращения от какой-либо выбранной точки начала отсчета. В соответствии с этим задачей балансировки является определение величины и направления (угла) дисбаланса и уменьшение дисбаланса корректировкой масс в одной плоскости. Такая балансировка называется статической и может быть проведена без вращения детали (см. ниже).

Статическая неуравновешенность характерна для дискообразных деталей, таких как вентилятор, муфта сцепления, маховик, шкив и других аналогичных деталей, у которых осевая длина значительно меньше диаметра. Эти детали чаще всего сбалансированы отдельно на заводе-изготовителе. При ремонте двигателя они вносят дополнительную неуравновешенность обычно в случае некачественного ремонта (шлифования) коленчатого вала, когда посадочные поверхности на валу получают биения относительно новой оси вращения. Тогда главная центральная ось инерции присоединенных деталей уже не будет совпадать с их новой осью вращения. Характерно, что в подобных случаях устранить неуравновешенность, возникающую от этих деталей, можно только их совместной балансировкой с валом. После этого как вал, так и присоединенные детали становятся невзаимозаменяемыми.

Для коленчатых валов, имеющих достаточно большую длину и сравнительно небольшой диаметр, характерна динамическая неуравновешенность, при которой главная центральная ось инерции и ось вращения перекрещиваются или пересекаются (рис. 9.41). При вращении такого вала на его опоры действуют неравные силы - в общем случае не только по величине, но и по направлению. В результате этого, помимо неуравновешенной результирующей силы, как в случае статической неуравновешенности, возникает и неуравновешенный момент. В соответствии с этим задачей балансировки таких валов будет определение величин и углов дисбалансов по крайней мере в двух плоскостях коррекции (обычно у крайних опор) и уменьшение величин дисбалансов корректировкой масс. Такая балансировка называется динамической и выполняется с вращением вала. Очевидно, что при динамической балансировке автоматически выполняется и статическая - динамически отбалансированный вал всегда оказывается отбалансированным и статически.

Для высокооборотных двигателей коленчатые валы обычно балансируются на заводе-изготовителе с весьма высокой точностью. При этом эксцентриситет e_{CT} , как правило, не превышает 0,025 мм, а так называемый остаточный (после балансировки) дисбаланс, например, при массе вала 10 кг составляет не более $D_{max} = 25 \pm 30$ г·см. Для маховиков, шкивов, муфт сцепления, гасителей крутильных колебаний остаточный дисбаланс должен быть по крайней мере в 2-3 раза меньше. Ориентируясь на эти значения дисбалансов, нетрудно определить допустимые деформации валов, а также ошибки при их шлифовании.

Так, сбалансированный на заводе-изготовителе маховик массой $m = 5$ кг может стать причиной вибрации двигателя, если при ремонте (шлифовании) коленчатого вала его новая ось вращения сместится относительно старого положения. Приняв для маховика $D_{max} = 5 \pm 10$ г·см, найдем смещение осей $e_{CT, max} = D_{max} / m = 0,001 \pm 0,002$ см = 0,01 ± 0,02 мм. Следовательно биение посадочных поверхностей присоединяемых к валу деталей не должно быть больше двойного смещения, т.е. больше 0,02 ± 0,04 мм (в среднем 0,03 мм). Если при шлифовании биения посадочных поверхностей на валу оказываются больше, то это свидетельствует о недопустимо низком качестве ремонта вала и необходимости дополнительной балансировки вала в сборе с маховиком.

Как указывалось в разделе 9.3., у коленчатого вала из-за перегрева и разрушения шатунных подшипников нередко возникает достаточно равномерная деформация (рис. 9.15), по

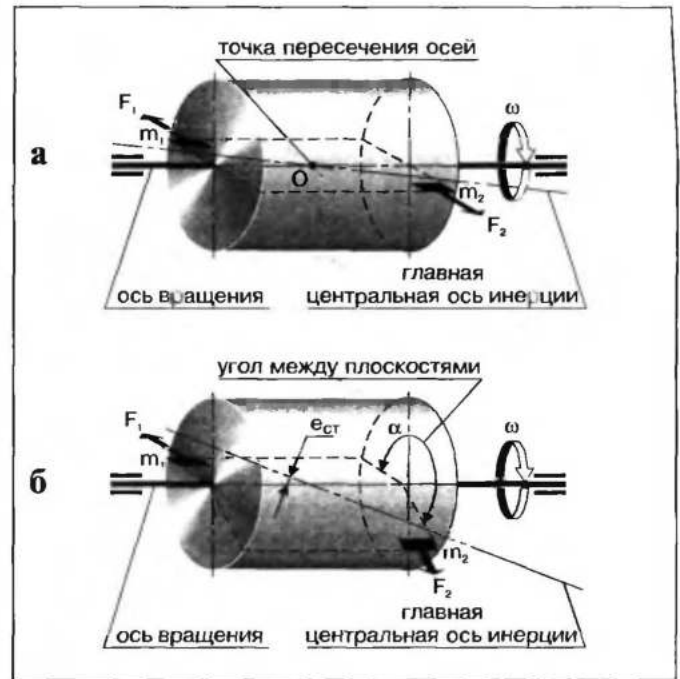


Рис 9.41. Схема появления неуравновешенности длинных валов: а — моментная неуравновешенность; б — динамическая неуравновешенность (общий случай)

форме близкая к параболе, причем в середине вала деформация максимальна. Тогда биение D_{max} середины вала у средней коренной шейки относительно центровых отверстий может быть связано с эксцентриситетом массы приближенно соотношением

$D_{max} \approx 3 \cdot e_{CT}$. Несложно посчитать, что для вала массой 10 кг при $e_{CT} \leq 0,025$ мм и дисбалансе $D \leq 25$ г·см биение перед шлифованием не должно превышать $D_{max} = 0,075$ мм.

Полученные величины e_{CT} и D соответствуют "новым" валам, прошедшим балансировку. В эксплуатации всегда имеет место определенное ухудшение уравновешенности двигателя (так называемый эксплуатационный дисбаланс). Так, практика показывает, что если после ремонта эксцентриситет и дисбаланс увеличиваются по сравнению с "новым" валом на 25-30%, то это не приводит к сколько-нибудь заметному повышению вибрации и снижению ресурса двигателя. Исходя из этого, максимальное биение перед шлифованием вала $D_{max} = 0,09 \pm 0,10$ мм при $e_{CT} \leq 0,030 \pm 0,035$ мм, $D \leq 30 \pm 35$ г·см.

Таким образом, хотя указанные величины e_{CT} и D превышают уровень "новых" валов, исходя из практики они еще являются допустимыми. При большей деформации вал необходимо править до шлифования либо балансировать после шлифования.

При шлифовании вала с серьезными повреждениями шеек оси шатунных шеек приходится смещать на разные радиусы. Иногда не слишком опытный шлифовщик допускает подобную ошибку, особенно если вал перед шлифованием имеет ощутимую деформацию. Например, радиусы противоположных шатунных шеек нередко различаются на 0,2 мм. Если масса нижних головок шатунов составляет порядка 200 г, то нетрудно посчитать, что вал в сборе с шатунами будет иметь дополнительный дисбаланс порядка 8 г·см. Это может составлять 20-40% от дисбаланса самого коленчатого вала в сборе с маховиком и муфтой. Устранить этот вид дисбаланса, возникающий только из-за некачественного ремонта шатунных шеек, можно балансировкой вала в сборе со специальными технологическими втулками на шатунных шейках, имитирующими массу нижних головок шатунов (см. ниже). Таким образом, чем ниже качество ремонта вала, тем сложнее и дороже будут работы по его балансировке. И наоборот, при высоком качестве ремонта балансировка, как правило, не требуется.

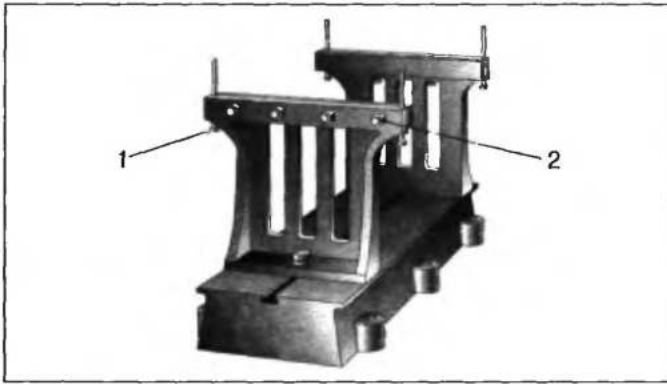


Рис 9.42. Параллельный стенд для статической балансировки: 1 — болт регулировки направляющих в горизонтальной плоскости; 2 — болты крепления направляющих к стойкам стенда

Наиболее проста и доступна статическая балансировка валов и присоединенных к ним деталей, поскольку для этого не требуется дорогостоящее оборудование.

В практике ремонта двигателей получили распространение так называемые параллельные стенды (рис. 9.42), представляющие собой закрепленные горизонтально на специальном основании две параллельные направляющие. Чаще всего направляющие выполняются в виде плоских "ножей" (рис. 9.43), другие конструкции призматического и круглого сечения встречаются реже. Рабочая часть направляющих для уменьшения коэффициента трения должна быть закалена до \geq HRC 50 и отшлифована. Ширина рабочей поверхности направляющих для балансировки деталей двигателей легковых автомобилей должна составлять 1-3 мм, причем края поверхности должны быть закруглены (в противном случае могут повреждаться поверхности деталей, опирающиеся на направляющие). Чем тяжелее деталь, тем больше должна быть ширина рабочей поверхности.

Конструкция приспособления должна обеспечивать регулировку (выверку) положения направляющих точно "в горизонт", иначе балансировка окажется достаточно грубой из-за "скатывания" балансируемой детали. Кроме того, должна быть предусмотрена возможность изменения расстояния между направляющими в достаточно широких пределах.

Погрешности статической балансировки связаны с силами трения качения детали по направляющим. Если вращающий момент от силы тяжести больше момента сил трения, то деталь будет поворачиваться. Тогда погрешность (или чувствительность стенда) будет равна

$$\Delta D = m \cdot r \cdot f,$$

где m - масса детали; r - радиус опорной шейки; f - коэффициент трения, зависящий от материала и состояния поверхностей ($f \approx 0,001$).

При массе вала 10 кг и радиусе шеек $r = 25$ мм погрешность статической балансировки составит порядка 25 г·см. Следовательно, статическая балансировка на параллельных стендах является довольно грубым способом уравнивания деталей. Она может применяться в тех случаях, когда другие, более точные способы, недоступны.

Существуют и другие приспособления для статической балансировки деталей, например, дисковые (рис. 9.44) и роликовые, которые имеют несомненные преимущества перед параллельным стендом, одно из которых - отсутствие необходимости в строгой выверке. Наиболее точные балансировочные весы в практике ремонта из-за сложности их изготовления и высокой стоимости не получили широкого распространения.

Рассмотрим, как на параллельном стенде может быть отбалансирован статически коленчатый вал, а также маховики и муфты сцепления, установленные на коленчатом валу. Статическая балансировка коленчатого вала может применяться только в случаях, когда деформация вала перед шлифовани-

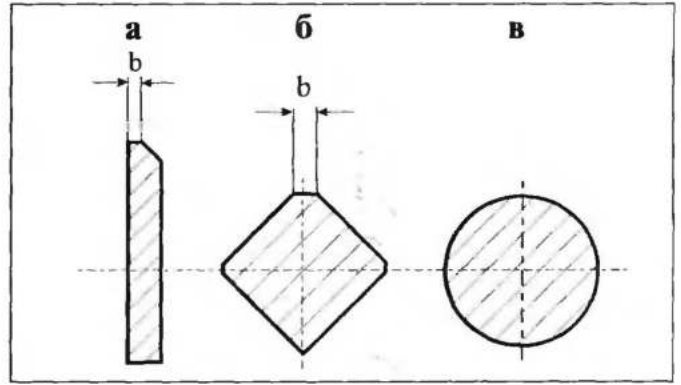


Рис 9.43. Сечения ножей для параллельных стендов: а — плоский нож; б — призматическая направляющая для деталей весом до 200 кг; в — направляющая круглого сечения для деталей весом 40-50 кг

ем имела "плавный" характер с максимумом в середине вала (как показано на рис. 9.15), а возможности проведения динамической балансировки отсутствуют.

Как уже указывалось выше, маховики и муфты, балансируемые отдельно на заводах-изготовителях, требуют балансировки на коленчатом валу только в случае, если при шлифовании коренных шеек была смещена их ось вращения. Для балансировки деталей необходимо сначала отбалансировать коленчатый вал, после чего, устанавливая детали на вал поочередно (сначала маховик, затем муфту), провести их балансировку. Предварительно необходимо сделать метки на валу и деталях, т.к. менять их взаимное угловое положение после балансировки нельзя.

Статическая балансировка может быть использована и тогда, когда требуется замена, например, маховика, отбалансированного на заводе-изготовителе в сборе с коленчатым валом, а также в случаях, когда из-за неквалифицированной разборки не представляется возможным найти правильное взаимное положение снятого маховика и вала, ранее уже отбалансированных в сборе.

Технология статической балансировки на параллельном стенде достаточно проста. Вал, установленный на направляющие, под действием силы тяжести перемещается (поворачивается) и останавливается. В этом положении эксцентриситет массы направлен вниз относительно оси вращения. По-



Рис. 9.44. Роликовые (дисковые) стенды для статической балансировки валов

этому сверху на валу (или на балансируемой детали) закрепляются технологические грузы, масса которых подбирается из условия достижения валом состояния безразличного равновесия. Далее масса m этих грузов измеряется на весах. После этого в нижней части вала (или балансируемых деталей) на том же радиусе, где были закреплены грузы, сверлятся отверстия диаметром $d = 6 \div 10$ мм. Число n и глубину h отверстий можно выбрать по формуле:

$$n \cdot h = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho}$$

где $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ - плотность материала деталей (чугун или сталь).

Далее балансировка вала проверяется, и при необходимости корректировка масс выполняется повторно.

Динамическая балансировка валов является значительно более сложным процессом, который требует дорогостоящего оборудования и высокой квалификации специалистов-балансировщиков.

Динамическая балансировка валов обычно выполняется на универсальных балансировочных станках (рис. 9.45), обеспечивающих:

привод вала и вращение его с постоянной частотой (обычно в диапазоне $8 \div 60 \text{ с}^{-1}$);

измерение параметров, позволяющих определить конкретные места корректировки массы вала.

Универсальность станка позволяет балансировать валы, имеющие широкий диапазон габаритных размеров и масс. Обычно балансировочные станки имеют ленточный (ременный) привод вала. Вал в станке вращается в двух специальных опорах, конструкция которых позволяет измерять силы, действующие на опоры со стороны балансируемого вала, а также направление действия этих сил. Эти данные используются для определения мест корректировки массы.

Динамическая балансировка вала проводится в двух плоскостях, расположенных обычно у крайних его опор. Чтобы правильно выполнить балансировку, иногда следует знать, что произошло с валом, каковы были деформация и ее направление перед шлифованием. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

Если вал перед шлифованием имел большую деформацию, например, биение $0,4$ мм, то, как уже было указано выше, деформация по длине вала обычно равномерна с максимумом вблизи середины вала. Тогда вал массой 20 кг получает эксцентриситет массы порядка $e_{\text{СТ}} = 0,13$ мм. Несложно рассчитать, что при частоте вращения $n = 6000 \text{ мин}^{-1}$ появляется центробежная сила $F = m \cdot \omega^2 \cdot e_{\text{СТ}} \approx 1000 \text{ Н}$.

Эта сила, если вал не уравновешен, воспринимается опорами, причем, в основном, средними. т.к. именно здесь имеет место наибольшая деформация. В то же время согласно существующим методикам балансировки, корректировка масс выполняется на крайних противовесах вала. Следовательно, после такой балансировки происходит существенное смещение (или искривление) главной центральной оси инерции так, как это показано на рис. 9.46. Нарушается и основное правило ремонта - поврежденная деталь после ремонта будет иметь несколько иные характеристики, чем новая.

Необходимо отметить, что для "жестких" коротких валов с большими диаметрами шеек и мощными щеками (характерно для многих четырехцилиндровых двигателей прошлых лет выпуска) указанный эффект несущественен. Такие коленчатые валы обладают достаточной жесткостью и практически не испытывают деформаций под действием дополнительных центробежных сил. Иное дело - длинные тонкие ("гибкие") коленчатые валы рядных 6-цилиндровых двигателей, особенно сравнительно небольшого рабочего объема ($2,0 \div 2,5$ л). Некоторые из таких валов (например, у двигателей японского производства) могут быть деформированы на $0,10 \div 0,15$ мм вручную усилием всего $200 \div 300 \text{ Н}$. В то же

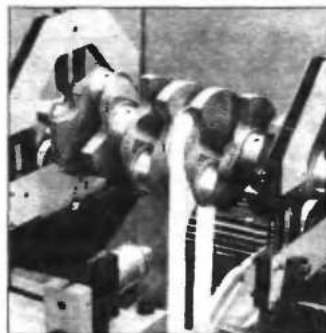


Рис. 9.45. Станок для динамической балансировки коленчатых валов

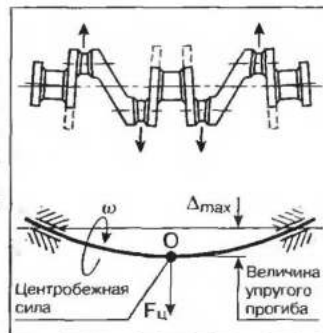


Рис. 9.46. Схема появления упругого прогиба длинного вала от центробежных сил после динамической балансировки в двух крайних плоскостях коррекции

время сила, действующая на шатунную шейку вала, например, от давления газов в цилиндре составляет порядка $1000 \div 2000 \text{ Н}$, т.е. имеет тот же порядок, что и центробежная сила из-за деформации середины вала. Следовательно, балансировка длинных валов по двум крайним плоскостям коррекции без учета их "прошлой" деформации препятствует решению одной из задач балансировки, а именно снижению нагрузок в подшипниках, возникающих вследствие дисбаланса, и увеличения ресурса подшипников.

Кроме того, балансировка по обычной схеме может дать здесь большую погрешность, если при вращении в станке вал будет испытывать деформацию от центробежных сил.

Для того, чтобы учесть "искривление" главной центральной оси инерции вала, следует начинать балансировку с его середины. Здесь вполне достаточно статической балансировки на параллельном стенде, при этом следует выполнить корректировку массы на одном из средних противовесов. Только после этого можно проводить динамическую балансировку по обычной схеме. Таким образом, указанный способ по трудоемкости незначительно превышает обычную динамическую балансировку в двух плоскостях коррекции, однако фактически масса корректируется в трех плоскостях. У длинных тонких валов рядных шестицилиндровых двигателей это может иметь существенное значение для разгрузки коренных подшипников и увеличения ресурса двигателя после ремонта.

Уравновешивание "гибких" валов можно выполнить и по обычной схеме в двух плоскостях коррекции, если рекомендовать следующее:

с целью увеличения жесткости средней части коленчатого вала перенести опоры балансировочного станка с крайних коренных шеек (в данном случае первая и седьмая) во вторую и пятую (или шестую) коренные шейки;

если позволяют условия, снизить скорость вращения коленчатого вала на балансировочном станке. Этим несколько понижается чувствительность станка, но в то же время в четыре раза (пропорционально квадрату угловой скорости) уменьшается стрела упругого прогиба коленчатого вала.

Выполнение указанных рекомендаций, как правило, приводит к удовлетворительным результатам по качеству балансировки.

Наибольшую сложность представляет собой динамическая балансировка коленчатых валов V-образных двигателей, а также рядных двух-, трех- и пятицилиндровых. Как уже было указано в разделе 2.2., валы этих двигателей не имеют средней плоскости симметрии, а у некоторых из них (например, у двухцилиндровых) центр масс вообще не лежит на оси вращения. Такие валы динамически балансируются только со специальными компенсационными грузами (технологическими втулками) на шатунных шейках, имитирующими массу нижних головок шатунов.

Балансировку "несимметричных" валов необходимо начинать с определения масс M технологических втулок. Это мо-

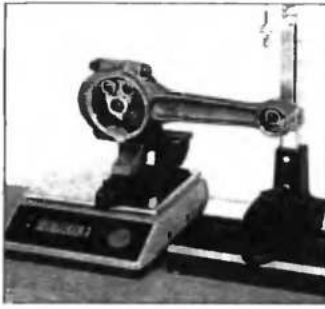


Рис. 9.47. Определение компенсационных масс взвешиванием нижней головки шатуна при опоре на верхнюю на специальных весах

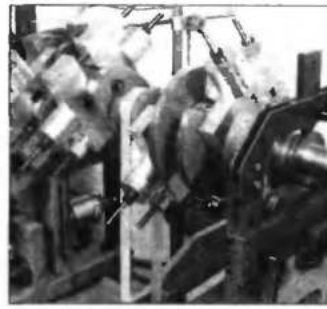


Рис. 9.48. Динамическая балансировка коленчатого вала с компенсационными массами, закрепленными на шатунных шейках

жет быть сделано взвешиванием нижних головок шатунов при шарнирном закреплении их верхних головок (рис. 9.47). Далее следует рассчитать наружный диаметр втулок, зная диаметр d и ширину b шатунной шейки:

$$D \equiv d + \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot b \cdot \rho}}$$

где $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ - плотность стали.

Поскольку втулки должны состоять из двух половин (чтобы их можно было установить на шейки вала), диаметр D следует выполнить на $0,5 \div 1,0 \text{ мм}$ больше расчетного. Этим будет компенсировано уменьшение массы втулки при ее разрезке на две половины. Кроме того, половины втулки должны иметь отверстия для стягивания их болтами и крепления на шейке. Окончательно масса втулки подгоняется по весу в сборе в болтами.

Изготовление втулок и подгонка их массы является весьма трудоемким процессом. Поэтому современные специализированные станки комплектуются приспособлениями, позволяющими регулировать массу грузов. На рис. 9.48 показан станок фирмы SCHENCK для балансировки несимметричных коленчатых валов с закрепленными на шатунных шейках компенсационными грузами. Вследствие большой трудоемкости и сложности динамическая балансировка "несимметричных" валов в практике ремонта используется крайне редко. Неквалифицированный ремонт, а именно шпифование деформированного вала, не оставляет других возможностей, кроме балансировки с технологическими втулками. Чтобы этого избежать, правка деформированных валов указанных конструкций становится обязательной и практически не имеет альтернативы.

9.4.3. Ремонт шатунов

В эксплуатации наиболее часто встречается несколько типовых повреждений и неисправностей шатунов. Это износ и деформация отверстий нижней головки в результате неисправности шатунного подшипника (износ, перегрев, разрушение, проворачивание), а также деформация стержня шатуна из-за гидроудара в цилиндре или разрушения клапана (возможно, седла клапана). В последнем случае стержень шатуна нередко закручивается. Большинство неисправностей шатунов удаётся устранить ремонтом, за исключением тех случаев, когда на шатуне обнаруживаются трещины. Такие шатуны ремонту не подлежат.

Ремонт шатуна представляет собой достаточно сложную технологическую цепочку, требующую точного измерительного и станочного оборудования, однако для большинства двигателей иностранных автомобилей этот ремонт окупается. Во-первых, цена нового шатуна достаточно высока (обычно свыше $100 \div 150 \text{ USD}$), а на некоторые двигатели, например, VOLKSWAGEN, часто можно найти только комплект новых шатунов. И во-вторых, на целый ряд старых моделей шатуны найти вообще не удастся. Эта ситуация существенно отличается от ситуации с отечественными автомобилями. Здесь ремонт вряд



Рис. 9.49. Шатун с поврежденным отверстием нижней головки



Рис. 9.50. Зажим шатуна для затяжки или ослабления болтов осуществляется только за нижней головку, чтобы не деформировать стержень

ли целесообразно, поскольку цена нового шатуна может оказаться соизмеримой с затратами на ремонт, да и приобретение нового шатуна большой проблемы не составляет.

Прежде чем ремонтировать даже явно неисправный шатун (рис. 9.49), необходимо измерить его основные геометрические характеристики.

Проверка шатунов начинается с их мойки и сушки. Далее крышки шатунов затягиваются соответствующим моментом, рекомендованным заводом-изготовителем. При отсутствии данных можно ориентироваться на следующие: $35 \text{ Н}\cdot\text{м}$ - для резьбы $M8 \times 1$; $50 \text{ Н}\cdot\text{м}$ - для резьбы $M9 \times 1$; $60 \text{ Н}\cdot\text{м}$ - для всех резьб диаметром 10 мм . При затягивании гаек (болтов) крышки шатуна можно зажать в тисках через прокладки за боковые поверхности нижней головки (рис. 9.50). Зажимать шатун за стержень запрещается во избежание деформации (скручивания) шатуна.

Отверстие нижней головки измеряется нутромером (см. рис. 8.17) с точностью до $0,01 \text{ мм}$. Эллипсность (овальность) отверстия не должна превышать $0,02 \text{ мм}$. Иногда встречаются шатуны, у которых в результате заклинивания и проворачивания вкладыша на поверхности отверстия нижней головки имеются круговые риски, но диаметр отверстия остается в допуске. Такие шатуны должны быть отремонтированы в обязательном порядке, поскольку на поврежденной поверхности ухудшается тепловой контакт со вкладышем и его oxidation, уменьшается натяг вкладышей в отверстиях. Это обычно приводит к быстрому выходу подшипника из строя.

Если отверстие нижней головки шатуна явно изношено, то необходимо определить износ, сравнив размер изношенного отверстия с неизношенным или справочными данными (см. Приложение 1). Проводя измерения, следует помнить, что обычно износ больше у краев отверстия. Величина износа является исходной величиной при ремонте.

Деформация шатуна наиболее просто определяется на поверочной плите или с помощью лекальной линейки (рис. 8.19 и 8.20). У подавляющего большинства шатунов ширина верхней и нижней головок одинакова. Поэтому у деформированного шатуна появятся просветы между боковой поверхностью и плитой (или линейкой). Для шатунов, имеющих различную ширину головок, задача усложняется, особенно, если у головки нет одной общей плоскости. Здесь можно выйти из положения только с помощью плиток, подкладываемых под одну из головок либо с помощью специальных приборов.

Приборы, определяющие деформацию шатунов, измеряют непараллельность осей отверстий верхней и нижней головок (см. раздел 5.4.). Точность измерения - не хуже $0,005 \div 0,010 \text{ мм}$ на 100 мм длины. У шатунов максимальная деформация (непараллельность осей) не должна превышать половины рабочего зазора в цилиндре на диаметре цилиндра. Это значит, что при зазоре в цилиндре порядка $0,04 \div 0,05 \text{ мм}$ максимальная деформация должна быть меньше $0,020 \div 0,025 \text{ мм}$ на длине (пече), равной диаметру цилиндра. Тогда все дополнительные движения поршня за счет перекоса осей отверстий головок шатуна, а именно, качания и вращения вокруг оси (рис. 9.51), будут малы

и не окажут существенного влияния на ресурс ЦПГ.

Ремонт нижней головки шатуна может выполняться различными способами и на различном оборудовании, однако имеет следующие характерные особенности:

отверстие после ремонта должно иметь номинальный размер (диаметр), такой же, как и у неповрежденных шатунов;

должно быть обеспечено качество поверхности - шероховатость не ниже $R_a 1.25$ мкм, «эллипс» и «конус» не больше допуска на диаметр (т.е. не более $0,010 \pm 0,015$ мм);

должна сохраниться перпендикулярность отверстия к боковой (базовой) поверхности или параллельность отверстий головок.

Чтобы получить номинальный диаметр в отверстии нижней головки у изношенного шатуна, необходимо обработать его и крышку по плоскости разреза в сумме на величину, большую, чем максимальный износ. При этом следует иметь в виду, что изношенные шатуны нередко сильно закалены в отверстии (перегрев из-за неисправного вкладыша с одновременным поступлением масла - своеобразный режим "закалки в масло").

Следует отметить, что при перегреве нижней головки в ней возникают внутренние напряжения, приводящие обычно к сжатию отверстия в плоскости разреза при ослаблении затяжки болтов (рис. 9.52). В таком случае для определения припуска на обработку поверхностей разреза необходимо немного притереть их на плите.

Если указанное сжатие имеет место, то размер отверстия вблизи поверхностей разреза может быть меньше номинального. Тогда можно обрабатывать поверхность разреза только крышки, не трогая шатун. Практика показывает, что если размер отверстия в плоскости, параллельной оси стержня шатуна больше номинального диаметра отверстия на величину δ , то припуск на обработку поверхностей разреза должен быть в сумме не менее $(1,2 \div 1,5) \delta$.

Обработка поверхности разреза может быть выполнена различными способами в зависимости от величины износа и/или деформации отверстия. Так, если необходимо "занизить" плоскость не более чем на $0,05 \div 0,06$ мм, то её можно притереть на притирочной плите с пастой (рис. 9.53). При этом важно не перекосить плоскость относительно боковой поверхности, для чего шатун с крышкой следует притереть вместе, периодически меняя их местами и поворачивая.

При большем износе отверстия поверхности разреза шлифуют на плоско-шлифовальном станке, обеспечивая перпендикулярность обрабатываемой поверхности к боковой поверхности шатуна. Возможно также использование фрезерного станка, однако точность обработки и качество поверхности будут хуже.

После того, как шатун и крышка стянуты болтами, необходимо проверить совпадение боковых плоскостей шатуна и

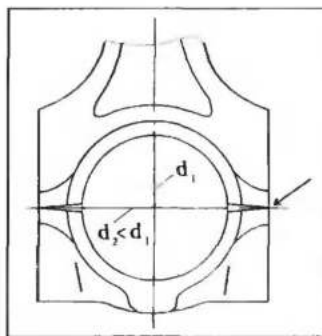


Рис. 9.52. Деформация нижней головки шатуна при перегреве - сжатие в плоскости разреза и деформация поверхностей разреза (указано стрелкой)



Рис. 9.53. Притирка плоскости разреза шатуна на притирочной плите выполняется одновременно с крышкой, чтобы исключить перекося осей отверстий головок

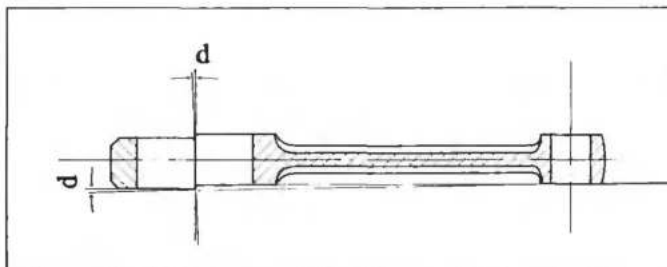


Рис. 9.54. Перекос оси отверстия нижней головки шатуна (d) из-за неправильного базирования вследствие выступа крышки над плоскостью боковой поверхности шатуна

крышки. При этом на боковой плоскости, выбранной за базовую, не должно быть выступания плоскости крышки над плоскостью шатуна (рис. 9.54), иначе не будет обеспечена параллельность осей отверстий шатуна после обработки отверстий. Это можно проверить на притирочной плите, если немного (на $0,01$ мм) притереть боковые плоскости.

Применяется несколько способов обработки отверстий шатуна - растачивание, шлифование и хонингование.

Простым и доступным способом является растачивание отверстия на токарном станке. Для этого изготавливается планшайба, торец которой окончательно протачивается после установки (рис. 9.55). В планшайбе должны быть сделаны резьбовые отверстия для прижатия шатуна башмаками. С помощью индикатора находится такое положение шатуна, при котором радиальное биение отверстия будет минимальным. Далее твердосплавным резцом выполняется растачивание.

Данный способ позволяет добиться удовлетворительной

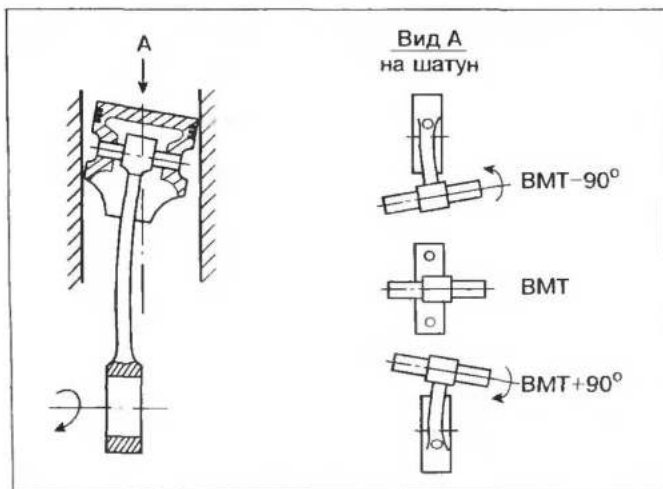


Рис. 9.51. Схема дополнительного вращения поршня в цилиндре при недопустимо большой деформации шатуна

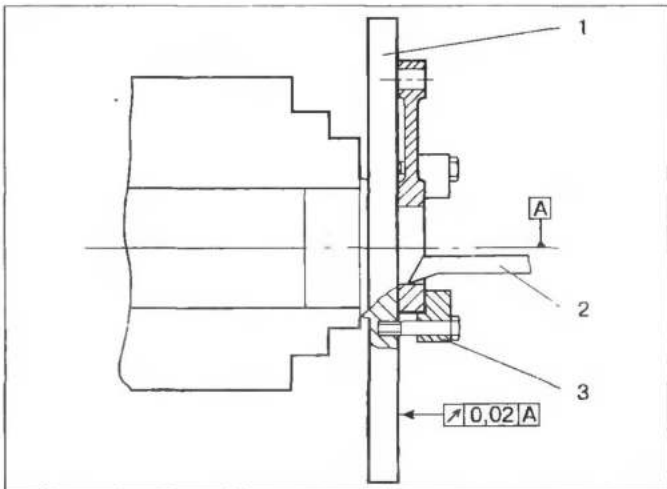


Рис. 9.55. Схема обработки отверстия головки шатуна на планшайбе в токарном станке:

1 — планшайба; 2 — резец; 3 — прижим



Рис. 9.56. Шатун с деформированным стержнем

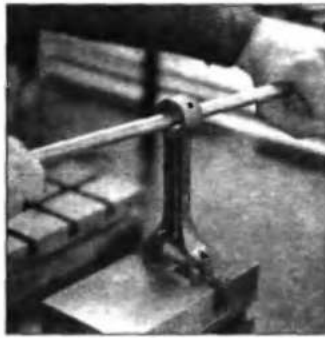


Рис. 9.59. Простой способ правки стержня шатуна при кручении

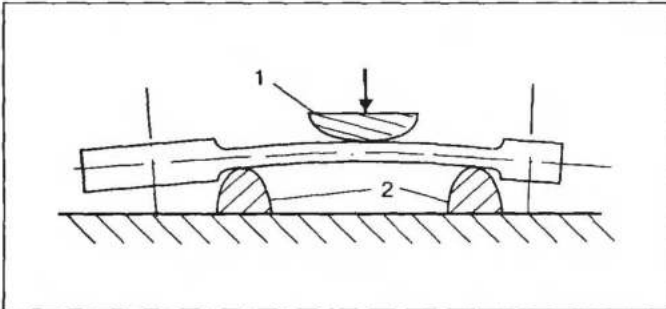


Рис. 9.57. Схема правки шатуна в плоскости, параллельной отверстиям:

1 — прижим; 2 — подкладки

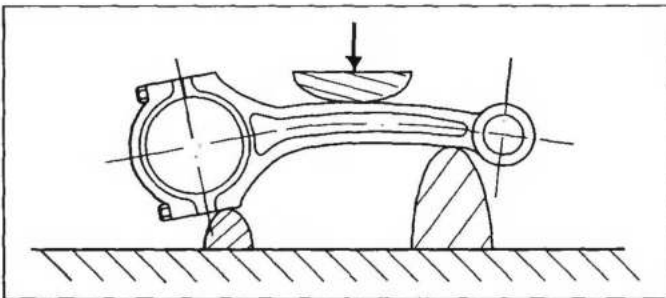


Рис. 9.58. Схема правки стержня шатуна в плоскости, перпендикулярной отверстиям

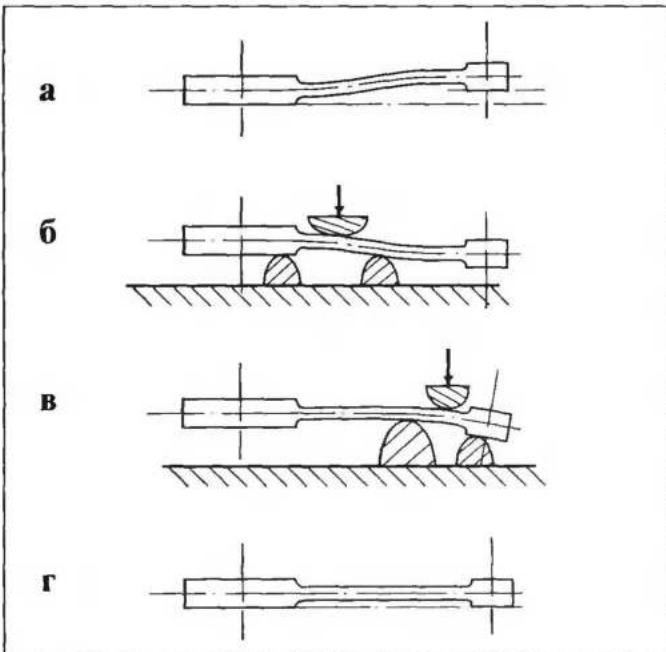


Рис. 9.60. Схема устранения смещения головок шатуна: а — исходное состояние; б — предварительный изгиб стержня у нижней головки; в — изгиб стержня у верхней головки; г — состояние после правки

точности в 0,02 мм, однако качество поверхности не будет высоким, из-за чего не получится хорошего теплового контакта вкладыша и шатуна. Вследствие этого растачивание без окончательной финишной обработки может быть применено только на низко- и среднефорсированных двигателях прошлых лет выпуска. Более точно растачивание шатуна выполняется алмазными резцами на координатно-расточных станках, причем в отличие от других способов здесь можно обеспечить параллельность осей отверстий головок с точностью до 0,02 мм.

Повышенное качество поверхности обеспечивается обработкой шатуна на внутришлифовальном станке. Здесь может быть достигнута точность в 0,01 мм. Данный способ является предпочтительным для сильно изношенных поверхностей, поскольку также, как и при растачивании обеспечивается перпендикулярность отверстий к базовой боковой поверхности шатуна.

Для малоизношенных отверстий, а также в качестве финишной операции после растачивания может быть применено хонингование (см. раздел 9.2.). Следует отметить, что хонингование сейчас является финишной операцией и для массового производства. Однако на практике не всегда можно найти необходимое оборудование и инструмент. Как уже указывалось выше, при выполнении работ с использованием хонинговального оборудования следует помнить, что этот способ не обеспечивает перпендикулярности отверстия к базе - боковой поверхности. Базой в данном случае является само отверстие. На практике это означает, что хонингованием нельзя снимать припуск в отверстиях шатуна более 0,1÷0,2 мм. При хонинговании даже небольших припусков желательно обрабатывать сразу два шатуна совместно, периодически разворачивая их друг относительно друга. Отверстия шатунов, имеющие так называемую "корсетную" форму (когда износ на краях больше, чем в середине), вряд ли стоит хонинговать, не сделав предварительно растачивание. В противном случае скорее всего отремонтированный шатун не будет удовлетворять требованиям параллельности отверстий головок.

Особую сложность представляет ремонт деформированных шатунов. Это связано с тем, что требуется обеспечить параллельность отверстий верхней и нижней головок, которая при деформации нарушается. Основным способом, позволяющим хотя бы предварительно уменьшить или даже устранить деформацию, является правка.

Некоторые фирмы, производящие станки и оборудование для ремонта, выпускают специальные приспособления для правки шатунов, позволяющие одновременно контролировать деформацию. Однако это оборудование не всегда доступно, в том числе и по цене. Вследствие этого на практике приходится править шатуны на более универсальном оборудовании. Для этих целей достаточно хорошо подходит гидравлический пресс для выпрессовки поршневых пальцев (см. раздел 5.).

Рассмотрим последовательность операций правки шатуна, имеющего деформацию в двух плоскостях и скручивание стержня (рис. 9.56):

1) предварительная правка в плоскости, параллельной отверстиям. Опоры на плоскость - через подкладки у верхней и нижней головок, усилие от домкрата - между подкладками (рис. 9.57);

2) правка в плоскости, перпендикулярной отверстиям, с опорой на нижнюю головку и подкладку около верхней головки (рис. 9.58);

3) кручение шатуна. Для шатунов подавляющего большинства бензиновых двигателей эта операция может быть выполнена в тисках (рис. 9.59) с помощью рычага длиной 0,5÷1,0 м

4) окончательная правка в плоскости, параллельной отверстиям. Это наиболее сложная и кропотливая операция требующая больших затрат времени. Перед этой операцией шатун часто имеет смещение верхней и нижней головок, которое исправляется по схеме, представленной на рис. 9.60.

После правки смещения обычно оказывается, что верхняя или нижняя головка получает искривление в плоскости, параллельной отверстиям. Это искривление устраняется изгибом

стержня у соответствующей головки. Окончательная правка осуществляется методом последовательных приближений с проверкой шатуна на плите с помощью щупов или на измерительном приспособлении. Все операции желательно выполнять по следующей схеме: сначала деформация в нужную сторону несколько больше, чем требуется, затем небольшая деформация в обратную сторону. Если этим правилом пренебречь, то в процессе работы двигателя шатун может деформироваться на $0,1 \div 0,3$ мм за счет остаточных напряжений.

Простое приспособление для измерения деформации шатунов, позволяет также исправить небольшие деформации шатуна (рис. 9.61). Однако точность правки с контролем по боковым плоскостям невелика и составляет порядка $\pm 0,05 \div 0,06$ мм на длине 100 мм. При этом следует учитывать, какая из боковых плоскостей является базовой для отверстий, поскольку совершенно не обязательно, что базовые обе плоскости. Это можно установить, проконтролировав деформацию всех шатунов двигателя.

После правки шатун желательно термообработать, чтобы уменьшить остаточные напряжения. Это может быть сделано в печи или духовом шкафу - выдержка 3-4 часа при температуре $180 \div 200^\circ\text{C}$ (охлаждение с печью).

Точность правки указанным способом не превышает обычно 0,02 мм на диаметре отверстия нижней головки шатуна (40-60 мм). Кроме того, даже если представить, что шатун удалось поправить очень точно, все равно без специального измерительного оборудования это не измерить. Таким образом, точность правки шатуна зависит, в основном, от имеющегося измерительного оборудования.

Если измерить параллельность отверстий не удастся из-за отсутствия соответствующего оборудования, то после правки отверстия шатуна могут быть дополнительно обработаны с целью обеспечения параллельности отверстий головок. Для шатунов со втулкой в верхней головке это не составляет большой проблемы. Последовательность операций будет следующей:

1) выпрессовка втулки - выполняется на прессе. Для этого используется кольцо с внутренним диаметром больше наружного диаметра втулки и ступенчатая оправка;

2) запрессовка новой бронзовой втулки, имеющей припуск по внутреннему диаметру не менее $0,15 \div 0,20$ мм. Такие втулки поставляются в запасные части, однако при отсутствии могут быть изготовлены из свинцовистой, фосфористой или опоянистой бронзы. При этом натяг по наружному диаметру (в отверстии шатуна) должен составлять $0,06 \div 0,08$ мм (рис. 9.62);

При использовании втулки без стальной основы следует обеспечить надежность посадки втулки в отверстие. Так, при запрессовке в холодном состоянии на поверхности втулки могут возникнуть надкры и наволакивание, вследствие чего натяг после запрессовки станет мал, и втулка провернется при работе двигателя. Альтернативным способом является запрессовка с такой разностью температур, чтобы втулка вошла в отверстие свободно. Тем не менее, наиболее надежно бронзовая втулка будет стоять только в том случае, если после запрессовки ее раскатать специальным инструментом (аналог раскатывания направляющей втулки клапана - рис. 9.148).

3) установка шатуна на токарном, расточном или шлифовальном станке. При этом необходимо найти такую сторону шатуна, где есть полный контакт нижней головки шатуна со стопом станка в свободном состоянии, в то время как верхняя головка может не быть прижата;

4) растачивание отверстия во втулке относительно боковой поверхности нижней головки практически дает требуемую параллельность отверстий. При обработке отверстия на координатно-расточном или координатно-шлифовальном станке параллельность отверстий может быть доведена до $0,01 \div 0,02$ мм на длине 100 мм. После растачивания можно оставить припуск $0,02 \div 0,05$ мм для хонингования отверстия в размер. При любом способе обработки отверстия необходимо обеспечить зазор в сопряжении с пальцем $0,008 \div 0,012$ мм.



Рис. 9.61. Правка шатуна в простом приспособлении для измерения деформации шатунов

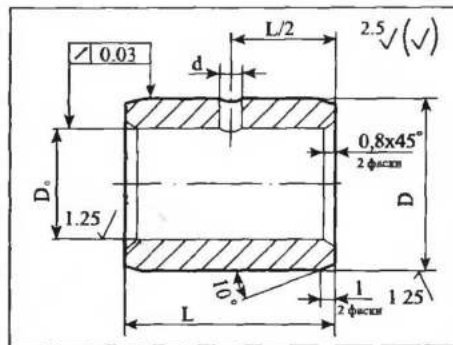


Рис. 9.62. Эскиз бронзовой втулки верхней головки шатуна:

диаметр D должен обеспечивать натяг $0,06 \div 0,08$ мм в верхней головке шатуна; — диаметр D_0 должен обеспечивать припуск $0,05 \div 0,50$ мм (в среднем $0,15 \div 0,20$ мм) в зависимости от способа окончательной обработки отверстия; — длина втулки L обычно выполняется на $0,3 \div 0,4$ мм меньше ширины верхней головки шатуна

Если палец имеет прессовую посадку в головке шатуна, то окончательная обработка шатуна после правки усложняется:

- 1) шлифование поверхностей разьема шатуна на $0,1 \div 0,3$ мм;
- 2) установка шатуна на плоскошлифовальном станке с опорой на верхнюю головку;
- 3) шлифование "как чисто", но не более 0,1 мм, боковой поверхности нижней головки - базы для окончательной обработки;
- 4) растачивание или внутреннее шлифование в прежний размер отверстия нижней головки относительно базы - обеспечивается перпендикулярность к базе, которая в свою очередь, уже перпендикулярна отверстию верхней головки. Возможны и другие варианты, ориентированные на имеющееся оборудование.

Деформированные шатуны после правки часто становятся короче. Наиболее сильно это проявляется у шатунов после гидроудара. Здесь "укорочение" шатуна может достигать $1,5 \div 2,5$ мм. Безусловно, такой шатун следует заменить. Однако на практике подобная замена не всегда возможна. Опыт показывает, что если у бензинового двигателя дните одного из поршней в ВМТ ниже остальных на $1,0 \div 1,5$ мм (за счет укороченного шатуна), то заметить какую-либо повышенную вибрацию или неравномерность работы двигателя трудно. У дизелей аналогичная величина равна примерно $0,5 \div 1,0$ мм. Указанные величины допустимого "укорочения" следует учитывать и при ремонте изношенных нижних головок шатунов. После шлифования поверхностей разьема и последующей обработки ось отверстия нижней головки всегда смещается в сторону верхней (рис. 9.2) и чем больше износ, тем больше "укорочение" шатуна. В то же время износ нижней головки более 1 мм встречается редко - обычно шатун перегревается и помяется еще до того, как износ достигает таких величин.

После ремонта нижней головки шатун имеет меньшую массу за счет съема материала с плоскости разьема и отверстия. При необходимости можно проверить, насколько масса оказалась меньше, взвесив все шатуны на весах. Однако практика показала, что в подавляющем большинстве случаев шатуны после ремонта теряют массу незначительно, оставаясь в допуске по массе (5-10 г).

Если у рядных четырех- и шестицилиндровых двигателей шатун после ремонта отверстия нижней головки оказался существенно легче других, то необходимо подогнать массу других шатунов за счет снятия металла с их нижних головок. Более сложная ситуация возможна при замене одного шатуна - если его масса отличается от других более чем на 10 г, перед подгонкой массы необходимо определить, с какой головки более тяжелых шатунов надо снять металл. Для этого необходимо измерить отдельно массу нижней головки при опоре на верхнюю и наоборот.

Существуют специальные весы для непосредственного взвешивания шатунов, однако на практике обычно приходится пользоваться более простыми приспособлениями, обеспечивающими шарнирное закрепление одной из головок при опоре другой на весы.

У двигателей других схем, в том числе V-образных, нельзя уменьшить массу шатунов, чтобы не нарушить балансировку КШМ. Поэтому при существенной потере массы шатуном после ремонта нижней головки его приходится заменять. Возможной альтернативой замене может быть установка на облегченный шатун болтов с более массивными головками и/или более высоких гаек.

У двигателей, имеющих "плавающий" палец в поршнях, после пробегов свыше 150÷200 тыс. км часто наблюдается износ бронзовой втулки верхней головки шатуна. Особенно сильный износ встречается у двигателей, где есть подача масла от нижней головки в верхнюю (MERCEDES-BENZ, TOYOTA и др.), если произошло разрушение шатунного подшипника. При этом стружка и частицы металла по отверстиям во всех шатунах поступают к их верхним головкам и изнашивают втулки и пальцы.

Замена втулок - операция несложная. Лучше всего использовать втулки, выпускаемые фирмами-производителями вкладышей подшипников. Старая втулка выпрессовывается на прессе, как это было описано выше. При запрессовке новой втулки необходимо обеспечить параллельность осей втулки и отверстия в шатуне, для чего лучше всего подходят большие станочные тиски со шлифованными губками.

Независимо от того, какие втулки ставятся - "фирменные" или изготовленные, требуется окончательная обработка отверстия после их запрессовки. В окончательном виде отверстие должно иметь малую шероховатость поверхности, овальность и конусность не более $0,002 \pm 0,003$ мм. Этим требованиям удовлетворяет хонингование отверстия. При хонинговании следует обрабатывать совместно сразу два шатуна, периодически переворачивая их разными сторонами, чтобы исключить перекос осей обрабатываемых отверстий.

При хонинговании с припуском более $0,1 \pm 0,2$ мм значительно увеличивается опасность увода оси отверстия под палец. Кроме того, у большинства поставляемых в запасные части втулок припуск по внутреннему диаметру ещё больше - до $0,5 \pm 0,6$ мм. Поэтому в подобных случаях необходимо предварительно расточить втулки, а хонингование выполнить как финишную операцию с припуском $0,03 \pm 0,05$ мм. В окончательном виде зазор в сопряжении "палец - втулка" у большинства двигателей составляет $0,010 \pm 0,015$ мм.

Если возможностей хонингования нет, отверстия втулок могут быть сразу расточены в окончательный размер на координатно-расточных станках, как это описано выше. В крайнем случае можно воспользоваться разверткой, однако данный способ не всегда дает хорошие результаты - поверхность отверстия может иметь после развертывания круговые риски, повышенную овальность и конусность.

Обрабатывая отверстие втулки шатуна, следует помнить, что все отклонения от допусков на форму отверстия и качество его поверхности приводят к повышенному износу втулки и поршневого пальца и, следовательно, к снижению ресурса двигателя после ремонта.

Если повреждения шатуна таковы, что отремонтировать его не представляется возможным, а новый шатун найти не удается (например, для редких моделей двигателей), его можно изготовить. Изготовление шатуна в целом не представляет больших сложностей для обычных машиностроительных производств, однако для соответствия массы необходимо по возможности точно повторить его конфигурацию. Для изготовления шатуна можно использовать стали 12ХНЗА, 20Х2Н4А, 30ХГСА, 38ХМЮА или 40ХНМА с термообработкой до твердости HRC₃ 32÷39. Из последних трех марок материалов можно изготовить и шатунные болты, соблюдая требования, изложенные в разделе 2.2.

9.4.4. Технология подбора и изготовления вкладышей подшипников

При сложном ремонте двигателя иногда встречаются ситуации, когда не удается найти необходимые вкладыши подшипников ремонтных размеров. Такие ситуации характерны для старых двигателей выпуска до 1965÷70 гг., для редких моделей, например, выпускавшихся в течение небольшого времени или только для эксплуатации внутри страны-производителя, а также для последних моделей автомобилей, для которых еще не производятся детали ремонтных размеров. В последнем случае возможны такие варианты, как замена коленчатого вала и вкладышей на новые (т.е. стандартных размеров) или восстановление шеек коленчатого вала в стандартный размер с заменой вкладышей на новые стандартные. Оба варианта не являются удачными: первый - по стоимости, второй - по надежности. Поэтому в указанных ситуациях встает вопрос о подборе вкладышей с других моделей двигателей, а, возможно, и об их изготовлении. Практика показывает, что и при подборе и при изготовлении можно добиться высокой надежности и ресурса двигателя, если соблюдать определенные правила и технологические приемы.

Подбором вкладышей можно условно назвать такую ситуацию, когда диаметры постелей ремонтируемого двигателя и двигателя, вкладыши которого имеются в наличии, совпадают. Тогда поверхности вкладышей, определяющие натяг в постели, сохраняются, следовательно, натяг в постели, от которого в первую очередь зависит надежность работы подшипников, будет обеспечен.

Не менее важный вопрос - материал вкладышей (см. раздел 2.2.). Для бензиновых двигателей требования к материалу коренных вкладышей обычно не слишком строгие - как правило, по материалу подходят вкладыши большинства моделей двигателей. При подборе шатунных вкладышей лучше ориентироваться на более высокофорсированные двигатели, чтобы исключить возможность ускоренного износа, когда новые вкладыши не подойдут по допустимой частоте вращения и нагрузке. Для этого можно использовать каталоги моделей автомобилей, где приводятся данные по частоте вращения и мощности двигателя. Здесь следует ориентироваться на литровую мощность, характеризующую уровень тепловых и силовых нагрузок в двигателе.

Для дизельных двигателей подбор шатунных вкладышей проблематичен, поскольку моделей дизелей относительно немного, а материалы их вкладышей рассчитаны на значительно большую нагрузку. Более того, нередко дизели с наддувом имеют иные материалы, чем те же модели, но без наддува.

Следующий параметр - ширина. Она не должна быть меньше, чем у оригинала. В самом крайнем случае допускается уменьшение на $1,0 \pm 1,5$ мм, но и это может привести к снижению ресурса из-за роста удельных нагрузок.

Толщина вкладыша подбирается из условия обеспечения необходимого ремонтного уменьшения шеек вала. Не обязательно (хотя и желательно) стремиться, чтобы ремонтный размер вала являлся строго уменьшением на $0,25; 0,50$ мм и т.д. - возможны промежуточные варианты, хотя это и неудобно для последующих ремонтов.

При подборе вкладышей можно ориентироваться на данные Приложения 1, где приведены все основные размеры вкладышей наиболее распространенных двигателей. При этом следует учитывать, что подавляющее большинство двигателей имеют ремонтные размеры вкладышей $0,25$ и $0,50$ мм, многие - $0,75$ мм и некоторые $1,0$ мм.

Если необходимые вкладыши выбраны и получены, следует их доработать так, чтобы обеспечить необходимую ширину, расположение замка, канавки и отверстия (если они есть). Замки на подбираемых вкладышах очень редко совпадают с оригиналом. Если несовпадение мало (1 ± 2 мм), то допустимо уменьшить ширину замка, спилив часть его надфилем, однако

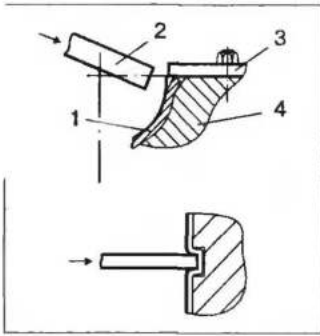


Рис. 9.63. Схема пробивания замка вкладыша:
1 — вкладыш; 2 — пробойник;
3 — прижим; 4 — радиусная оправка



Рис. 9.64. Разрезные оправки для доработки вкладышей в токарном станке

не стоит делать замок менее 2 мм. Если расположение замка не совпадает с оригиналом, необходимо выполнить его в другом месте. Для этого замок аккуратно спиливается заподлицо с наружной радиусной поверхностью вкладыша. Затем вкладыш вставляется в крышку постели и сверху прижимается болтами с шайбами, чтобы исключить его сдвиг при пробивке замка (рис. 9.63). Пробойник выполняется по ширине на 0,5 мм меньше ширины паза крышки. Далее ударом молотка пробивается замок в нужном месте по ширине вкладыша. Усик замка должен быть отогнут не более чем на 0,8÷1,2 мм.

Пробивать замок следует таким образом, чтобы учесть, с какой стороны и насколько затем будет уменьшена ширина вкладыша. Желательно предусмотреть, чтобы обработка вкладыша велась с двух сторон. Это делается на токарном станке в специальной алюминиевой разрезной оправке (рис. 9.64). Вкладыши вставляются в оправку парами, оправка зажимается в патроне достаточно сильно, но так, чтобы не деформировать вкладыши. При протачивании торцов не следует стремиться строго к ширине оригинальных вкладышей - обычно ширину можно оставить на 0,5÷1,0 мм больше. После протачивания торца следует снять фаски на краях вкладышей. Если коренные вкладыши имеют канавку, то она может быть выполнена специальным резцом на этой же операции. После снятия вкладышей со станка остается просверлить в нужном месте отверстия и убрать все заусенцы на краях и у отверстий.

Определенные сложности могут возникнуть при подборе фланцевых коренных вкладышей, которые выполнены за одно целое с упорными полукольцами. Если в новом комплекте подробных вкладышей нет, то можно воспользоваться несколькими вариантами:

1) на токарном станке в оправке срезаются полукольца со старых вкладышей (нужны только две штуки). Сверлятся отверстия в крышке блока и в полукольцах, которые затем приклеиваются к крышке (рис. 9.65). Это не слишком удачный способ, поскольку рабочие поверхности полуколец могут быть изношены, фиксация полуколец от проворота ослаблена, а также затруднена впоследствии установка штатных вкладышей;

2) на планшайбе токарного станка на опорной поверхности крышки блока протачивается канавка. Далее из опоявистой, фосфористой или свинцовистой бронзы изготавливается кольцо (рис. 9.66), имеющее профиль, ответный крышке. От проворота полукольца фиксируются упором буртика в плоскость разреза на блоке, а от выпадания - буртиком, вставленным в канавку крышки. При легкости последующей замены на штатный вкладыш такая конструкция требует изготовления специальных полуколец, что снижает ее надежность. Несколько увеличить ресурс и надежность работы таких полуколец можно за счет покрытия их рабочих поверхностей тонким слоем опоявочно-свинцового сплава (припоя);

3) на планшайбе токарного станка на крышке протачиваются новые упорные поверхности, углубленные примерно на 1 мм от уровня прежних (рис. 9.67). Далее подбираются или изготавливаются специальные полукольца увели-

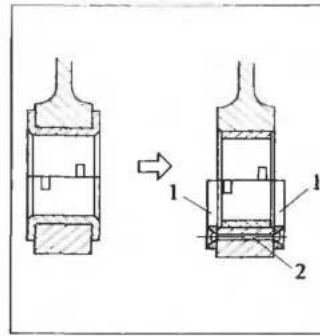


Рис. 9.65. Схема перехода от фланцевых коренных вкладышей к вкладышам с полукольцами:
1 — "старые" фланцы (полукольца), срезанные со старых вкладышей;
2 — заклепка

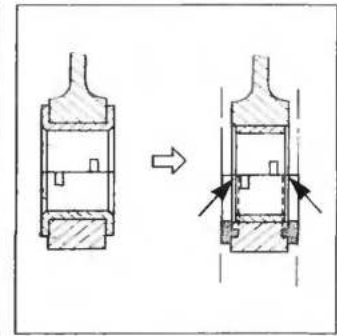


Рис. 9.66. Схема использования изготовленных полуколец специального профиля вместо фланцев вкладышей:
(→) — места упора выступа полукольца в плоскость разреза опоры на блоке цилиндров; (—) — упорные поверхности коленчатого вала

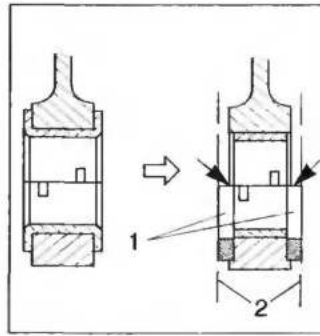


Рис. 9.67. Замена фланцевых вкладышей на простые путем протачивания торцов крышки блока и установки более толстых полуколец:
1 — полукольца; 2 — упорные поверхности коленчатого вала; (→) — места упора полуколец в плоскость разреза опоры на блоке цилиндров

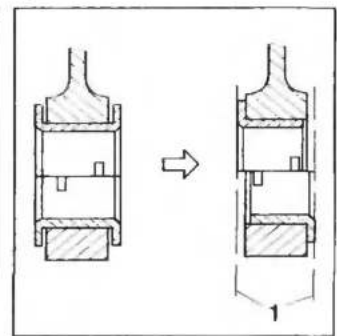


Рис. 9.68. Возможная схема доработки фланцевых вкладышей при несоответствии ширины опоры ширине вкладыша:
1 — упорные поверхности коленчатого вала

ченной толщины с наружным диаметром, равным диаметру проточек на крышке. Этот вариант не совсем удачен из-за "повисания" упорных полуколец штатных вкладышей на крышке (если они в дальнейшем будут применяться), а также трудности подбора достаточно толстых полуколец. В то же время необходимые полукольца здесь могут быть изготовлены из сталеалюминиевой ленты, что значительно повышает надежность конструкции.

Несколько иначе следует поступать, если подобранные коренные вкладыши также имеют упорные полукольца. При этом, как правило, ширина крышки по опорным поверхностям отличается от расстояния между полукольцами на вкладыше. В этом случае следует аккуратно отрезать на токарном станке упорные полукольца от вкладышей только с одной стороны, причём так, чтобы при установке в опору упорные полукольца на верхнем и нижнем вкладышах оказались по разные стороны от опоры (рис. 9.68). Если опора имеет торцевые проточки для установки вкладышей, то отрезанные полукольца могут быть вставлены так, как показано на (рис. 9.69).

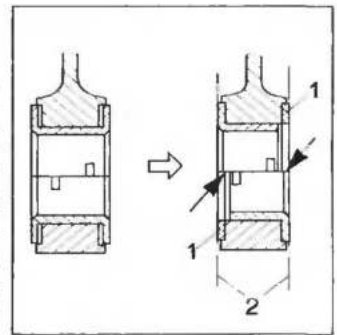


Рис. 9.69. Возможная схема доработки фланцевых вкладышей при наличии торцевых проточек на опоре блока:
1 — полукольца, отрезанные от нового фланцевого вкладыша; 2 — упорные поверхности коленчатого вала; (→) — упор полукольца во фланец вкладыша

Недостаток этого варианта - ограничение по ширине подбиаемого вкладыша (она не должна отличаться более чем на 2÷3 мм, иначе канавка вкладыша будет чрезмерно смещена от середины опоры). Кроме того, трудно подобрать вкладыши, чтобы толщина упорных полуколец на них соответствовала прототипу. Если толщина меньше, то использование описанного варианта ремонта проблематично, т.к. получается увеличенный зазор в упорных подшипниках. Если больше, то следует оценить насколько, чтобы не увеличивать чрезмерно расстояние между упорными поверхностями коленчатого вала. В противном случае последующий ремонт с использованием штатных вкладышей окажется невозможным.

Таким образом, при наличии в двигателе фланцевых коренных вкладышей, выполненных за одно целое с упорными полукольцами, ремонт КШМ с установкой нештатных вкладышей оказывается сложным. На практике лучше избегать подобных вариантов ремонта, используя их только в самых крайних случаях.

Рассмотрим теперь, что можно сделать, если необходимые вкладыши не удалось ни найти, ни подобрать. Очевидно, выйти из положения можно, только изготовив новые вкладыши.

Существует несколько способов изготовления вкладышей в условиях единичного производства (т.е. когда изготавливается малое количество изделий). Очевидно, технология единичного производства должна значительно отличаться от того, как изготавливают вкладыши в массовом производстве. В то же время известные технологии единичного производства обладают рядом существенных недостатков, снижающих надежность двигателя после ремонта, а это не позволяет использовать их при изготовлении вкладышей для ремонта двигателей иностранных автомобилей.

Наибольший интерес для практики может представлять способ изготовления вкладышей с использованием в качестве заготовок уже готовых изделий. Суть способа сводится к следующему. Вкладыши, предназначенные для установки в постель большего диаметра, изгибаются на меньший радиус. После этого с помощью специальной оснастки они обрабатываются по торцам с точностью до 0,01÷0,02 мм, чем обеспечивается необходимый натяг в постелях ремонтируемого

двигателя. Рассмотрим этот процесс более подробно.

Выбор заготовок для изготовления должен производиться также, как и для подбора вкладышей, описанного выше. Однако здесь накладывается дополнительное условие - диаметр постели заготовки должен быть больше, чем у ремонтируемого двигателя. Поскольку при этом число возможных вариантов существенно возрастает, появляется возможность подобрать такие заготовки (такой толщины), которые обеспечивали бы стандартный ряд ремонтного уменьшения вала - на 0,25 мм; 0,50 мм и т.д. В качестве заготовок следует использовать вкладыши от двигателей иностранных автомобилей. Как самая крайняя мера допускается использование вкладышей от отечественных двигателей, но это следует делать с большой осторожностью. Во-первых, для вкладышей отечественных легковых автомобилей применяется сплав АО09-2, содержащий всего 8÷10% олова. Подобные сплавы в двигателях иностранных автомобилей применяются редко и имеют специальные покрытия. Без таких покрытий алюминиевый сплав с малым количеством олова может ускорить износ коленчатого вала а максимально допустимые нагрузка и скорость вращения будут пониженными. Кроме этого, отечественные вкладыши нередко имеют невысокое качество, связанное, например, с нестабильностью толщины вкладыша по длине и ширине. Все это значительно ограничивает возможность использования отечественных вкладышей при ремонте иностранных двигателей.

Если заготовки выбраны, на них необходимо аккуратно спилить замок заподлицо с наружной поверхностью. Далее следует согнуть заготовки на меньший радиус, соответствующий радиусу постели ремонтируемого двигателя. Для этого используется приспособление, показанное на рис. 9.70. Заготовка одним краем прижимается к центральному ролику планкой с винтами. Затем с наружной стороны подводится нажимной ролик, которым заготовка прокатывается вокруг центрального ролика (рис. 9.71).

Заготовка рабочей поверхностью контактирует с центральным роликом, поверхность которого должна быть шлифована и полирована. В противном случае на рабочей поверхности вкладыша появится отпечаток поверхности ролика и деталь будет испорчена.

При прокатывании вокруг ролика заготовка изгибается, если радиус ролика меньше радиуса внутренней поверхности заготовки на 1,5÷2,0 мм и более. Если разница радиусов меньше, изгиба заготовки не произойдет, поскольку деформация останется упругой. Необходимый радиус ролика подбирается в каждом конкретном случае опытным путем. Начальный радиус ролика $R_{ро}$, с которого следует начинать подбор, можно найти по формуле $R_{ро} = R_{внутр} - (1,75 \div 2,0 \text{ мм})$, где $R_{внутр}$ - радиус внутренней поверхности готового вкладыша, установленного в постель (радиус вала).

Прокатывание заготовки осуществляется в две стороны - после прокатывания в одну сторону заготовка переворачивается (перезажимается) и прокатывается снова. При этом радиус заготовки получается переменным - на краях он меньше, а в середине больше. Именно это и требуется для хорошего прилегания к постели (см. раздел 2.2.).

Снятая с приспособления заготовка проверяется по наружному диаметру (рис. 9.72). Диаметр должен быть больше диаметра постели на 0,5÷1,0 мм. Если этот размер оказывается больше, необходимо прокатать заготовку по ролику меньшего диаметра.

Заготовки нередко имеют смазочные отверстия. В таких случаях нельзя прокатывать заготовку через отверстие, поскольку ослабленное отверстием сечение сразу оказывается согнутым на меньший радиус, и заготовка будет испорчена. Чтобы исключить деформацию заготовки, необходимо прокатывать ее не более, чем на 2÷5 мм за отверстием. Эту величину необходимо подбирать в зависимости от диаметра и толщины вкладыша и проверить по прилеганию к постели (рис. 9.73).

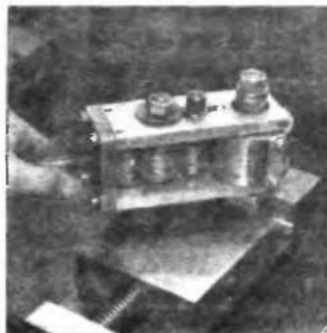


Рис. 9.70. Приспособление для изгиба заготовки вкладыша

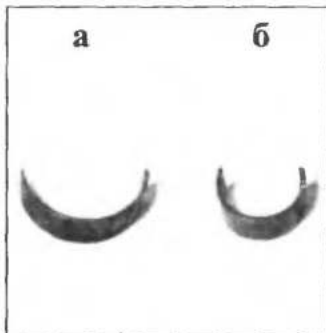


Рис. 9.72. Заготовка вкладыша до (а) и после (б) гибки

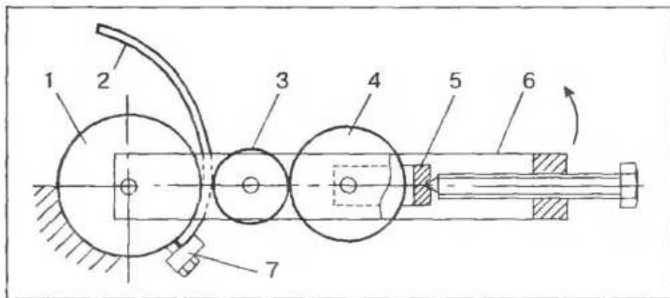


Рис. 9.71. Схема работы простого приспособления для гибки вкладышей:

1 — основной ролик; 2 — заготовка вкладыша; 3 — промежуточный ролик; 4 — нажимной ролик; 5 — нажимная скоба; 6 — рычаг; 7 — зажим



Рис. 9.73. Проверка прилегания вкладыша к оправке (проверка проводится "на просвет")



Рис. 9.74. Оправки для обработки вкладыша по длине и пробивки замка



Рис. 9.75. Зажатие вкладыша



Рис. 9.77. Пробивка замка с помощью пробойника

Если заготовки прокатаны, можно пробивать замки и обрабатывать их по длине. Для этого следует изготовить две оправки - внутреннюю и наружную (рис. 9.74). Наружная оправка должна иметь диаметр постели, выдержанный с точностью до 0,02 мм. Оправка изготавливается из стального прутка или трубы и должна иметь толщину стенки не менее 10 мм. Внутреннее отверстие растачивается (шлифуется) в размер постели, после чего труба разрезается, а плоскость разреза фрезеруется (шлифуется) в размер, меньший половины диаметра постели на 0,10÷0,15 мм. В середине оправки фрезеруется паз для пробивки замка.

Внутренняя оправка изготавливается из инструментальной стали, чтобы после закалки ее твердость была не менее HRC₃ 60. Оправка точится из прутка, на ее краях оставляются технологические бобышки с центровыми фасками. Далее оправка фрезеруется примерно до половины диаметра, не трогая технологические бобышки. Фрезеруется также паз для пробивки замка, который должен быть на 0,5 мм уже, чем у наружной оправки. После закалки наружная поверхность оправки должна быть шлифована с допуском 0,01 мм в размер

$$D = D_n - 2\delta,$$

где D_n - диаметр постели, δ - толщина вкладыша.

Плоскость внутренней оправки шлифуется далее в размер по высоте (Н), обеспечивающий натяг (выступание) D вкладыша в постели

$$H = D/2 + \Delta.$$

Натяг зависит от диаметра постели и толщины вкладыша. Хорошие результаты дает простая формула $\Delta = (0,5 \div 0,7) \cdot D/1000$ мм, учитывающая только диаметр постели. При диаметре постели, например, 50 мм величина Δ будет равна 0,025÷0,035 мм. В готовой оправке далее срезаются технологические бобышки.

Заготовки вкладыша устанавливаются в наружную оправку и зажимаются внутренней при помощи болтов (рис. 9.75). При этом необходимо обеспечить несколько условий:

1) края заготовки должны выходить из оправок примерно одинаково;

2) внутренняя оправка должна стоять ровно (без перекосов) как в продольном, так и в поперечном направлении, что легко проверяется лекальной линейкой (рис. 9.76);

3) заготовка должна быть зажата так, чтобы пазы в оправках совпали с местом пробивки замка на заготовке.

Далее следует спилить концы заготовки, оставив припуск около 0,5 мм и с помощью пробойника (рис. 9.77) ударом молотка пробить замок. Затем напильником с мелкой насечкой торцы заготовки обрабатываются до тех пор, пока напильник не "заскользит" по внутренней оправке. В окончательном виде торцы заготовки должны располагаться строго заподлицо к внутренней оправке (не ниже и не выше), что легко контролируется на просвет с помощью лекальной линейки (рис. 9.76).

После снятия заготовки следует удалить заусенцы, в том числе и у замка, и выполнить другие необходимые работы (расточить канавки, обработать по ширине, просверлить отверстия) так, как это уже было описано выше.

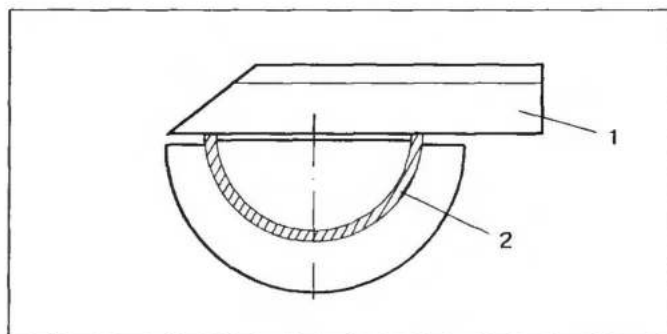


Рис. 9.76. Проверка точности установки и обработки вкладыша в оправках по лекальной линейке: 1 — лекальная линейка; 2 — вкладыш

Данная технология несмотря на большую трудоемкость (0,5÷1,0 час на один вкладыш), позволяет обеспечить весьма высокую точность изготовления вкладышей, а значит, и надежность работы подшипников. Даже при толщине вкладышей 2,5÷3,0 мм некруглость внутренней поверхности вкладышей, установленных в постель, обычно не превышает 0,015 мм. Это значит, что для изготовленных данным способом вкладышей при минимальном зазоре в подшипнике 0,030÷0,035 мм будет обеспечено свободное вращение вала.

9.5. Ремонт цилиндро-поршневой группы

Основными неисправностями ЦПГ являются износы поршней (юбка, верхняя канавка поршневого кольца, отверстие под палец), поршневых колец, пальцев и цилиндров. Нередки различные трещины и пробоины блока цилиндров в результате поломки шатунов, клапанов и поршней, а также нарушение геометрии и расположения различных поверхностей - верхней плоскости блока и постелей коленчатого вала вследствие перегрева из-за недостаточного охлаждения и смазки.

При выполнении сложного ремонта двигателя детали ЦПГ, имеющие большой износ или повреждения, должны быть отремонтированы или заменены. Этот вопрос решается в зависимости от степени и характера износа для каждого типа деталей. Так, блок цилиндров, являющийся дорогостоящей, а для многих моделей и дефицитной деталью, необходимо стремиться отремонтировать независимо от его неисправности. Изношенные поршневые кольца должны быть заменены, в то время как для поршней иногда существуют альтернативные решения.

9.5.1. Ремонт рабочей поверхности цилиндров

При больших пробегах рабочая поверхность цилиндров оказывается в той или иной степени изношена. С одной стороны, изнашивается верхняя часть цилиндра (см. разделы 1.2., 8.1.), а с другой - поверхность цилиндра в плоскости вращения кривошипа, контактирующая с юбкой поршня, в результате чего цилиндр становится овальным. Помимо этого, нередко на

цилиндрах имеются продольные царапины, вызванные попаданием с воздухом и топливом (сверху) или с маслом (снизу) различных частиц загрязнений и продуктов изнашивания деталей.

С точки зрения геометрии допустимым износом верхней части цилиндра в месте остановки верхнего компрессионного кольца следует считать величину $0,05 \pm 0,08$ мм, а допустимой овальностью - $0,02 \pm 0,03$ мм. Если цилиндры имеют износы больше указанных, они должны быть отремонтированы с увеличением диаметра и заменой поршней и колец на ремонтные. В практике имеются случаи, когда износ (измеренный нутромером) мал, но продольные риски и царапины в цилиндрах столь велики и многочисленны, что без ремонта цилиндры также не обойтись, иначе двигатель будет иметь недопустимо большой расход масла.

Наиболее сложной и ответственной операцией при ремонте рабочей поверхности цилиндров является хонингование. Некоторые характерные особенности хонингования уже были описаны выше в разделе 9.2., однако при ремонте поверхности цилиндров хонингованием достигаются и решаются существенные иные цели и задачи, чем, например, при ремонте других отверстий двигателя. Поэтому остановимся на процессе хонингования цилиндров более подробно.

Практика показывает, что от способа обработки поверхности цилиндров в значительной степени зависят эксплуатационные характеристики двигателя. Правильная обработка цилиндров обеспечивает:

- 1) низкий расход масла;
- 2) высокую компрессию, т.е. малые утечки газов через кольца;
- 3) большой ресурс деталей ЦПГ, в том числе и самих цилиндров;
- 4) работоспособность колец и цилиндров (отсутствие задиров) при длительных высоких нагрузках;
- 5) низкий коэффициент трения колец при движении в цилиндре;
- 6) малое время приработки деталей ЦПГ.

Первые два требования напрямую связаны с геометрией цилиндра, а именно, отклонением от цилиндричности. Овальность и конусность цилиндра не должны превышать $0,01$ мм,

иначе не будет хорошего прилегания колец, а эюра давления колец на стенки цилиндра (см. раздел 2.3.) будет искажаться. В результате следует ожидать повышенного расхода масла. В этой связи следует напомнить, что геометрия цилиндра зависит и от конструкции двигателя (см. раздел 2.1.). При затяжке болтов головки блока и, особенно, при их перетяжке цилиндры деформируются, и эта деформация может достигать $0,02-0,03$ мм, если блок недостаточно жесткий, "мокрые" гильзы могут иметь в отдельных случаях еще большую деформацию.

Для уменьшения деформации верхней части цилиндров на некоторых зарубежных ремонтных предприятиях на блок устанавливают модель головки блока - так называемую фальш-головку, представляющую собой плоскую деталь, по форме идентичную стандартной головке, но имеющую отверстия для входа и выхода хонинговальной головки. Болты на фальш-головке затягиваются тем же крутящим моментом, что и на стандартной головке. После обработки цилиндров и снятия головки их геометрия будет несколько отличаться от правильной, однако после сборки двигателя и затяжки болтов головки цилиндры снова примут правильную форму.

С этой же целью рекомендуется окончательную обработку цилиндров производить с крышками коренных подшипников, затянутыми рабочим моментом. Это особенно важно для V-образных блоков, где деформация в нижней части цилиндров может быть ощутимой из-за близкого расположения цилиндров и резьбовых отверстий болтов коренных крышек.

Остальные из указанных выше требований связаны с материалом цилиндров и колец и обработкой цилиндров. Характерно, что правильная обработка цилиндров позволяет, например, применять более дешевые кольца без значительного ущерба для их работоспособности и ресурса. На рис. 9.78, а представлен профиль поверхности, полученный после обычного хонингования, а на рис. 9.78, б - эта же поверхность после относительно непродолжительной работы (приработки). Обращает на себя внимание, что острые выступы сглажены, в то время как впадины сохранились. Очевидно, такая приработка произошла за счет повышенного износа поршневых колец и поршней. При этом во впадинах, пока они не стертые, удерживается небольшое количество масла для смазки пары "кольцо-цилиндр".

Обработка цилиндров простым хонингованием одним бруском была характерна для низкофорсированных двигателей, выпущенных несколько десятилетий назад. В настоящее время такая схема обработки поверхности не применяется, как не удовлетворяющая современным требованиям.

Чтобы получить качественную поверхность цилиндра, необходимо, с одной стороны, сделать ее как можно более гладкой, а с другой - максимально шероховатой, чтобы впадины заполнялись возможно большим количеством масла. Это достигается с помощью так называемого плосковершинного хонингования. Оно проводится в два этапа. В начале с помощью достаточно крупнозернистых брусков (100 ± 120 мкм) создается основная шероховатость поверхности, при которой глубина впадин сравнительно велика и достигает $20-30$ мкм. Затем мелкозернистыми брусками (16 ± 40 мкм) производится заглаживание выступов, вследствие чего образуются опорные поверхности. Съем металла на финишной операции составляет $3-5$ мкм, а профиль поверхности получает вид (рис. 9.78, б), близкий к профилю уже работавшей поверхности.

Качество полученной поверхности характеризует так называемая кривая Аббота (Abbott), представляющая собой зависимость суммарной площади впадин от их глубины (рис. 9.79). Эта кривая имеет перегиб в точке, разделяющей опорную поверхность от впадин основной шероховатости. Согласно экспериментальным данным, опорная поверхность должна составлять $50-80\%$ всей поверхности цилиндра, а во впадинах должно удерживаться не менее $0,02$ мм³ масла на 1 см² площади поверхности (это можно рассчитать по кривой Аббота). Для дизелей вследствие более тяжелых условий работы поршневых колец объем впадин может быть увеличен. Это

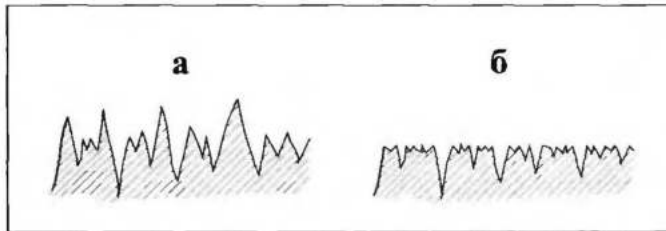


Рис. 9.78. Профили поверхности цилиндра: а — при обычном хонинговании одним бруском; б — при плосковершинном хонинговании или после приработки

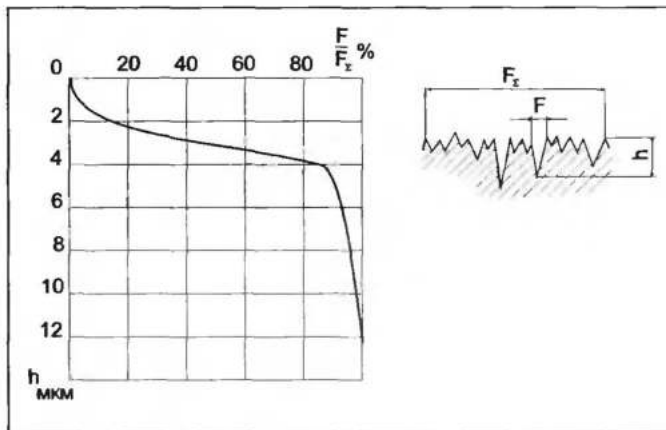


Рис. 9.79. Кривая Аббота — зависимость относительной площади впадин на поверхности от их глубины

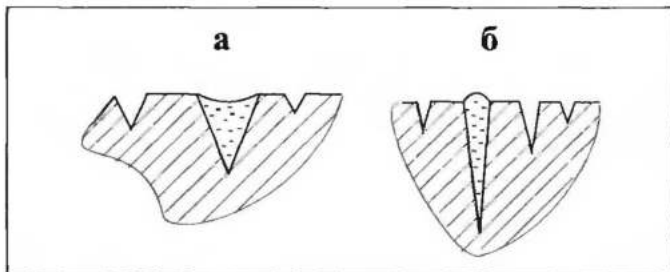


Рис. 9.80. Влияние угла раскрытия впадины на смазывающую способность цилиндра:

а — при большом угле раскрытия масло отходит от поверхности цилиндра ("проваливается" во впадину); б — при малом угле раскрытия масло за счет сил поверхностного натяжения выступает над поверхностью, обеспечивая смазку деталей

достигается увеличением количества более глубоких впадин, например, применением более грубых брусков при создании основной шероховатости.

Следует отметить, что при ремонте цилиндров следует стремиться к созданию на поверхности даже более глубоких впадин, чем могли быть на новом цилиндре. Тем самым при небольшом увеличении расхода масла отремонтированного двигателя будут улучшены условия смазки колец. Этот момент при ремонте нередко очень важен. Дело в том, что поршневые кольца, выпускаемые различными фирмами, могут иметь различные материалы, покрытия, упругость, не всегда соответствующие материалу конкретного цилиндра и условиям работы колец в данном двигателе. Тогда улучшение смазки снижает интенсивность износа колец и цилиндров при не совсем удачном сочетании материалов пары "кольцо-цилиндр".

Впадины основной шероховатости должны иметь не только глубину, но определенные углы раскрытия, которые в неявном виде описаны в кривой Аббота. Угол впадины имеет важное значение для маслоудержания, причем далеко не всегда более широкие впадины с большим объемом удерживают большее количество масла (рис. 9.80). Профиль основной шероховатости, в том числе и угол раскрытия впадин, во многом определяется характеристикой абразивных брусков, используемых при хонинговании, а также режимом хонингования (частота вращения, давление брусков на стенки, смазка поверхности).

Очень важным параметром поверхности цилиндра является угол хонингования, т.е. угол между рисками, образованными при движении головки вверх и вниз (рис. 9.81). При малом угле не удастся добиться необходимого профиля поверхности, что ведет к "сухому" трению и задиру колец и цилиндров. Большой угол обычно дает возрастание расхода масла. Оптимальное значение угла хонингования обычно составляет 60÷75°.

При хонинговании чугунных цилиндров необходимо также обеспечивать вскрытие графитовых зерен, выходящих на поверхность (рис. 9.82). Наиболее распространенный дефект при обработке цилиндров - поверхностная деформация, приводящая к наволакиванию металла на графит. При этом поверхность цилиндра становится матовой светло-серого цвета. В результате наволакивания графитовые зерна как бы закрываются чешуйками металла - образуется так называемый «жестяной слой», значительно (в несколько раз) снижающий ресурс деталей ЦПГ.

В нормально отремонтированном цилиндре 40÷50% зерен графита имеют выход на поверхность, а глубина деформации поверхностного слоя не превышает 6÷8 мкм. Чтобы добиться этого на практике, необходимо:

1) после растачивания припуск на хонингование не должен быть менее 0,05 мм на сторону. При точении возникает глубокая деформация поверхностного слоя, которую необходимо убрать хонингованием;

2) хонингование необходимо вести с большими усилиями и обильной смазкой поверхности на предварительном этапе и

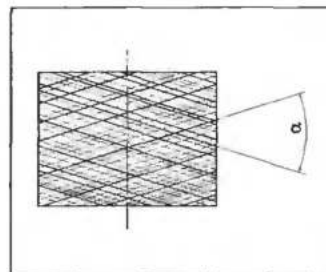


Рис. 9.81. Участок поверхности цилиндра после хонингования (α - угол хонингования, пропорциональный скорости возвратно-поступательного движения хонинговальной головки и обратно пропорциональный частоте ее вращения)

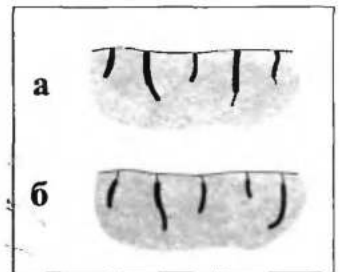


Рис. 9.82. Вскрытие графита на поверхности после хонингования: а — нормальное — графит выходит на поверхность; б — закрытие зерен графита в результате деформации материала (образование "жестяного" слоя)

с малыми усилиями и обильной смазкой - при окончательной обработке поверхности;

Другой проблемой, нередко препятствующей достижению большого ресурса после ремонта, является шаржирование (внедрение) абразивных частиц в поверхностный слой цилиндра. При этом износ поршневых колец и поршней может ускориться во много раз. Для исключения этого следует придерживаться определенных правил:

1) хонинговать цилиндр только с непрерывной обильной подачей смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ);

2) использовать только специальные абразивные брусочки для цилиндров;

3) тщательно промывать блок после обработки цилиндров.

Подача СОЖ уносит от поверхности цилиндра частицы металла и, самое главное, абразивные частицы - продукты износа брусков. Брусочки для обработки цилиндров должны быть из окиси алюминия или карбида кремния. Алмазные брусочки для цилиндров использовать нельзя, т.к. они дают наибольшее шаржирование (внедрение) частиц абразива, которые при этом очень плохо удаляются при промывке.

В последние годы на зарубежных ремонтных предприятиях получили широкое распространение более совершенные способы финишной обработки поверхности цилиндров. В частности, вместо мелкозернистых абразивных брусков плосковершинное хонингование ведется специальными щетками, волокна которых (стальная проволока) покрыты керамикой (например, карбидом кремния). Находят также применение щетки с мелкими стальными шариками на концах волокон.

Основным преимуществом подобных способов является более высокое качество поверхности, а также снятие заусенцев на краях впадин основной шероховатости, что не удастся полностью реализовать при хонинговании абразивными брусками. Помимо этого, при использовании щеток наблюдается выход абразивных частиц из впадин, что упрощает последующую мойку блока.

Промывать блок лучше всего в горячем содовом растворе. Возможна также промывка в керосине. Использовать бензин, как это иногда делают в некоторых мастерских и гаражах, нецелесообразно. После бензина на стенках цилиндров остается абразивная пыль, в чем нетрудно убедиться, проведя чистой ветошью или рукой по вроде бы чистому цилиндру после испарения бензина с его стенок. Наилучшим способом удаления абразива следует, вероятно, признать кипячение в содовом растворе. Однако данный способ непроизводителен и требует большого количества времени.

Для обработки цилиндров целесообразно использовать специализированные станки. Наибольшей точностью и производительностью обладают автоматические и полуавтоматические вертикально-хонинговальные станки (см. рис. 5.78). Производительность таких станков (скорость съема металла с поверхности цилиндра) достигает 0,2 мм/мин. Поскольку здесь используется головка только с жесткой подачей брус-



Рис. 9.83. Хонингование цилиндра на станке с хонинговальной головкой, имеющей автоматическую жесткую подачу брусков на разжим в зависимости от усиления хонингования (крутящего момента)



Рис. 9.84. Приспособление для ручного хонингования

ков (рис. 9.83), на таких станках не требуется предварительное растачивание цилиндров, если ремонтное увеличение диаметра цилиндра не слишком велико. Важной особенностью таких станков является возможность наклона блока, что необходимо для ремонта блоков V-образных двигателей, а также для блоков, у которых верхняя и нижняя плоскости непараллельны. Кстати, и станки, используемые для растачивания цилиндров, должны иметь наклонный стол или иные приспособления для наклона блока, иначе возможности этих станков будут существенно ограничены.

Описанные вертикально-хонинговальные станки имеют весьма существенный недостаток для небольших мастерских - высокую стоимость. Поэтому при небольших объемах ремонта блоков целесообразно иметь вертикально-расточной станок и ручное приспособление для хонингования. Приспособление (рис. 9.84) представляет собой стойку с перекладиной и зажимом по поверхности цилиндра. На перекладину опирается пружина, другой стороной закрепленная на ручной дрели с направляющим стержнем. На стержне имеется регулируемый упор, ограничивающий ход дрели с головкой вниз (чтобы не повредить бруски ударом о коренные опоры блока).

Для такого приспособления применяется хонинговальная головка с микрометрическим винтом, обеспечивающим точную регулировку усиления прижатия брусков к стенкам цилиндра.

При хонинговании необходимо сделать симметричный выход брусков из цилиндра в обе стороны (порядка 20 мм). Для этого следует установить упор на стержне так, чтобы в нижнем положении верхний край брусков был ниже плоскости блока на величину $\Delta H = L - l + 20$, где L - длина цилиндра; l - длина бруска. Выход брусков вверх устанавливается визуально.

После настройки приспособления и головки необходимо разжать бруски до упора в стенки цилиндра и, включив дрель (число оборотов не должно превышать 300 мин^{-1}), вручную придать дрели возвратно-поступательное движение, вниз до упора и вверх до выхода брусков из цилиндра на величину примерно 20 мм. При ослаблении сопротивления движению дрели необходимо ее выключить, при помощи микрометрического винта разжать бруски и продолжить хонингование. В процессе хонингования необходимо замерять нутромером обрабатываемый цилиндр как минимум в трех поясах - на глубине 10 мм, примерно в середине и в 20 мм от конца цилиндра. При помощи этих замеров можно уловить тенденцию по отклонению от цилиндричности. Если получается конус, то короткими возвратно-поступательными движениями (осцилляцией) расхонинговывается узкая часть конуса. Для устранения "бочки" необходимо увеличить длину хода возвратно-поступательного движения с сохранением симметричных выхо-

дов брусков снизу и сверху. Это достигается путем перестановки упора таким образом, чтобы увеличить выход брусков вниз. Если получается "корсетная" форма цилиндра, то следует уменьшить длину возвратно-поступательного движения хонинговальной головки.

Рассмотрим теперь порядок обработки цилиндров в зависимости от величины износа. Как известно, износ цилиндра определяется по поясу вблизи остановки кольца в ВМТ, и также в средней и нижней части цилиндра в плоскости вращения коленчатого вала. В начале рассмотрим случай, когда износ цилиндров достаточно мал (менее $0,05 \pm 0,08 \text{ мм}$). Если при этом пробег автомобиля велик - более 120 ± 150 тыс. км, то поверхность цилиндров обычно имеет своеобразный "глянец", т.е. отполирована кольцами и поршнем до зеркального блеска. Такая поверхность в обязательном порядке должна быть обработана. В данном случае необходимо хонинговать цилиндры, снимая минимальный слой металла. Основная задача такого хонингования - не исправление геометрии, а создание определенной шероховатости на рабочей поверхности. Это особенно важно в случае, если предполагается замена поршневых колец. Новые кольца плохо прирабатываются к "глянцевой" поверхности, что может привести к прижогам и задирам верхних колец, работающих в условиях недостаточной смазки и высокой температуры. В некоторых случаях, например, после длительной стоянки, особенно со снятой головкой блока, на поверхности цилиндров может образоваться коррозия, которая также снимается хонингованием.

Хонингование для описанных случаев выполняется в два этапа. В начале "крупнозернистыми" брусками на поверхность цилиндра наносится сетка достаточно глубоких рисок. При этом необходимо обеспечить минимальный съем металла - диаметр цилиндра не должен увеличиться более, чем на $0,010 \pm 0,015 \text{ мм}$. Обычно для этого достаточно несколько двойных ходов хонинговальной головки. Затем следует выполнить финишную операцию - плосковершинное хонингование, как это было описано выше.

Данная технология обработки применима для всех типов блоков цилиндров, в том числе и алюминиевых с покрытиями типа «никасиль». Если обрабатывается цельноалюминиевый блок с кремниевым «покрытием», то используется другая технология.

На поверхности алюминиевого цилиндра не допускается сетка рисок, поэтому обработка мелкозернистыми брусками выполняется с увеличенным припуском. После финишного хонингования с поверхности цилиндра необходимо убрать алюминий, для чего существуют два способа - травление и натирание.

Травление алюминиевого блока осуществляется 10-12% ной соляной кислотой. Раствор на поверхность цилиндра может быть нанесен различными способами. Хорошие результаты дает заливка цилиндров раствором полностью, что обеспечивается закрытием цилиндра специальной крышкой со стороны плоскости стыка с головкой (рис. 9.85). Раствор кислоты может быть нанесен и кистью, однако при этом получится большая неравномерность травления по поверхности цилиндра. Обработка раствором кислоты ведется в течение нескольких минут, пока поверхность цилиндра не станет матового серого цвета. На этой стадии снимается слой алюминия толщиной $1 \pm 2 \text{ мкм}$. После травления блок тщательно промывается водой и содовым раствором, чтобы нейтрализовать кислоту, если она попала во внутренние полости.

Для небольших ремонтных мастерских травление нетехнологично и трудоемко, поскольку ориентировано на промышленный гальванический цех. Поэтому фирмы-производители поршней и ремонтных гильз для алюминиевых блоков (MAHLE, KOLBENSCHMIDT) разработали технологию натирания, легко реализуемую на любых ремонтных предприятиях. Натирание пастой выполняется с помощью войлочных кругов или башмаков, устанавливаемых на хонинговальную головку станка. Для натирания используется "мягкая" силиконовая

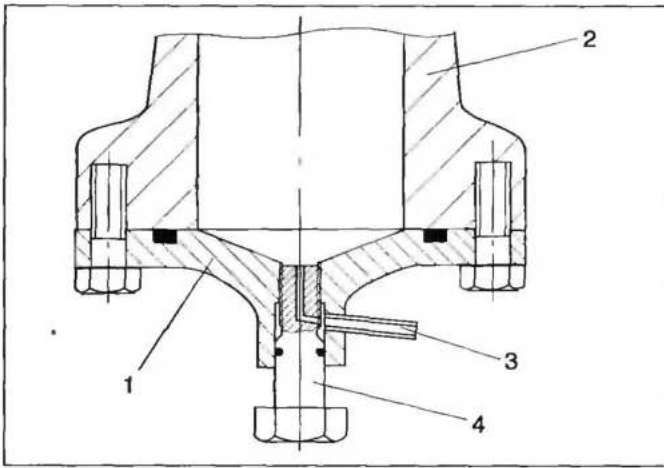


Рис. 9.85. Специальная крышка для травления цилиндров алюминиевого блока:

1 — крышка; 2 — блок цилиндров; 3 — сливная трубка; 4 — запорный вентиль

паста, не снимающая кремний. По этой причине применение абразивных паст недопустимо. Обработанный пастой цилиндр приобретает такой же серый матовый цвет, что и после травления. После натирания блок должен быть тщательно вымыт керосином, затем - в горячем содовом растворе.

Если поверхность цилиндров имеет большой износ и/или глубокие риски и царапины, цилиндры необходимо ремонтировать. Для блоков цилиндров существуют два принципиально различных варианта ремонта - растачивание и/или хонингование цилиндров в увеличенный ремонтный размер поршней и установка в блок "сухих" гильз с последующей их обработкой в прежний стандартный размер цилиндра.

Основным вариантом ремонта цилиндров (в том числе, алюминиевых блоков с покрытием или без него) является увеличение их диаметра под ремонтные поршни увеличенного размера. Для подавляющего большинства моделей двигателей специализированные фирмы (см. раздел 5.5.) выпускают поршни и поршневые кольца ремонтных размеров.

У бензиновых двигателей с чугунными цилиндрами наиболее часто применяется ремонтный ряд +0,25 мм; +0,50 мм и т.д., однако для некоторых двигателей возможны и другие варианты (+0,2 мм; +0,4 мм; ... или +0,3 мм; +0,6 мм). Для дизелей нередко ремонтный шаг составляет 0,5 мм. Обычно поршни с кольцами первого и второго ремонтного увеличения приобрести несложно. Сложнее найти комплекты третьего и, особенно, четвертого ремонта - как правило, это удается сделать только для наиболее распространенных двигателей.

Алюминиевые блоки без покрытия ремонтируются аналогично чугунным, при этом имеется возможность увеличения диаметра цилиндра до 1 мм с шагом 0,5 мм (для некоторых двигателей - до 0,7 мм с шагом 0,35 мм). Твердые покрытия цилиндров не позволяют обрабатывать поверхность на такую глубину, да это и не требуется, т.к. износы в таких блоках минимальны. Некоторые фирмы (NISSAN) поставляют в запасные части поршни с ремонтным увеличением 0,1 мм. Ремонт поверхности цилиндра с твердым покрытием допускается только с помощью хонинговальных головок с жесткой подачей брусков.

Как показывает практика, износ цилиндров после пробега 200÷250 тыс. км иногда превышает следующий ремонтный размер. Поэтому при измерении сильно изношенных цилиндров необходимо помнить об ошибке измерения, вызванной конечной толщиной ножки нутромера (см. рис. 8.14). Кроме того, крайние цилиндры часто имеют больший износ, который может быть еще и неравномерным по окружности. Если поршни имеют большой износ юбки, прогар или поломку перемычек или колец, возможен также повышенный местный износ в цилиндре как в верхней, так и в средней части.

Далее необходимо определить ремонтный размер цилинд-

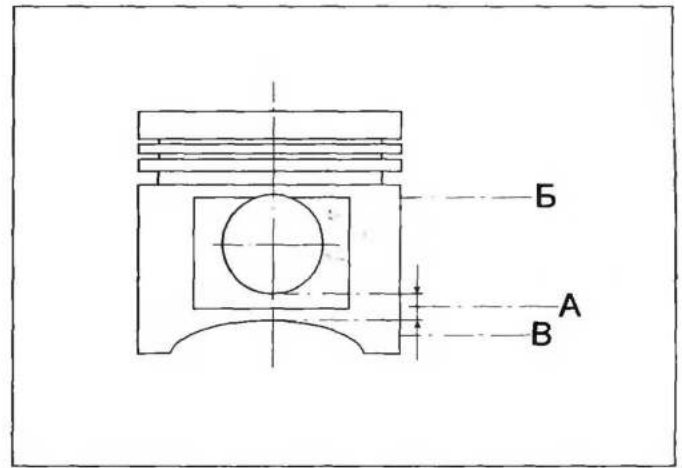


Рис. 9.86. Пояс для измерения размера юбки поршней различных конструкций:

A — наиболее употребляемый вариант; Б — вариант, встречающийся у некоторых двигателей (TOYOTA) — обычно требует проверки зазора в поясе А; В — вариант, встречающийся, в основном, у некоторых дизельных двигателей, поршни которых имеют сравнительно длинную юбку

ра. Это возможно только при наличии поршней ремонтного размера. Европейские фирмы нередко ставят величину номинального зазора на днище поршня. Например, фирмы MAHLE и KOLBENSCHMIDT указывают зазор в виде Sp.0.0... Американские фирмы чаще указывают зазор на упаковочной коробке. Этот зазор приводится в дюймах и обозначается "Oil clearance" ("масляный зазор"). Встречается также задание зазора в виде таблицы в инструкции - тогда зазор можно найти по каталожному номеру поршня (TRW).

Если зазор неизвестен, то для бензиновых двигателей с чугунными цилиндрами его можно примерно найти по формуле

$$d = \left[0,06 - \frac{100 - D}{1000} \right]^{+0,01}$$

где D - диаметр цилиндра.

Для дизелей зазор, рассчитанный по этой формуле, желательно увеличить на 0,01÷0,02 мм. Для алюминиевых блоков зазор обычно лежит в пределах 0,02÷0,03 мм независимо от диаметра цилиндра. В целом же следует иметь в виду, что при зазоре 0,04÷0,06 мм нормально работают поршни подавляющего большинства двигателей независимо от диаметра и конструкции поршня.

Очень важное значение имеет место измерения размера поршня. Если в инструкции нет каких-либо более точных указаний, то измерение следует проводить на юбке в сечении немного ниже отверстия пальца в плоскости, перпендикулярной его оси (рис. 9.86). Фирма TOYOTA для ряда моделей двигателей задает зазор по верхнему поясу юбки поршня под канавкой маслосъемного кольца. При такой схеме следует проверить зазор по юбке и в ее нижней части - он не должен быть меньше 0,02 мм. В то же время у некоторых поршней зазор может быть задан у нижнего края юбки.

Нередко размер поршня выбивается на его днище с точностью до сотых и даже тысячных долей миллиметра. Ремонтные поршни в одной упаковке, как правило, подбираются по размеру так, чтобы разница между ними не превышала 0,005÷0,010 мм.

По размеру поршня D_n и зазору δ в цилиндре находится искомый размер, в который цилиндр растачивается и хонингуется: $D_c = D_n + \delta$.

Следует соблюдать особую осторожность с заданием минимального зазора в цилиндре. Здесь действует правило - лучше, чтобы зазор был на 0,05 мм больше, чем на 0,01 мм меньше минимально допустимого. Пренебрежение этим простым правилом может повлечь за собой после ремонта двигателя целый ряд серьезных неисправностей (см. раздел 12.).

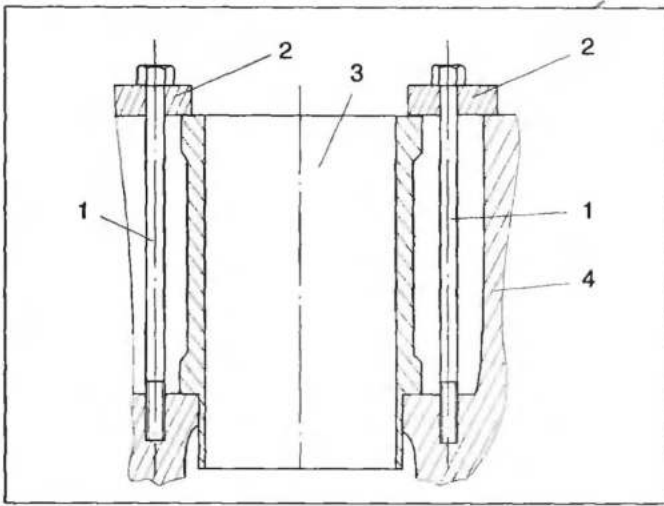


Рис. 9.87. Крепление "мокрых" гильз в блоке для хонингования с помощью планок:

1 — болты; 2 — планка; 3 — гильза; 4 — блок

Обработка в минимально допустимый для данного поршня зазор возможна только при идеальной геометрии цилиндров, а именно:

- 1) отклонения формы (эллипсность, конусность, корсетность и т.д.) не более $0,002 \pm 0,003$ мм;
- 2) неперпендикулярность осей цилиндра и коленчатого вала не более $0,01$ мм на длине цилиндра;
- 3) непараллельность осей шатунных и коренных шеек не более $0,1$ мм на 1 м длины;
- 4) непараллельность осей головок шатунов не более $0,01$ мм на диаметре цилиндра.

Для достижения таких параметров требуется строгое соблюдение технологий ремонта всех деталей двигателя. В частности, при ремонте блока необходимо:

- 1) предварительное растачивание цилиндров с припуском на хонингование не более $0,08$ мм;
- 2) точная установка блока на станке по поверхности постелей коленчатого вала;
- 3) специальный порядок растачивания (сначала крайние цилиндры, затем, после охлаждения, средние);
- 4) высокая чистота поверхности при растачивании;
- 5) специальный порядок хонингования (аналогично п. 3).

Если имеющееся оборудование или специалисты, на нем работающие, не могут обеспечить выполнение указанных

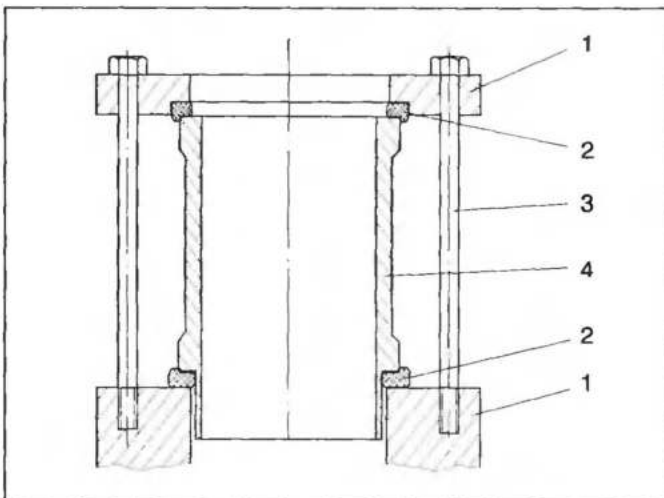


Рис. 9.88. Схема крепления "мокрой" гильзы в хонинговальном станке, дающая сравнительно малые деформации:

1 — технологические кольца; 2 — резиновые подушки; 3 — стяжные болты; 4 — гильза

требований, то задавать зазор в цилиндре следует не менее чем в $1,5 \div 2$ раза больше минимально допустимого. Это имеет принципиальное значение для исключения разного рода "прихватов" и "задилов" деталей, особенно, в период первоначальной приработки.

Определенные сложности возникают при ремонте "мокрых" гильз. Дело в том, что при закреплении в любом станке практически независимо от способа крепления гильза в той или иной степени деформируется. После обработки и снятия гильзы со станка внутренняя поверхность может иметь отклонения от цилиндричности свыше $0,02 \div 0,04$ мм. Если учесть, что "мокрые" гильзы после затяжки головки блока имеют несколько повышенную деформацию, высокое качество ремонта обеспечить в этом случае не удастся. Вследствие указанных причин многие фирмы поставляют в запасные части только стандартные поршни с гильзами или без них. В то же время некоторые фирмы-изготовители запасных частей выпускают поршни ремонтного размера для двигателей с "мокрыми" гильзами.

Существует несколько способов обработки "мокрых" гильз. Однако не все из них могут обеспечить требуемое качество обработки - малое (менее $0,015 \div 0,020$ мм) отклонение от цилиндричности.

На стадии предварительной обработки гильзы можно растачивать, шлифовать или хонинговать. Растачивание часто выполняют на токарном станке. Однако недостатками этого способа являются необходимость применения специальных оправок, чтобы исключить коробление гильзы, и сложность выверки ее положения перед обработкой (требуется обеспечить малое биение на краях гильзы).

Расточить гильзы можно на вертикально-расточном станке и не вынимая их из блока. Для этого требуется зафиксировать гильзы специальными планками (рис. 9.87). Следует избегать больших усилий прижима, чтобы не деформировать гильзу.

Достаточно высокая точность предварительной обработки обеспечивается на внутришлифовальном станке, однако недостатком способа следует признать его ограниченную доступность.

Предварительная обработка гильзы может быть выполнена хонинговальной головкой с жесткой подачей брусков на вертикально-хонинговальном станке в специальной оправке (рис. 9.88) или в самом блоке цилиндров. Как показывает практика, этот способ не является лучшим с точки зрения его производительности. Дело в том, что в отличие от блоков цилиндров, гильзы могут быть сделаны из специальных легированных износостойких чугунов или сталей, а это затрудняет предварительную обработку абразивными брусками.

Можно сказать, что все указанные способы на стадии предварительной обработки дают определенное отклонение от цилиндричности. Поэтому геометрия цилиндра будет определяться способом финишной обработки, а именно тем, насколько финишная обработка исправляет отклонения от цилиндричности, полученные на стадии предварительной обработки. Исходя из этого, использование для хонингования гильз хонинговальной головки с подпружиненными брусками дает наибольшее отклонение от цилиндричности. В то же время для головки с жесткой подачей брусков результат зависит от закрепления гильзы в станке. Если гильза закреплена в блоке цилиндров или в оправке (см. выше), то отклонение от цилиндричности вряд ли получится малым. Наиболее удачным будет обработка гильз на горизонтально-хонинговальном станке (рис. 9.89) при удерживании гильзы от проворачивания хомутом с рукояткой. При таком креплении достигается минимальная деформация гильзы из всех рассмотренных способов.

Как уже отмечено выше, одним из способов ремонта блока цилиндров является установка тонкостенных "сухих" гильз. Этот способ целесообразно применять при глубоком повреждении цилиндра, в том числе при наличии трещин, пробоин, глубоких рисок, что обычно наблюдается при поломке дета-



Рис. 9.89. Обработка (хонингование) "мокрой" гильзы на горизонтально-хонинговальном станке

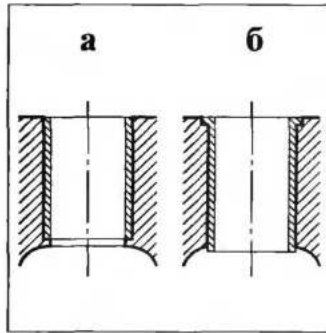


Рис. 9.90. Основные схемы установки сухих гильз: а — в упор; б — с буртом

лей поршневой группы или клапанов. Если изношенные цилиндры уже были сделаны ранее в последний ремонтный размер, то гильзование будет единственным возможным способом ремонта. Встречается также ситуация, когда невозможно найти ремонтные поршни с кольцами. Здесь гильзование можно назвать приемлемым способом ремонта, однако вполне возможно, что ремонтные комплекты просто плохо и не там искали.

В последние годы на некоторых ремонтных предприятиях широко распространилась практика устанавливать гильзы буквально во все блоки подряд, чтобы затем обрабатывать их в размер старых, изношенных поршней. Обычно это оправдывается экономией денег заказчика, однако реально экономии не получается (табл. 9.1). Возможная экономия в среднем 25% на один цилиндр не может компенсировать существенно увеличение количества и сложности ремонтных операций. Кроме того, эта экономия не может оправдать и изменения конструкции и материала цилиндра, роста тепловой напряженности деталей ЦПГ из-за ухудшения отвода тепла от цилиндра, ослабления поршня из-за необходимости расширения канавок под более высокие кольца (см. раздел 9.5.5.) и т.д. Это непосредственно снижает надежность и ресурс двигателя после ремонта. Таким образом, гильзование блоков под старые поршни является примером не вполне квалифицированного подхода к ремонту двигателя (см. раздел 9.1.) и не может рекомендоваться для широкой практики.

Только для случаев, когда гильзование является единственным возможным способом ремонта, рассмотрим некоторые его особенности.

Гильзы могут быть установлены в блок по двум различным схемам (рис. 9.90) - "в упор" или "с буртом". По схеме "в упор" упрощается форма гильзы, но требуется точно растачивать блок. При этом длину цилиндра приходится несколько уменьшать. На гильзу в этой схеме все время может действовать осевое давление со стороны прокладки головки блока, а поскольку детали работают в цикле "нагрев-охлаждение", то гильза может сжиматься и растягиваться относительно стенок блока, если она изготовлена из материала с иным коэффициентом линейного расширения. Со временем это может привести к ослаблению посадки гильзы в блоке, потере герметичности и нарушению охлаждения гильзы и поршня. Схема "с буртом" не так чувствительна к различию в коэффициентах расширения материалов, и, кроме того, здесь значительно точнее можно обработать отверстие в блоке, чтобы выдержать нужный натяг. Помимо этого, вариант с упором гильзы в нижнюю часть блока неудачен при необходимости получения стандартного размера цилиндра. Оставшийся нижний пояс цилиндра, очевидно, не будет обработан по всей окружности, т.к. "попасть" с точностью в 0,01 мм так, чтобы поверхности гильзы и пояса совпали, практически невозможно. Тогда на стыке гильзы с необработанным участком пояса появляются острые кромки, способные повредить (подрезать) поверхность юбки поршня в НМТ. Вследствие указанных при-

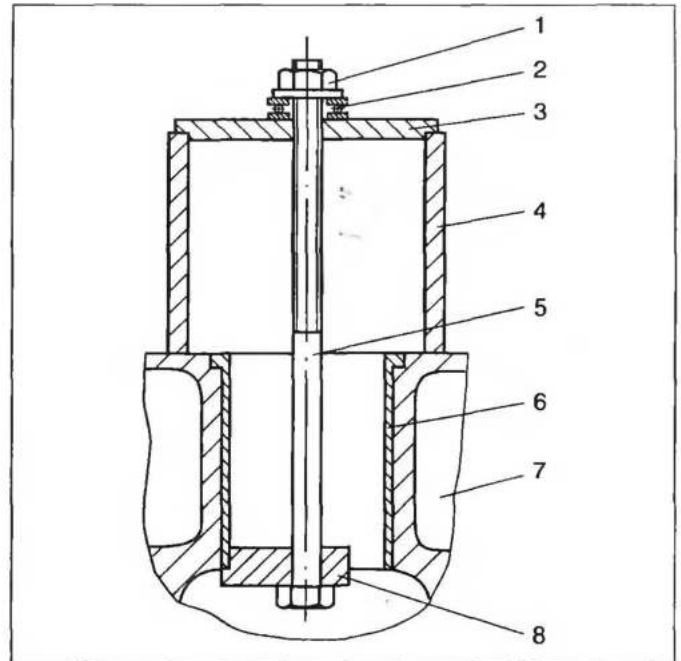


Рис. 9.91. Выпрессовка "сухой" гильзы из блока цилиндров: 1 — гайка; 2 — подшипник; 3 — крышка; 4 — цилиндр; 5 — болт; 6 — гильза; 7 — блок; 8 — опора болта

Таблица 9.1. Приближенная оценка эффективности гильзования под старые поршни

Запасные части и работы	Процент от цены нового поршня	
	Ремонтный комплект поршней и колец (на 1 цилиндр)	Гильзование под старые поршни (на 1 цилиндр)
Поршни	100	—
Кольца	40	40±50
Обработка блока	10	20±25
Доработка поршней	—	10
Ремонтные пальцы	—	10
Изготовление гильзы:		
материал и работа	—	20
Дополнительные расходы*	—	20±50
Суммарная оценка	150	120±165

* Сюда включены возможные транспортные расходы, "упущенная выгода" из-за увеличения времени ремонта блока, а также условно убытки, связанные со снижением ресурса и надежности работы ЦПГ

чин рекомендуется устанавливать гильзу по схеме с буртом.

Если в блоке уже установлены гильзы, то необходимо удалить их. Для этого используются два основных способа - выпрессовка и растачивание.

Выпрессовку целесообразно применять при ремонте блоков цилиндров дизелей со штатными "сухими" гильзами. Для этого могут быть использованы различные приспособления, один из вариантов которых показан на рис. 9.91. При выпрессовке старой гильзы ее гнездо, как правило, не повреждается. Поэтому установка новой гильзы, поставляемой в запасные части фирмами-производителями запасных частей, не требует каких-либо доработок отверстия в блоке.

Если для такого блока гильза изготавливается специально, то крайне желательно сохранить размер отверстия под нее в блоке, т.е. необходимо обеспечить требуемый натяг за счет точного изготовления гильзы. В таких случаях доработка отверстий в блоке под нестандартные гильзы не позволит при последующих ремонтах использовать "фирменные" гильзы,

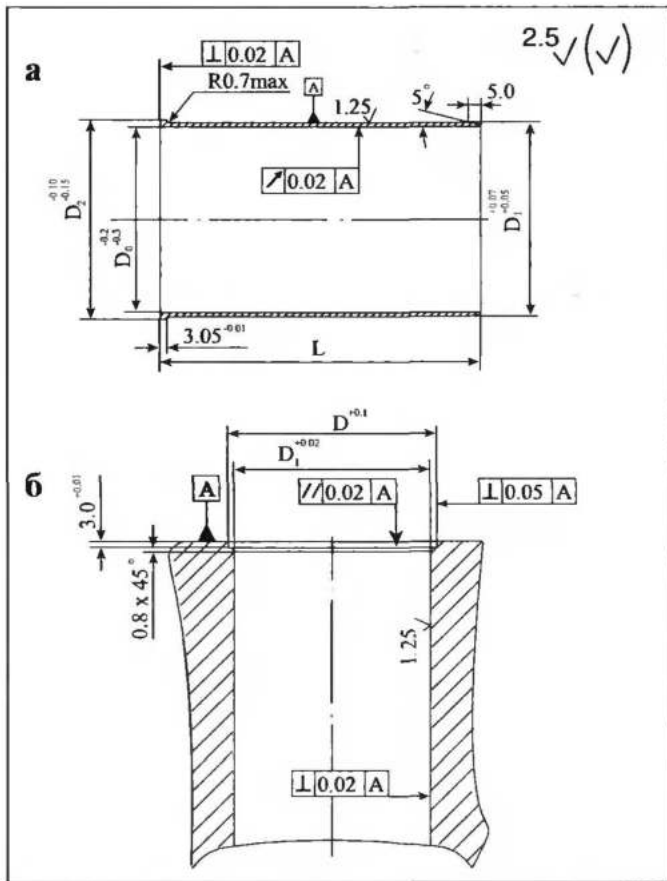


Рис. 9.92. Эскиз "сухой" гильзы (а) и расточки блока под гильзу (б)

что противоречит общим принципам ремонта (раздел 9.1.).

Удалить старую гильзу можно и растачиванием ее по внутреннему диаметру. Для этого необходимо установить блок на расточном станке, выверив положение блока по индикатору на расточной головке по верхней и нижней части цилиндра с точностью до 0,05 мм. При расточке диаметр цилиндра в несколько проходов постепенно увеличивается, а толщина стенки гильзы и ее натяг уменьшаются. При достижении некоторой минимальной толщины стенки (обычно 0,1±0,3 мм) гильза "проворачивается" в отверстии, после чего ее можно удалить вручную, не повредив поверхности гнезда в блоке.

"Грубая" выверка положения блока на станке, а также эксцентриситет внутренней и наружной поверхностей старой гильзы могут привести к повреждению гнезда в блоке при расточке. Тогда потребуется новая гильза с увеличенным наружным диаметром.

При сильном повреждении цилиндра (трещины, пробоины) выверять положение блока на станке необходимо по соседним цилиндрам. По крайней мере, это предотвратит появление недопустимого перекаса оси новой гильзы в продольной плоскости блока.

Указанные принципы сохраняются и для цельнолитых блоков традиционной конструкции, но с возможностью достаточно произвольного назначения наружного диаметра ремонтной гильзы. Рассмотрим порядок гильзования таких блоков более подробно.

В начале необходимо изготовить гильзу. Наиболее простой и дешевый материал, дающий вполне приемлемый ресурс - серый чугун с пластинчатым графитом. Он может быть легирован хромом, никелем, молибденом и другими элементами. Возможно также использование высокопрочных чугунов со сфероидальным (шаровидным) графитом, однако они иногда дают меньшую износостойкость и ресурс.

Гильза вытачивается из заготовки с таким наружным диаметром, чтобы в окончательном виде толщина стенки не была

менее 1,5÷2,0 мм. В некоторых случаях, когда в цилиндре имеется большая трещина или пробоина, толщину стенки желательно увеличить до 3,0÷3,5 мм. По внутреннему диаметру необходимо оставить припуск порядка 0,2±0,3 мм (но не более 0,5 мм) для окончательной обработки. Наружный диаметр гильзы может иметь свободный размер (отверстие в блоке обрабатывается под готовую гильзу), но эллипсность и конусность не должны превышать 0,02 мм, а шероховатость Ra не хуже 1,25 мкм. Сверху на гильзе должен быть сделан упорный бурт (рис. 9.92) высотой 3÷4 мм с выступанием порядка 0,7÷1,0 мм на сторону. На нижней кромке гильзы по наружной поверхности следует сделать фаску с углом не более 10° и длиной 5÷6 мм, чтобы обеспечить свободный заход гильзы в гнездо.

Не следует без необходимости делать гильзы с большой толщиной стенки (более 2 мм), а также устанавливать гильзы в блок с чрезмерно большим натягом (более 0,05±0,06 мм). В подобных случаях происходит деформация блока около гильзы, что приводит к деформации соседних с гильзой цилиндров. Вследствие этого при гильзовании только одного цилиндра "толстой" гильзой потребуется исправлять геометрию и соседних цилиндров, например, обрабатывать их в ремонтный размер, что сопряжено с дополнительными расходами при ремонте двигателя. В то же время на современных двигателях с близко расположенными цилиндрами установить гильзу так, чтобы не деформировать соседние цилиндры более чем на 0,01 мм, практически не удастся.

Отверстие в блоке растачивается под готовую гильзу, но с припуском под хонингование 0,1±0,3 мм. При этом необходимо обеспечить глубину выточки под бурт гильзы не меньше высоты бурта (если гильза "провалится" ниже плоскости блока, работу придется делать заново или обрабатывать всю верхнюю плоскость блока, что не всегда допустимо). Хонингование блока под гильзу обеспечивает точное выдерживание размера (натяга) и, самое главное, гладкую поверхность отверстия, т.е. низкое термическое сопротивление в соединении гильзы и блока. Этот вопрос имеет важное значение для обеспечения нормального теплового режима поршня.

Для чугунных блоков натяг ремонтной чугунной гильзы в отверстии должен составлять 0,05±0,07 мм. Аналогичную величину должен иметь натяг ремонтной гильзы в алюминиевом блоке с залитыми чугунными гильзами, если при установке гильзы цилиндр не растачивается более чем на 4÷5 мм (по диаметру). По верхнему бурту гильзы необходим зазор 0,05±0,15 мм.

Перед установкой гильзы, особенно в тот цилиндр, где была пробоина или трещина, на верхний пояс гильзы и нижнюю часть отверстия в блоке можно нанести тонкий слой жидкого клея или герметика. Основные требования к клею - затвердевание (полимеризация) в течение не менее 10÷15 мин и термостойкость не менее 150°C. Этим требованиям удовлетворяет довольно широкий спектр клеев и герметиков, включая различные эпоксидные композиции. Без клея существует опасность негерметичности посадки гильзы, что особенно нежелательно при ремонте блоков с пробоинами или трещинами в цилиндрах.

Установка гильзы в чугунный блок может быть выполнена без нагрева и/или охлаждения деталей с помощью приспособления для запрессовки (рис. 5.60). Приспособление имеет опору на поверхности коренных опор блока, что позволяет запрессовать гильзы в блоки всех типов, включая V-образные. Запрессовка осуществляется медленным вращением винта (или гайки) приспособления до упора верхнего бурта гильзы в проточку блока.

Нагрев блока до 150÷180°C с одновременным охлаждением гильзы с помощью "сухого" льда (твердая углекислота - дает охлаждение гильзы до -80°C) или жидкого азота (охлаждение гильзы до -140°C) дает возможность установить гильзу в блок вручную, не прибегая к приспособлениям для запрессовки. Разность температур деталей в 60÷70°C дает нулевой натяг (зазор), если натяг при нормальной температуре со-

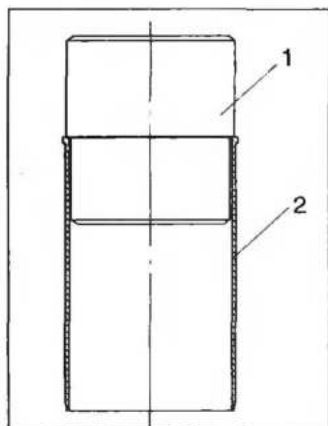


Рис. 9.93. Простая оправка для установки гильзы в блок "от руки" при большой разности температур деталей:
1 — оправка; 2 — гильза

ставляет 0,05 мм. Увеличение разности температур сверх указанной увеличивает и зазор при запрессовке (табл. 9.2), вплоть до значений 0,25÷0,30 мм и более. При таком зазоре гильза "проваливается" в блок без каких-либо приспособлений, но для удобства направления гильзы можно использовать простую цилиндрическую оправку с буртом, упирающимся в верхний торец гильзы (рис. 9.93).

После установки гильзы можно проконтролировать надежность ее посадки "до упора", несколько раз ударив молотком по оправке. Однако запрессовывать гильзу "из-под молотка" не следует, чтобы не

повредить детали и не переделывать потом работу заново.

Ремонт цельноалюминиевых блоков более сложен. Основным способом ремонта блоков с твердым покрытием является установка чугунных ремонтных гильз, но с большим натягом - 0,08÷0,10 мм. Это требует в обязательном порядке применения нагрева блока и охлаждения гильзы, чтобы гильза "встала" в блок свободно. Запрессовка гильзы в алюминиевый блок "вхолодную" недопустима - твердая гильза раздавливает (нагартовывает) верхний слой алюминия, в результате чего натяг автоматически уменьшается до 0,03÷0,05 мм. После установки гильзы необходимо хонинговать ее так, чтобы зазор между штатным поршнем и чугунным цилиндром был не менее 0,05 мм, поскольку чугунная гильза меньше расширяется при нагреве, чем алюминиевый блок.

Алюминиевые блоки без покрытия наиболее правильно ремонтируются с помощью специальных алюминиевых гильз, поставляемых в запасные части фирмами-изготовителями поршей для таких блоков (MANLE и KOLBENSCHMIDT). Гильзы изготовлены из специального алюминиевого сплава, содержащего 25÷30% кремния, что позволяет получить поверхность цилиндра, идентичную той, которая была у нового блока.

Натяг алюминиевой гильзы может быть небольшой - достаточно 0,04÷0,06 мм, однако устанавливать гильзу можно только с большой разностью температур, обеспечиваемой нагревом блока до 180°C и охлаждением гильзы в "сухом" льду или жидком азоте. В последнем случае можно уменьшить нагрев блока до 100°C. Перед установкой гильзы сопрягаемые поверхности должны быть чистыми, применение масла, клея и других жидкостей не допускается.

Основная сложность при установке алюминиевой гильзы заключена в том, что ее надо поставить быстро и сразу "до упора". Небольшая задержка здесь приводит к быстрому выравниванию температуры деталей и заклиниванию гильзы в промежуточном положении. Если это произошло, запрещается какая-либо допрессовка гильзы - алюминий имеет особенность "схватывания" на кристаллическом уровне. Тогда допрессовка приведет к задирам сопрягаемых поверхностей и поломке не только гильзы, но и блока цилиндров.

"Прихваченную" в промежуточном положении гильзу нельзя также выпрессовывать - необходима повторная расточка гильзы из блока и замена ее на новую.

Практика ремонта алюминиевых блоков без покрытия показала, что их можно гильзовать не только алюминиевыми, но и обычными чугунными гильзами. При этом штатные поршни, имеющие покрытие железом (см. раздел 2.3.), надежно работают по чугунной гильзе, если рабочий зазор в цилиндре будет увеличен до 0,04÷0,06 мм (вместо 0,01÷0,02 мм у алюминиевого цилиндра).

Учитывая, что алюминиевая гильза имеет очень высокую стоимость (больше, чем цена поршня), установка чугунной гильзы вместо алюминиевой является альтернативным вариантом ремонта, особенно, для автомобилей прошлых лет выпуска.

После установки гильзы проверяется и при необходимости спиливается напильником ее торец, выступающий над плоскостью блока, но не заподлицо. Окончательно плоскость может быть выровнена притиркой пастой с помощью чугунной притирочной плиты, а также фрезерованием или шлифованием со снятием минимального припуска со всей плоскости блока. У V-образных двигателей с приводом распределительного механизма цепью снимается с плоскости более 0,1 мм нежелательно, т.к. верхняя плоскость передней крышки распределительного механизма будет выступать вверх от плоскости блока. Если крышку не занизить на одинаковую с блоком величину, то прокладка головки может оказаться негерметичной по стыку крышки с блоком и у первого цилиндра.

9.5.2. Ремонт поверхностей постелей коренных подшипников блока цилиндров

Повреждения постелей коренных подшипников происходят при разрушении подшипников, а также вследствие неграмотного ремонта с применением сварки трещин и пробоев блока. В последнем случае обычно происходит деформация нескольких постелей, в результате которой их оси смещаются в сторону от общей оси.

В эксплуатации коренные опоры блока получают повреждения, в основном, вследствие проворачивания вкладышей и/или их перегрева из-за нарушения подачи масла или сильной (более 0,4÷0,5 мм) деформации вала. При перегреве ко-

Таблица 9.2. Влияние разности температур и материалов деталей на посадку при установке гильзы в блок цилиндров

Чугунный блок						
Чугунная гильза						
нагрев блока	0°C			150°C		
охлаждение гильзы	0°C	сухой лед	жидкий азот	0°C	сухой лед	жидкий азот
зазор/натяг при установке	натяг	зазор	зазор	зазор	зазор	зазор
	0,04÷0,06	0,04÷0,06	0,10÷0,12	0,07÷0,09	0,11÷0,13	0,20÷0,22
Алюминиевый блок						
Чугунная гильза						
нагрев блока	0°C			150°C		
охлаждение гильзы	0°C	сухой лед	жидкий азот	0°C	сухой лед	жидкий азот
зазор/натяг при установке	натяг	зазор	зазор	зазор	зазор	зазор
	0,06÷0,08	0,02÷0,04	0,08÷0,10	0,18÷0,20	0,22÷0,24	0,26÷0,28
Алюминиевая гильза						
нагрев блока	0°C			150°C		
охлаждение гильзы	0°C	сухой лед	жидкий азот	0°C	сухой лед	жидкий азот
зазор/натяг при установке	натяг	*	зазор	*	зазор	зазор
	0,03÷0,05*	*	0,25÷0,27	*	0,36÷0,38	0,48÷0,50

* не допускается из-за опасности "схватывания" гильзы в блоке

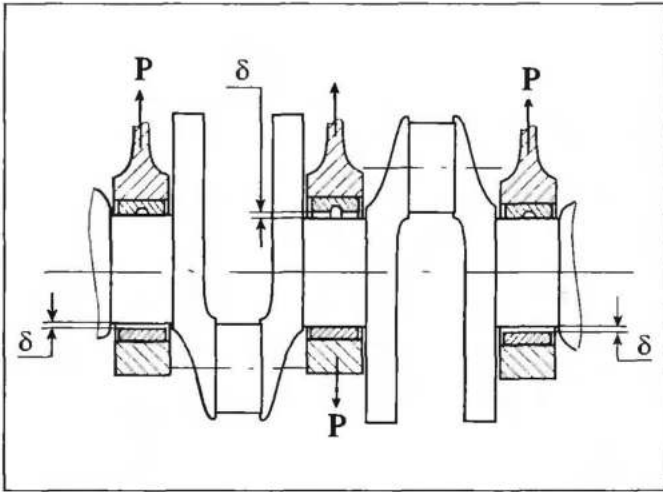


Рис. 9.94. Схема изменения зазоров в коренных подшипниках при деформации средней опоры (направление указано стрелкой) и возникновения дополнительных нагрузок на подшипники (P)

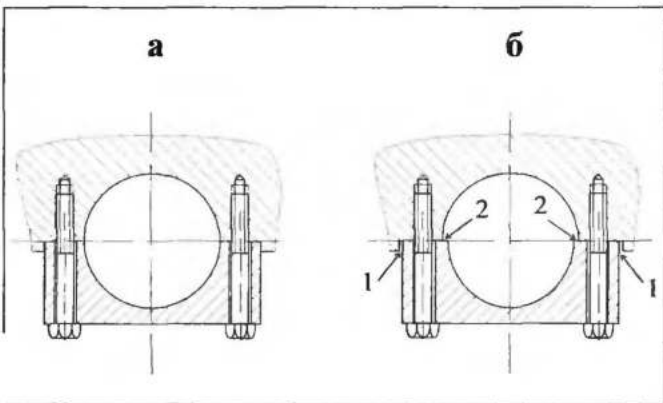


Рис. 9.95. Схема деформации коренной крышки после перегрева подшипника:

а — до ослабления болтов геометрия отверстия постели удовлетворительна; б — после ослабления и повторной затяжки болтов отверстие деформировано; 1 — зазор по центрирующим поясам крышки; 2 — уступы на поверхности постели



Рис. 9.96. Крышка коренного подшипника, сломавшаяся при перегреве

Таблица 9.3. Ремонт постелей коренных подшипников

Способ ремонта	Характеристика способа			
	Стоимость специального оборудования	Трудоёмкость обработки поврежденных поверхностей	Объем доработок сопряженных деталей	Надежность работы двигателя после ремонта
Растачивание	высокая	высокая	высокий	высокая
Хонингование	высокая	средняя	средний	высокая
Нанесение клеевых композиций на поверхность поврежденной постели	низкая	малая	отсутствует	в некоторых случаях пониженная

ренных вкладышей (без их проворачивания) обычно деформируются крышки коренных подшипников блока, в то время как половины постелей, расположенные в блоке, остаются целыми из-за большой жесткости блока у опор.

В целом повреждения постелей встречаются довольно редко - примерно в одном случае на 15-20 вышедших из строя двигателей. При обнаружении деформации или износа постели блока необходимо ремонтировать. В противном случае возможны задиры вкладышей после запуска, т.к. из-за возрастания нагрузки на вкладыши значительно - в сотни раз, ускоряется износ их и коренных шеек коленчатого вала. В изношенной постели вкладыш теряет натяг и тепловой контакт, что обычно довольно быстро приводит к его задире и выходу двигателя из строя.

Проверку коренных постелей удобно проводить с помощью лекальной линейки (рис. 8.16). Для этого линейка устанавливается поочередно на каждые три расположенные рядом опоры и проверяется на покачивание у крайних опор вокруг средней. Необходимо проверить опоры в середине и на краях у плоскости разреза.

Несмотря на кажущуюся примитивность и неточность проверки, данный способ позволяет уловить смещение осей опор на 0,01 мм. Это вполне удовлетворительная для практики точность.

Когда опора, на которой качается линейка, обнаружена, можно определить деформацию с помощью набора щупов, подкладывая тонкие - 0,02 мм и более, щупы под линейку у одной из крайних опор (см. рис. 8.16). Поскольку расстояние между опорами одинаково, то деформация опоры, расположенной в середине, будет равна примерно половине измеренного зазора между линейкой и одной из крайних опор.

Если измеренная деформация равна примерно половине рабочего зазора в коренном подшипнике, то это значит, что в данном месте будет контакт вала со вкладышем. При этом, если имеет место смещение оси опоры, то с противоположной стороны зазор окажется увеличен в два раза (рис. 9.94). Во время работы двигателя нагрузка на подшипники вала будет повышена, а, значит, ускорится и износ деталей. В отдельных случаях при еще больших перекосах на вкладышах в местах контакта могут появиться задиры, следы подплавления и разрушения рабочего слоя.

Таким образом, ремонт постелей требуется в случаях, если смещение оси хотя бы одной опоры относительно общей оси превышает 0,010-0,015 мм, эллипсность отверстия опоры больше 0,02-0,03 мм, либо имеется износ отверстия из-за проворачивания вкладышей.

При перегреве коренного подшипника без проворачивания вкладыша и последующем остывании в материале крышки у поверхности постели возникают напряжения растяжения. Пока крышка притянута болтами к блоку, отверстие постели имеет более или менее правильную геометрическую форму. Однако при ослаблении болтов под действием возникших напряжений крышка сжимается (рис. 9.95) с одновременным искривлением ее опорной плоскости. В некоторых случаях напряжения могут быть настолько велики, что после перегрева и остывания на поверхности постели на крышке возникает трещина, и крышка ломается, оставаясь затянутой болтами (рис. 9.96).

Деформированная крышка после ослабления и повторного затягивания болтов уже не дает правильной формы отверстия постели (рис. 9.95) - у стыка края поверхности постели на крышке "свисают" внутрь, в некоторых случаях до 0,05-0,10 мм. Очевидно, что сборка двигателя с такой крышкой коренного подшипника приведет к его быстрому выходу из строя.

Существуют различные способы ремонта постелей коренных подшипников (табл. 9.3), каждый из которых имеет те или иные достоинства и недостатки в зависимости от характера и степени повреждения поверхностей постелей.

Основными способами ремонта постелей блока являются

растачивание и хонингование. Наиболее общая характеристика этих способов приведена в разделе 9.2.

Общим для большинства способов ремонта постелей блока является необходимость предварительной обработки поверхности разъема блока и крышек. Лучше всего эти поверхности шлифовать на плоскошлифовальном станке. Перед шлифованием крышек необходимо достаточно точно выставить их в станке, чтобы поверхность не оказалась перекошенной после обработки. Это особенно важно для крышки, в которую устанавливаются упорные полукольца - иначе нарушатся условия работы и снизится ресурс упорных подшипников.

Обработка плоскостей разъема крышек в блоке нередко представляет собой более серьезную проблему. Вследствие большой высоты стенок картера (расстояния от плоскости поддона до плоскости разъема крышек) требуется шлифовальный круг сравнительно большого диаметра, который может быть установлен не на всех станках. В случаях, если шлифование плоскостей разъема по технологическим причинам не удается, можно использовать фрезерование торцевыми фрезами.

Припуск на обработку поверхностей разъема крышек определяется также, как и у шатунов (см. раздел 9.4.2.). Исключения составляют случаи деформации опор, когда ось отверстия одной или нескольких опор смещается в сторону от общей оси. Тогда припуск на обработку должен быть увеличен, иначе не исключено, что сравнительно большая часть отверстия опоры около разъема останется необработанной. В таком случае отверстие может иметь большую эллипсность, а это крайне нежелательно из-за местного увеличения рабочего зазора в подшипнике.

Далеко не во всех случаях при ремонте опор следует обрабатывать (занижать) поверхность разъема крышек на блоке. Например, при проворачивании вкладыша в одной из опор вполне достаточно обработать только крышки блока (обычно снимается $0,1 \pm 0,2$ мм). То же самое относится к случаям перегрева опор, при которых происходит "сжатие" крышек.

Как уже было отмечено в разделе 9.2., не у всех двигателей можно ремонтировать постели блока. Так, у двигателей с нижним положением распределительного вала и приводом его шестернями обработка постелей всегда приводит к уменьшению межосевого расстояния между шестернями. Обычно уже работавшая длительное время пара шестерен имеет достаточно большой зазор в зацеплении, что позволяет несколько уменьшить межосевое расстояние (например, на $0,03 \pm 0,07$ мм). Для новой пары это уменьшение скорее всего будет неприемлемым. Для других конструкций изменение межосевого расстояния между коленчатым и распределительным валами компенсируется натяжением цепи или ремня.

После обработки поверхностей разъема блок и крышки необходимо мыть и продувать сжатым воздухом. Затем крышки устанавливаются в блок и затягиваются номинальным моментом.

Наиболее доступным в настоящее время способом ремонта поверхностей отверстий в блоке является растачивание. Растачивание выполняется на горизонтально-расточных станках, имеющих большой "вылет" (ход) резца, который должен быть не меньше длины блока цилиндров. Перед растачиванием необходимо точно выверить положение блока в двух плоскостях - горизонтальной и вертикальной. Выверка в вертикальной плоскости не составляет большого труда, поскольку верхняя и нижняя плоскости блока параллельны оси постелей и являются базовыми. Основная задача здесь - обеспечить минимальный съем металла с той части отверстий постелей, которые расположены в блоке. Это необходимо по двум причинам. С одной стороны, надо стремиться к минимальному изменению геометрии блока при сдвиге оси коленчатого вала в сторону верхней плоскости. С другой стороны, поскольку на крышке блока приходится основная нагрузка, желательно, чтобы поверхность постели на крышке имела, по возможности, правильную геометрию. Это значит, что необ-

работанные участки постели лучше иметь на блоке, чем на крышке.

Выверить положение блока в горизонтальной плоскости сложнее. Требуется обеспечить минимальный перекося осей (новой и старой) и равномерный (одинаковый) съем металла у плоскостей разъема крышек. Для этого достаточно проверить биение по индикатору, закрепленному на резцедержателе, у крайних опор блока.

Растачивание выполняется твердосплавным или алмазным резцом с минимальной подачей и оборотами станка. Обычно требуется несколько черновых и один чистовой проход, при котором снимается припуск не более $0,03 \pm 0,05$ мм. Поверхность, получаемая при растачивании данным способом, не всегда отличается хорошим качеством из-за возможной вибрации резцедержателя, однако размер может быть выдержан достаточно точно (до $0,01$ мм).

Улучшить качество поверхности при растачивании можно, если у резцедержателя сделать дополнительную опору (рис. 9.97). Для этого необходим специальный резцедержатель с креплением соосной ему борштанги. Борштанга представляет собой длинный шлифованный стержень, вращающийся вместе с резцедержателем и входящий в подшипник дополнительной опоры. Желательно, чтобы диаметр борштанги был больше, что увеличивает жесткость системы. Дополнительная опора закрепляется на блоке цилиндров и имеет подшипник скольжения в виде бронзовой втулки. Крепление дополнительной опоры осуществляется после выверки положения блока при максимальном ходе резцедержателя.

Еще лучше, если борштанга опирается на несколько подшипников. Возможна схема с двумя крайними подшипниками или с тремя-четырьмя (два - вблизи средних опор блока). Особенностью схемы с двумя опорами является возможность использования длинной борштанги (ее длина примерно в два раза больше длины блока) и одного резца. Это практически гарантирует одинаковый диаметр всех отверстий, но полностью исключить "дробление" удастся не всегда из-за большого расстояния между опорами борштанги.

Схема с двумя или более опорами позволяет использовать короткую борштангу, но тогда для каждого отверстия необходим свой резец (рис. 9.98). Это в значительной степени усложняет растачивание, т.к. требуется настройка каждого резца на один общий размер. В то же время данная схема обеспечивает хорошее качество, геометрию поверхности и соосность.

Общим для схем с борштангой является возможность обработки блока не только на специализированных станках, но и на больших токарных станках. Борштанга должна иметь шарнирное соединение или муфту, связанную с патроном станка, а блок цилиндров устанавливается на столе станка, чем обеспечивается продольная подача. Здесь заключается еще одна сложность данных схем обработки, связанная с необходимостью точного выставления и крепления блока на станке.

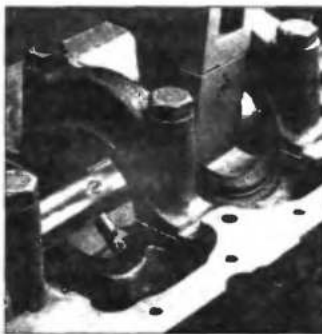


Рис. 9.97. Растачивание постелей блока цилиндров с помощью борштанги, имеющей дополнительную опору

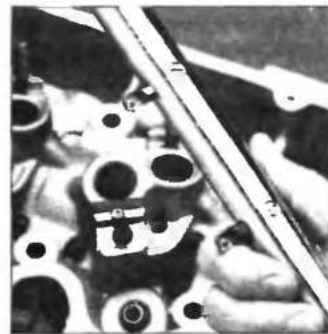


Рис. 9.98. Борштанга с числом резцов, равным количеству опор вала, имеющая два или более подшипника

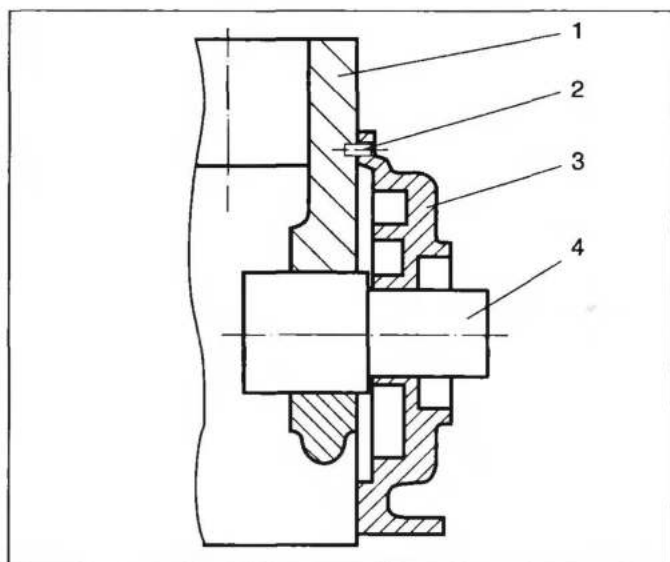


Рис. 9.99. Перецентрировка корпуса масляного насоса после растачивания постелей коренных подшипников с помощью оправки:
1 — блок цилиндров; 2 — центрирующий штифт; 3 — корпус насоса; 4 — оправка

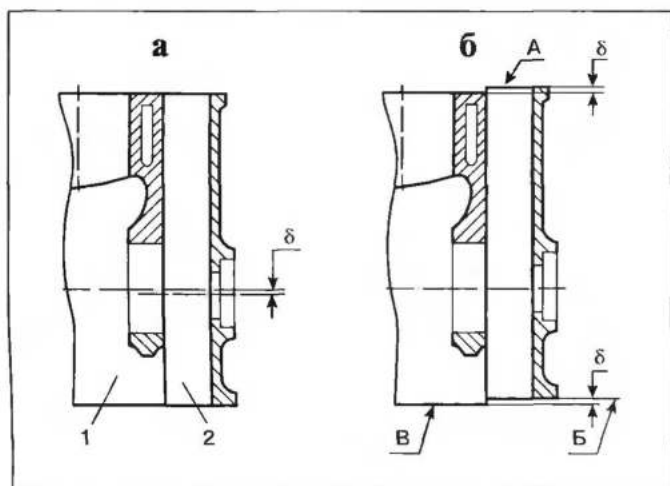


Рис. 9.100. Устранение несоосности отверстия в крышке после растачивания постелей коренных подшипников:
а — исходный вариант (после растачивания постелей возникла несоосность отверстий δ); б — после перецентрировки крышки необходимо обработать верхнюю плоскость крышки А на величину несоосности δ , подложить дополнительную прокладку толщиной δ на нижнюю плоскость Б крышки или обработать всю нижнюю плоскость блока В на ту же величину

Таким образом, все схемы ремонта постелей растачиванием имеют те или иные недостатки, не позволяющие добиться качества, соответствующего новому блоку. Такое качество дает только хонингование отверстий постелей.

Как уже отмечалось в разделе 9.2., хонингование постелей выполняется специальными хонинговальными головками (оправками), имеющими несколько (обычно более 5-7) расположенных в один ряд брусков. Подготовка блока к ремонту здесь аналогична описанной выше для растачивания. Хонингование может проводиться на специализированных автоматических и полуавтоматических станках, обеспечивающих автоматическую подачу брусков "на разжим" по уменьшению крутящего момента. Находят также применение достаточно простые станки с ручной подачей брусков и приводом хонинговальной головки (оправки) от дрели (см. рис. 5.85).

Существенным преимуществом хонингования с жесткой подачей брусков для постелей блока является высокое качество поверхности, идеальная соосность и геометрия постелей. Учитывая это, а также то, что после длительной эксплуатации двигателя постели имеют определенную остаточную деформа-

цию, многие зарубежные фирмы при выполнении сложного ремонта двигателей обрабатывают постели хонингованием в обязательном порядке. В то же время оборудование для хонингования достаточно дорого и далеко не всегда доступно. Поэтому пока основным способом ремонта постелей на отечественных ремонтных предприятиях, видимо, будет оставаться растачивание, несмотря на его определенные недостатки.

Если масляный насос двигателя расположен в передней крышке блока и приводится от носка коленчатого вала, то после ремонта постелей возникает несоосность коленчатого вала и ведущей шестерни насоса. Это вызывает повышенный износ деталей, а при величине несоосности (равной смещению оси постелей вверх) более $0,10 \pm 0,15$ мм возможно заклинивание шестерен и поломка насоса. Поэтому после ремонта постелей необходимо "перецентрировать" крышку с помощью оправки (скалки), зажимаемой в постелях (рис. 9.99). Отверстия в крышке под центрирующие штифты или втулки необходимо расширить в сторону, обратную смещению оси постелей (т.е. вниз). В отверстия наносится клеевая композиция, а на плоскости разъема деталей у штифтов и на сами штифты - разделительная жидкость (жидкий стеарин), затем крышка ставится на блок и притягивается болтами. После полимеризации композиции крышка снимается с блока, а получившиеся новые центровочные отверстия обеспечивают соответствие новой оси постелей и ведущей шестерни насоса.

При необходимости аналогичная работа может быть выполнена с держателем (крышкой) заднего сальника коленчатого вала, а также с картером сцепления коробки передач, если смещение оси постелей после ремонта превышает $0,3 \pm 0,5$ мм (несоосность постелей с первичным валом коробки передач приводит к повышенному износу деталей коробки передач и сцепления).

При изменении центровки передней и задней крышек их нижние плоскости смещаются вверх относительно нижней плоскости блока (рис. 9.100), что может потребовать установки дополнительных прокладок под плоскости крышек. У некоторых двигателей передняя крышка блока выходит на верхнюю плоскость блока (рис. 9.100) - тогда при смещении крышки вверх необходимо обработать (занизить) ее верхнюю плоскость, иначе не получится надежного уплотнения по стыку головки с блоком. У двигателей с сальниками коленчатого вала, устанавливаемыми в расточки, выполненные в блоке и крайних коренных крышках, после ремонта постелей отверстия (гнезда) под сальники становятся эллипсными ($0,2 \pm 0,3$ мм и более). При установке сальников их можно повредить из-за большого натяга, а уплотнительные свойства сальников ухудшаются вследствие их деформации. Поэтому в таких конструкциях после ремонта постелей необходимо дополнительно расточить поверхности под сальники соосно постелям.

При сильном износе поверхности постели, обычно наблюдаемом после "проворачивания" коренных вкладышей, обработать всю изношенную поверхность удается только при сильном занижении плоскостей стыка (на $0,5 \pm 0,8$ мм и более). Связанный с этим большой увод оси постелей вверх, с одной стороны, оказывается неприемлемым для многих двигателей, а с другой - требует большого объема доработок, например, помимо крышек блока может потребоваться подрезка днища поршней, чтобы уменьшить их выступание над плоскостью блока. Поэтому в подобных случаях, как показывает практика, не следует стремиться к полной обработке всей поверхности поврежденной постели - вполне достаточно, если обработанная часть занимает $70 \pm 80\%$ всей поверхности. Остальная часть поверхности - необработанная, оказывается у стыка крышки с блоком.

Чтобы не ухудшить условия смазки вкладышей у такой постели из-за ее неправильной формы и значительного увеличения зазоров около плоскости стыка, оставшиеся необработанные участки поверхности постели могут быть восстановлены с помощью клеевых композиций. Для этого необходимо изгото-

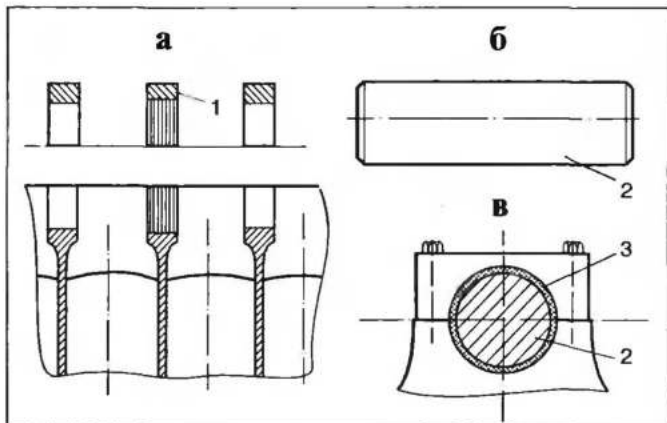


Рис. 9.101. Схема ремонта поврежденной опоры с помощью полимерной композиции:

а — обезжиривание поврежденной опоры 1 и нанесение композиции; б — нанесение на скалку 2 разделительной жидкости, препятствующей адгезии композиции к скалке; в — затягивание болтов крышек и полимеризация композиции 3

вить оправку (скалку) со шлифованной наружной поверхностью, диаметр которой больше диаметра постелей на $0,01 \pm 0,01$ мм.

После обезжиривания на необработанные участки постели наносится композиция, а на скалку — тонкий слой разделительной жидкости. Далее скалка устанавливается в постели, затем ставятся крышки, а их болты затягиваются рабочими моментами (рис. 9.101). После полимеризации композиции получается высокое качество восстановленных участков поверхности постели с небольшой эллипсностью ее отверстия (обычно $0,01 \pm 0,02$ мм). Этого достаточно для надежной длительной работы подшипника.

Как показывает практика, для двигателей прошлых лет выпуска, не имевших высокого форсирования, описанный способ ремонта может быть применен и без предварительного растачивания постелей. Однако следует иметь в виду, что все полимерные композиции являются в той или иной степени тепловыми изоляторами, и при покрытии ими большей части поверхности постели ухудшается теплоотвод от подшипника. Это может привести к перегреву вкладышей на режимах высоких частот вращения и нагрузок, особенно на тех коренных шейках, от которых нет отвода масла к шатунным шейкам.

Существуют и некоторые другие способы ремонта постелей без их расточки и хонингования. Так, если после перегрева постели крышка не имеет большой деформации, то ее можно "распрямить" с помощью гидравлического или винтового пресса, приложив усилие в середине при опоре на плоскость разреза (рис. 9.102). Таким способом нередко удается "попасть" в прежний размер постели с точностью $\pm 0,02$ мм, что для многих двигателей является достаточным. Тем не менее, такой способ ремонта следует применять с большой осторожностью, чтобы не сломать крышку.

После "разгибания" крышки можно добиться практически идеальной геометрии отверстия, если притереть с абразивной пастой поверхность крышки на скалке, имеющей диаметр постели (рис. 9.103). Недостатком этого способа является его большая трудоемкость, т.к. для точной подгонки крышки требуются многократные измерения и большое число операций, включая притирку на плите плоскости стыка крышки с блоком.

У некоторых двигателей (MERCEDES-BENZ), имеющих очень точную обработку постелей, вместо перегретой и деформированной крышки легко подобрать хорошую крышку от другого блока, причем размер постели с новой крышкой может "попасть" в требуемый с точностью $\pm 0,01$ мм. Для других двигателей установка новой крышки обычно дает значительное отклонение формы отверстия, требующее подгонки не только в вертикальной плоскости, но и по плоскости стыка. В таких случаях более целесообразно растачивание постелей, чтобы избежать значительной потери времени на подгонку.

Если в результате перегрева или некачественного

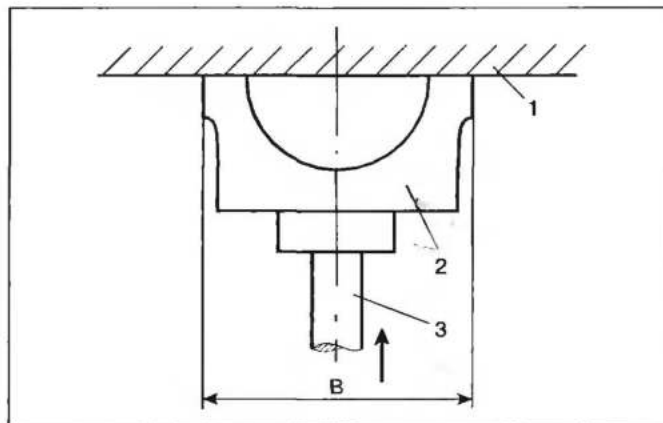


Рис. 9.102. Правка деформированной коренной крышки:

1 — станина пресса; 2 — крышка; 3 — шток пресса; В — размер, контролируемый при правке (например, по сравнению с недеформированными крышками)

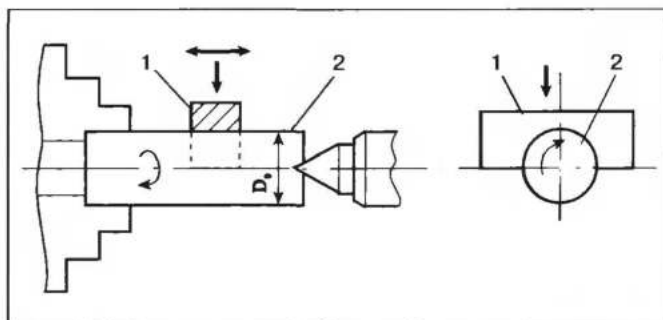


Рис. 9.103. Схема притирки поверхности постели на деформированной крышке коренного подшипника:

1 — крышка; 2 — скалка; D_0 — диаметр скалки, равный диаметру постели с точностью $0,01$ мм

ремонта одна из коренных крышек оказалась сломанной, ее можно изготовить. Для этого необязательно, хотя и желательно, использовать чугун — вполне подойдет конструкционная сталь, например, марок 45, 40Х, 30ХГСА и т.д. Если предполагается совместное растачивание постелей с новой крышкой, то большой точности при изготовлении не требуется — достаточно обеспечить припуск на окончательную обработку постели порядка $0,2 \pm 0,5$ мм и центрирование крышки в блоке (по боковым поверхностям, втулкам или штифтам, как у штатных крышек).

Практика показывает, что новую крышку можно изготовить и без обработки всех постелей, т.е. сразу в окончательном виде. Для этого предварительно надо измерить у рядом стоящих крышек координаты оси отверстия постели (рис. 9.104) — расстояние от плоскости разреза до верхней точки (линии) отверстия и смещение оси в плоскости разреза от середины расстояния между центрирующими элементами.

Крышка предварительно изготавливается из круглой заготовки, в которой сразу растачивается отверстие с диаметром, равным диаметру постелей, строго перпендикулярно боковым поверхностям (торцам) заготовки. Далее формируется упрощенная конфигурация крышки с окончательной обработкой плоскости разреза от плоскости разреза до верхней точки отверстия (рис. 9.104).

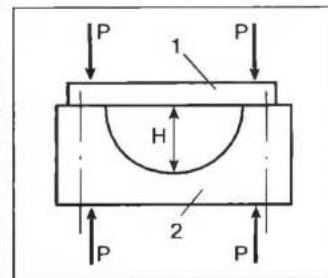


Рис. 9.104. Схема измерения высоты отверстия крышки:

1 — плоскопараллельная мера длины; 2 — крышка; $P = 10-20 H$ — усилие сжатия; H — искомая высота, измеряемая нутромером

Если обработка крышки ведется с высокой точностью (с допусками на основные размеры $\pm 0,01$ мм), то достаточно высока вероятность "попадания" в размер постели - новая крышка после затягивания болтов дает с ответной частью постели в блоке отклонения размеров и формы отверстия в пределах $\pm 0,02$ мм. Если полученная геометрия постели неудовлетворительна, ее можно довести подгонкой по плоскости стыка крышки, как это было описано выше.

В эксплуатации встречаются случаи износа торцевых поверхностей опор блока цилиндров в результате проворачивания упорных полуколец или вкладышей с упорными фланцами. Подобные повреждения блока требуют обработки изношенных поверхностей на блоке и, возможно, установки новых упорных подшипников увеличенной толщины.

Возможны различные варианты ремонта в зависимости от исходной конструкции упорных подшипников. Для конструкций с двумя упорными полукольцами, устанавливаемыми в блок,

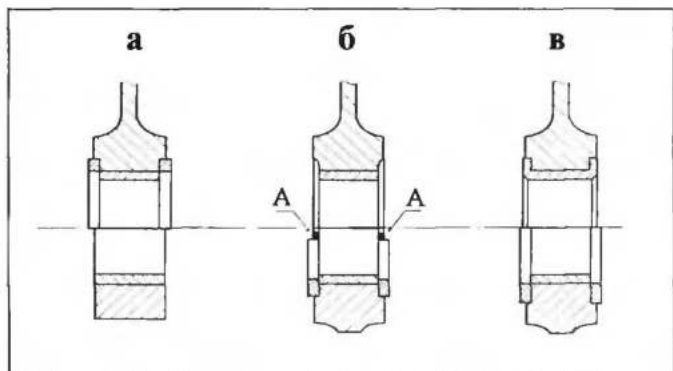


Рис. 9.105. Некоторые способы ремонта упорных поверхностей на блоке цилиндров:

а — обработка упорных поверхностей на блоке и установка полуколец увеличенной толщины; б — расточка упорных поверхностей на крышке и перенос упорных полуколец в крышку (А - места точечной подварки для исключения проворачивания полуколец); в — расточка упорных поверхностей на крышке и установка в крышку упорных полуколец (оставшийся на блоке фланцевый вкладыш препятствует проворачиванию полуколец)

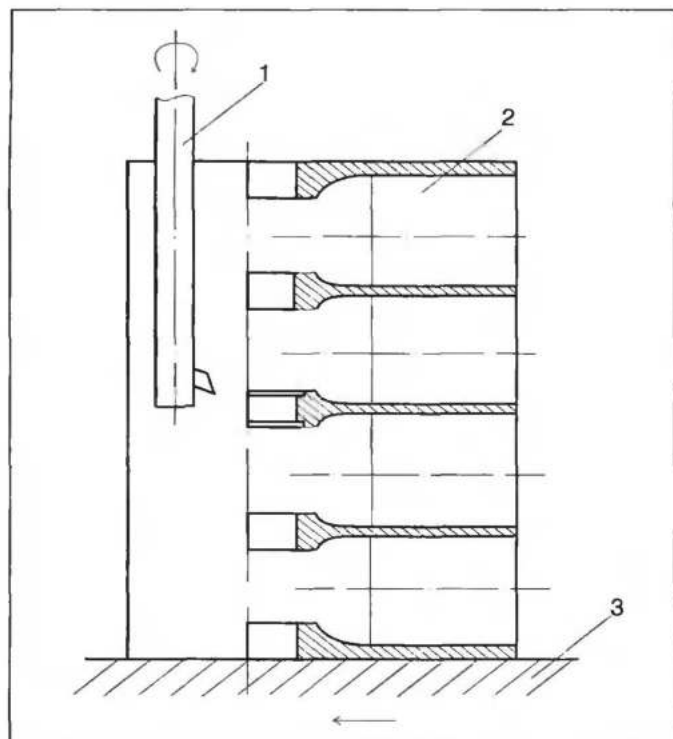


Рис. 9.106. Схема растачивания упорных поверхностей на блоке цилиндров:

1 — резцедержатель вертикально-расточного станка; 2 — блок; 3 — стол станка

целесообразна обработка поврежденной торцевой поверхности опоры в блоке и установка одного или двух полуколец увеличенной толщины (в последнем случае следует учитывать сдвиг коленчатого вала вперед). При этом может потребоваться подварка крышки у плоскости стыка, чтобы полукольца не провернулись. В конструкциях с двумя фланцевыми вкладышами можно расточить торцевые поверхности на крышке блока под полукольца, оставив фланцевым вкладыш только на блоке. Для такого варианта необходимо убрать фланцы со вкладыша на крышке, оставшиеся фланцы на блоке будут только препятствовать проворачиванию упорных полуколец.

Аналогично можно выйти из положения в конструкциях с одним фланцевым вкладышем. Возможен вариант с переходом на четыре полукольца с расточкой торцевых поверхностей на блоке и крышке с двух сторон, но это более сложно (рис. 9.105).

Расточка торцевой поверхности крышки выполняется на токарном станке с обеспечением перпендикулярности растачиваемой поверхности к поверхности постели. Глубина обработки рассчитывается в зависимости от толщины используемых полуколец, расстояния между упорными поверхностями на коленчатом валу и зазора в упорном подшипнике $0,05 \div 0,10$ мм (см. также раздел 9.4.4.). Расточка торцевой поверхности в блоке выполняется со снятыми крышками на расточном станке, имеющем необходимый вылет резца и диаметр резцедержателя меньше диаметра постелей. Расточку целесообразно проводить при фиксированном вылете резца поперечной подачей стола станка (рис. 9.106). Возможны и другие варианты ремонта в зависимости от имеющихся в наличии ремонтных вкладышей и/или полуколец, однако их использование должно быть проанализировано с точки зрения работоспособности и надежности в каждом конкретном случае.

9.5.3. Ремонт пробоев, трещин и деформаций блока цилиндров

Одним из наиболее распространенных дефектов блока цилиндров является деформация плоскости стыка с головкой. Деформация возникает, как правило, вследствие перегрева двигателя или перетяжки болтов крепления головки. Часте после длительной эксплуатации плоскость деформируется на $0,03 \div 0,05$ мм (редко больше), при этом на плоскости в зоне перемычек между цилиндрами наблюдается наибольший "провал". Иногда встречается деформация у резьбовых отверстий болтов, имеющая характер выпуклости.

Ремонт верхней плоскости блока обязателен при деформации выше указанной. Обработка плоскости может быть выполнена притиркой с абразивной пастой на плите, фрезерованием или шлифованием. При этом нежелательно снимать с верхней плоскости более $0,1 \div 0,2$ мм. Деформации менее $0,02 \div 0,03$ мм могут быть оставлены на блоке без исправления, однако следует учитывать, что идеальные поверхности стыка с головкой повышают надежность соединения. Именно поэтому многие зарубежные фирмы при сложном ремонте двигателя всегда обрабатывают верхнюю плоскость блока.

Пробоины в стенках блока являются следствием разрушения шатуна и попадания его частей между стенкой блока и щекой коленчатого вала. При этом наиболее часто пробоина появляется в середине стенки (по высоте) между нижним краем цилиндра и плоскостью поддона (рис. 9.107). Иногда, когда место удара смещается вверх, а главный масляный канал расположен низко, шатун может выбить из блока часть масляного канала.

Обычно блоки подавляющего большинства двигателей имеют такую конструкцию, что при ударе шатуна нижнее продольное ребро жесткости, идущее по плоскости разъема поддона, остается целым. Исключения составляют старые двигатели, где плоскость разъема крышек и поддона совпадают.

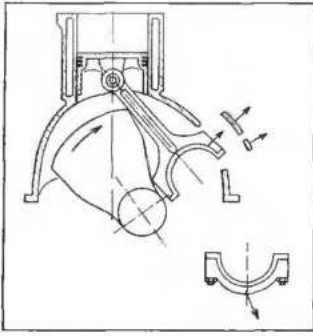


Рис. 9.107. Схема разрушения стенки блока при обрыве шатуна (или его болтов) при перегреве и разрушении шатунного подшипника

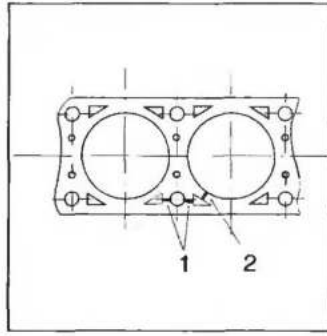


Рис. 9.108. Трещины на верхней плоскости блока: 1 — между резьбовым отверстием и рубашкой охлаждения; 2 — между цилиндром и рубашкой

Здесь удар часто приходится именно по ребру - разъему поддона. Это усложняет ремонт, т.к. требуется восстановление силовой связи по разрушенному ребру.

Часто встречающийся дефект блоков - продольные трещины в рубашке охлаждения вследствие замерзания охлаждающей жидкости. Реже наблюдаются трещины на верхней плоскости в перемычках между цилиндрами и рубашкой (рис. 9.108). Такие трещины могут быть следствием как «размораживания» блока, так и перетяжки болтов головки блока или перегрева двигателя. Трещины и пробоины в гильзе цилиндра, часто сопровождающие поломку шатуна, поршня, клапана и ремонтируемые установкой гильзы, рассмотрены в разделе 9.5.1.

После даже весьма больших разрушений в нижней части блока отверстия постелей редко имеют сколько-нибудь заметную остаточную деформацию. Следовательно, одна из основных задач ремонта таких блоков - не создать дополнительных напряжений в материале блока, чтобы не нарушить его геометрию. В противном случае придется обрабатывать деформированные отверстия постелей и, не исключено, цилиндры блока. Поэтому к выбору способа ремонта поврежденного блока цилиндров следует относиться с особой осторожностью.

Прежде, чем подробно рассмотреть способы ремонта трещин и пробоин блоков, необходимо сделать следующее замечание. Наиболее распространенные в прошлом методы ремонта блоков различными видами сварки часто являются и наименее удачными. Практически независимо от места пробоины и трещины сварка после локального нагрева и последующего охлаждения дает остаточные напряжения, которые приводят к той или иной деформации блока. Например, при сварке в нижней части блока во всех без исключения случаях происходит деформация постелей коренных подшипников. При этом оси опор, расположенных вблизи места сварки, отклоняются от общей оси. Это отклонение (или деформация) может быть весьма малой, порядка 0,005÷0,010 мм, однако чаще всего она превышает допустимые пределы (0,01 мм). Помимо этого, после сварки может возникать деформация цилиндров, а также нижней плоскости блока. Первое обстоятельство приводит к необходимости растачивания и хонингования цилиндров в ремонтный размер, второе - к обработке нижней плоскости, иначе может быть плохое прилегание или даже негерметичность поддона, особенно, если он литой из алюминиевого сплава.

Несмотря на указанные недостатки, применение сварки при ремонте блоков в некоторых случаях может быть вполне оправдано. Так, если постели блока повреждены и их необходимо ремонтировать, то сварка вряд ли ухудшит ситуацию. Кроме того, сваркой удобно ремонтировать различные кронштейны и проушины блоков, расположенные так, что местный нагрев не вызовет деформаций основных поверхностей.

Сварка чугунных блоков может выполняться различными способами. Например, электродуговая сварка (в том числе, в среде аргона), несмотря на небольшой местный прогрев дета-

ли, не дает, как правило, качественного и прочного шва. Использование газовой сварки требует разогрева детали до высокой температуры (600÷750°C). После сварки и остывания возможно сильное коробление блока и даже появление трещин вблизи сварного шва, если режимы нагрева и охлаждения выбраны неправильно.

Неплохие результаты иногда даёт сварка чугунных блоков в среде углекислого газа, достоинства которой - малый прогрев и коробление блока, а также более высокое качество сварного шва без необходимости сильного нагрева блока. В целом следует отметить, что несмотря на большое количество сварочного оборудования, появившегося в последние годы, сварка чугунных блоков цилиндров остается еще не вполне решенной проблемой, и качество ремонта в значительной степени зависит от квалификации сварщика.

При сварке блоков цилиндров из алюминиевых сплавов хорошие результаты обеспечивает аргонно-дуговая сварка с обязательным предварительным нагревом блока до 180÷220°C и медленным охлаждением. Однако при наличии большого количества кремния и легирующих элементов в сплаве трудно добиться высокого качества сварного шва. Другие возможные способы сварки (дуговая, газовая) для достаточно тонких алюминиевых блоков двигателей иностранных автомобилей практически неприменимы, т.к. дают очень большой разогрев и последующее коробление блока.

Практика показывает, что при сварке блоков цилиндров вполне реальной является решение задачи восстановления прочности и жесткости, однако не следует рассчитывать на полную герметичность. Поэтому после сварки целесообразно герметизировать швы, используя, например, различные клеевые композиции на основе полимерных смол. Технология герметизации швов проста и практически не отличается от приводимой далее технологии клейки трещин и пробоин блоков. Таким образом, применение сварки для ремонта блоков возможно, но требует большой осторожности и приводит обычно к значительному усложнению и удорожанию ремонтных работ. В этой связи предпочтение необходимо отдавать другим способам ремонта и, в частности, склейке.

В последнее время получили распространение различные клеевые композиции для металлов (сталь, чугун, алюминиевые сплавы) на основе синтетических смол. Такие композиции известных фирм LOCTITE, BELZONA, JBWeld и некоторых других обладают высокой механической прочностью, адгезией к металлу и выдерживают достаточно высокие температуры - до 200÷250 и даже 300°C. В состав композиций входят пластификатор и металлический наполнитель, что приближает свойства композиции после ее отверждения к основному металлу блока. Это является очень важным, поскольку блок цилиндров работает в условиях больших перепадов температур и большого числа циклов нагрева-охлаждения. В таких условиях может работать далеко не всякий клей. В частности, ранее широко известные эпоксидные смолы обычно через довольно короткое время дают трещины, из-за чего прочность и герметичность места склейки резко падает.

Композиции для клейки блоков должны также обладать плохой текучестью, иначе сам процесс ремонта будет значительно затруднен из-за ухода (стекания) композиции от места склейки и невозможности положить композицию толстым (до 10÷12 мм) слоем.

Если необходимая композиция выбрана, можно приступить к ремонту. Технология клейки зависит от места повреждения блока. Рассмотрим последовательность ремонтных операций для наиболее распространенных повреждений в виде отверстия неправильной формы в нижней части блока (рис. 9.109, 9.110).

1. Подготовка блока. Необходимо тщательно зачистить наружную поверхность вокруг отверстия шириной 20÷25 мм. Для этого лучше всего использовать ручную дрель с набором шарошек.

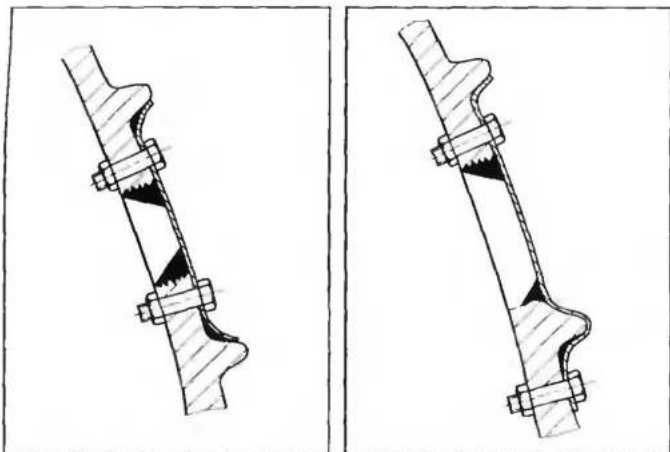


Рис. 9.109. Схема установки одинарной стальной накладки на пробойну в стенке блока цилиндров внутри поверхности, ограниченной ребрами жесткости

Рис. 9.110. Схема установки одинарной стальной накладки на пробойну в стенке блока цилиндров, граница которой проходит рядом с ребром

2. Из листовой стали толщиной $0,5 \div 0,8$ мм нужно вырезать накладку, которая перекрывала бы пробойну по контуру на $15 \div 20$ мм. Поскольку наружная поверхность блока имеет обычно сложную форму, то сначала лучше сделать картонный шаблон, подогнать его по месту и далее по нему вырезать стальную накладку.

Накладка должна хорошо прилегать по большей части поверхности, но на отдельных участках со сложным рельефом допускается неприлегание - отставание накладки от блока на $5 \div 8$ мм. В тех местах, где накладка хорошо прилегает к блоку, в накладке сверлятся отверстия диаметром 7 мм. Количество отверстий зависит от размеров пробойны - желательно выдерживать расстояние между отверстиями $30 \div 60$ мм.

3. Приложив накладку к блоку, размечаются (по отверстиям в накладке) и затем сверлятся отверстия $\varnothing 5,0 \div 5,2$ мм в блоке. После этого метчиком в отверстиях нарезается резьба М6. В тех местах, где стенки блока относительно тонкие (до 10 мм) можно сверлить отверстия насквозь. Для более толстых стенок лучше делать глухие отверстия. При разметке и сверлении отверстий следует избегать попадания в различные каналы блока - как масляные, так и системы охлаждения.

4. Поверхности блока и накладки обезжириваются ацетоном или растворителем и просушиваются. Подготовленная композиция наносится на поверхности накладки и блока. Накладка прижимается к блоку и заворачиваются все винты М6. Композиция, выдавленная из-под накладки, аккуратно удаляется. После полимеризации композиции и окраски блок готов к сборке.

Описанный способ ремонта хорошо зарекомендовал себя

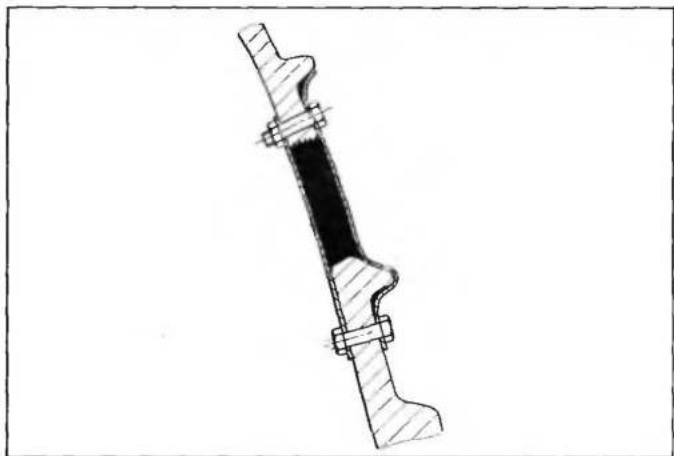


Рис. 9.111. Схема двойной стальной накладки на пробойну в стенке блока

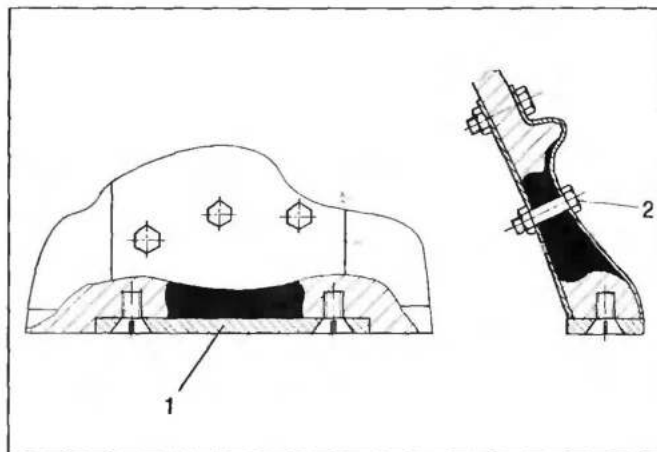


Рис. 9.112. Схема установки стальной стяжки на нижнее ребро (плоскость) блока:

1 — стяжка (стальная пластина); 2 — болт, стягивающий накладки между собой

для небольших пробойн размером не более $50 \div 70$ мм. Для более серьезных пробойн следует использовать две накладки - не только снаружи, но и внутри блока. Тогда отверстия в блоке должны иметь диаметр $\varnothing 5,5 \div 6,0$ мм, а вместо винтов М6 следует использовать болты М5 с гайками. В этом случае клеящая композиция должна целиком заполнить пространство пробойны между внутренней и наружной накладками (рис. 9.111). Очевидно, отремонтированный таким способом блок будет иметь большую жесткость и прочность, однако данный способ более трудоемок.

Если у блока выбита часть нижнего ребра жесткости, помимо боковых накладок необходимо использовать стальную стяжку (рис. 9.112). Стяжка делается из стальной полосы толщиной $2 \div 3$ мм и устанавливается с боковой стороны блока на винтах или болтах. Наилучший вариант стяжки - стальной уголок, одна из сторон которого является продолжением нижней плоскости блока, для чего части нижней плоскости, прилегающие к месту пробойны, должны быть углублены для установки уголка заподлицо. Уголок, помимо крепления сбоку, может быть прижат к нижней плоскости винтами с потайной головкой. С помощью стяжек можно ремонтировать блоки с большими пробойнами (до $100 \div 150$ мм), выходящими на нижнюю плоскость.

Различные трещины, возникшие вследствие размораживания и проходящие по наружной поверхности блоков, также могут быть заделаны с помощью накладок. В этом случае накладки могут быть выполнены не только из листовой стали, но и из стеклоткани. Однако существенным преимуществом металлических накладок является их безусловная надежность: на практике не наблюдалось каких-либо признаков отслоения или негерметичности, чего нельзя сказать о накладках из стеклоткани, когда, например, поверхность блока плохо подготовлена.

С трудом поддаются ремонту блоки с продольными трещинами, проходящими около приливов в стенках для болтов крепления головки блока (рис. 9.113). Если с помощью накладок заклеить такой блок, то после затягивания болтов головки из-за больших напряжений в месте склейки может появиться отслоение композиции и негерметичность. Поэтому рекомендуется ремонтировать такие блоки (ставить накладки) после установки головки и затягивания болтов.

Когда при разрушении стенки блока выбивается часть масляного канала, ремонт усложняется, поскольку требуется восстановить и загерметизировать канал. Для каналов без давления лучше использовать накладку. При серьезных дефектах, а также для каналов с давлением надежным способом ремонта является установка в канал тонкостенной трубки (рис. 9.114), закрывающей пробойну. Трубка может быть вставлена в канал через его открытое отверстие после снятия соответствующей заглушки. Иногда этого сделать нельзя, тог-

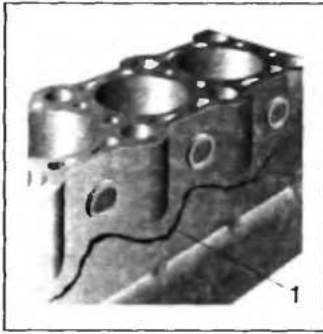


Рис. 9.113. Схема образования трещины (1) по приливам резьбовых отверстий на блоке

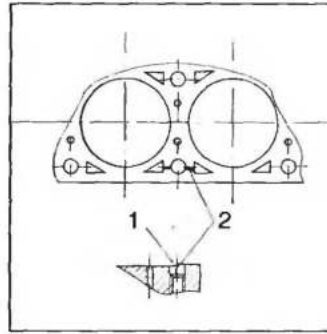


Рис. 9.115. Деформация верхней плоскости блока при наличии трещины: 1 — уступ, образовавшийся вследствие пластической деформации материала; 2 — трещина

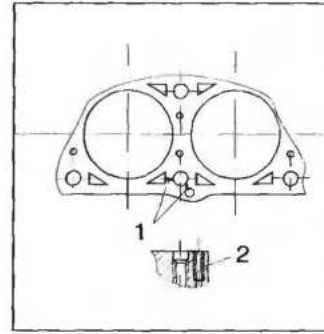


Рис. 9.117. Герметизация масляного отверстия с помощью трубки при прохождении трещины через отверстие: 1 — трещина; 2 — трубка

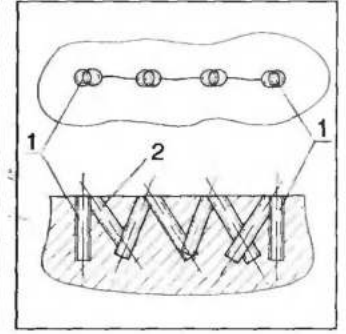


Рис. 9.118. Ремонт трещины с помощью резьбовых штифтов: 1 — штифты, устанавливаемые в края трещины; 2 — штифты, устанавливаемые с перекрытием

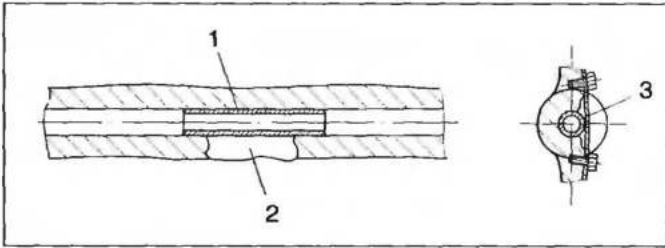


Рис. 9.114. Установка трубки в поврежденный масляный канал блока цилиндров: 1 — трубка; 2 — пробоина в стенке; 3 — накладка для прижима трубки

да отрезок трубки может быть установлен в канал сбоку после разделяния пробоины. При таком способе желательно использовать также накладку с болтами, прижимающую трубку (рис. 9.114).

Наибольшие трудности возникают при ремонте трещин на верхней плоскости блока. Такие трещины возникают от «размораживания», перетяжки болтов или сильного перегрева двигателя и могут проходить через резьбовое отверстие болтов, рубашку охлаждения и вертикальные масляные каналы подачи или слива масла. Это требует нередко специальных способов ремонта и соблюдения определенных правил.

1. Необходимо проверить состояние плоскости блока. В подавляющем большинстве случаев трещина приводит к деформации плоскости так, как это показано на рис. 9.115.

2. Если трещина проходит через резьбовое отверстие,

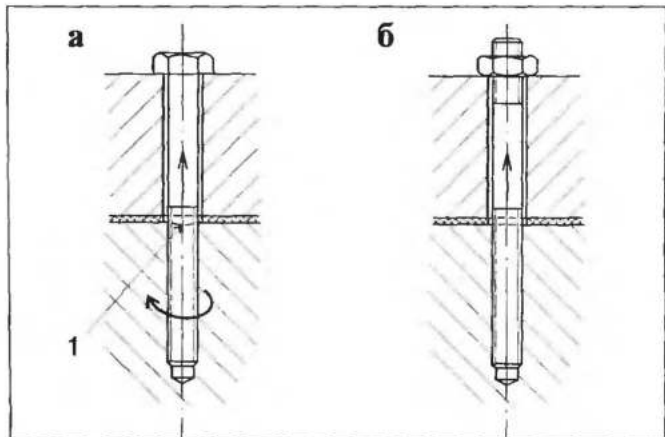


Рис. 9.116. Замена болта на шпильку в случае прохождения трещины через резьбовое отверстие:

а — при затягивании болта сильный крутящий момент приводит к деформации плоскости около отверстия и негерметичности стыка деталей; б — установка шпильки значительно уменьшает крутящий момент в резьбе около плоскости стыка и деформацию плоскости, обеспечивая герметичность соединения; 1 — деформация плоскости

вместо болта следует использовать шпильку. Шпилька может быть сделана из соответствующего болта и завернута в отверстие на клею (разумеется, после исправления деформации плоскости блока). В крайнем случае можно использовать болты, а в отверстие перед установкой головки нанести герметик. Следует отметить, что установка шпилек нередко является единственным возможным способом ремонта блока, если из-за перетяжки болтов сильно повреждена резьба или треснул прилив на блоке у резьбового отверстия (рис. 9.116). В этом случае рекомендуется также углубить отверстие и увеличить в нем длину резьбы, если это возможно.

3. Если трещина проходит через масляный канал круглого сечения, его можно рассверлить и установить на клею тонкостенную трубку, выходящую заподлицо с верхней плоскостью блока (рис. 9.117). Для некруглых каналов установка трубки затруднена, однако возможна, если трубку свернуть и спаять из тонкой 0,2÷0,3 мм стальной полосы.

4. Основная задача ремонта трещин на верхней плоскости — не сделать плоскость такой же «монолитной», как у нового блока (это невозможно), а исключить возможность взаимных перетеканий рабочих жидкостей. Эта задача осложняется наличием прокладки головки, отверстия в которой не совпадают с отверстиями каналов в блоке и головке. Учитывая это, при ремонте верхней плоскости блока необходимо разделить трещины на глубину 0,7÷1,0 мм, после чего обработать верхнюю плоскость, чтобы убрать на ней все провалы и выступы вблизи трещин. Далее надо выполнить все работы согласно пунктам 2 и 3. Перед установкой прокладки следует нанести на разделанные трещины клей, после чего установить прокладку, головку блока и затянуть болты. Затяжка болтов должна быть меньше номинальной на 20÷30%, иначе верхняя плоскость может сильно деформироваться у трещин, что может снова привести к негерметичности стыка головки и блока.

Другим способом герметизации трещин — как на верхней плоскости, так и на других поверхностях блока, является установка штифтов. Суть способа заключается в установке вдоль трещины «перекрывающих» друг друга штифтов (рис. 9.118). Для этого на краях трещины сверлятся отверстия глубиной не менее 10 мм, в которых нарезается резьба М5 или М6. В отверстия заворачиваются штифты, изготовленные из мягкой стали (например, стали 20). Перед установкой штифты покрываются клеевой композицией. Длина штифтов должна быть на 2÷3 мм больше длины отверстия, поэтому после установки штифт спиливается заподлицо с поверхностью. Другие штифты, расположенные между крайними, устанавливаются под углом так, чтобы один штифт входил в другой. Таким образом, перекрытие штифтов обеспечивает полную герметизацию трещины по всей длине. Помимо этого, резьба штифтов препятствует сдвигу материала блока по разные стороны от трещины. Поэтому штифтование является предпочтительным для ремонта верхней плоскости блоков, а также может приме-

няться для ремонта других трещин на блоках.

В целом способы ремонта повреждений блоков в виде трещин и пробоин зависят от конструкции блока, места и размеров дефектов, поэтому должны выбираться в каждом конкретном случае, исходя из имеющегося опыта, материалов и оборудования для ремонта. В то же время следует помнить, что после ремонта некоторых повреждений и, в частности, трещин, всегда имеется вероятность появления негерметичности через более или менее короткое время эксплуатации. Поэтому на некоторых иностранных ремонтных предприятиях блоки цилиндров с трещинами в ответственных местах, как правило, отбраковывают.

9.5.4. Основы технологии подбора и доработки поршневых колец

В запасные части для ремонта многими фирмами поставляется очень широкая номенклатура поршневых колец как стандартных, так и ремонтных размеров (см. Приложение 2). При этом для подавляющего большинства двигателей могут быть найдены (заказаны) кольца стандартного размера и ремонтного увеличения +0,50 мм. Кольца остальных ремонтных размеров (например, +0,25; +0,75; +1,0 мм) более редкие и не для всех двигателей их можно приобрести. На практике также возможны случаи, когда при малом (но еще допустимом) износе цилиндров и юбок поршней сильно изношены кольца и канавки поршней, вследствие чего кольца стандартной высоты уже не могут быть установлены на старые поршни. Нередко одна и та же модель двигателя на протяжении нескольких лет выпуска претерпевала некоторые изменения в конструкции, при которых изменялась высота колец. На многие старые (выпуска до 70 г.) и на некоторые двигатели, например, выпускавшиеся небольшой серией и непродолжительное время, а также не поставлявшиеся на экспорт из страны-производителя, довольно проблематично найти поршневые кольца. Во всех перечисленных случаях, когда найти необходимые кольца не удается, рекомендуется подбор колец с других двигателей, кольца которых имеют сходные размеры. В данном случае речь, безусловно, не идет о распространенных моделях MERCEDES-BENZ, BMW, VOLKSWAGEN, AUDI, GM, FORD и многих других. Однако для некоторых моделей TOYOTA вопрос о приобретении колец уже не решается так однозначно.

При подборе колец в начале необходимо строго разграничить поршневые кольца для бензиновых и дизельных двигателей. Если необходимы кольца для дизеля, то выбирать их можно только среди колец для дизелей. Попытки поставить на дизель кольца от бензиновых двигателей, даже если они имеют те же размеры, нередко заканчиваются уже через 10-20 тыс. км полным износом как колец, так и цилиндров. Как уже отмечалось в разделах 1.4. и 2.3., это связано со значительно более высокими нагрузками на компрессионные кольца у дизелей. Поскольку дизелей выпускалось и выпускается относительно немного, то подобрать на дизель кольца с другого двигателя (и тоже дизеля) иногда довольно трудно. Для бензиновых двигателей такой проблемы практически нет.

При подборе колец, предназначенных для других двигателей, а также колец, выпущенных разными фирмами, следует обращать внимание на материал и покрытие. Замена покрытия, например, молибдена на хром, обычно приводит к снижению ресурса двигателя после ремонта, поскольку покрытие и материал блока должны быть подобраны друг к другу (см. раздел 2.3.).

Некоторые фирмы поставляют в запасные части несколько вариантов колец, в том числе встречаются комплекты, где верхние кольца не имеют покрытия. Такие кольца не следует использовать при ремонте, поскольку ресурс их и цилиндров после ремонта редко превышает 10-20 тыс. км. Практика показывает, что после пробега 4-5 тыс. км зазор в замке верхних колец без покрытия может увеличиться от 0,3-0,4 мм до 0,8-1,0 мм, а износ цилиндров в зоне остановки верхних колец может достигнуть 0,04-0,05 мм. В то же время кольца с

покрытием при прочих равных условиях дают аналогичные цифры обычно после 80-100 тыс. км.

Нередко фирмы, производящие поршневые кольца, делают замену одного типа колец на другой. Например, коробчатое маслоъемное кольцо с эспандерной пружиной иногда заменяется на наборное с дисками и двухфункциональным расширителем. Это может привести к недостаточной смазке верхнего компрессионного кольца и юбки поршня. Особенно опасна такая замена у дизелей.

Если подавляющее большинство бензиновых двигателей имеют компрессионные кольца прямоугольного сечения, то у дизелей нередко применяются верхние трапецеидальные кольца (см. раздел 2.3.). Естественно, замена конфигурации колец в этом случае не допускается.

Очень важно, чтобы у выбранного комплекта колец высота маслоъемного кольца совпадала со штатным. Основной ряд высот маслоъемных колец - 2,0; 2,5; 2,8; 3,0; 3,5; 3,96 (5/32"); 4,0; 4,75 (3/16"); 5,0 мм. Следует обратить внимание на наиболее распространенную высоту 4,0 мм и ее малое отличие от высоты 5/32". Установка коробчатого кольца высотой 5/32" в канавку кольца 4,0 мм приведет к повышенному расходу масла из-за большого зазора в канавке (порядка 0,09-0,11 мм). В то же время для наборных колец с двухфункциональным расширителем обычно это не столь существенно. Кольцо высотой 4,0 мм в канавку кольца 5/32" не войдет. Кольца высотой 5/32" часто использовали фирмы FIAT, FORD и некоторые другие.

При подборе колец важно, чтобы радиальная ширина у выбранного варианта не превышала исходную, иначе кольцо не войдет в канавку поршня по глубине. По этой причине не удастся, например, использовать коробчатые маслоъемные кольца вместо наборных, т.к. они всегда имеют увеличенную радиальную ширину.

Все особенности конструкции конкретных колец приведены в каталогах фирм-производителей или поставщиков колец. Некоторая краткая информация по размерам колец содержится в Приложении 2. При подборе колец следует помнить, что ремонтные кольца некоторых моделей могут быть стандартными для других и наоборот.

Имея информацию по кольцам, поставляемым большим количеством фирм, не всегда удается найти комплект, в котором все кольца совпадают по высоте со штатными. Выбранный комплект должен иметь такие же или более высокие кольца. В последнем случае возможны два варианта - доработка (протачивание) соответствующих канавок на поршне или доработка (шлифование) колец в требуемую высоту.

Протачивание канавок на поршне под более высокие кольца не является удачным вариантом. При увеличении высоты канавок неизбежно уменьшается высота перемычек, что резко отрицательно сказывается на прочности и надежности поршня. Поэтому предпочтительнее шлифование колец в требуемую высоту, хотя это несколько ухудшит их характеристики. При этом не следует шлифовать коробчатые маслоъемные кольца - по высоте они должны соответствовать штатным.

Шлифование компрессионных колец выполняется на плоскошлифовальном станке. Кольцо устанавливается на магнитном столе станка и должно быть зафиксировано от срыва со стола - например, обложено специальными стальными плитками, "вложено" в другое кольцо или оправку (рис. 9.119). При шлифовании необходимо снимать одинаковый припуск с каждой стороны кольца. Нельзя шлифовать молибденированные кольца, у которых для удерживания молибденового слоя выполнена канавка на наружной поверхности - это может привести к разрушению покрытия при шлифовании или работе кольца в двигателе. После шлифования следует аккуратно снять заусенцы на краях рабочей поверхности колец. При шлифовании следует ориентироваться на стандартные, принятые во всем мире высоты компрессионных колец. Этот ряд наиболее употребляемых высот выглядит так: 1,2 мм (3/64"); 1,5 мм; 1,6 мм (1/16"); 1,75 мм; 2,0 мм (5/64"); 2,5 мм; 3,0 мм.

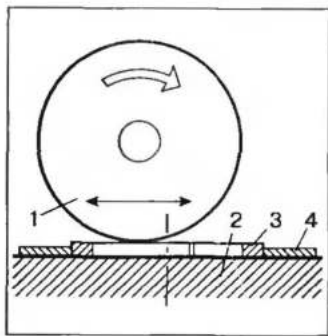


Рис. 9.119. Схема шлифования торцев кольца на плоскошлифовальном станке: 1 — шлифовальный круг; 2 — магнитный стол; 3 — кольцо; 4 — оправка

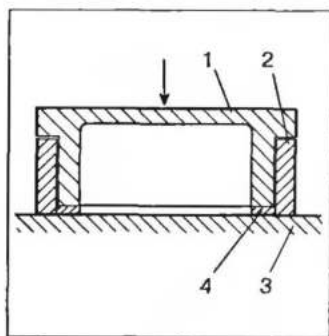


Рис. 9.120. Притирка торцев поршневого кольца на плите: 1 — прижим; 2 — обойма; 3 — плита; 4 — кольцо

Допуск на высоту обычно дается в минус на $0,01 \pm 0,02$ мм.

Иногда требуется уменьшить высоту колец на несколько сотых миллиметра. Лучше всего это сделать притиркой на плите с помощью абразивной пасты 28 ± 40 мкм. Для притирки удобно использовать оправки (рис. 9.120), обеспечивающие равномерное давление кольца на плиту и равномерный сьем металла. Однако, если необходимо уменьшить высоту кольца больше, чем на $0,03 \pm 0,04$ мм, следует воспользоваться шлифованием. При большом съеме металла притирка становится весьма трудоемкой операцией, а качество притертого кольца значительно ухудшается, т.к. его высота становится существенно различной по окружности (разница может достигать $0,02$ мм и даже более).

Несмотря на огромную номенклатуру колец, приводимых в каталогах различных фирм, на практике встречаются случаи, когда нужных колец найти не удастся. Иногда есть возможность найти только кольца, имеющие высоту меньше, чем необходимо. Тогда в качестве самой крайней меры и только для бензиновых двигателей с низким уровнем форсирования можно рекомендовать способ установки дополнительного дистанционного кольца (рис. 9.121).

Дистанционное кольцо изготавливается из стали, его толщина (высота) не должна быть меньше $0,5$ мм, иначе его трудно изготовить. Торцы кольца должны быть отшлифованы, наружный диаметр следует выполнить на $0,5 \pm 1,0$ мм меньше диаметра цилиндра. Скорее всего при использовании дистанционного кольца потребуется протачивание канавки поршня (см. раздел 9.5.5.). Следует также помнить, что этот способ ухудшает уплотняющее действие колец, увеличивает износ цилиндров, канавок поршней и самих колец и иногда приводит к прогару поршней.

Крайне редки ситуации, когда не удастся подобрать колец нужного диаметра. Обычно это характерно для малолитражных двигателей, имеющих диаметр цилиндра менее 70 мм. В таких случаях единственным способом является переход на другой диаметр - меньший при помощи установки "сухих" гильз или больший - растачиванием цилиндров. Это предполагает использование поршней соответствующего диаметра (см. раздел 9.5.5.).

Не следует рассчитывать на кольца, изготовленные по заказу на неспециализированных производствах. Технология изготовления колец в массовом производстве характеризуется большой сложностью и точностью. Ее упрощение в единичном производстве всегда дает серьезное ухудшение качества практически по всем основным характеристикам кольца. Это приводит к тому, что надежность и ресурс таких колец, а также поршней и цилиндров после ремонта будут снижены в лучшем случае в полтора-два раза.

9.5.5. Ремонт и изготовление поршней и поршневых пальцев

Как уже отмечено в разделе 8., поршни в эксплуатации могут получить различные повреждения, большинство которых требует их безусловной замены. Однако в некоторых слу-

чаях неисправные поршни могут быть отремонтированы. К таким случаям относятся:

- 1) износ отверстия под палец или задиры в отверстии вследствие заклинивания пальца;
- 2) деформация юбки поршня вследствие перегрева двигателя;
- 3) износ канавок колец;
- 4) локальная пробоина небольшого размера в днище поршня (например, при обрыве клапана или попадании постороннего предмета в цилиндр), при которой не повреждены огневой пояс и перемычки между канавками колец.

Возможность ремонта поршней во втором и четвертом случаях в значительной степени условна и является крайней мерой. Не подлежат ремонту поршни с различными трещинами, прогарами и попомками, в том числе огневого пояса, юбки и бобышек.

Различные повреждения поверхности отверстий бобышек ремонтируются в зависимости от степени повреждения. Так, при заклинивании пальца в отверстии появляются задиры. Если площадь поврежденной поверхности относительно невелика, то отверстие может быть отремонтировано хонингованием. При этом диаметр отверстия не должен увеличиться более, чем на 2 ± 4 мкм.

Хонингование отверстия выполняется на горизонтально-хонинговальном станке (рис. 9.122) при удерживании поршня от проворота вручную. Для хонингования могут быть использованы специальные оправки с одним бруском и двойным башмаком (см. раздел 9.2.). В крайнем случае отверстие может быть обработано разверткой, однако качество поверхности после развертывания хуже. В дальнейшем это может отразиться на ресурсе поршня и пальца.

Если площадь повреждения в отверстии велика, то следует увеличить диаметр отверстия на $0,05 \pm 0,20$ мм под ремонтный палец, используя изложенные выше способы. Увеличение отверстия предполагает установку ремонтных поршневых пальцев, как правило, не изготавливаемых и не поставляемых в запасные части.

Поршневые пальцы ремонтного размера требуют увеличения отверстия в шатуне. Если посадка пальца в шатуне - пресовая, то в дальнейшем в конкретный шатун подойдет только нестандартный палец, что может существенно затруднить следующий ремонт двигателя. Поэтому ремонтные пальцы допускается использовать, только если они "плавающие". Тогда втулка верхней головки шатуна обрабатывается также, как и отверстия бобышек поршня, но под больший зазор в соединении с пальцем (для бобышек - 4 ± 6 мкм, для втулки шатуна - 10 ± 12 мкм).

В практике ремонта встречаются случаи, когда стандартный палец теряет натяг в шатуне (например, вследствие перегрева и затем быстрого охлаждения шатуна при установке пальца). Тогда применение ремонтных пальцев является единственным способом сохранить шатуны с деформированным отверстием верхней головки, не меняя их на новые. Это

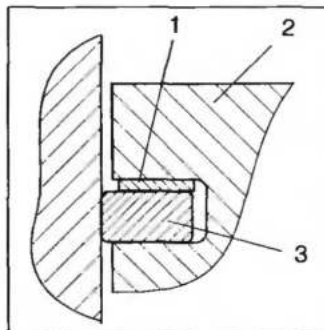


Рис. 9.121. Установка дополнительного кольца при ширине канавки поршня существенно больше высоты поршневого кольца: 1 — дополнительное кольцо; 2 — поршень; 3 — основное компрессионное кольцо



Рис. 9.122. Хонингование отверстия в поршне под поршневой палец на горизонтально-хонинговальном станке



Рис. 9.123. Эскиз для изготовления поршневого пальца

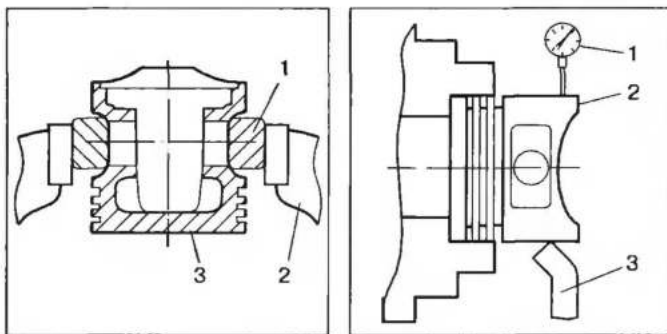


Рис. 9.124. Сжатие поршня по бобышкам для увеличения размера по юбке:
1 — подкладки; 2 — тиски; 3 — поршень

Рис. 9.125. Простейший способ протачивания юбки поршня в токарном станке:
1 — индикатор для выверки положения поршня в патроне; 2 — поршень; 3 — резец

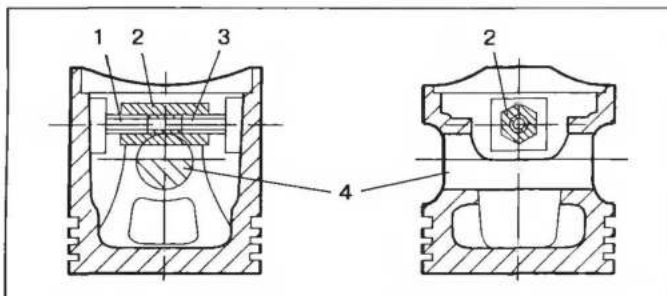


Рис. 9.126. Схема простейшего приспособления для "растягивания" деформированной юбки поршня:
3, 1 — болты с правой и левой резьбой; 2 — муфта; 4 — технологический палец

предполагает хонингование отверстий в верхней головке шатуна (натяг в соединении с пальцем $0,02 \pm 0,04$ мм).

Изготовление ремонтных поршневых пальцев не составляет большой проблемы для обычных машиностроительных производств (рис. 9.123). Наилучшим материалом является хромоникелевая сталь 12ХН3А или ее аналоги (20Х2Н4А). Палец вытачивается с припуском на окончательные шлифование и доводку, при этом внутреннее отверстие не должно иметь грубой поверхности для исключения возникновения усталостных трещин. Далее палец цементируется на глубину $0,6 \pm 0,8$ мм и термообрабатывается до HRC_3 58...62 (закалка и отпуск). После шлифования на бесцентрошлифовальном станке или в центрах на круглошлифовальном станке наружная поверхность доводится до заданных размера и шероховатости. Высокое качество окончательной обработки обеспечивает притирка наружной поверхности абразивной пастой в специальной разрезной гильзе. Припуск на окончательную

доводку дается в пределах 4 ± 10 мкм в зависимости от качества шлифования - чем оно выше, тем меньше припуск. В окончательном виде палец должен иметь отклонение от цилиндричности не более 2 ± 3 мкм и шероховатость Ra желательнее не хуже 0,16 мкм. Более "грубая" поверхность может ускорить износ отверстия в период приработки.

Уменьшение размера юбки из-за износа или деформации (сжатия), например, вследствие перегрева поршня, может быть устранено несколькими способами. Первый способ предполагает сжатие поршня по бобышкам, т.е. в направлении вдоль оси отверстий под палец. Этот способ рекомендует использовать при небольших деформациях - не более $0,10 \pm 0,25$ мм. Перед сжатием в поршень обязательно необходимо установить технологический палец, который будет препятствовать развороту бобышек друг относительно друга.

Если поршень деформирован или изношен не более, чем $0,05 \pm 0,07$ мм, сжатие можно выполнить в холодном состоянии. Для этого поршень зажимается в тиски с помощью подкладок, обеспечивающих давление у отверстий бобышек (рис. 9.124). Практика показывает, что остаточная деформация после снятия нагрузки будет только при таком сжатии, в процессе которого размер юбки увеличивается более, чем на 0,5 мм. В несколько приемов следует добиться, чтобы размер юбки в свободном состоянии стал на $0,02 \pm 0,03$ мм больше, чем необходимо. Далее поршень помещается в печь или духовой шкаф с температурой порядка 200°C и выдерживается в течение двух часов.

После остывания поршня следует проконтролировать размер юбки и при необходимости повторить деформацию. Если размер юбки окажется больше номинального, необходимо обработать юбку. Не следует обрабатывать юбку на станках, если требуется снять несколько сотых миллиметра. Для этого лучше всего подходит бархатный напильник, которым следует равномерно обработать поверхность в направлении поперек оси поршня, контролируя размер юбки микрометром. При обработке следует добиваться, чтобы нижняя часть юбки (около 60% длины) имела одинаковый максимальный размер.

При деформации юбки на $0,08 \pm 0,20$ мм следует несколько уменьшить усилие сжатия бобышек, а поршень в сжатом состоянии (вместе с тисками, струбиной или другим аналогичным приспособлением) выдержать в печи при температурой около 200°C в течение одного-двух часов. Желательно деформацию в печи выполнять в несколько этапов, чтобы излишне не увеличить размер поршня. Окончательная обработка, включая отпуск (в свободном состоянии) и доработку юбки, делается также, как и для "холодного" деформирования.

Если оказалось, что после отпуска юбка имеет размер существенно больше, чем заданный, то обработку лучше выполнить на токарном станке. Для этого поршень зажимается в патроне станка за огневой пояс (рис. 9.125) с упором в торец патрона и с помощью подкладок под кулачки выставляется так, чтобы биение перемычек по индикатору не превышало 0,03 мм. Далее проверяется биение юбки, которое по максимальному размеру (большой оси эллипса) не должно превышать 0,05 мм. После этого юбка протачивается в заданный размер. Для протачивания поршня можно использовать металлообрабатывающие станки с копировальными устройствами, позволяющими повторить на детали форму копира. Однако вследствие того, что поршень после деформирования сжатием по бобышкам имеет увеличенную эллипсность, для обработки наружной поверхности юбки достаточно простого токарного станка. При этом размер юбки поршня обеспечивается точением, а затем бархатным напильником сглаживаются переходы от проточенной поверхности к необработанной так, чтобы приблизительно получить эллипс в поперечном сечении юбки.

При деформации более 0,2 мм, как временная мера, юбка поршня может быть "растянута" с помощью специального приспособления (рис. 9.126). При растягивании необходимо обеспечить равномерность давления приспособления изнут-

ри на обе стороны юбки и сохранение соосности отверстий в бобышках с помощью технологического пальца. Растягивание юбки поршня производится в холодном состоянии так, чтобы размер по юбке (в нагруженном состоянии) увеличился на 0,5÷0,7 мм. Затем поршень вместе с приспособлением помещается в печь с температурой 300÷350°C и выдерживается в течение 20÷30 мин. Далее возможны два варианта - увеличить разжим юбки и медленно охладить поршень, либо без дополнительного разжима обеспечить быстрое охлаждение (например, разбрызгивая на поршень воду). После снятия приспособления поршень следует выдерживать в течение двух часов при 180÷200°C в свободном состоянии, чтобы снять остаточные напряжения.

Поршень с растянутой юбкой протачивается в токарном станке так, как указано выше, причем особое внимание следует обратить на обеспечение соосности юбки, перемычек и огневого пояса. Несоосность этих поверхностей более 0,05÷0,07 мм может привести к касанию огненным поясом цилиндра, что будет сопровождаться стуком как на холодном, так и на горячем двигателе.

При протачивании деформированного поршня можно создать на обрабатываемой поверхности специальный гидродинамический профиль. Для этого следует использовать резец, заточенный с углом 170° при вершине. Такой резец при подаче 0,3÷0,4 мм на один оборот поршня дает микроканавки глубиной порядка 0,01 мм, что повышает износостойкость поверхности поршня (см. раздел 2.3.). Следует также отметить, что старые поршни после пробега более 120÷150 тыс. км имеют рабочую поверхность юбки, насыщенную различными твердыми частицами. При дальнейшем использовании таких поршней желательно обработать поверхность юбки, чтобы снять этот дефектный слой. В противном случае значительно ускорится износ чугунных цилиндров, если зазор между ними и поршнями уменьшен до номинального (это может быть сделано не только деформированием юбки, но и установкой "сухих" гильз).

При деформировании и/или обработке юбки ее поперечный профиль практически всегда будет неоптимальным. В результате этого при тепловом расширении поршня в цилиндре поверхность контакта юбки с цилиндром будет меньше, чем у нового поршня. Это значит, что возрастет удельное давление на цилиндр и, следовательно, увеличится износ и поршня, и цилиндра. Об этом всегда следует помнить, выполняя ремонт поршня, при котором изменяется профиль юбки.

При деформации или износе юбки не более чем на 0,05÷0,10 мм возможен также способ ремонта накаткой. Накатка выполняется специальным роликом на токарном станке, причем на юбке может быть нанесена сетчатая или прямая (перпендикулярно оси поршня) накатка. Сетчатая накатка делается стандартными роликами, но обеспечивает меньшее увеличение размера поршня. Прямая накатка выполняется специальным шлифованным роликом, имеющим угол при вершине порядка 60÷70°. Наилучшие результаты дает прямая "копирная" накатка с последующей обточкой юбки в заданный размер по тому же копиру (рис. 9.127). При накатывании внутрь юбки необходимо установить с небольшим натягом (не более 0,02 мм) технологическую втулку (рис. 9.128), препятствующую отжатию концов юбки роликом.

Поршень любого двигателя имеет свой собственный профиль поперечной поверхности (эллипс), зависящий от материала конструкции и размеров поршня, рассчитываемый и/или подбираемый экспериментально при доводке двигателя. Поскольку копир является весьма точным и дорогим устройством, изготовление под поршни каждой модели двигателя своего копира экономически нецелесообразно. Практика показывает, что вполне удовлетворительные результаты дает обработка юбки поршня в профиль классического эллипса с эллипсностью 0,45÷0,50 мм. Радиус такого копира в зависимости от угловой координаты может быть рассчитан по формуле:



Рис. 9.127. Поршень с накаткой юбки

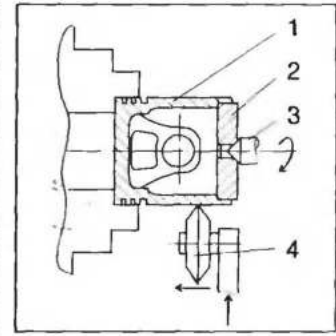


Рис. 9.128. Установка поршня в токарном станке при накатке юбки:
1 — поршень; 2 — втулка; 3 — вращающийся центр; 4 — ролик

$$R(\varphi) = \frac{R_0}{\sqrt{\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi \cdot \left(\frac{2 \cdot R}{2 \cdot R - \delta} \right)^2}}$$

где φ — угол, отсчитываемый от точки с максимальным радиусом R_0 (т.е. от плоскости, перпендикулярной оси пальца). δ — эллипсность поршня.

Копир, таким образом, играет роль кулачка, сообщаящего резцу небольшую поперечную подачу в зависимости от угла поворота. Копир изготавливается из инструментальной стали, имеющей достаточно высокую твердость ($HRC_3 \geq 55$), и должен следовать расчетному профилю с точностью не хуже $\pm 0,010 \div 0,015$ мм, особенно вблизи большой оси, где находится рабочая поверхность юбки.

Копирная накатка выполняется при строгом соответствии углового положения поршня и копира с подачей 0,6÷0,8 мм на один оборот поршня. При этом ролик на юбке образует канавки, выдавливая материал и увеличивая наружный размер поршня. Далее, без снятия поршня со станка, выполняется протачивание в заданный размер, при котором на юбке образуется опорная поверхность, составляющая 40÷60% от общей поверхности юбки. Величина опорной поверхности имеет решающее значение для ресурса поршня - чем она больше, тем выше ресурс. У новых поршней эта величина составляет 80÷100%, поэтому поршень с накатанной юбкой всегда имеет существенно меньший ресурс, чем новый или даже восстановленный деформацией.

При обработке юбки на ее поверхности, помимо эллипса, должна быть создана определенная конусность (см. раздел 2.3.). Станки, имеющие возможность обработки деталей по круговым копирам, как правило, могут работать и по продольным копирам. Продольный копир представляет собой профилированную линейку, на которую опирается рычаг механизма поперечной подачи суппорта станка. Изготовление продольного копира не составляет большого труда, однако нередко по старым деформированным поршням не всегда бывает ясно, каким должен быть их продольный профиль. Так, при увеличении конической части юбки может появиться "качание" поршня в цилиндре, ускоренный износ деталей и "холодный" стук поршня. Если конус мал, то это может грозить подклиниванием поршня в верхней части юбки, задирами, перегревом и деформацией юбки. Чтобы это исключить, требуется увеличение рабочего зазора в цилиндре, что также не является оптимальным с точки зрения ресурса деталей. Таким образом, продольный профиль поршня не менее важен, чем поперечный.

Практика показывает, что конус в верхней части юбки должен иметь плавно "нарастающий" характер (рис. 9.129) и длину порядка 30÷45% от всей длины юбки. У поршней бензиновых двигателей с пазом в канавке маслосъемного кольца уменьшение диаметра юбки в ее верхней части в среднем составляет 0,05÷0,08 мм, причем чем короче юбка, тем меньше

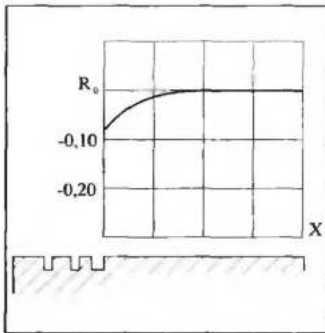


Рис. 9.129. Продольный профиль юбки поршня в сечении, перпендикулярном оси пальца

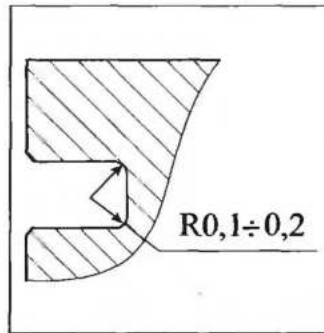


Рис. 9.131. Радиусы закругления в канавках поршня

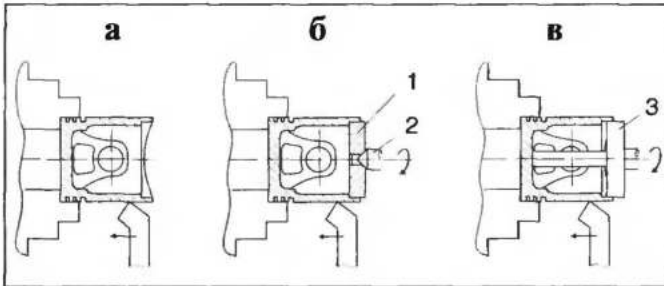


Рис. 9.130. Возможные схемы установки поршня в токарном станке при обработке юбки:

а — консольно в патроне; б — с упором в технологический бурт юбки; в — с упором в днище и центрированием по цилиндрическому поясу юбки; 1 — втулка; 2 — вращающийся центр; 3 — прижим

конус. У поршней без паза конусность юбки необходимо увеличить в 1,5-2 раза (до $0,10 \pm 0,14$ мм), иначе придется существенно увеличивать зазор в цилиндре. Хорошие, проверенные на практике результаты для поршней с пазом дает следующая эмпирическая формула изменения текущего радиуса юбки ΔR в зависимости от координаты x , отсчитываемой от канавки масляеъемного кольца

$$\Delta R = -0,000195 \cdot \left(1 + \frac{t}{t + 10^{-6}}\right) \cdot t^{1,585},$$

где $t = 0,35 \cdot L - x - \Delta$; L - длина юбки поршня;

$$\Delta = \begin{cases} 20 - 0,35 \cdot L & \text{при } 0,35 \cdot L \leq 20, \\ 0 & \text{при } 0,35 \cdot L > 20. \end{cases}$$

Величина смещения копира Δ в сторону днища поршня позволяет изменять размеры конической части. Тем самым можно обойтись одним универсальным продольным копиром практически для всех поршней.

Нижняя часть юбки поршня после обработки не должна быть расширенной более, чем на $0,001 \pm 0,002$ мм. Обычно расширение юбки возникает из-за отжима ее от резца при обработке. Сильно расширенная книзу юбка приводит к ускоренному износу цилиндра и увеличению расхода масла. Для предотвращения расширения юбки необходимо иметь специально заточенный резец и припуск на окончательную обработку не более $0,03 \pm 0,04$ мм, либо устанавливать в поршень снизу при обработке технологическую втулку с натягом $0 \pm 0,02$ мм.

При обработке наружной поверхности поршня большое значение имеет способ его установки в станке. Наиболее простым способом является зажатие поршня в патроне станка за огневой пояс (рис. 9.130), однако это требует точной проверки его положения по минимальному биению, о чем было указано выше. Кроме того, здесь невозможно обработать всю наружную поверхность "за один установ". Варианты установки поршня с упором в технологический бурт внутри юбки не

являются удачными, поскольку даже при легком сжатии поршня он деформируется. Наилучшим способом, видимо, следует признать зажатие с двух сторон днища при центрировании по технологическому поясу (без упора в этом месте), однако этот способ применим только для поршней с плоским днищем, а также если нет деформации юбки (иначе технологический пояс будет нецилиндрическим). Последняя проблема, правда, решается предварительным растачиванием пояса "как чисто" перед обработкой поверхности поршня.

Если старый поршень по каким-либо причинам протачивается в меньший размер юбки (например, при гильзовании блока цилиндров под старые поршни), то должны быть проточены пояса между канавками колец и огневой пояс. В противном случае возможны задиры или даже заклинивание поршня в верхней части, что обычно приводит к завальцовыванию колец в канавках, задирам на цилиндре, а в дальнейшем - к необходимости замены колец, поршня и ремонта цилиндра.

Диаметры поясов поршня могут быть рассчитаны в зависимости от размера юбки D_0 по формулам:

для огневого пояса

$$D_1 = 0,994 \cdot D_0;$$

для пояса между верхним и средним кольцами

$$D_2 = 0,995 \cdot D_0;$$

Пояс между средним и масляеъемными кольцами обычно делается меньше

$$D_3 = 0,99 \cdot D_0.$$

Иногда у дизелей и некоторых бензиновых двигателей этот пояс имеет уменьшение диаметра на той части, которая прилегает к масляеъемному кольцу (это сделано для улучшения смазки верхних колец и юбки поршня). Следует также отметить, что у дизелей эти диаметры могут быть несколько уменьшены (на $0,05 \pm 0,10$ мм) за счет более высокой температуры поршней. Однако сильно уменьшать диаметр огневого пояса у дизелей нельзя, т.к. это приводит к увеличению температуры верхнего кольца.

При износе канавок они могут быть расточены под более высокие кольца. Эта операция выполняется на токарном станке и не представляет больших трудностей. Необходимо только правильно выставить поршень, чтобы исключить перекося канавки относительно оси поршня. Растачивание верхней канавки следует выполнять по нижней торцевой поверхности "как чисто", а затем по верхней поверхности в заданный размер. Если сделать наоборот, то будет ослаблена перемычка между кольцами, которая в дальнейшем может быстро сломаться даже при небольших нарушениях в работе систем питания и зажигания. По этой же причине расширять среднюю канавку всегда опасно независимо от того, какая поверхность обрабатывается больше. В любом случае при растачивании канавок необходимо обеспечить радиус перехода от внутренней цилиндрической к торцевым поверхностям канавки (рис. 9.131), чтобы не снизить усталостную прочность поршня.

При растачивании канавок поршней бензиновых двигателей следует обеспечить зазоры:

для верхнего кольца - $0,045 \pm 0,070$ мм;

для среднего кольца - $0,035 \pm 0,060$ мм;

для масляеъемного кольца - $0,025 \pm 0,050$ мм.

У дизелей зазор в верхней канавке должен быть увеличен примерно на $0,020$ мм, в средней - на $0,010$ мм. При растачивании канавок следует помнить, что слишком малый зазор приводит к закоксуыванию и залеганию колец с последующим прогаром поршня, а слишком большой зазор - к увеличению расхода масла и снижению ресурса деталей вследствие вибраций колец.

В эксплуатации нередки случаи, когда в результате обрыва клапанов, разрушения седел, крышек форкамер или попадания посторонних предметов в цилиндр поршень получает те или иные повреждения днища (рис. 9.132). Если масштаб разрушений велик, то поршень подлежит замене, однако иногда повреждения носят локальный характер. При отсутствии воз-

возможности замены поршня он может быть отремонтирован с помощью аргонно-дуговой сварки. Сварка выполняется при частичном (примерно на 50÷70%) погружении поршня в воду и установке в отверстие бобышек технологического пальца. При размере пробоины в днище не более 15 мм и толщине днища не более 10 мм после сварки поршень имеет деформацию (сжатие) юбки не более 0,05÷0,08 мм. Чтобы исключить эту деформацию, в отверстие технологического пальца необходимо установить болт, который с помощью шайб и гайки стягивает поршень по оси пальца. После сварки поршень должен быть подвергнут выдержке при температуре около 200°С для снятия внутренних напряжений.

Для целого ряда старых или редких двигателей, для которых обычно не удается найти запасных частей, поршни могут быть изготовлены заново. В отличие от поршневых колец, высокое качество которых может быть обеспечено только при серийном выпуске на специализированном производстве, поршни могут быть изготовлены в единичных количествах на обычных машиностроительных производствах со вполне приемлемым качеством.

Практически единственной проблемой, которая может вызвать определенные трудности при изготовлении поршней, является выбор материала и связанного с ним способа получения заготовки поршня.

Материалы для поршней должны содержать не менее 10% кремния, а также легирующие элементы (Cu, Ni, Mg, Ti и др.). Из известных отечественных доэвтектических сплавов здесь следует упомянуть АЛ-25, АЛ-30, АК-10, АК-12. Имеется также ряд отечественных заэвтектических сплавов с содержанием кремния более 13÷14%, среди которых можно отметить АЛ-122, КС-175, АК-18. В отличие от доэвтектических, эти сплавы обладают существенно меньшим температурным расширением и более высокой износостойкостью, однако они более хрупкие и хуже обрабатываются.

Принципиально возможны несколько способов получения заготовок - отливка в земляную форму, отливка в кокиль, штамповка (различные ее виды), а также изготовление поршней из "куска" без промежуточного получения заготовки.

Все способы отливки поршней обычно уступают по качеству (пористость, прочность) "фирменным" поршням и могут рекомендоваться только для двигателей прошлых лет выпуска, не обладающих высоким форсированием. Наиболее прост способ отливки в земляную (одноразовую) форму. Если разрезать старый поршень по большей оси эллипса юбки, то нетрудно изготовить форму внутренней части, дающую при отливке почти точную копию старого поршня. Внешние стенки формы должны обеспечивать толщину стенок отливки порядка 7÷8 мм. Заливка металла выполняется в подогретую форму сверху так, чтобы обеспечить определенное давление металла в форме. После застывания металла форма разрушается.

Литье в кокиль существенно сложнее, поскольку сам кокиль представляет собой довольно сложную конструкцию, которая после разливки и застывания металла должна разбираться для "доставания" отливки. Обычно кокиль требует большого объема работ по доводке его конструкции, иначе не удастся получить качественной отливки. При литье в кокиль требуется малое изменение толщины стенок отливки, специальная система литников, а также подбор режимов нагрева и охлаждения формы. Сложность этого процесса при малом потребном количестве отливок достаточно очевидна, поэтому его применение здесь вряд ли целесообразно. Помимо этого, при литье и в кокиль и в землю в единичном производстве не удастся использовать заэвтектические сплавы. Они дают большую неравномерность выпадения кристаллов кремния по объему, причем размеры кристаллов оказываются, как правило, достаточно большими (до 1 мм). Это существенно снижает качество отливки.

Указанные недостатки литья приводят к тому, что более качественный поршень, как это ни странно, получается непо-



Рис. 9.132. Поршень с поврежденным днищем

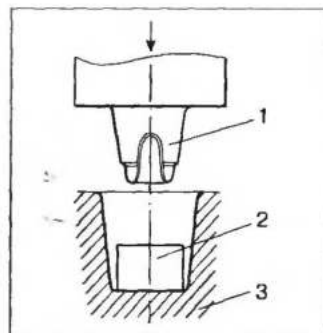


Рис. 9.133. Схема штамповки заготовки поршня: 1 — пуансон; 2 — заготовка круглой формы; 3 — матрица

средственно механической обработкой (разрезкой, фрезерованием, точением) из стандартной отливки - чушки. Такие отливки получают на металлургических заводах. Для повышения качества отливки (стабильный химический состав, низкая пористость), особенно заэвтектических сплавов, нередко используются вакуумные способы плавки металла. На некоторых металлургических производствах из чушек получают прокат - прутки диаметром 80÷150 мм, что, с одной стороны, значительно улучшает механические свойства металла, а с другой - более удобно для последующего изготовления поршней. Несмотря на определенные преимущества, использование отливок или проката для изготовления поршней оказывается экономически невыгодным даже для единичного производства вследствие низкого коэффициента использования дорогостоящих материалов и значительного увеличения трудоемкости и стоимости изготовления поршней.

В последние годы в отечественной практике получили распространение различные способы штамповки заготовок поршней. В настоящее время некоторые фирмы с успехом используют штампованные заготовки для мелкосерийного изготовления поставляемых в запасные части поршней для двигателей отечественных легковых автомобилей (в основном, ВАЗ). Штампованная заготовка (или поковка) обычно существенно отличается по внешнему виду от литой заготовки (см. рис. 2.86). Поковка имеет более простую внутреннюю конфигурацию, в ней отсутствуют какие-либо отверстия, поднутрения, карманы и т.п. элементы. Это связано с самим способом получения заготовки — пуансон, формирующий внутреннюю поверхность заготовки, должен быть образован поверхностями достаточно простой формы, иначе после прессования заготовка с него не снимется (рис. 9.133).

При штамповке обычно не происходит расплавления металла, его структура сохраняется, что позволяет без особых трудностей использовать заэвтектические сплавы. В то же время выбор температуры металла перед штамповкой дает возможность получить его упрочнение в заготовке, причем нередко весьма существенное, достигающее 30÷40% прочности литой заготовки за счет равномерной структуры и отсутствия пор. Помимо этого, штампованная заготовка обладает большой универсальностью, позволяющей изготавливать из нее поршни разной высоты и диаметра. Практика показывает, что при наличии всего 5÷6 различных штампованных заготовок можно изготовить в единичном и мелкосерийном производстве подавляющее большинство типов поршней двигателей иностранных автомобилей с диаметрами от 65 до 103 мм. Недостатками штамповки являются практическая невозможность изготовления заготовок с терморегулирующими пластинами, что обычно требует некоторого увеличения рабочего зазора поршня в цилиндре, а также изменение (упрощение) внутренней конфигурации поршня, приводящее иногда к изменению его массы по сравнению с оригиналом в ту или другую сторону (в среднем на ±20 г). Штампованные поршни для дизелей не могут также иметь чугунную вставку верхнего кольца.

Рассмотрим теперь основные принципы, которые следует положить в основу при конструировании и изготовлении поршней:

1) основными размерами поршня являются диаметр юбки, диаметр пальца, высота от оси пальца до днища, длина, минимальная толщина днища, форма юбки, конфигурация днища, расстояние между бобышками, высота канавок колец и длина пальца. Все остальные размеры поршня являются производными от этих величин и могут быть определены расчетным путем;

2) различные особенности конфигурации внутренней поверхности образца поршня (приливы, ребра и т.д.), а также конфигурация поверхности холодильников являются второстепенными и не должны копироваться. Копирование образца здесь не дает никаких преимуществ ни в прочности, ни в долговечности, а только увеличивает трудоемкость и стоимость поршня;

3) отсутствие терморегулирующих пластин в заготовке требует определенных конструкторских решений для компенсации температурных расширений. Так, для бензиновых двигателей рекомендуется делать пазы в канавке маслосъемного кольца. Такие пазы (раздел 2.3.) несколько ослабляют конструкцию, однако позволяют при правильной геометрии юбки сохранить малый зазор в цилиндре. Чтобы не ослаблять поршень чрезмерно, следует на краях пазов выполнять отверстия, а внутри поршня на отверстиях делать "приливы", сохраняющие достаточную толщину стенок у отверстий. Практика показывает, что эти мероприятия на штампованных поршнях исключают появление трещин и разрушение поршней с пазами на подавляющем большинстве бензиновых двигателей. В то же время у особо форсированных спортивных двигателей и у дизелей такая опасность сохраняется, поэтому у них предпочтительнее увеличение рабочего зазора и поршни без пазов. Кроме того, для двигателей с наддувом и дизелей на штампованные поршни может быть нанесено твердое покрытие канавки верхнего кольца (вместо чугунной вставки литого поршня).

Все указанные мероприятия находят определенное распространение в мировой практике. Так, целый ряд современных бензиновых двигателей японского, американского, европейского производства (NISSAN, TOYOTA, MAZDA, MITSUBISHI, FORD, PEUGEOT) не имеет терморегулирующих пластин в поршнях. Более того, они могут отсутствовать и на некоторых последних дизелях (BMW, TOYOTA и др.), где, кстати, чугунная вставка заменена специальным износостойким покрытием канавки верхнего кольца;

4) поскольку изменение размеров заготовки поршня независимо от способа ее получения - дело достаточно дорогое и хлопотное, не следует для единичного производства поршней рассчитывать, что заготовка точно подойдет к поршню по внутренней поверхности. Более дешевый и универсальный путь - внутренняя обработка (фрезерование) заготовки. Эта работа без существенных трудностей выполняется на универсальных фрезерных станках. Единственным важным требованием к внутренней обработке является необходимость достаточно больших (6-8 мм) радиусов переходов между поверхностями.

Таким образом, ремонтный поршень при сохранении основных размеров образца может существенно отличаться от него в деталях внешней и, особенно, внутренней конфигурации без какого-либо ущерба для надежности и ресурса. Такая практика не нова - например, некоторые американские фирмы поставляют в запасные части поршни, являющиеся далеко не копиями оригиналов. Более того, такой подход позволяет использовать одинаковую конструкцию ремонтных поршней для подавляющего большинства двигателей легковых автомобилей. Тогда при статистической обработке размеров большого числа поршней можно определить соотношения их размеров, которые в дальнейшем использовать на практике, не прибегая к трудоемким обмерам поршней.

Результаты этой работы по более, чем 100 моделям бензиновых и 30 дизельных двигателей представлены на рис. 9.134 и 9.135, а основные соотношения размеров - в табл. 9.4.

Приведенные методики расчета позволяют по заданным основным (присоединительным) размерам определить все остальные, включая толщину стенок и глубину сверления вспомогательных отверстий. Универсальность методик весьма высока - им соответствуют более 95% встречающихся на практике поршней. Исключения составляют «бензиновые» поршни с глубокой камерой сгорания в днище и поршни старых двигателей, для которых может потребоваться уточнение размеров расположения канавок поршневых колец. Наружная конфигурация днища является при этом индивидуальной особенностью каждого поршня и задается отдельно.

Рассмотрим теперь технологию изготовления поршней согласно приведенным методикам. Ее особенностью является использование универсального станочного оборудования на всех операциях. В то же время наличие расчетных методик позволяет проводить обработку поршней и на автоматизированном оборудовании, например, на обрабатывающих центрах с числовым программным управлением.

Основное требование, которым должна удовлетворять любая технологическая цепочка - обеспечение качества. Для каждой операции это означает, с одной стороны, выдерживание заданных размеров, а с другой - обеспечение взаимного расположения обрабатываемых поверхностей относительно базовых поверхностей. Все операции по изготовлению поршня сведены в табл. 9.5. Наиболее важно при выполнении основных операций обеспечить перпендикулярность оси отверстий под палец к оси поршня, концентричность юбки, переменычек между канавками колец и огневого пояса, а также перпендикулярность канавок оси поршня. Нарушение этих требований приводит обычно к различного рода стукам, ускоренному износу деталей ЦПГ, большому расходу масла.

После окончательной обработки наружной поверхности поршня следует покрытие - лужение. Принципиально данная операция может быть исключена, тем более, что поршни многих двигателей не имеют покрытий. Однако не все так просто. Как уже отмечалось в разделе 2.3., поршни без покрытия подвержены задирам нагруженной стороны юбки при недостаточной смазке. Более того, при отсутствии покрытия необходимо более точно выдерживать всю геометрию юбки при окончательной обработке. Это довольно сложно - у резца, формирующего на юбке микроканавки, трудно избежать высокочастотных колебаний и связанного с ними характерного мелкого "дробления" поверхности. В результате поршень без покрытия хуже и дольше прирабатывается, поскольку имеет уменьшенную опорную поверхность. В то же время мягкое покрытие слоем всего 5-8 мкм сглаживает микронеровности и существенно улучшает условия работы поршня, особенно в период приработки.

С покрытием связана и необходимость последующей окончательной обработки (доводки) отверстия под палец. При отсутствии покрытия отверстие под палец может быть расточено в заданный размер с точностью до 2-4 мкм, что вполне достаточно для обеспечения правильной посадки пальца. Однако при нанесении покрытия диаметр отверстия изменится, причем прогнозировать это изменение сложно. С одной стороны, диаметр уменьшается за счет слоя покрытия, однако в отличие от наружной поверхности поршня в отверстии слой получается неравномернее и тоньше. С другой стороны, при подготовке поршня под покрытие применяется химическое травление, при котором размер отверстия может несколько увеличиться (на 2-6 мкм). Очевидно, для того, чтобы точно спрогнозировать изменение диаметра отверстия под палец и учесть это изменение при растачивании отверстия, необходимо строго выдерживать все режимы нанесения покрытия. В единичном производстве это проблематично, поэтому растачивание отверстия с припуском под окончательное хонингование позволяет исключить брак, связанный с нарушением режимов покрытия.

Для высокофорсированных бензиновых двигателей с турбонаддувом, а также для дизелей в последние годы на поверх-

Таблица 9.4. Расчет соотношений размеров поршней при изготовлении

Шаг	Параметры	Расчетные формулы		
		бензиновый поршень	дизельный поршень	
1	Рабочие параметры	$a_1 = H_0 - 0,5 \cdot d_0 - 2 \cdot h_1 - 4,0;$ $a_2 = 0,06 \cdot D_0^{1,3};$	$a_1 = H_0 - 0,5 \cdot d_0 - 8,0;$ $a_2 = 0,076 \cdot D_0^{1,3};$	
		$A_0 = \begin{cases} a_2, & \text{если } a_1 \geq a_2 \\ a_1, & \text{если } a_1 < a_2 \end{cases}$		
	Высота перемычек	$\delta_1 = 0,44 \cdot A_0;$ $\delta_2 = 0,24 \cdot A_0;$ $\delta_3 = 0,20 \cdot A_0$	$\delta_1 = 0,47 \cdot A_0;$ $\delta_2 = 0,24 \cdot A_0;$ $\delta_3 = 0,17 \cdot A_0$	
	Координаты перемычек	$h_3 = \delta_1 + \delta_2 + h_1;$ $A_1 = h_3 + h'_1 + \delta_3$		
2	Глубина канавок	$\Delta_1 = \begin{cases} 8,6, & \text{если } D_0 \leq 80 \\ 9,0, & \text{если } 80 < D_0 \leq 87 \\ 9,4, & \text{если } 87 < D_0 \leq 95 \\ 9,8, & \text{если } D_0 > 95 \end{cases}$		
	Толщина стенки юбки	$\Delta_0 = \begin{cases} 2,25; & D_0 \leq 80 \\ 2,50; & 80 < D_0 \leq 87 \\ 2,75; & 87 < D_0 \leq 95 \\ 3,0; & D_0 > 95 \end{cases}$	$\Delta_0 = \begin{cases} 3,0; & D_0 \leq 80 \\ 3,25; & 80 < D_0 \leq 87 \\ 3,5; & 87 < D_0 \leq 95 \\ 3,75; & D_0 > 95 \end{cases}$	
	Эллипсность поршня	$\delta = \begin{cases} 0,4, & \text{если } D_0 \leq 80 \\ 0,45, & \text{если } 80 < D_0 \leq 87 \\ 0,5, & \text{если } 87 < D_0 \leq 95 \\ 0,55, & \text{если } D_0 > 95 \end{cases}$		
3	Глубина поршня	$l_1 = L_0 - H_1$		
	Глубина юбки	$l_2 = L_0 - A_1 - 4,0 - \Delta_0$	$l_2 = L_0 - A_1 - 4,0 - 1,5 \cdot \Delta_0$	
	Подрез бобышек	$L_1 = \begin{cases} L_0 - H_0 - 0,75 \cdot d_0 \\ h_2, & \text{если } L_1 < h_2 \text{ и } L_0 - H_0 - d_0/2 \geq 4, \\ & \text{иначе уменьшить } h_2 \end{cases}$		
	Минимальный размер фаски на бобышке	$f_{a_{\min}} = L_0 - L_1 - H_0 - 0,5 \cdot d_0$		
	Глубина юбки на бобышке ($l_{2Б} = L_0 - H_2 - H_3 - D_0$)	$l_{2Б} = \begin{cases} L_0 - H_0 - 0,5 \cdot d_0 - 3,0 - \Delta_0 \\ L_1, & \text{если } l_{2Б} > L_1 \end{cases}$		
	Высота центрирующего пояска	$h_0 = \begin{cases} h_2 + 1,5, & \text{если } h_2 \geq 3,5 \\ 5,0, & \text{если } h_2 < 3,5 \\ h_0 = l_{2Б}, & \text{если } h_0 > l_{2Б} \end{cases}$		
	Диаметр подреза бобышек снизу	$B_6 = \begin{cases} B_1 - 4,0 \\ 0, & \text{если } l_{2Б} = L_1 \end{cases}$		
	Высота бобышки	$l_3 = L_0 - L_1 - H_1$		
	Глубина сверления бобышки	$l = L_0 - L_1 - A_1 - 2,0$		
	Длина юбки	$L_2 = L_0 - A_1 - 4,0$		
	Глубина юбки по отверстиям паза	$l_4 = l_2 - 2,0$	—	
	Ширина канавки	$f = \begin{cases} 1,5, & \text{если } d_0 \leq 22 \\ 1,75, & \text{если } d_0 > 22 \end{cases}$	$f = \begin{cases} 1,5, & \text{если } d_0 \leq 22 \\ 1,75; & 22 < d_0 \leq 27 \\ 2,0, & \text{если } d_0 > 27 \end{cases}$	

Шар	Параметры	Расчетные формулы	
		бензиновый поршень	дизельный поршень
	Координата канавки стопорного кольца	$y = \begin{cases} 0,5 \cdot (B_1 - B_2) - f \\ 0, \text{ если } B_1 \leq B_2 + 2 \cdot f \text{ (т.е. } y \leq 0) \\ 1,5, \text{ если } y < 1,5 \text{ и при этом:} \end{cases}$ $B_1 = B_2 + 2 \cdot (y + f) \text{ и далее пересчитывается } B_6, \text{ но если при этом } B_1 > B_{1\max}, \text{ где}$ $B_{1\max} = D_0 - 2 \cdot \frac{d_0}{2 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi - \arcsin(d_0/D_0)}{2}\right)},$ <p style="text-align: center;">необходимо изменить длину пальца B_2</p>	
	Глубина канавки	$e = \begin{cases} 0,75; & d_0 \leq 22 \\ 0,87; & 22 < d_0 \leq 24 \\ 1,0; & d_0 > 24 \\ 0; & y = 0 \end{cases}$	$e = \begin{cases} 0,87; & d_0 \leq 24 \\ 1,0; & d_0 > 24 \\ 0; & y = 0 \end{cases}$
	Диаметр канавки	$d_1 = d_0 + 2 \cdot e$	
	Толщина перемычки от маслосъемного кольца до холодильника	$Z = \begin{cases} 1,5; & D_0 \leq 80 \\ 2,0; & 80 < D_0 \leq 90 \\ 2,5; & D_0 > 90 \\ & \text{или } B_1 < D_5 \end{cases}$	$Z = \begin{cases} 2,0; & D_0 \leq 80 \\ 2,5; & 80 < D_0 \leq 90 \\ 3,0; & D_0 > 90 \\ & \text{или } B_1 < D_5 \end{cases}$
4	Толщина стенки юбки около бобышки	$\Delta_2 = 0,05 \cdot D_0$	$\Delta_2 = 0,075 \cdot D_0$
	Ширина внутренней фрезеровки	$B_3 = B_1 - 2 \cdot \Delta_2$	
	Расстояние между отверстиями паза	$B_4 = 0,55 \cdot D_0$	—
	Координата отверстия бобышки	$B_5 = 0,5 \cdot (D_0 - \delta) - 0,25 \cdot (B_2 + B_0)$	
	Ширина бобышки	$B_6 = 1,5 \cdot d_0$	
	Расстояние между отверстиями бобышек	$b_1 = D_0 - \delta - 2 \cdot B_5$	
5	Координата холодильника	$H_2 = A_1 + Z + 4,0$	
	Высота холодильника	$H_3 = H_0 + 0,5 \cdot d_0 - A_1 - Z - 1,0$	
	Координата отверстия из канавки в бобышку	$H_4 = A_1 + 2,0$	
	Координата отверстия паза	$H_5 = A_1 + 3,0$	
	Координата верхней линии паза	$H_6 = A_1 + 2,5$	—
6	Диаметр огневого пояса	$D_1 = 0,994 \cdot D_0$	$D_1 = 0,991 \cdot D_0$
	Диаметр канавки	$D_2 = D_0 - \Delta_1$	
	Диаметр верхней перемычки	$D_3 = 0,995 \cdot D_0$	$D_3 = 0,993 \cdot D_0$
	Диаметр нижней перемычки	$D_4 = 0,990 \cdot D_0$	$D_4 = 0,989 \cdot D_0$
	Диаметр маслосъемной канавки	$D_5 = D_0 - \Delta_1 - 1,0$	
	Диаметр центрирующего пояса	$D_6 = D_0 - 2 \cdot \Delta_0$	
	Внутренний диаметр юбки	$D_7 = 0,92 \cdot D_0$ $D_8 = 0,81 \cdot D_0$	$D_7 = 0,89 \cdot D_0$
	Внутренний диаметр днища	$D_9 = 0,70 \cdot D_0$	$D_9 = 0,68 \cdot D_0$
	Диаметр уступа нижней перемычки	—	$D_{10} = D_4 - 1$
	Высота уступа нижней перемычки	—	$h_{\text{уст}} = 0,6 \cdot \delta_3$
	Расстояние между утолщениями юбки около отверстий паза	$B_7 = \sqrt{D_8^2 - B_4^2} - 6$	—

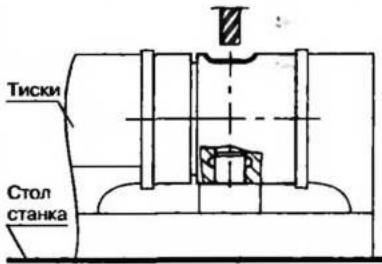
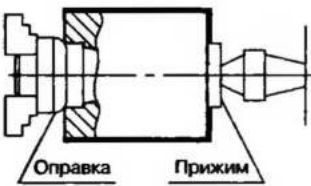
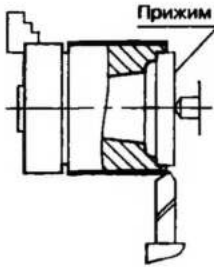
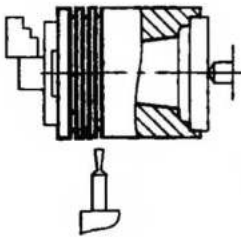
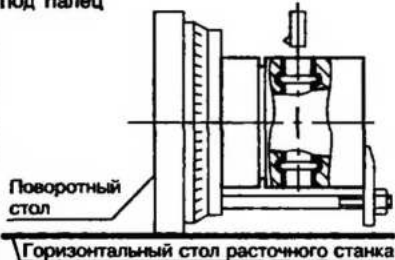
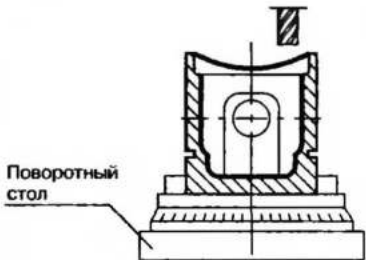

Шаг	Параметры	Расчетные формулы	
		бензиновый поршень	дизельный поршень
7	Продольный профиль юбки		
	Прямой конус	$t = 0,45 \cdot L_2 - x$ $\Delta R_1 = -0,000195 \cdot \left(1 + \frac{t}{ t + 10^{-6}}\right) \cdot t ^{1,585}$	
	Обратный конус	$S = 0,80 \cdot L_2 - x$ $\Delta R_2 = -0,000195 \cdot \left(1 - \frac{S}{ S + 10^{-6}}\right) \cdot S ^{1,585}$	
	Уменьшение радиуса от $D_0/2$	$\Delta R = \Delta R_1 + \Delta R_2$	
	Текущий радиус юбки	$R(x) = 0,5 \cdot D_0 + \Delta R$	
	Смещение продольного копира в сторону днища поршня (только для копирной обработки)	$x = \begin{cases} 25 - 0,45 \cdot L_2, & \text{если } 0,45 \cdot L_2 \leq 25 \\ 0, & \text{если } 0,45 \cdot L_2 > 25 \\ 9, & \text{если } x > 9 \end{cases}$	
8	Поперечный профиль юбки ($\varphi = 0$ в плоскости, перпендикулярной оси пальца)	$R(\varphi, x) = \frac{R(x)}{\sqrt{\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi \cdot [2 \cdot R(x) / (2 \cdot R(x) - \delta)]^2}}$	

ности днища и верхней канавки стали наносить тонкое износостойкое покрытие - твердое анодирование. Это покрытие получается гальванически, преобразованием алюминия на поверхности в окись Al_2O_3 . Толщина такого покрытия не должна превышать 6-8 мкм, в противном случае в канавке ухудшится отвод тепла от кольца. Твердое анодирование выполняется до лужения, олово затем не ложится на анодированную поверхность, т.к. окись алюминия является изолятором. При анодировании поршень закрывается чехлом, защищенными остаются только днище, верхняя канавка и часть перемычки между верхней и средней канавками. Твердое анодирование препятствует эрозии днища поршня и износу верхней канавки, а у дизелей является также альтернативой чугунной вставке канавки верхнего кольца.

Поршни, изготовленные по описанным выше методике и технологии из штампованных заготовок, уступают оригинальным образцам по долговечности, но обычно превосходят их по прочности. Несколько меньший ресурс изготовленных пор-

шней обусловлен неточностью выполнения профиля юбки. Профиль юбки (эллипс и конус) конкретного поршня зависит от материала, конструкции, условий работы и должен определяться по результатам длительных испытаний того двигателя, для которого этот поршень предназначен. Очевидно, в условиях единичного производства удовлетворить этим требованиям не представляется возможным. Вследствие этого износ поверхности юбки и цилиндра (в зонах контакта с юбкой) идет в среднем на 20-30% быстрее, чем у поршней, изготовленных ведущими зарубежными фирмами. Некоторого снижения износа в данном случае можно добиться, если увеличить зазор в цилиндре на 0,02-0,03 мм от рекомендованного в разделе 9.5.1. При кажущейся на первый взгляд некоторой экзотичности и неактуальности работа по изготовлению поршней позволяет вернуть к жизни старинные и редкие двигатели - часто ни для тех, ни для других не удастся приобрести поршни не только ремонтного, но и стандартного размера.

Таблица 9.5. Основные технологические операции при изготовлении поршня

№	Операция	Оборудование	№	Операция	Оборудование		
1	Отжиг заготовки $190^{+10^{\circ}}\text{C}$ в теч. 6 ч	Печь, термощаф	7	Фрезерование холодильников	Вертикально-фрезерный станок		
2	Предварительное обтачивание наружного контура	Токарный станок					
		8			Термообработка $190^{+10^{\circ}}\text{C}$ 2 ч	Печь, термощаф	
		3	Растачивание базового пояска и предварительное протачивание канавки масляеъемного кольца	Токарный станок	9	Чистовое протачивание юбки	Затыловочный станок
		10	Чистовое протачивание канавок под кольца	Токарный станок			
		4	Предварительное обтачивание наружной поверхности	Токарный станок			
		5	Сверление и растачивание отверстия под палец	Вертикально-расточной станок			
		6	Фрезерование внутреннего контура и юбки	Вертикально-фрезерный станок			
12	Гальваническое покрытие - лужение, толщина покрытия $0,005+0,008$ мм	Ванна	11	Фрезерование наружной поверхности дна			Вертикально-фрезерный станок
					13	Хонингование отверстия под палец	Горизонтально-хонинговальный станок

9.6. Ремонт головки блока цилиндров и механизма газораспределения

При проведении сложного ремонта двигателя, особенно имеющего большой пробег, требуют ремонта не только детали КШМ и ЦПГ, но и газораспределительного механизма. Это иногда забывают работники ремонтных предприятий, однако двигатель может "напомнить" о неустраненных неисправностях различными посторонними шумами и стуками, большим расходом масла и даже характерным синим дымом выхлопа при совершенно идеально восстановленных КШМ и ЦПГ. Эти неисправности часто приводят к ускоренному износу коленчатого вала, цилиндров, поршневых колец и, как следствие, к выходу двигателя из строя. Например, неисправность хотя бы одного гидротолкателя ведет к ускоренному износу кулачка распределительного вала. Частицы износа, попадая в масло, быстро засоряют масляный фильтр, после чего эти частицы уже беспрепятственно поступают к коленчатому валу и в цилиндры, вызывая серьезные повреждения всех трущихся пар. Таким образом, при ремонте двигателя газораспределительный механизм требует ничуть не меньшего внимания, чем другие детали и агрегаты. Более того, при устранении ряда неисправностей распределительного механизма часто следует проверять состояние других деталей - вкладышей коленчатого вала, шатунов, поршневой группы, которые также могли получить повреждения.

9.6.1. Ремонт головки блока цилиндров

Головка блока цилиндров является ответственной и сильно нагруженной деталью двигателя - на ней устанавливаются детали газораспределительного механизма, близко друг к другу располагаются камеры сгорания, каналы выпуска воздуха и выпуска отработавших газов, полости системы охлаждения, каналы подвода и отвода масла. От работы этой части двигателя во многом зависит его надежность и ресурс и наоборот, неисправности других деталей и систем двигателя часто становятся причиной появления неисправностей самой головки блока цилиндров.

Наиболее часто встречающимися в эксплуатации неисправностями головок являются деформации вследствие перегрева двигателя, выгорание участков поверхности у камер сгорания (калильное зажигание или детонация из-за нарушения работы систем управления), износ постелей (опор) распределительного вала или даже их перегрев и разрушение из-за недостаточной смазки, износ направляющих втулок клапанов, ослабление посадки или разрушение седел клапанов и крышек форкамер (у дизелей) из-за перегрева, трещины, связанные с разрушением различных деталей, перегревом, "размораживанием" двигателя или неквалифицированным ремонтом. Большинство повреждений и дефектов головок может быть устранено с достаточно высокой надежностью, однако некоторые требуют специального оборудования, при отсутствии которого ремонт не удастся выполнить с необходимым качеством. Рассмотрим более подробно основные неисправности головок и способы их устранения.

9.6.1.1. РЕМОНТ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

При перегреве двигателя, а также при перетяжке головки или с течением времени ее нижняя плоскость искривляется. В большинстве случаев деформация имеет местный характер (рис. 9.136), при котором наружные края плоскости "возвышаются" над серединой (обычно не более 0,1 мм). Допустимой деформацией головок можно считать величину 0,05-0,06 мм, не только в случае, если эта деформация не имеет явно выраженного локального характера (например, вблизи только одной из камер сгорания).

Обработка плоскости может выполняться на различных станках. При шлифовании на плоскошлифовальном станке

обеспечивается практически идеальная плоскость, однако поверхность обычно получается слишком "гладкой", в то время как для лучшего уплотнения с прокладкой головки необходима определенная шероховатость ($R_a = 1\div 2$ мкм). При шлифовании это можно решить, используя более крупнозернистые шлифовальные круги.

Фирмы, выпускающие оборудование для ремонта двигателей, рекомендуют фрезеровать головку торцевыми фрезами. Фрезерование выполняется на вертикально-фрезерных станках фрезами большого диаметра 200-250 мм для того, чтобы обработать всю плоскость за один проход. При этом на поверхности головки образуются мелкие круговые риски. Возможно также фрезерование фрезами меньшего диаметра, но это увеличивает время обработки и несколько ухудшает качество поверхности.

Алюминиевые головки вихрекамерных дизелей предпочтительно шлифовать или фрезеровать твердосплавным инструментом, т.к. крышки форкамер, выходящие на плоскость, обычно выполнены из труднообрабатываемых жаростойких материалов.

Перед обработкой головка выверяется на станке по четырем точкам в углах плоскости, где должна быть обеспечена минимальная разница в съеме металла. Далее плоскость обрабатывается "как чисто" с минимально возможным съемом металла.

При небольшой деформации плоскость может быть притерта на притирочной плите с помощью абразивной пасты (28-40 мкм). Возможны два варианта - большая стационарная плита, имеющая размеры больше длины головки и притирка движением головки, либо небольшая плита (но не менее $1/3\div 1/2$ длины головки) и притирка движением плиты по головке. Недостатками притирки является низкая производительность (за 1 ч притирки обычно удается снять не более 0,05-0,07 мм), трудность последующего удаления абразивной пасты, попадающей во все внутренние отверстия, а также постепенный плохо контролируемый увод формы поверхности от плоскости, если съем превышает указанные выше цифры.

Иногда на границе окантовки прокладки головки цилиндров на плоскости головки возникают достаточно глубокие раковины вследствие выгорания металла. Эти дефекты требуют более глубокого фрезерования - иногда до 0,7-0,8 мм. При этом необходимо помнить, что у двигателей с верхним расположением распределительного вала произойдет ослабление приводного ремня или цепи, и может не хватить регулировки натяжных устройств. Кроме того, большой съем металла с плоскости и связанное с ним "опускание" распределительного вала изменяют фазы газораспределения на более поздние. Уменьшается также объем камеры сгорания и увеличивается степень сжатия. Следует отметить, что описываемые местные дефекты на плоскости могут быть отремонтированы с помощью сварки (см. раздел 9.6.1.5.), однако не всегда и не везде это можно сделать с необходимым качеством.

В некоторых случаях после сильного перегрева двигателя наблюдается большая продольная деформация всей головки.

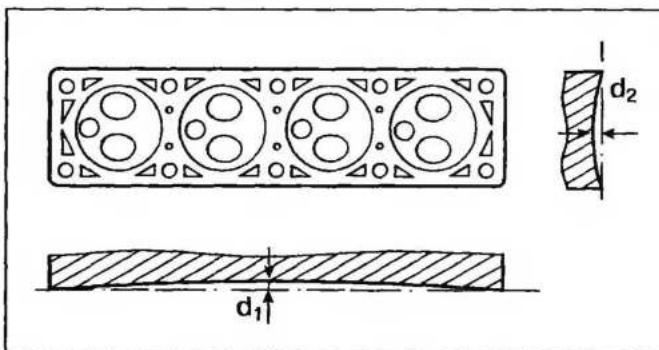


Рис. 9.136. Схема деформации плоскости головки блока цилиндров: d_1 — деформация в продольном направлении; d_2 — деформация в поперечном направлении

Обычно это характерно для длинных и низких головок (например, рядных шестицилиндровых двигателей), у которых распределительный вал вращается в отдельных опорах, закрепляемых на головке сверху (см. раздел 2.4.). В этом случае помимо обработки нижней плоскости следует проверять и обрабатывать площадки для опор сверху головки, в противном случае произойдет искривление оси отверстий опора, что вызовет повышенный износ поверхностей отверстий и опорных шеек распределительного вала и даже его заклинивание. Если сильно деформированная головка имеет другие типы опор (разъемные или неразъемные), то в случае сильной деформации головки они также должны быть проверены и при необходимости обработаны (см. ниже) так, чтобы устранить их несоосность.

Иногда вместе с нижней плоскостью могут деформироваться боковые плоскости головки, к которым стыкуются выпускной и/или выпускной коллекторы. Хорошие плоскости стыка особенно важны для "жестких" впускных коллекторов, например, V-образных двигателей. Обработка плоскостей стыка с коллекторами не отличается от описанной выше.

Особую сложность на практике обычно вызывает ремонт отверстий опор распределительного вала, если они имеют износ, задиры или искривление оси вследствие деформации головки. Технология их ремонта зависит от конструкции головки. У чугунных головок обычно применяются втулки распределительного вала. Для большинства двигателей такие втулки поставляются в запасные части фирмами-изготовителями подшипников скольжения. Однако в практике ремонта двигателей встречаются ситуации, когда такие втулки найти (или подобрать близкие) не удается. В таком случае новые втулки могут быть изготовлены, но технология их изготовления отличается достаточно большой сложностью и требует специального оборудования и оснастки.

Из отечественных материалов для втулок распределительных валов подходит необработанная сталеалюминиевая лента, применяемая для изготовления вкладышей подшипников. Не рекомендуется изготавливать втулки из бронзы, т.к. такие втулки даже при небольшом перегреве из-за недостаточной смазки подклинивают на валу, теряют натяг в постели и проворачиваются. Бронзовые втулки допускаются устанавливать только в подшипники, имеющие ограниченную скорость вращения, такие, как верхняя головка шатуна, коромысла и т.п. детали.

Изготовление втулок из ленты начинается с расчета длины заготовки

$$L = 3,1415 \cdot D_{cp} + 0,7,$$

где $D_{cp} = D_n - d$; D_n - диаметр постели; d - толщина втулки в окончательном виде.

Из ленты вырезается и фрезеруется заготовка, концы которой обрабатываются в расчетную длину с точностью $\pm 0,02$ мм. После снятия заусенцев заготовка изгибается по ролику в гибочном приспособлении (см. раздел 9.5.) аналогично заготовкам вкладышей коленчатого вала. Свернутая в кольцо заготовка не имеет правильной геометрической формы, поэтому она калибруется в круглом калибре, диаметр которого на $0,03 \div 0,05$ мм больше диаметра постели. Калибр с запрес-

сованной втулкой устанавливается в патрон токарного станка и выверяется по биению базовых поверхностей калибра (наружная поверхность и торец) с точностью $0,01$ мм, после чего втулка растачивается с минимальной подачей в диаметр

$$D_p = D_0 + (0,03 \div 0,05),$$

где D_0 - внутренний диаметр втулки после запрессовки в постель.

При обработке втулки необходимо обеспечить слой антифрикционного сплава в пределах $0,2 \div 0,5$ мм. Поскольку штатные втулки имеют, как правило, малую толщину (в пределах $1,5 \div 1,8$ мм), для заготовки должна быть выбрана самая тонкая лента толщиной порядка $1,8 \div 2,0$ мм. После обработки такой ленты нельзя получить втулку толщиной менее $1,65 \div 1,70$ мм, поэтому диаметры опорных шеек скорее всего придется шлифовать под внутренний диаметр втулки (зазор $0,04 \div 0,06$ мм).

Расточенная внутри втулка выпрессовывается из калибра и после сверления необходимых смазочных отверстий запрессовывается в головку. Для запрессовки и выпрессовки втулки необходимо пользоваться простейшими приспособлениями, различные варианты которых показаны на рис. 5.61.

Практика ремонта показала, что для втулок, помимо сталеалюминиевой ленты, может быть использована лента типа "металлофторопласт", выпускаемая отечественной промышленностью. Эта лента имеет стальную основу, на которую с двух сторон нанесен слой меди по $0,35 \div 0,40$ мм, а на одной стороне ленты имеется антифрикционное покрытие толщиной $0,02 \div 0,03$ мм - композиция, содержащая бронзовый сферический порошок, фторопласт и дисульфид молибдена MoS_2 . Для втулок лучше всего подходит лента толщиной $1,55 \div 1,58$ мм, а технология изготовления деталей из нее несколько отличается от описанной выше, т.к. не допускается внутренняя обработка. После наружной калибровки согнутой заготовки делается внутренняя калибровка с помощью полированного стержня или шарика с тем же диаметром D_p (см. выше). Это необходимо, чтобы обеспечить выравнивание втулки по отверстию, особенно у ее стыка. Готовая втулка перепрессовывается в отверстие головки и имеет после этого овальность не более $0,02$ мм, что является вполне допустимой величиной. Втулки из металлофторопласта обладают очень высокой износостойкостью, однако "не любят" механических повреждений рабочей поверхности, а также масел с абразивными частицами, из-за чего иногда происходит сильный износ и местное отслоение антифрикционного покрытия.

При отсутствии необходимой заготовки для втулки она может быть сделана из двух половинок аналогично вкладышам коленчатого вала. Для установки (запрессовки) половинок втулки в неразъемную опору следует использовать специальное приспособление (рис. 9.137), обеспечивающее предварительную сборку половинок так, чтобы они вместе составили правильную окружность. Поскольку две половинки втулки могут быть сделаны очень точно по длине с помощью прецизионных оправок (см. раздел 9.4.), то несложно обеспечить необходимый натяг ($0,04 \div 0,06$ мм по диаметру) и геометрию подшипника. В результате данная конструкция ремонтной втулки оказывается весьма надежной.

Значительно более сложен ремонт отверстий опор распределительного вала в алюминиевых головках цилиндров, особенно, когда опоры являются неразъемными (см. раздел 2.4.). Ремонт неразъемных опор, как правило, связан с увеличением их диаметра и, следовательно, с восстановлением шеек распределительного вала в больший размер. Только для очень небольшого количества двигателей существуют распределительные валы с увеличенным размером опорных шеек, но на их приобретение особенно рассчитывать не стоит. Установка втулок в расточенные опоры для того, чтобы в окончательном виде получить прежние диаметры отверстий, является нерациональным способом ремонта, т.к., с одной стороны, требует большого объема работ, а с другой - ослабляет конструкцию опор. Кроме того, требуется большой натяг втулок, ес-

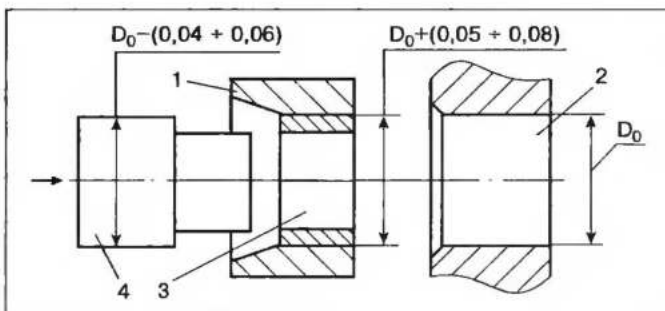


Рис. 9.137. Схема запрессовки втулки, выполненной из двух половинок: 1 — оправка; 2 — опора; 3 — втулка; 4 — толкатель

ли они имеют стальную основу, или большая их толщина, если сделать их силуминовыми. В последнем случае, например, при толщине втулок 1,5 мм трудно обеспечить достаточный для надежной работы натяг. Данный пример иллюстрирует уже упомянутый выше (раздел 5.) факт, что изменение конструкции двигателя при ремонте обычно ведет к снижению его надежности.

Опоры распределительного вала одинакового диаметра могут быть расточены аналогично постелям блока цилиндров (см. раздел 9.5.). Однако наиболее высокое качество ремонта обеспечивает хонингование (рис. 9.138). Этот способ ремонта распространен на зарубежных ремонтных производствах, но для отечественных ремонтных мастерских он пока мало доступен.

Труднее ремонтировать опоры, если они разного диаметра. Растачивание таких головок можно выполнить с помощью борштанги с количеством резцов, равным числу опор. Основная трудность здесь - изготовление самой борштанги и ее подшипников, а также настройка каждого резца на свой размер. Растачивание таких головок может быть выполнено с одним резцом, однако это не менее трудоемкий процесс.

Нередко в головках из-за недостаточной смазки повреждается только крайний подшипник. Тогда может быть расточена только одна поврежденная опора. Для этого не требуется расточной станок с большим вылетом (ходом) резца. Основная задача - точно выверить положение головки на станке. Здесь лучше всего использовать специальный шлифованный стержень - скалку, устанавливаемую на неповрежденные опоры с очень малым зазором - $0 \pm 0,01$ мм. Установка головки в станке должна обеспечить с помощью скалки соосность растачиваемого отверстия относительно остальных не хуже 0,015 мм. Растачивание крайней опоры можно также выполнить при вращении борштанги в неповрежденных опорах (см. ниже).

После длительной эксплуатации отверстия обычно имеют увеличенную овальность, достигающую $0,03 \pm 0,05$ мм в сторону действия нагрузки на вал, однако задиров или явных следов износа на них может не быть. При отсутствии специального оборудования для ремонта, (как крайняя мера), можно увеличить размер шеек вала наваркой с последующей шлифовкой. При этом следует соблюдать осторожность - минимальный зазор нигде не должен быть меньше 0,03 мм во избежание заклинивания вала при запуске в условиях низких температур. Тогда максимальный зазор в подшипниках вала практически станет не больше номинального и в течение довольно долгого времени не будет увеличиваться. Недостатком данного способа является заметно меньший ресурс поверхностей опорных шеек по сравнению с новыми деталями даже при их более высокой твердости и износостойкости. Это связано с большим количеством твердых частиц, внедряющихся за длительное время работы в мягкую поверхность опор и в дальнейшем более интенсивно изнашивающих вал.

Ремонт разъемных опор (с крышками), как правило, менее сложен, чем неразъемных, и допускает значительно больше различных способов и вариантов. Изношенные разъемные опоры следует восстанавливать в прежний размер, что достигается предварительной обработкой (фрезерованием) плоскости разъема на крышках и, если это необходимо, на головке цилиндров. При этом отверстия становятся овальными, и даже небольшого съема металла с плоскости разъема бывает достаточно для получения необходимого припуска на окончательную обработку (расточивание или хонингование). Выполняя занижение плоскостей разъема, следует помнить, что после обработки отверстий положение распределительного вала относительно клапанов несколько изменяется. Это может иметь негативные последствия для работы гидротолкателей, у которых плунжер обычно имеет ограниченный ход. Если хода гидротолкателей не хватает, необходимо в зависимости от конструкции механизма либо укоротить клапаны обработкой их торцов, либо "удлинить" их углублением фасок на седлах.

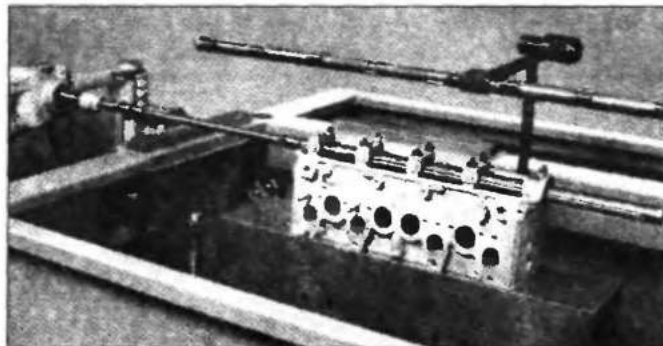


Рис. 9.138. Хонингование опор подшипников распределительного вала в головке блока цилиндров на горизонтально-хонинговальном станке

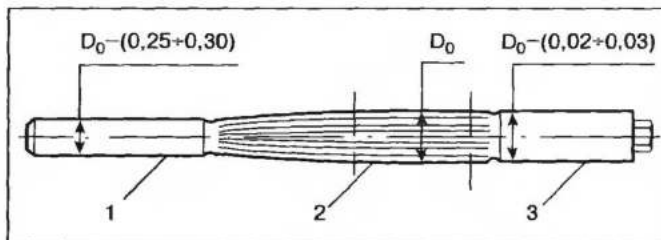


Рис. 9.139. Специальная развертка для ремонта отверстий подшипников распределительного вала:

1 — передняя направляющая (заходная) часть; 2 — режущая часть (с прямым и обратным конусами); 3 — задняя направляющая часть

Отремонтировать поверхности отверстий в алюминиевых головках можно также с помощью специально изготовленной развертки (рис. 9.139). Режущая часть развертки должна иметь "ступени" с разным диаметром (либо длинную коническую часть), которые позволили бы постепенно увеличивать диаметр отверстий, обеспечивая центрирование развертки сразу по нескольким отверстиям. Чтобы уменьшить длину режущей части, хвостовики развертки можно выполнить диаметром заходной части на $0,25 \pm 0,30$ мм, а задней - на $0,02 \pm 0,03$ меньше максимального диаметра режущей части. Тогда до и после обработки отверстия развертка будет опираться на него хвостовиками, что позволит достаточно точно обеспечить соосность всех опор. Желательно, чтобы общая длина развертки была достаточной для одновременного центрирования по не менее чем четырем отверстиям. С помощью развертки можно также обрабатывать сталеалюминиевые втулки распределительного вала в чугунных головках (вместо окончательного растачивания). Недостатком этого способа ремонта опор является сложность изготовления развертки и практически невозможность обработки отверстий с большими задирками, при которых в алюминиевую поверхность вплавляются и частицы железа от шеек распределительного вала.

В эксплуатации нередки случаи, когда из-за нарушения смазки в отверстиях алюминиевой головки задиры и очень большой износ (до $0,5 \pm 1,0$ мм) возникают только на одной-двух опорах, в то время как остальные опоры остаются практически неизношенными. В таких случаях могут быть обработаны только изношенные опоры (разумеется, если они разъемные).

Для ремонта необходимо изготовить стальную борштангу (рис. 9.140), у которой шлифованные опорные поверхности имели бы зазор $0,02 \pm 0,03$ м в отверстиях неизношенных опор. Борштанга, таким образом, должна вращаться по крайней мере в двух опорах, если обрабатываемое отверстие расположено между ними, и в трех - если оно с краю. Опорные поверхности борштанги должны иметь длину порядка 70 ± 100 мм для обеспечения ее хода вдоль оси.

В поперечном отверстии борштанги диаметром 8 мм устанавливается резец с зльборовой вставкой и фиксируется сбоку винтом М6. Для точной настройки резца в его торец упира-

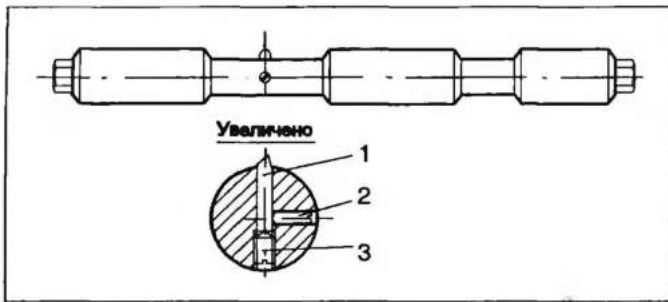


Рис. 9.140. Борштанга (скалка) для ручной расточки поврежденной опоры:
1 — резец; 2 — столорный винт; 3 — микрометрический винт

ется винт М8х1 или с более мелким шагом (чем мельче шаг, тем точнее может быть расточено отверстие). Применение эльбора необходимо в связи с очень высокой твердостью частиц, внедренных в задранныую и изношенную поверхность.

Для расточки удобно сделать регулируемый винтовой упор борштанги (рис. 9.141), а её привод - от дрели. Перед установкой борштанги отверстия опор смазываются трансмиссионным маслом, а растачиваемая поверхность - керосином или жидким маслом. Затем все крышки затягиваются рабочим моментом.

При небольшом (до $0,3 \pm 0,4$ мм) износе отверстия оно может быть обработано "как чисто" под последующее восстановление данной шейки распределительного вала в больший размер. Для получения хорошего качества поверхности необходимо при окончательном растачивании обильно смазывать отверстие и иметь припуск не более 0,05 мм, обеспечивая упорным винтом очень медленную осевую подачу при частоте вращения борштанги 300 ± 500 мин⁻¹.

Если износ отверстия больше указанного выше, то следует значительно увеличить (на $1,7 \pm 2,0$ мм) диаметр отверстия для последующей установки вкладышей из силумина. Для изготовления вкладышей необходим алюминиевый сплав, содержащий не менее 6% кремния - здесь могут подойти и поршневые сплавы. Из соответствующей заготовки вытачивается кольцо, имеющее на $1,5 \pm 2,0$ мм больший наружный диаметр, чем диаметр расточенного отверстия, чтобы остался припуск на разрезку. Толщина стенки кольца может быть рассчитана по формуле

$$\delta = \frac{D_p - D_B + (0,04 + 0,06)}{2} + \Delta,$$

где D_p — диаметр отверстия в опоре; D_B — номинальный (или ремонтный) диаметр шейки вала; $\Delta = 0 \pm 0,2$ мм — припуск на окончательную обработку.

После разрезки втулки на две половины необходимо приблизительно обработать их торцы по плоскости стыка головки и крышки (рис. 9.142) так, чтобы торцы практически не выступали за плоскость. Далее поверхности отверстия и втулки обезжириваются ацетоном и склеиваются. Для склеивания можно использовать различные клеи и клеевые композиции типа "холодной сварки", имеющие жидкую консистенцию. Полимеризация клея должна происходить под нагрузкой, для этого следует затянуть крышку, вставив в отверстие, образованное вкладышами, оправку диаметром

$$D_0 = D_p - 2\delta,$$

обеспечивающую натяг $0 \pm 0,02$ мм. Это необходимо для полного прилегания вкладышей к отверстию опоры.

Теоретически возможно получить после склеивания внутренний диаметр отверстия такой же, как у неизношенных опор, однако это требует очень высокой точности (0,01 мм) изготовления втулки. Если это не удалось, можно расточить отверстие в окончательный размер с помощью борштанги, либо шлифовать данную шейку вала в уменьшенный (ремонтный) размер. Нередко последний вариант оказывается

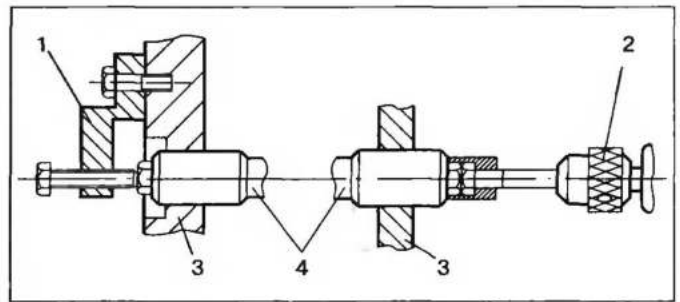


Рис. 9.141. Регулируемый винтовой упор борштанги:
1 — кронштейн; 2 — электродрель; 3 — крайние опоры распределительного вала головки цилиндров; 4 — борштанга

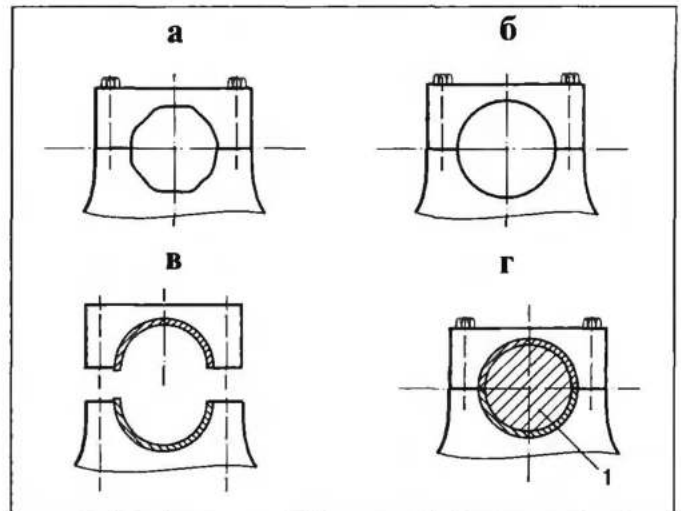


Рис. 9.142. Ремонт поврежденной опоры с помощью втулки, состоящей из двух алюминиевых вкладышей:
а — поврежденная опора; б — растачивание отверстия; в — подгонка вкладышей; г — склеивание и калибровка отверстия (1 — скалка)

лучше, т.к. он не требует восстановления шейки. Кстати, шлифование отдельных шеек распределительного вала требует аккуратности. Обязательно надо проверить и исправить центровые фаски, чтобы не получить биения шлифованной шейки относительно других более 0,02 мм.

При небольшом износе отверстия (до 0,1 мм), особенно, когда на поверхности образуются глубокие риски, а по "гребешкам" диаметр отверстия приблизительно сохраняется, можно восстановить поверхность специальными клеевыми композициями, имеющими антифрикционные свойства. Такие композиции выпускает, например, фирма BELZONA (США). По технологии фирмы поверхность перед нанесением композиции пескоструится, чем достигается максимальная адгезия. При склеивании используется специальная шлифованная оправка-скалка с диаметром, равным внутреннему диаметру отверстий опор с точностью до 0,01 мм, и длиной, обеспечивающей установку не менее, чем в три соседних отверстия (рис. 9.143). На часть скалки, входящую в ремонтируемое отверстие, наносится тонким слоем специальная разделительная жидкость, предохраняющая от сцепления композиции со скалкой, которая затем сушится в течение часа. Клеевая композиция наносится на поверхность ремонтируемого отверстия, устанавливается скалка, и затягиваются соответствующие крышки опор. Если все сделано аккуратно, после полимеризации клея скалка легко снимается, а внутренняя поверхность опоры оказывается гладкой и имеет после затягивания крышки достаточно хорошую геометрию (овальность не более 0,02 мм).

Длительная работа двигателя с недостаточным давлением масла приводит к сильному разогреву отдельных подшипников распределительного вала, сопровождаемому потерей прочности крышек. В результате на крышке образуется трещина, после чего она ломается (рис. 9.144). Поломка крышек

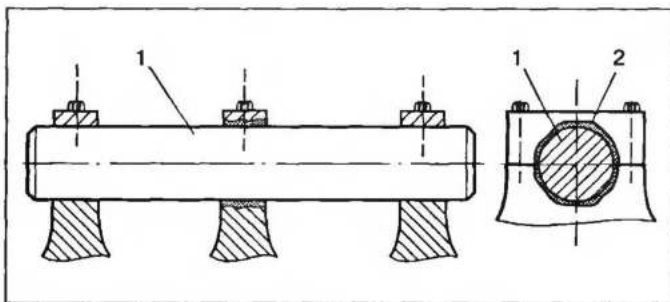


Рис. 9.143. Ремонт опоры с помощью специальной клеевой композиции:

1 — скалка; 2 — клеевая композиция, заполняющая дефекты поверхности опоры

возможна при обрыве ремня газораспределительного механизма, а также из-за некалфицированной сборки при затяжке болтов или гаек, если крышка установлена наоборот. Поскольку крышки опор обрабатываются совместно с головкой, они невзаимозаменяемы и, как правило, отдельно в запасные части не поставляются. Это создает серьезные трудности при ремонте таких головок.

Если опора со сломанной крышкой не изношена или изношена несильно (например, риски на поверхности), то возможно несколько вариантов ремонта. Наилучшим является использование аналогичной старой крышки с другой такой же поврежденной головки, занижение плоскости разъема всех крышек и затем хонингование или растачивание всех отверстий в прежний стандартный размер. Однако трудно рассчитывать на то, чтобы найти аналогичную крышку, особенно для не очень распространенных моделей. Кроме того, указанные выше способы обработки (хонингование, растачивание) также далеко не всегда доступны. Выходом из положения будет изготовление новой крышки аналогично тому, как это описано в разделе 9.5.2. для блока цилиндров. Это не является проблемой для обычных машиностроительных производств, требуется только правильный выбор материала (силумин с содержанием кремния не менее 6%). При изготовлении новой крышки необходимо обеспечить точную обработку отверстия опоры в номинальный размер с точностью 0,02 мм, высоту части отверстия, расположенного в крышке, несколько больше (на 0,05÷0,10 мм) половины его диаметра и увеличенный на 0,5÷0,8 мм диаметр отверстий под болты или шпильки. Установив крышку и затянув болты (или гайки), проверяют максимальный размер отверстия в плоскости, перпендикулярной разъему - он должен быть равен или несколько больше номинального (рис. 9.145). При необходимости притиркой плоскости разъема крышки на притирочной плите можно добиться, чтобы указанный размер отверстия не отличался от номинального диаметра больше, чем на 0,02 мм (в большую сторону).

Установив распределительный вал и затянув все крышки, следует проверить легкость его вращения. При точном выдерживании размеров крышка центрируется по валу с точностью не хуже половины зазора, т.е. 0,02 мм, что вполне достаточно для легкого, без "закусывания", вращения вала и надежной его работы.

У некоторых двигателей (MERCEDES-BENZ) взаимозаменяемость крышек подшипников распределительного вала настолько высока, что обычно при замене крышки с аналогичной головки размер отверстия опоры остаётся в допуске (0,02 мм). Для других двигателей заменённая крышка, как правило, требует доработки.

На практике случаи сильного износа отверстия опоры, сопровождающегося поломкой крышки, встречаются чаще, чем описанный выше. Технология ремонта здесь несколько отличается. Если предполагается расточить опору в увеличенный ремонтный размер, то не требуется большой точности выдерживания диаметра отверстия при изготовлении крышки - необходим только припуск, желательно не менее 0,2÷0,3 мм. Далее, установив крышку, выполняется растачивание отверстия с помощью борштанги.

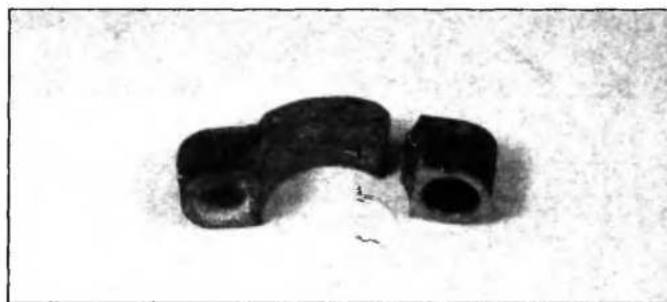


Рис. 9.144. Поломка крышки подшипника распределительного вала из-за перегрева в режиме масляного голодания

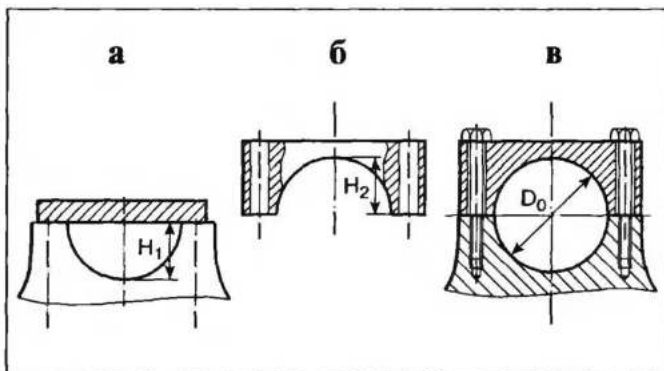


Рис. 9.145. Ремонт опоры с изготовлением новой крышки:

а — измерение высоты части отверстия в головке H_1 ; б — изготовление новой крышки с высотой части отверстия $H_2 = D_0 - H_1 + 0,05$ мм и увеличенным диаметром отверстий под болты; в — проверка диаметра отверстия с новой крышкой, при необходимости - обработка плоскости разъема крышки

Когда необходимо обеспечить восстановление сильно изношенного отверстия с поломанной крышкой в номинальный размер, сначала с помощью борштанги следует расточить часть отверстия в головке блока под вкладыш. Для того, чтобы получить качественную и соосную с остальными отверстиями поверхность, желательно использовать технологическую крышку (рис. 9.146). Крышка опоры должна быть изготовлена с припуском на окончательную обработку отверстия, а вкладыш - с припуском по толщине. Далее процесс ремонта не отличается от описанного выше для сильно изношенных отверстий (включая расточку совместно крышки и вкладыша в номинальный размер).

Таким образом, ремонт опор распределительного вала в головке цилиндров не представляет больших сложностей только при наличии специализированного высокоточного оборудования. При его отсутствии приходится пользоваться более сложными (так называемыми обходными) технологиями, которые уступают основным (например, хонингованию) в точности обработки ремонтируемых поверхностей. Безусловно, погрешности обработки приводят, в конечном счете, к определенному снижению ресурса отремонтированных деталей, однако при отсутствии необходимого оборудования с этим приходится мириться.

9.6.1.2. РЕМОНТ НАПРАВЛЯЮЩИХ ВТУЛОК КЛАПАНОВ

В эксплуатации основной неисправностью втулок является их износ, вызывающий нарушение уплотнения стержня клапана, увеличение расхода масла и повышенный шум механизма газораспределения. Иногда при поломке клапана нижняя часть втулки может треснуть, особенно, если она сильно выступает в канал (рис. 9.147). Если трещины локализованы в нижней части втулки, то замена её не обязательна - достаточно спилить поврежденную часть шарошкой. Некоторое укорочение втулки в данном случае оказывает незначительное вли-

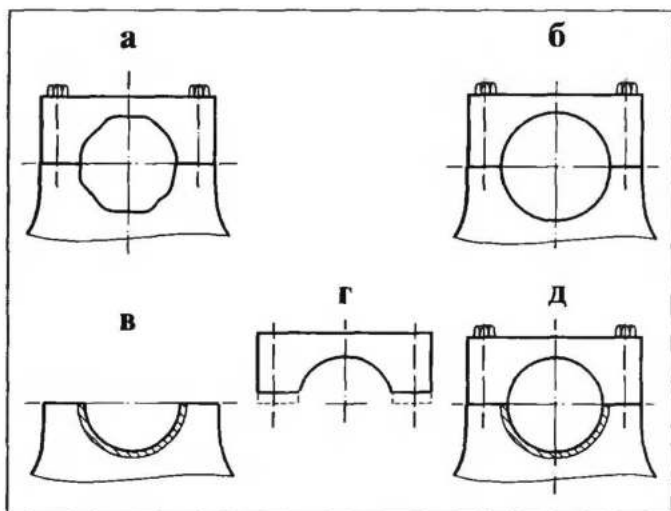


Рис. 9.146. Возможный способ ремонта опоры распределительного вала с помощью алюминиевого вкладыша: а — поврежденная опора; б — растачивание отверстия в больший размер с использованием технологической крышки; в — установка и подгонка вкладыша; г — подрезка плоскости стыка крышки; д — окончательная обработка отверстия в требуемый размер

яние на ресурс пары "втулка - стержень клапана". Для остальных случаев износа или повреждений втулок существуют различные способы ремонта, позволяющие восстановить номинальный зазор в их отверстиях со стержнем клапана, а именно, восстановление поверхности отверстия в прежний диаметр, увеличение отверстия в ремонтный (увеличенный) размер клапана и замена направляющих втулок на новые. Рассмотрим последовательно все эти способы более подробно.

Восстановление поверхности отверстия втулки выполняется с помощью специального приспособления - роликовой раскатки (роллера), схема работы которой представлена на рис. 5.73. Приспособление состоит из трех частей - направляющей, корпуса и твердосплавного ролика. Гнездо для ролика в корпусе имеет небольшой угол наклона, что позволяет при вращении приспособления как бы ввинчивать его во втулку. При этом ролик вдавливается во внутреннюю поверхность втулки и продавливает в ней винтовую канавку, поднимая материал втулки рядом с канавкой внутрь отверстия (рис. 9.148). Такие приспособления для диаметров втулок 7; 8; 8,5; 9; 10 и 11 мм выпускают фирмы SUNNEN и NEWAY (США).

После обработки втулки роликом отверстие необходимо развернуть в номинальный размер разверткой, в результате чего гребешки у винтовой канавки сглаживаются, образуя опорный пояс (рис. 9.148). Для этой операции, также как и для других работ по обработке или калибровке вручную длинных

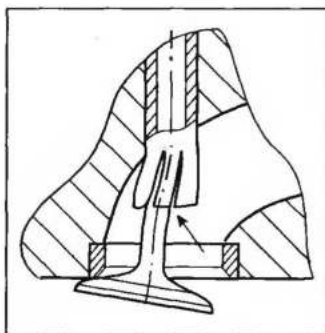


Рис. 9.147. Трещины на нижней части направляющей втулки (указаны стрелкой) при сильной деформации стержня клапана

отверстий малого диаметра, желательно использовать специальные развертки с относительно длинными центрирующими частями (см. рис. 5.74). Стандартные развертки при вращении вручную всегда дают коническое отверстие, у которого со стороны входа развертки диаметр оказывается в зависимости от состояния отверстия увеличенным на 0,01÷0,03 мм, что снижает качество ремонта.

Описанный способ ремонта имеет ряд преимуществ, основными из которых явля-

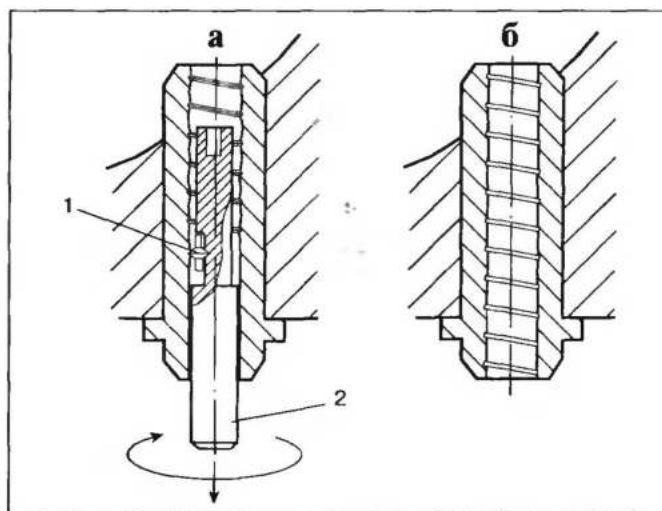


Рис. 9.148. Ремонт отверстия направляющей втулки клапана с помощью специального приспособления - раскатки (роллера): а — нарезание внутренней резьбы; б — отверстие после обработки разверткой в размер стержня клапана; 1 — ролик из твердого сплава; 2 — роллер

ется простота, высокая производительность и низкая стоимость. Помимо этого, улучшаются условия смазки стержня клапана, т.к. в винтовой канавке удерживается масло. Металл, деформированный роликом, получает некоторое упрочнение (нагартовку), что совместно с улучшенной смазкой в определенной степени компенсирует уменьшение площади опорной поверхности втулки. В то же время данный способ обладает недостатками, которые ограничивают его применение. Практика его использования для ремонта втулок многих моделей двигателей показала, что несмотря на улучшение смазки стержня и упрочнение поверхности ресурс отремонтированных втулок в 1,5÷2 раза уступает новым. При износе более 0,10÷0,15 мм данный способ ремонта оказывается неприменим, т.к. ролик (существует несколько их размеров в зависимости от степени износа втулок) не может "поднять" поверхность на требуемую для образования площадок величину. Нельзя использовать раскатывание для втулок из твердых материалов, например, из отбеленного чугуна, закаленной стали или металлокерамики - такие втулки нередко устанавливаются на японских двигателях. Попытки раскатывания таких втулок могут привести к поломке приспособления. Не рекомендуется также ремонтировать данным способом втулки двигателей, в основном, с нижним расположением распределительного вала, если в их конструкции не предусмотрена установка маслоотражательных колпачков. Здесь спиральная канавка существенно увеличивает расход масла даже при зазоре между втулкой и клапаном меньше номинального.

Другим способом, также не предусматривающим замены втулок, является увеличение отверстия под ремонтные клапаны с увеличенным диаметром стержня. У некоторых двигателей прошлых лет выпуска чугунные головки цилиндров иногда имели конструкцию без направляющих втулок клапанов - отверстия в таких конструкциях выполнены непосредственно в теле головки. Для таких двигателей в запасные части поставляются клапаны с увеличенным на 0,1 и 0,2 мм диаметром стержня под развертывание отверстия. Данный способ ремонта применим и для двигателей с запрессованными втулками, но это требует изготовления клапанов с увеличенным диаметром стержня, либо восстановления стержня в больший размер (см. раздел 9.6.4.). Увеличение диаметра отверстия втулки, если она выполнена из твердых материалов, может быть выполнено только с помощью специальных ал-

мазных разверток. Кроме того, изготовление или восстановление клапанов является непростой задачей, а ремонтные клапаны далеко не всегда можно найти. Вследствие указанных причин данный способ ремонта втулок находит на практике весьма ограниченное применение.

Основным способом ремонта головок с изношенными втулками является замена втулок на новые с одновременным выполнением других работ, в частности, с заменой клапанов и маслоотражательных колпачков, ремонтом седел и подшипников распределительного вала. В комплексе это позволяет добиться ресурса газораспределительного механизма не меньше, чем у нового двигателя.

Удаление втулок из головки выполняется двумя способами - высверливанием или выпрессовкой. Высверливание применяют, в основном, на больших ремонтных заводах, располагающих соответствующим специализированным оборудованием. Высверливание производят последовательно сверлами разного диаметра со стороны седла клапана. Отверстие под втулку в головке после высверливания может иметь увеличенный диаметр, поэтому данный способ часто предполагает запрессовку втулок ремонтного размера. Такие втулки поставляются в запасные части для довольно большой номенклатуры двигателей.

Более распространена выпрессовка старых втулок. Она может выполняться на специализированных станках (см. рис. 5.87) и вручную с помощью различных оправок. Одним из распространенных способов является выбивание старой втулки ударами молотка через оправку (см. рис. 5.55) со стороны седла клапана. Существенным недостатком данного способа, особенно для чугунных или стальных втулок, запрессованных с большим натягом в алюминиевую головку, является опасность повредить головку, т.к. требуются достаточно сильные удары (уменьшить натяг можно нагревом головки до $150 \pm 180^\circ\text{C}$). В то же время для чугунных головок, а также для алюминиевых с бронзовыми втулками выбивание втулок не составляет большого труда - как правило, большого натяга здесь нет.

Более удачным является выпрессовка втулок с помощью специального винтового приспособления (см. рис. 5.54). С помощью приспособления данного типа отверстия в головке не повреждаются, что позволяет в дальнейшем использовать втулки стандартного размера. Недостатком способа является то, что усилие выпрессовки ограничено прочностью винта приспособления.

Для некоторых двигателей не удастся приобрести новые

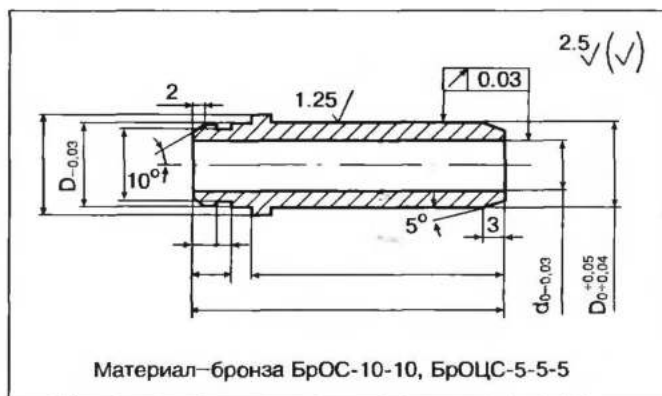


Рис. 9.149. Типовой эскиз направляющей втулки: D_0 — диаметр гнезда в головке блока; d_0 — диаметр стержня клапана; D — посадочный диаметр маслоотражательного колпачка

направляющие втулки. Тогда их можно изготовить, если в распоряжении имеются необходимые материалы или заготовки. Наиболее удобно в качестве заготовок использовать направляющие втулки с других двигателей. Это в первую очередь относится к чугунным втулкам или втулкам из твердых материалов, которые при их отсутствии могут быть заменены на чугунные. Бронзовые втулки легче изготовить из соответствующего прутка оловянистой или оловянно-свинцовой бронзы. Работы по переделке или изготовлению втулок не представляют большой сложности (рис. 9.149) и могут быть выполнены на универсальном токарном или шлифовальном оборудовании. При этом необходимо обеспечить точный наружный диаметр, небольшой ($0,02 \pm 0,05$ мм) припуск по отверстию и его соосность с наружной поверхностью не хуже 0,03 мм.

Натяг по наружному диаметру втулки зависит от материала втулки и головки (см. табл. 9.6). Натяг должен быть выдержан достаточно точно, чтобы не повредить втулку и отверстие при запрессовке (слишком большой натяг) или чтобы втулка не ослабла при работе двигателя (слишком малый натяг). Следует иметь в виду, что отверстие в головке иногда повреждается при выпрессовке старой втулки, поэтому может потребоваться его увеличение в ремонтный размер и втулка соответствующего диаметра. Очевидно, отверстие перед запрессовкой должно быть точно измерено нутромером.

Лучше всего, если при запрессовке создается разность температур деталей - температура головки должна быть вы-

Таблица 9.6. Влияние разности температур и материалов деталей на посадку при установке направляющей втулки клапана в головку блока цилиндров

Алюминиевая головка + чугунная втулка						
нагрев головки	0°C			150°C		
охлаждение втулки	0°C	сухой лед	жидкий азот	0°C	сухой лед	жидкий азот
зазор/натяг при установке	натяг 0,04±0,06	натяг 0,03±0,05	натяг 0,02±0,04	натяг 0,01±0,03	натяг 0±0,02	зазор 0±0,02
Чугунная головка + бронзовая втулка						
нагрев головки	0°C			150°C		
охлаждение втулки	0°C	сухой лед	жидкий азот	0°C	сухой лед	жидкий азот
зазор/натяг при установке	натяг 0,03±0,05	натяг 0±0,02	зазор 0±0,02	натяг 0±0,02	зазор 0±0,02	зазор 0,04±0,06
Чугунная головка + чугунная втулка						
нагрев головки	0°C			150°C		
охлаждение втулки	0°C	сухой лед	жидкий азот	0°C	сухой лед	жидкий азот
зазор/натяг при установке	натяг 0,03±0,05	натяг 0,02±0,04	натяг 0,01±0,03	натяг 0,01±0,03	натяг 0±0,02	зазор 0±0,02

ше, чем втулки. Это может быть сделано нагревом головки и/или охлаждением втулки. Необходимая для запрессовки разность температур определяется из условия уменьшения натяга втулки до величины, обеспечивающей запрессовку втулки без усилий, создающих опасность повреждения или поломки деталей. Нагрев головки цилиндров может быть осуществлен в печи. Иногда, если большой нагрев не требуется, используют другие способы, включая нагрев в кипящей воде. Для охлаждения втулок применяется жидкий азот или "сухой" лед. В таблице 9.6 представлены режимы нагрева и охлаждения деталей в зависимости от их материалов. Следует отметить, что для пары "чугун-чугун" и "бронза - алюминиевый сплав" втулки могут быть запрессованы при минимальной разности температур. Чем меньше натяг и тверже материалы деталей, тем меньше нужна разность температур деталей. Напротив, если одна из деталей выполнена из пластичного материала, при натяге более $0,03\div 0,04$ мм происходит нагартовывание ("смятие") верхнего слоя мягкого материала и уменьшение натяга до указанной величины. Обе детали из пластичных материалов (например, бронзовая втулка и алюминиевая головка блока) при натяге более $0,05$ мм могут "схватываться" с образованием задиров. В результате нарушается тепловой контакт между ними, ухудшается теплоотвод от стержня клапана. Это может привести к заклиниванию клапана во втулке при работе двигателя, "сползанию" втулки и другим неприятностям. Указанные особенности материалов следует учитывать при выборе способа установки втулок.

Запрессовку втулок ударным способом удобно выполнять с помощью специальной оправки (см. рис. 5.56), предохраняющей верхнюю тонкую часть втулки от поломки. Установив втулку на оправку, необходимо ударами молотка по оправке запрессовать втулку в направлении к седлу до упора. Втулки некоторых двигателей не имеют упорных буртиков, поэтому необходимо контролировать выступание втулки при запрессовке. Если используется нагрев и/или охлаждение деталей, запрессовку втулок надо выполнять очень быстро одним-двумя ударами молотка, иначе температура деталей выравнивается, и натяг увеличивается.

При "холодной" запрессовке (без разности температур деталей) при ударах молотком по оправке есть опасность повредить как втулку, так и гнездо в головке. Этого не произойдет, если запрессовывать втулку специальным винтовым приспособлением (рис. 9.150). Данный способ при небольших натягах является предпочтительным.

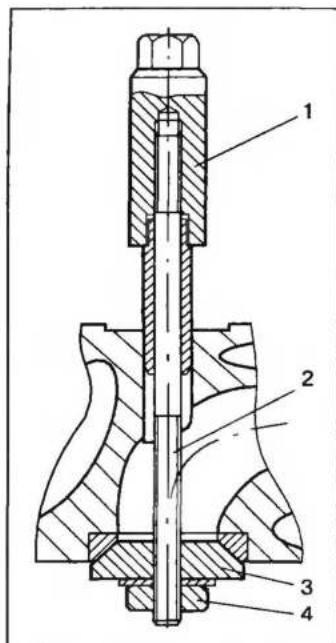


Рис. 9.150. Запрессовка направляющей втулки с помощью винтового приспособления с опорой и центрированием по седлу клапана: 1 — толкатель; 2 — шпилька; 3 — опорная шайба; 4 — гайка

Определенные трудности могут возникнуть, если отверстие (гнездо) под втулку в головке повреждено. Повреждение может быть следствием разрушения клапана или некачественной выпрессовки старой втулки. Для таких случаев у многих двигателей предусмотрена установка втулок с увеличенным наружным диаметром (ремонтных втулок). Обычно ремонтные втулки имеют несколько ремонтных увеличений с шагом $0,1\div 0,2$ мм.

Перед установкой ремонтных втулок отверстия в головке должны быть обработаны для обеспечения требу-

емого натяга в сопряжении со втулками. Если отверстия перед обработкой не повреждены или повреждены незначительно (эллипс и конус не более $0,03\div 0,05$ мм), а ремонтное увеличение не превышает $0,10\div 0,15$ мм, то можно использовать ручные развертки. При этом надо стараться избегать перекосов и боковых усилий при развертке, чтобы не перекосить отверстие.

Если отверстие имеет сильное повреждение или требуется значительное увеличение его размера, то применять ручные развертки нельзя - перекося может оказаться настолько велик, что впоследствии клапан не удастся посадить на седло, даже углубив его на $1,0\div 1,5$ мм. Поэтому обработка отверстий в таких случаях должна выполняться на станках, обеспечивающих установку инструмента соосно седлам (расточные координато-расточные или специализированные для ремонта головок).

После запрессовки втулок следует проверить и при необходимости прокалывать разверткой отверстия. При этом следует обеспечить зазоры $0,03\div 0,04$ мм для впускных клапанов и $0,04\div 0,05$ для выпускных. Для некоторых двигателей поставленные в запасные части втулки не требуют калибровки отверстия после установки.

Заключительным этапом работы по замене втулок является обработка седел клапанов, так как обычно соосность отверстия новой втулки и седла отсутствует.

9.6.1.3. РЕМОНТ СЕДЕЛ КЛАПАНОВ

Седла клапанов после больших пробегов автомобиля обычно оказываются изношенными. С одной стороны, уплотняющая фаска приобретает форму, отличную от конической, а с другой - появляется овальность седла по фаске из-за неравномерного износа седла, т.к. клапан качается в направляющей втулке только в плоскости вращения кулачка распределительного вала. При перегреве и деформации головки часто возникает несоосность направляющих втулок и седел клапанов. Нередко на фаске седла (обычно выпускного клапана) появляются раковины из-за нарушения процесса сгорания и перегрева. Износы, повреждения и несоосность седел сопровождаются соответствующими дефектами клапанов, что приводит к их негерметичности, ухудшению параметров двигателя, а также к перегреву клапанов и седел с последующими более серьезными поломками. Поэтому при сложном ремонте двигателя, связанном с его разборкой, седла клапанов обязательно должны проверяться и ремонтироваться так же, как клапаны и направляющие втулки.

Основными способами ремонта седел клапанов с описанными дефектами являются фрезерование (расточивание), шлифование и притирка. Фрезерование является наиболее распространенным способом ремонта седел. При этом используются фрезы (см. рис. 5.64) с различными углами и диаметрами. Углом фрезы обычно считается половина угла при вершине. Поэтому фрезы с углом 45° подходят для ремонта большинства двигателей. Значительно реже встречаются седла (и клапаны) с углом 30° . Фрезы с углами в диапазонах $15\div 35^\circ$ и $55\div 70^\circ$ имеют вспомогательное значение для получения необходимой ширины и диаметра фаски седла согласно рекомендациям фирм-изготовителей конкретного двигателя. Так как далеко не для всех двигателей такие данные известны, то на практике наиболее часто применяются фрезы с углами 30° , 45° и 60° , обеспечивающие получение традиционной формы седла (см. рис. 2.131).

Наружный диаметр фрезы согласуется с диаметром седла - обрабатываемая поверхность седла должна быть на $1\div 3$ мм меньше фрезы, иначе на седле образуется характерная ступенька (рис. 9.151).

Обычные угловые фрезы выполняются в двух вариантах - из инструментальной стали для обработки "мягких" седел и с твердосплавными пластинками для обработки седел, имеющих высокую твердость. Поскольку диаметр таких фрез фиксирован, требуется большое количество фрез различных диа-

метров (от 25 до 50 мм), если предполагается или выполняется ремонт большой номенклатуры двигателей. Некоторые фирмы, производящие инструмент и приспособления для ремонта, выпускают фрезы с регулируемыми твердосплавными пластинками (резцами). Это позволяет сократить потребное для ремонта количество фрез в несколько раз.

Основной задачей при фрезеровании седла является обеспечение соосности обрабатываемой поверхности с отверстием в направляющей втулке клапана. Для этого используются два основных типа центрирующих стержней (пилотов) и соединений с ними фрез для обработки седел.

Первый тип предусматривает жесткое крепление фрезы на пилоте. При этом диаметр пилота должен быть на $0,01 \pm 0,03$ мм меньше внутреннего диаметра втулки. Недостатком данной конструкции является довольно большой зазор пилота во втулке, особенно, если втулка даже незначительно изношена. В результате этого седло после обработки может оказаться несоосным со втулкой. Указанные особенности данного типа фрез требуют большого количества пилотов с разным диаметром и достаточно высокой квалификации механика. Качество обработки седла, в том числе, отсутствие характерного "дробления", зависит не только от квалификации (сила давления на фрезу, исключение перекосов), но и от качества приспособления. В данном случае большое значение имеет зазор между отверстием фрезы и пилотом (он не должен превышать 0,02 мм), биение режущих кромок фрезы относительно пилота, качество заточки зубьев. Довольно сильно влияет количество зубьев фрезы - их должно быть нечетное число и не слишком мало (желательно, не менее 11).

Недостатки фрез данного типа несколько смягчаются с помощью неподвижного крепления пилота во втулке клапана (см. рис. 5.65). Основным требованием к такому типу приспособлений является зажатие пилота за неизношенную среднюю часть втулки, что обеспечивается различными цанговыми зажимами. Приспособление должно иметь очень точное соединение фрезы и пилота - зазор менее 0,01 мм, но и в этом случае есть опасность перекоса оси втулки и седла клапана за счет упругой деформации пилота.

Находят применение резцовые головки, у которых вместо фрезы используется твердосплавный резец (см. рис. 5.67). Наиболее удобны приспособления, у которых специальный резец позволяет сформировать сразу весь профиль седла (см. рис. 5.68). Такие приспособления выпускаются, например, фирмами SUNNEN и MIRA (США). Их преимуществом является наличие двух опор у пилота — одна на втулку, вторая — в кронштейне приспособления. Это значительно повышает качество обработки, приближая его к станочной.

Технология обработки седла не отличается большой сложностью, однако желательно, чтобы направляющая втулка клапана была бы отремонтирована или заменена. Седло вначале обрабатывается под угол фаски клапана "как чисто", т.е. до тех пор, пока рабочая фаска седла не будет полностью обработана (рис. 9.152). Далее дополнительно обрабатываются конусы, сначала с меньшим углом, затем с большим, таким образом, чтобы ширина фаски стала $1,5 \div 2,0$ мм для впускного клапана и $2,0 \div 2,5$ для выпускного. После этого желательно "тронуть" рабочую фаску седла, чтобы убрать заусенцы.

После фрезерования седла необходимо притереть к нему клапан. Притирка в данном случае позволяет в первую очередь проконтролировать качество ремонта - при правильно фрезерованном седле достаточно нескольких секунд для получения ровной притертой поверхности и клапана, и седла.

Для притирки могут быть использованы различные приспособления для привода клапана (см. рис. 5.69, 5.70). Одним из наиболее удобных является цанговый зажим для стержня клапана с рукояткой. Вариант с фиксацией стержня болтом может повредить стержень клапана и плохо подходит для конструкций головок с цилиндрическими толкателями, а привод клапана с помощью резиновой присоски ненадежен и недолговечен. Ис-

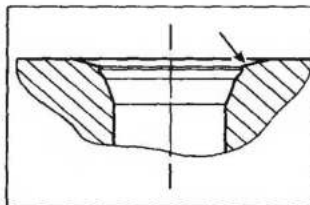


Рис. 9.151. "Ступень" на седле (указана стрелкой) из-за обработки седла фрезой малого диаметра

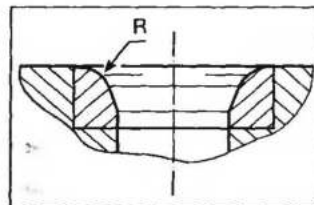


Рис. 9.153. Уплотнительная фаска после длительной эксплуатации или притирки имеет закругленную форму

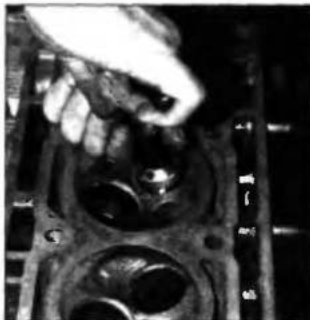


Рис. 9.152. Ремонт седла клапана приспособлением с режущей головкой и неподвижным креплением пилота в направляющей втулке

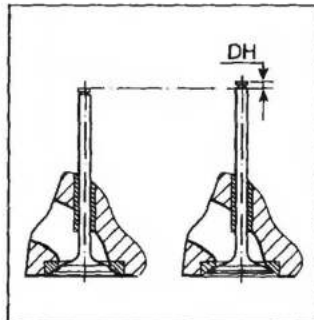


Рис. 9.154. Увод клапана вверх (ΔH) после ремонта фасок седла и тарелки

пользовать для притирки дрель нецелесообразно, т.к. можно повредить стержень и направляющую втулку, а фаски седла и клапана будут иметь неправильную сферическую форму.

Для притирки лучше всего использовать абразивную корундовую пасту зернистостью $28 \div 40$ мкм или аналогичный порошок с трансмиссионным маслом. Алмазные пасты применять нежелательно, т.к. из-за внедрения твердых частиц ускорится износ рабочих фасок седла и клапана в эксплуатации после ремонта.

Притирка выполняется вращением "вперед-назад" прижатого к седлу клапана. Периодический подъем и опускание клапана на седло позволяют возвращать к фаске седла пасту, вытесненную за края фаски во время притирки. Обычно для притирки седла необходимо время не более 1-2 мин. Если за это время не удастся получить нормальную поверхность фасок на седле и клапане, необходимо предварительно обработать седло. Следует отметить, что в любом случае нельзя злоупотреблять притиркой, пытаясь исправить деформированное седло или клапан - слишком длительная притирка деформирует фаски на седле и клапане совершенно так же, как износ при длительной эксплуатации (рис. 9.153). Это существенно снижает качество ремонта седла и клапанов. Кроме того, при притирке следует соблюдать осторожность, чтобы паста не попала в направляющую втулку. Для этого следует протирать седло чистой ветошью, мыть клапан сразу после притирки и не трогать стержень клапана руками, если на них оказалась абразивная паста. Если паста все же попала во втулку, необходимо самым тщательным образом ее промыть и продуть. Остатки пасты, попадая внутрь втулок из "мягких" материалов, особенно бронзы, способны в дальнейшем ускорить износ стержня клапана во много раз.

Независимо от способа ремонта седла и фаски клапана происходит увод клапана вверх, равносильный удлинению стержня (рис. 9.154). Это может затруднить регулирование зазора клапанов в механизмах с цилиндрическими толкателями, где зазор определяется толщиной регулировочных шайб. В механизмах с гидротолкателями указанное "удлинение" клапана может привести к его "зависанию". Поэтому, если наблюдается сильный износ фасок на седлах и клапанах, при их ремонте рекомендуется одновременно несколько укоротить клапан со стороны его торца. Обычно достаточно $0,2 \div 0,4$ мм, более точ-

но это можно сделать, измерив положение клапанов в головке до и после ремонта с помощью штангенглубиномера, например, по выступанию торцов со стороны верхней плоскости или тарелок со стороны нижней плоскости (рис. 9.155).

На больших ремонтных предприятиях вместо фрезерования иногда используют шлифование седел. Принцип обработки при концентричном шлифовании аналогичен фрезерованию (см. рис. 5.71). Применяется также способ эксцентричного шлифования (см. рис. 5.72), при котором ось вращения круга не совпадает с осью направляющей втулки, а пересекает ее. Для шлифования используются круги относительно малого диаметра, причем для концентричного шлифования подбор кругов аналогичен подбору фрез. Для эксцентричного шлифования угол круга зависит от угла между осями втулки и вращения круга. Следует стремиться к тому, чтобы угол фаски седла был на $0^{\circ}10' \pm 0^{\circ}30'$ меньше угла фаски клапана, что в дальнейшем обеспечивает лучшую герметичность клапана и исключает его прогары.

Шлифование седел осуществляется с помощью специальных станков или приспособлений, закрепляемых на головке блока цилиндров. Основной задачей при шлифовании является обеспечение соосности седла и направляющей втулки. Для этого необходима правильная установка пилота во втулку (желательно, чтобы ее отверстие было неизношено или отремонтировано), а также отсутствие боковых усилий при шлифовании.

Шлифование имеет преимущества перед другими способами ремонта рабочей поверхности седел. Качество и точность шлифованной поверхности существенно выше, чем после ручного фрезерования и притирки, поэтому, если фаска клапана также шлифована при ремонте, притирать клапан не следует - это только ухудшит качество ремонта и уменьшит площадь контакта деталей. Необходимо только проверить прилегание клапана. Для этого существует несколько способов - по индикатору специального измерительного приспособления, по краске, по "карандашу", а также на утечку керосина, налитого в камеру сгорания при собранных клапанах и пружинах. Наиболее простой является проверка с помощью мягкого карандаша, при которой на фаску клапана равномерно наносится 6-8 радиальных линий. После установки клапана необходимо нажать на тарелку и немного повернуть клапан в обе стороны. Если все сделано правильно, линии будут стерты.

При ремонте седел и фасок не обязательно стремиться к 100%-ной герметичности клапанов, т.к. после непродолжительной эксплуатации детали прирабатываются друг к другу (разумеется, речь идет о правильно отремонтированных деталях). Поэтому к проверке утечек через клапаны с помощью керосина следует относиться с осторожностью - небольшие утечки еще не являются признаком некачественного ремонта.

Шлифованием более удобно обрабатывать седла из твердых сплавов, которые плохо обрабатываются фрезами. Для

некоторых седел лучше использовать более износостойкие алмазные круги, т.к. обычные круги из корунда требуют частой правки и не позволяют снимать большой припуск. Следует также отметить, что высокая точность шлифования может быть снижена искривлением плоскости головки, т.к. после затяжки болтов соосность седел и втулок может нарушиться. Именно поэтому на больших ремонтных предприятиях при капитальном ремонте двигателей плоскость головки всегда обрабатывается "как чисто".

На практике нередко встречаются случаи серьезных повреждений седел, когда требуется их замена. Обычно седла могут треснуть или сломаться, например, выкрошиться по частям из гнезда, при поломке клапана и/или поршня. При сильном перегреве двигателя, особенно с алюминиевой головкой блока цилиндров, посадка седла может ослабнуть с аналогичными последствиями. Во всех случаях возникновения дефектов во втулке седла гнездо седла в головке в той или иной степени повреждается. Поэтому замена седла всегда предполагает обработку его посадочной поверхности в головке блока цилиндров.

Удаление седел с трещинами, а также растачивание гнезда под новое седло достаточно удобно выполнять на вертикально-расточном станке. Для этого необходимо обеспечить допуск на соосность растачиваемой поверхности с отверстием во втулке не более $0,05 \pm 0,07$ мм, что может быть сделано с помощью индикатора, закрепленного на резцедержателе, и пилота, устанавливаемого во втулку с малым зазором ($0,01 \pm 0,02$ мм). Фирмы, специализирующиеся на производстве оборудования для ремонта двигателей, выпускают станки для ремонта головок (см. рис. 5.87), в том числе полуавтоматические и автоматические, позволяющие автоматизировать взаимную выверку положения головки и режущего инструмента. Такие станки нередко имеют специальные инструмент и оснастку не только для обработки отверстий под втулки и седла, но и для их выпрессовки и запрессовки. К сожалению, стоимость такого оборудования достаточно высока, и пока оно имеет весьма ограниченное применение.

Выпускаются также приспособления для ручного растачивания гнезд под седла в виде специальной головки с резцами - резцедержателя (рис. 9.156), в комплекте с пилотом и специальным механизмом привода. В условиях небольших мастерских такие приспособления заменяют расточной станок, однако уступают ему в точности обработки поверхности.

При растачивании гнезда под новое седло необходимо знать наружный диаметр седла, либо изготовить седло под расточенное гнездо. В запасные части для некоторых двигателей поступают седла уже увеличенного (ремонтного) размера. Некоторые фирмы, выпускающие различный инструмент, предлагают и специальные заготовки для изготовления седел в виде чугунных труб различного диаметра. В качестве заготовки для седла может быть выбран старый чугунный распределительный или коленчатый вал. Изготовление седла не представляет больших трудностей и выполняется на универсальном токарном станке (рис. 9.157).

Если седло предполагается изготовить, то вначале лучше расточить отверстие для него. Растачивание должно выполняться "как чисто" как по диаметру, так и по торцу гнезда. Затем необходимо измерить диаметр отверстия нутромером и глубину штангенциркулем. Эти данные являются исходными для определения размеров седла. Для алюминиевых головок натяг седла в отверстиях должен составлять в среднем $0,10 \pm 0,12$ мм, а для чугунных - $0,08 \pm 0,10$ мм, причем большие значения соответствуют седлам клапанов с диаметром тарелки более 45 мм. По высоте седло обычно делается заподлицо с поверхностью камеры сгорания. Изготовленное седло должно иметь небольшую заходную фаску с углом $5-10^{\circ}$ и фаску 45° с противоположной стороны для зачеканивания седла после установки. Для алюминиевых головок в середине наружной поверхности седла следует сделать неглубокую канавку, предохраняющую седло от выпадания. У седел для чугунных головок подобная канавка не делается.

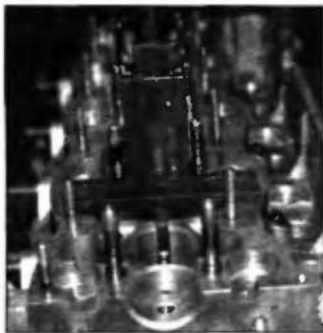


Рис. 9.155. Измерение выступания торцов стержней клапанов относительно верхней плоскости головки с помощью штангенглубиномера

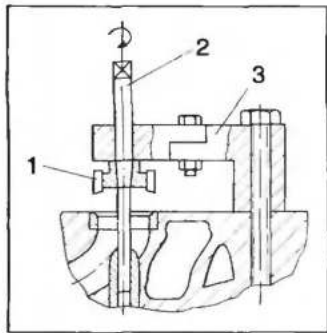


Рис. 9.156. Схема приспособления для ручного растачивания седла или его гнезда:

1 — головка с регулируемыми резцами; 2 — пилот; 3 — кронштейн регулируемой длины для крепления на головке

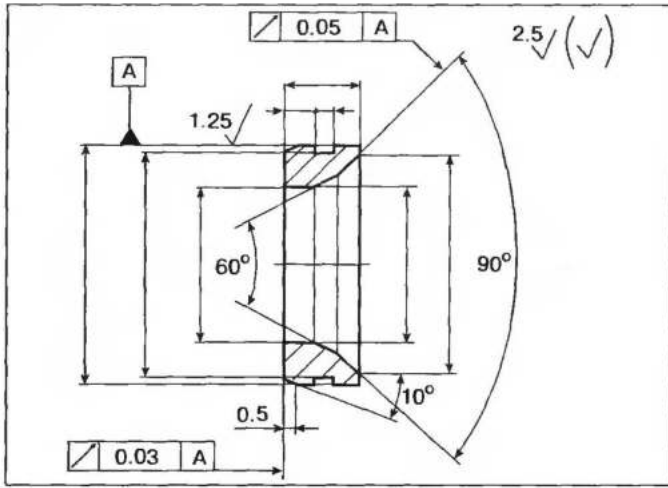


Рис. 9.157. Эскиз седла клапана

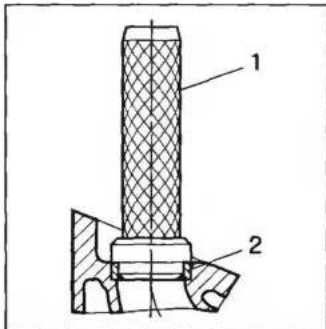


Рис. 9.158. Запрессовка седла клапана с помощью оправки: 1 — оправка; 2 — седло клапана

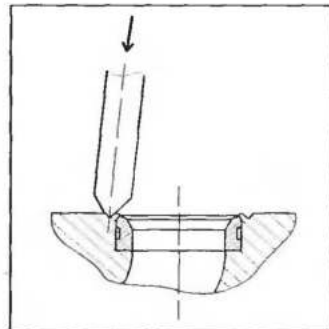


Рис. 9.159. Зачеканивание седла после установки в головку блока цилиндров

Чтобы установить седло, необходимо изготовить специальную оправку (рис. 9.158), обеспечивающую центрирование седла и исключающую его перекося при запрессовке. При запрессовке следует создать максимально возможную разность температур, чтобы исключить или значительно уменьшить натяг. Величина натяга при запрессовке определяется используемым оборудованием для нагрева головки и/или охлаждения седла. Здесь находят применение печи и термощкафы для нагрева - температура головки из алюминиевого сплава обычно держится в диапазоне $100\div 150^\circ\text{C}$, а чугунной - $150\div 200^\circ\text{C}$. Головка в условиях небольшой мастерской может быть также нагрета в кипящей воде до 100°C . Для охлаждения седла наилучшим образом подходит жидкий азот (температура охлаждения -140°C), в крайнем случае "сухой" лед. Седло должно быть выдержано при низкой температуре в сборе с оправкой, иначе при установке на оправку седло может быстро нагреться. Различные варианты уменьшения натяга при запрессовке седла представлены в табл. 9.7.

Запрессовка седла выполняется с быстрым переносом

оправки с седлом от охладителя к головке и ударом молотка по оправке с седлом. Если режимы нагрева-охлаждения были выбраны и выдержаны правильно, то для установки достаточно одного-двух резких ударов.

После установки седла его необходимо зачеканить. Для этого можно использовать узкое зубило, с помощью которого материал головки зачеканивается на верхнюю фаску седла (рис. 9.159). Такая схема применяется для седел в алюминиевых головках. Для чугунных седел в чугунных головках зачеканивание не нужно, т.к. материал головки и седла имеет одинаковый коэффициент линейного расширения.

Последней операцией при замене седла является обработка фаски указанными выше способами.

9.6.1.4. РЕМОНТ ФОРКАМЕР ГОЛОВКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Ослабление посадки, а также трещины и разрушение вставок (крышек) форкамер вихрекамерных дизелей является довольно распространенным дефектом, связанным обычно с нарушениями процесса сгорания и перегревом стенок головки, а также разрушением клапанов, седел и/или поршней. Разрушение или выпадение крышки представляет большую опасность для двигателя, т.к. приводит к разрушению поршня, деформации шатуна, головки блока и клапанов.

Замена крышки форкамеры, если ослаблена ее посадка в головке, выполняется в целом подобно седлам клапанов. Для некоторых двигателей крышки поставляются в запасные части с увеличенным наружным диаметром, что облегчает задачу. Тогда гнездо растачивается на вертикально-расточном станке под крышку с натягом по наружному диаметру крышки $0,08\div 0,10$ мм для алюминиевой головки и $0,05\div 0,07$ мм для чугунной. Натяг по меньшему диаметру крышки не требуется. При растачивании необходимо выдержать глубину под упорный буртик крышки (рис. 9.160), иначе потребуются снятие большого припуска при последующей обработке плоскости головки.

При разрушении крышки форкамеры нередко гнездо оказывается достаточно сильно разбито, и для ремонта требуются крышки с наружным диаметром на 1-2 мм больше стандартного. Естественно, использование поставляемых в за-

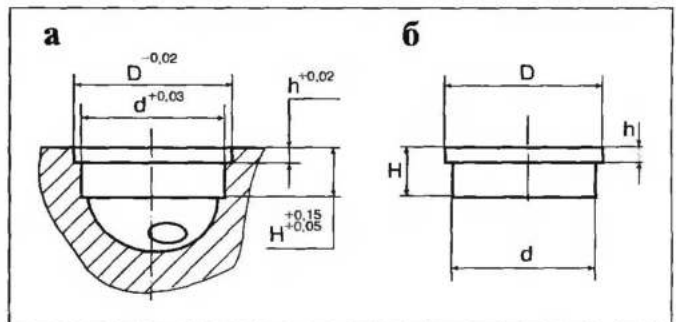


Рис. 9.160. Схема обработки гнезда головки блока дизеля для установки ремонтной вставки (крышки) форкамеры: а — гнездо; б — крышка

Таблица 9.7. Влияние разности температур и материалов деталей на посадку при установке седла в головку блока цилиндров

Алюминиевая головка + чугунное седло						
нагрев головки	0°C			150°C		
охлаждение втулки	0°C	сухой лед	жидкий азот	0°C	сухой лед	жидкий азот
зазор/натяг при установке	натяг 0,10±0,12	натяг 0,05±0,07	натяг 0,02±0,04	зазор 0,01±0,03	зазор 0,06±0,08	зазор 0,09±0,11
Чугунная головка + чугунное седло						
нагрев головки	0°C			150°C		
охлаждение втулки	0°C	сухой лед	жидкий азот	0°C	сухой лед	жидкий азот
зазор/натяг при установке	натяг 0,08±0,10	натяг 0,03±0,05	натяг 0±0,02	натяг 0,02±0,04	зазор 0,02±0,04	зазор 0,05±0,07

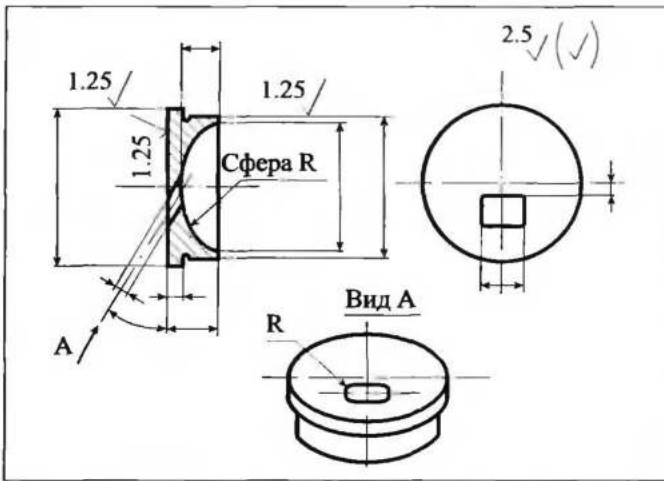


Рис. 9.161. Эскиз вставки (крышки) форкамеры дизельного двигателя

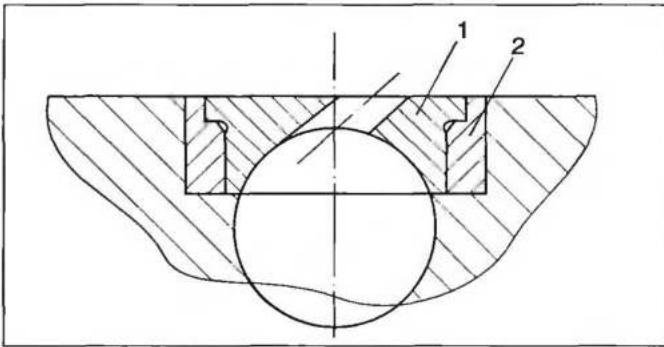


Рис. 9.162. Ремонт гнезда вставки (крышки) форкамеры с помощью переходного кольца:
1 — крышка; 2 — алюминиевое кольцо

пасные части крышек ремонтного размера становится невозможным, поскольку они имеют меньшее ремонтное увеличение. В таких случаях крышка может быть изготовлена.

Для изготовления крышки можно использовать отечественные жаростойкие стали и сплавы, в том числе такие, как ЭИ69 (45X14H14B2M), ЭИ388 (40X15H7Г7Ф2МС), ЭИ481 (37X12H8Г8МФБ), ЭИ572 (31X19H9МВРТ), ЭП700 (10X15H27Т3МР), ЭП890 (40X11М3ФМ) и целый ряд других. Изготовить крышку, как правило, несложно (рис. 9.161), однако следует иметь в виду, что некоторые жаростойкие материалы трудно обрабатывать вплоть до того, что не удастся просверлить отверстие в крышке. Поэтому подбор материала для крышки необходимо сопоставлять с технологическими воз-

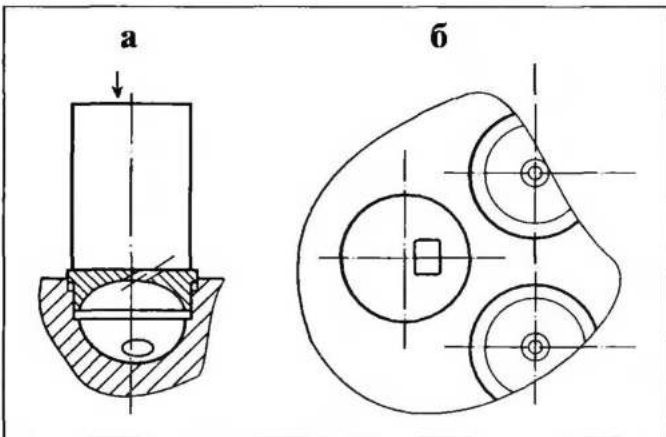


Рис. 9.163. Схема установки вставки (крышки) форкамеры:
а — запрессовка крышки с помощью "мягкой" оправки; б — ориентация отверстия в крышке (у большинства двигателей отверстие направлено к седлам клапанов)

можностями производства.

Альтернативным изготовлению новой крышки способом ремонта является установка в гнездо специального кольца (рис. 9.162). Данная схема применяется при сильном повреждении гнезда, когда требуется увеличение его диаметра на 2 мм и более. Кольцо изготавливается из силумина с содержанием кремния не менее 6%, должно иметь глубину не менее 8÷10 мм, толщину стенки не менее 1,5 мм и натяг в расточенном гнезде порядка 0,03÷0,05 мм. При установке кольца в гнездо следует создать разность температуры деталей не менее 120÷150°C, чтобы кольцо зашло свободно.

Установка крышки мало отличается от установки нового седла клапана - следует обеспечить достаточную разность температур деталей и "вбить" крышку в гнездо с помощью круглой медной или алюминиевой оправки с плоским торцом, предварительно обеспечив ориентацию отверстия в крышке (рис. 9.163). Затем следует проверить и шлифовать нижнюю плоскость головки, т.к. крышка форкамеры должна быть заподлицо с ней или выступать не более чем на 0,05 мм.

9.6.1.5. РЕМОНТ ДЕФЕКТОВ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

К таким дефектам в первую очередь следует отнести трещины. Трещины в головке блока цилиндров обычно появляются при разрушении деталей, например, клапанов, при сильном перегреве двигателя, а также при его «размораживании». Ремонт трещин представляет собой серьезную проблему вследствие плохой свариваемости традиционных материалов головок - алюминиевых сплавов (силуминов) и чугунов. В отличие от блоков цилиндров, головки менее склонны к большим деформациям после сварки, однако наличие ряда конструктивных особенностей головок (седла клапанов, постели распределительного вала и другие элементы, рядом или через которые могут проходить трещины) сильно усложняет ремонт. Особую сложность представляет ремонт камер сгорания, где при работе двигателя возникают большие перепады температур - некачественная сварка довольно быстро приводит к образованию новых трещин и потере герметичности.

Наличие трещины в камере сгорания даже при серьезном повреждении ее поверхности можно определить, если вернуть свечу зажигания, а внутрь седел клапанов установить заглушки с уплотнительными резиновыми кольцами. Тогда, перевернув головку плоскостью вверх (рис. 9.164) и налив в камеру керосин, можно найти утечку керосина в рубашку (отсутствие утечек через свечу и заглушки легко контролируется).

Более надежным способом проверки головки на герметичность является опрессовка под давлением. Для этого необходимо заглушить все окна рубашки головки на плоскости стыка с блоком с помощью стальных пластин, притягиваемых

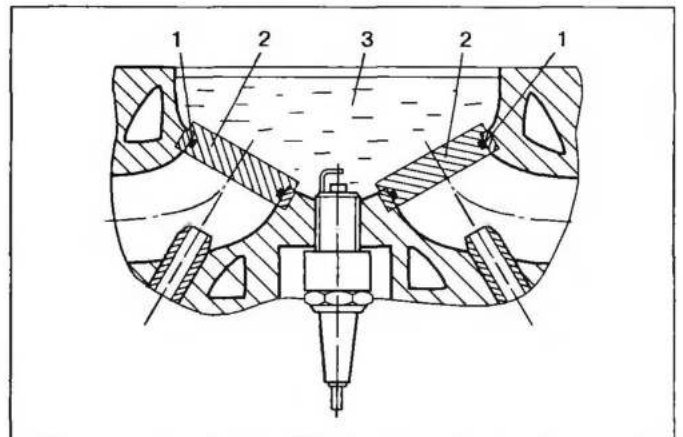


Рис. 9.164. Схема проверки герметичности камеры сгорания с помощью керосина:

1 — резиновое уплотнительное кольцо; 2 — заглушка; 3 — керосин

болтами с гайками к головке через резиновые прокладки (рис. 9.165). Штуцеры и патрубки закрываются шлангами с соответствующими заглушками (рис. 9.166). Один из штуцеров остаётся свободным - через него в головку заливается вода, после чего он через шланг подключается к ручному насосу высокого давления.

После создания давления в рубашке охлаждения порядка $0,6 \div 0,7$ МПа следует выдержать головку в течение одного-двух часов. Даже незначительные трещины при таких условиях обнаруживаются по выступанию капель воды, а также резкому падению давления.

Проверку герметичности головки необходимо делать во всех случаях нарушения герметичности системы охлаждения, когда прокладка головки не повреждена, а плоскость стыка с блоком сильно не деформирована, но имеются следующие признаки неисправностей:

"выбивание" охлаждающей жидкости из расширительного бачка вскоре после запуска холодного двигателя;

водо-масляная эмульсия в картере;

запах отработавших газов из расширительного бачка;

масляная плёнка на поверхности жидкости и на стенках расширительного бачка.

Кроме того, рекомендуется проверять головку при визуальном обнаружении трещин в стенках камеры сгорания, а также при серьёзных повреждениях поверхности камеры сгорания разрушенными деталями (клапаны, седла, поршень).

Наиболее часто трещины возникают в следующих сечениях головок:

между седлами клапанов;

между форкамерой и седлом клапана (у дизелей);

в выпускном канале за седлом клапана (чаще встречается в чугунных головках);

на верхней части рубашки вдоль головки (по подшипникам распределительного вала).

Основным способом ремонта трещин в головках является сварка. При этом существенное значение имеет правильная разделка трещины. Необходимо вдоль всей трещины выполнить канавку достаточно большой глубины (6-8 мм) и такой же ширины. Это может быть сделано фрезерованием или ручной дрелью с шарошкой. Если трещина расположена около седла клапана, седло следует удалить (например, растачиванием или фрезерованием).

Для чугунных головок наиболее надёжным способом ремонта является газовая сварка чугуновой проволокой (иногда вместо нее используют после соответствующей очистки старые поршневые кольца) при подогреве всей головки до $700 \div 800^\circ\text{C}$. Подогрев головки осуществляется в печи. Лучше всего, если у печи есть специальное окно, через которое может быть произведена сварка - это предохраняет головку от остывания при сварке. В таких условиях получается практически монолитная структура металла в месте сварки без каких-либо ее изменений на границах шва и основного металла. После выдержки в печи в течение 2-3 ч головка должна медленно остывать вместе с печью.

Трещины в алюминиевой головке обычно завариваются аргоно-дуговой сваркой. Наилучшие результаты получаются при подогреве головки до $200 \div 250^\circ\text{C}$ с последующей выдержкой и медленным охлаждением вместе с печью. Вследствие некоторой пластичности алюминиевых сплавов хороший шов можно получить и при меньшем подогреве, однако следует помнить, что чем больше температура головки (но не выше указанной, чтобы не деформировать головку), тем меньше внутренние напряжения будут у сварочного шва и тем надежнее будет ремонт.

После ремонта головок с применением сварки часто требуется обработка базовых поверхностей, особенно плоскости стыка с блоком. Если сварка проводилась в камере сгорания, то предварительно необходимо обработать сварочный шов заподлицо с поверхностью камеры. Обработав плоскость, следует отремонтировать или установить новые седла клапа-

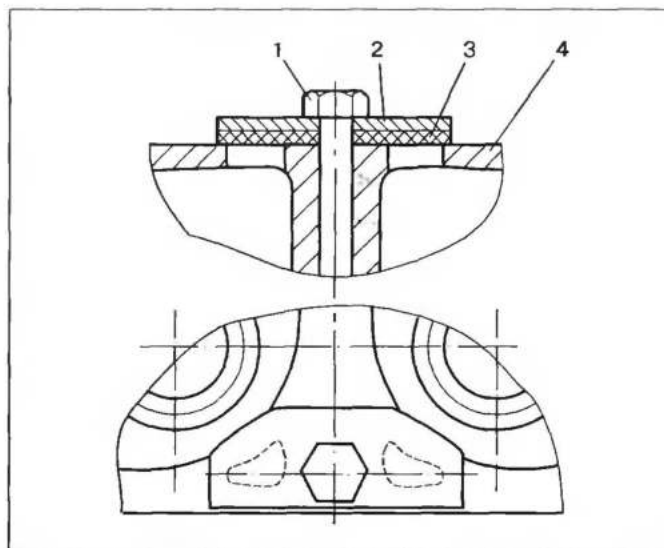


Рис. 9.165. Способ глушения окон рубашки охлаждения в головке блока цилиндров:

1 — болт; 2 — стальная гайка; 3 — резиновая прокладка; 4 — головка блока

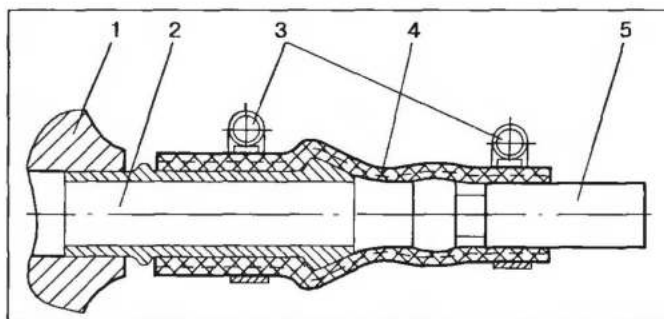


Рис. 9.166. Простейший способ глушения штуцеров и патрубков рубашки охлаждения для опрессовки головки блока:

1 — головка блока; 2 — штуцер; 3 — хомуты; 4 — армированный резиновый шланг; 5 — заглушка

нов. После сварки проверка на герметичность под давлением является обязательной.

Некоторые локальные повреждения головок довольно часто встречаются в эксплуатации. К ним относятся, в основном, повреждения плоскости стыка с блоком - такие, как прогар между камерой сгорания и рубашкой охлаждения и прогар по контуру окантовки прокладки. Эти неисправности могут быть устранены аналогично трещинам (включая разделку мест прогара). Локальные трещины и повреждения неотчетливых поверхностей, не испытывающих больших механических нагрузок (например, при затяжке болтов) и температурных нагрузок (где нет контакта с горячими газами), могут быть также отремонтированы с помощью клеевых композиций накладками или штифтами (см. раздел 9.5.).

К часто встречающимся дефектам головок можно отнести повреждение резьбового отверстия свечи зажигания. Такие повреждения могут возникнуть при отворачивании свечи, например, из-за подгорания нижних витков резьбы свечи. Иногда это приводит к заклиниванию и поломке свечи вблизи уплотнительного кольца.

Если резьбовая часть свечи осталась в отверстии, необходимо аккуратно высверлить её, обеспечив совпадение осей отверстия и сверла. При этом отверстие изолятора центрального электрода свечи хорошо центрирует сверло. Начинать высверливание следует сверлом $\varnothing 6 \div 7$ мм, постепенно увеличивая диаметр сверла до $\varnothing 11 \div 12$ мм, после чего оставшуюся часть свечи удаётся вынуть. Далее резьбовая часть "прогоняется" метчиком М14х1,25.

Если при выворачивании или заворачивании свечи резьба оказалась сильно повреждённой, то её, как правило, уже

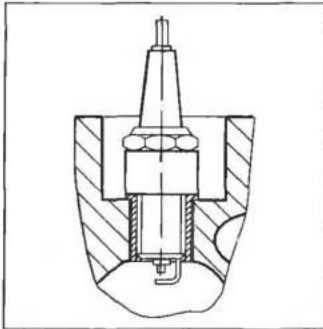


Рис. 9.167. Установка футорки в поврежденное гнездо свечи

рывается в отверстие (рис. 9.167). Наружную резьбу на футорке желательно выполнить "тугой", чтобы обеспечить небольшой натяг в отверстии головки.

У современных высокофорсированных двигателей данный способ ремонта следует применять с осторожностью и только в крайнем случае. Футорка ухудшает отвод тепла от свечи, что может привести к её перегреву, калильному зажиганию, а также "выстреливанию" свечи из отверстия на режимах высоких частот вращения и нагрузок. Поэтому в некоторых случаях оказывается целесообразным устанавливать в повреждённое отверстие свечу с резьбой M18x1,5. Повышение надежности соединения обеспечивает алюминиевая футорка, имеющая по наружному диаметру "тугую" резьбу, однако технология установки такой футорки сложнее (требуется обеспечить достаточную разность температур и быстрое заворачивание футорки в отверстие головки).

Если резьба повреждена не более чем на 40-50% длины, ее можно отремонтировать, прогнав метчиком со стороны неповрежденной части. Когда головка блока цилиндров не демонтирована, а повреждена заходная часть резьбы, то можно попытаться «спасти» резьбу специальным «разжимным» метчиком. Его легко сделать из старой свечи, выбив из нее центральный электрод и сделав разрез ножовкой вдоль стальной резьбовой части. Такой «метчик» устанавливается «до упора» в головку, затем в отверстие «метчика» забивается стержень, разжимающий стенки, после чего метчик выворачивается из отверстия, одновременно исправляя резьбу.

Нередко при разборке головки ломаются шпильки крепления коллекторов. Если шпилька сломалась заподлицо с плоскостью, то её необходимо высверлить. Перед высверливанием следует точно по центру накернить шпильку, далее сверлом малого диаметра ($\varnothing 3-4$ мм) просверлить в шпильке отверстие насквозь строго по её оси (рис. 9.168). Затем сверлом диаметром $D = M - S$, где M - диаметр резьбы; S - шаг, высверлить шпильку и нарезать резьбу заново. При высверливании следует соблюдать осторожность, чтобы не перекосить сверло, иначе резьба окажется повреждена, и потребуются увеличить её диаметр.

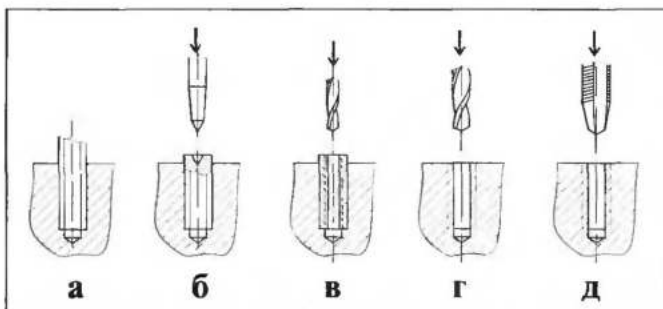


Рис. 9.168. Стандартная схема высверливания обломанной шпильки (болта):

а — исходное состояние; б — обработка торца и кернение центра; в — сверление сверлом малого диаметра; г — сверление сверлом под внутренний диаметр резьбы; д — нарезание (правка) резьбы метчиком

не удаётся восстановить метчиком. Стандартным способом ремонта является установка специальной втулки (футорки). Для этого в резьбовое отверстие сначала заворачивается метчик M16x1,5, а затем - M18x1,5 (какое-либо предварительное рассверливание отверстия не нужно). Футорка, изготовленная из латуни или бронзы с резьбой M14x1,25 внутри и M18x1,5 снаружи, наворачивается на свечу, после чего свеча заворачивается в отверстие (рис. 9.167). Наружную резьбу на футорке желательно выполнить "тугой", чтобы обеспечить небольшой натяг в отверстии головки.

Если шпилька обрывается на некотором расстоянии от фланца, то можно попробовать вывернуть её. Для этого на торчащем от плоскости стержне делают напильником две параллельные лыски, которые зажимаются тисками, и шпилька выворачивается поворотом тисков в руках. Можно также попытаться вывернуть шпильку газовым ключом, но это менее надёжный способ. Если подобным способом вывернуть шпильку не удаётся, следует спилить её до основания и высверлить по схеме, указанной выше.

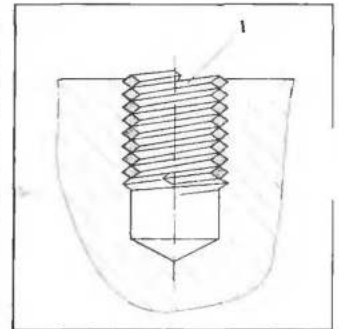


Рис. 9.169. Восстановление резьбы в отверстии под шпильку с помощью специальной резьбовой футорки (1)

Можно также приварить к обломку шпильки гайку (через отверстие) и, затем вывернуть шпильку ключом.

Если при высверливании шпильки или болта не удалось сохранить резьбу в отверстии, можно использовать специальные резьбовые футорки. Футорки представляют собой пружину из проволоки специального профиля, создающей снаружи резьбу того же шага, что и внутри с диаметром на 2 мм больше внутреннего (рис. 9.169). Другие способы, включая переход на ступенчатую шпильку, шпильку большего диаметра или установку вместо шпильки болта с гайкой имеют ограниченное применение.

В практике ремонта встречаются и более сложные дефекты головок, требующие применения специального оборудования и методов ремонта. Подобные ситуации возникают, например, при сильной деформации стержня клапана у дизеля после обрыва ремня привода распределительного вала. При этом стержень клапана деформируется, укорачивается, одновременно увеличиваясь в диаметре, и заклинивает в направляющей втулке. Попытки выбить или выпрессовать такой клапан могут привести к повреждению головки вплоть до её неремонтопригодности, а высверливание клапана затруднено или невозможно, т.к. его материал имеет высокую твердость.

Аналогичная картина возникает также при поломке свечи накалывания у дизеля из-за пригорания резьбы или применения несоответствующего инструмента. При этом электрод свечи, выполненный из тугоплавкого материала, также не удаётся высверлить.

В таких случаях стержень из плохо обрабатываемого материала можно "выжечь", используя электроискровой или электроэрозионный методы обработки. Данные методы основаны на разрушении поверхностного слоя материала при возникновении искры или дуги между ним и катодом, выполненным в виде стержня нужной длины и диаметра. Продукты разрушения детали вымываются жидкостью (обычно - керосином), а катод постепенно продвигается в тело детали.

Несмотря на недостатки методов (специальное оборудование, низкая производительность), в некоторых случаях они позволяют "вернуть к жизни" казалось бы "безнадёжные" детали.

9.6.2. Ремонт распределительного вала

Износы рабочих поверхностей распределительного вала довольно часто встречаются в эксплуатации и связаны, в основном, с недостаточной смазкой и несвоевременным техническим обслуживанием (большие зазоры в приводе клапанов). Поэтому при ремонте распределительного вала всегда следует выявить и устранить причину ускоренного износа - например, это может быть не только недостаточное давление масла вследствие негерметичности редукционного клапана или износа деталей маслососа, но и просто масло низкого качества.

У распределительных валов подвержены износу кулачки и опорные шейки. В эксплуатации встречаются валы с износом только шеек, только кулачков, а также и шеек и кулачков одновременно.

Наиболее просто ремонтируется вал, у которого изношены только опорные шейки. Общая схема ремонта таких валов была описана в разделе 9.3., однако ремонт распределительных валов имеет определенные особенности, обусловленные механизмом привода клапанов.

Перед началом ремонта следует определить состояние постелей распределительного вала - измерить их износ, овальность, а также решить, требуется ли их ремонт, либо они могут быть оставлены без дополнительной обработки. Это необходимо для определения ремонтного размера опорных шеек вала.

Конструкция подавляющего большинства современных автомобильных двигателей не предусматривает каких-либо способов ремонтного уменьшения диаметра подшипников распределительного вала (в отличие, например, от коленчатого вала). Поэтому ремонт опорных шеек часто связан с увеличением их диаметра с помощью наварки (наплавки) металла на шейки.

Перед ремонтом, необходимо проверить биение в центрах или на призмах. Проверку следует выполнять в трех плоскостях - по краям вала и в середине (см. рис. 8.31). Если с переднего края это сделать нетрудно, т.к. здесь располагается посадочный пояс шкива (звездочки) и, возможно, поверхность, по которой работает сальник, то проверка в других плоскостях может вызвать затруднения из-за большого и неравномерного износа опорных шеек. В таких случаях проверку следует проводить по тыльным сторонам расположенных рядом кулачков (рис. 9.170).

Биения на краях вала устраняются притиркой соответствующих центровых фасок (см. раздел 9.3.). Оставшееся после этого биение в середине вала требует его правки. Следует отметить существенную разницу в допустимых биениях валов с механической (ручной) регулировкой зазоров в приводе клапанов и с автоматической (гидротолкателями или гидрокомпенсаторами зазоров). При механической регулировке зазора допустимым биением тыльной стороны кулачка относительно оси вращения вала (опорных шеек) может быть принята величина 25÷30% от величины номинального зазора в механизме привода. При среднем зазоре порядка 0,20÷0,25 мм это биение может быть достаточно "мягкое", и не составляет большого труда выдержать их при ремонте. Исключения здесь составляют валы, у которых имеются шестерни привода дополнительных агрегатов. Тогда для работоспособности шестерен допустимое максимальное биение в шейке ближайшей к шестерне должно быть уменьшено по крайней мере вдвое, т.е. до 0,03÷0,04 мм.

Совершенно другая картина имеет место у валов с гидротолкателями. Практика показывает, что при биении тыльной стороны кулачка свыше 0,015÷0,020 мм клапан нередко перестает работать нормально. Гидротолкатель автоматически "находит" на тыльной стороне кулачка точку с минимальным радиусом, в которой клапан закрыт. Во

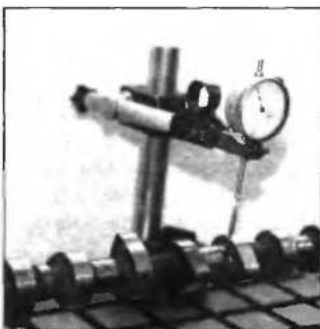


Рис. 9.170. Проверка биения тыльной стороны кулачка распределительного вала на призмах с помощью индикатора

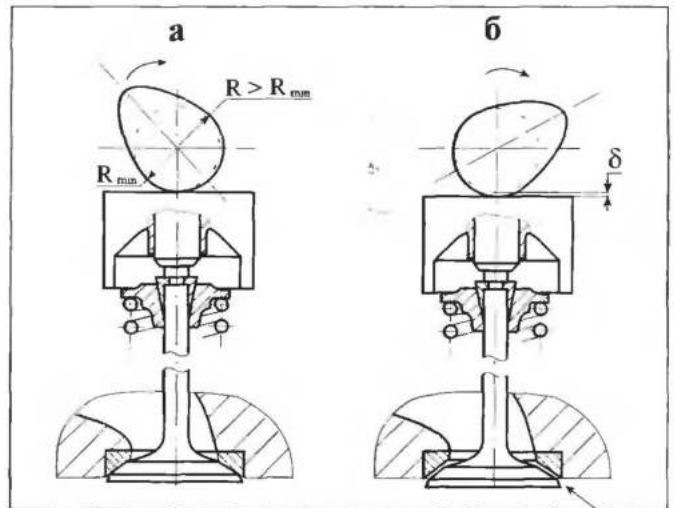


Рис. 9.171. Схема работы механизма привода клапана с гидротолкателем при биении тыльной стороны кулачка: а — касание толкателя кулачком по минимальному радиусу тыльной стороны R_{min} - клапан закрыт; б — при повороте кулачка радиус тыльной стороны увеличился на величину биения δ - клапан приоткрыт

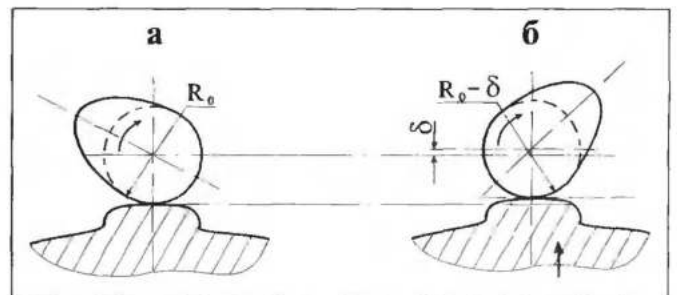


Рис. 9.172. Появление "биения" тыльной стороны кулачка (б) при работе двигателя за счет большого зазора в подшипниках распределительного вала: а — исходное состояние; б — распределительный вал отклонился вверх на величину δ за счет усилий на других кулачках - рычаг и плунжер гидротолкателя отслеживает движение вала как при переходе на меньший радиус тыльной стороны кулачка

всех остальных точках, имеющих радиус больше на величину биения, гидротолкатель может испытывать усилие со стороны кулачка (рис. 9.171). При этом обратный клапан гидротолкателя запирается, после чего механизм привода приоткрывает клапан в камере сгорания на величину биения тыльной стороны кулачка. В результате этого те цилиндры, где кулачки распределительного вала имеют биения, не работают на холостом ходу, т.е. при малом давлении и расходе воздуха, когда относительная доля утечек газа через приоткрытый клапан велика. Интересно отметить, что данная неисправность хорошо диагностируется измерением давления в цилиндрах компрессометром в двух положениях дроссельной заслонки - в полностью открытом и закрытом. В первом случае максимальное давление в цилиндре с "зависающим" клапаном обычно мало отличается от остальных (всего на 0,10÷0,25 МПа), в то время как во втором случае оно может быть снижено более чем в 2-3 раза (см. раздел 4.3.2.).

Близкая картина может наблюдаться при большом зазоре в опорных подшипниках распределительного вала (более 0,12÷0,15 мм). За счёт этого возможны колебания распределительного вала в подшипниках, вызывающие дополнительное отклонение (биение) тыльной стороны кулачка (рис. 9.172). В результате двигатель может работать неустойчиво на холостом ходу и низких частотах вращения.

Исходя из этого, ремонт вала, работающего с гидротолкателями, представляет собой более трудную задачу. Если притиркой центровых фасок и правкой не удастся добиться биения тыльной стороны кулачков менее 0,01 мм, то в дальней-

шем это потребует шлифования тех кулачков, биение которых превышает этот уровень.

Когда ремонтный размер шеек определен и вал подготовлен к ремонту, опорные шейки навариваются. Если применяется роликовая наварка ленты, то после нее распределительный вал не получает каких-либо деформаций. Кроме того, данный способ наварки не требует занижения - предварительной шлифовки шеек, даже в том случае, если окончательный размер шеек не увеличивается (например, если шейки имеют много мелких круговых рисок). Особенности других способов наварки приведены в разделе 9.3. Если после наварки вал оказался деформированным, и биение тыльных сторон кулачков стало больше допустимого, его необходимо править. При отсутствии правки такой вал потребует после шлифования опорных шеек дополнительно шлифования тех кулачков, биение тыльной стороны которых превышает допустимое.

После наварки шеек не деформируются распределительные валы, у которых диаметр шеек существенно больше диаметра "стержня" вала, т.е. когда шейки соизмеримы с размером кулачка. Валы с шейками малого диаметра могут после наварки ленты получить дополнительное биение в несколько сотых долей миллиметра. Кроме того, при ремонте распределительных валов этого типа после задиров и перегрева опорных шеек следует иметь в виду, что существует опасность их поломки в дальнейшей эксплуатации.

Деформированный при наварке опорных шеек вал необходимо термообработать (состарить) независимо от того, правился он или нет. Так же, как и коленчатые, распределительные валы могут деформироваться со временем при нормальной температуре или достаточно быстро при рабочей. Термообработка (старение) проводится при температуре $180\pm 200^\circ\text{C}$ в течение четырех часов, причем распределительный вал желательно подвешивать вертикально. Наилучшие результаты дает старение, если оно выполняется после предварительного шлифования опорных шеек с припуском порядка $0,08\pm 0,10$ мм на окончательное шлифование. Это связано с тем, что значительная часть дефектного поверхностного слоя, вызывающего деформацию, снимается шлифованием. Если старение проводить сразу после наварки, не исключено, что через несколько дней после шлифования у опорных шеек появится биение в несколько сотых долей миллиметра.

В практике ремонта известны случаи, когда из-за ослабления или недостаточной затяжки звездочки (шкива, шестерни) привода распределительного вала разбивается посадочная поверхность на валу. Технология ремонта таких повреждений включает наварку и шлифовку и практически не отличается от технологии ремонта посадочных поверхностей коленчатого вала (см. раздел 9.4.).

Особую сложность представляет ремонт распределительного вала с наплавкой (наваркой) кулачков. Независимо от количества наплавляемых кулачков и способа наплавки вал в той или иной степени деформируется. Поэтому основная задача ремонта таких валов - обеспечить после ремонта минимально допустимые биения как опорных шеек, так и тыльных поверхностей всех кулачков. Эта задача нередко настолько сложна по трудоемкости, особенно для валов, работающих с гидротолкателями, что если есть возможность замены вала на новый, то это лучше сделать безо всякого сомнения. Таким образом, восстановление распределительных валов с наплавкой кулачков рекомендуется только для случаев, когда найти новый вал не представляется возможным.

Практика показывает, что при наплавке нескольких кулачков редко удается поправить вал так, чтобы взаимные биения опорных шеек и тыльных поверхностей всех кулачков остались меньше максимально допустимых. Поэтому скорее всего потребуются, с одной стороны, шлифование даже тех кулачков, которые не наплавлялись, а с другой - восстановление опорных шеек в прежний размер, но при отсутствии взаимного биения, т.е. с помощью их наварки и шлифовки. Аналогич-

ная общая схема ремонта может быть применена, если после восстановления кулачков и/или шеек вал не правится или если одновременно с кулачками требуют восстановления опорные шейки.

Наплавка кулачков вала выполняется на практике различными способами, наилучшими из которых являются те, которые не вызывают сильного разогрева вала. Среди этих способов следует отметить такие, где вал частично погружен в охлаждающую жидкость (обычно это вода). При этом изношенная вершина кулачка может быть наплавлена стеллитовой или высокоуглеродистой стальной проволокой с помощью аргоно-дуговой сварки. Находят также применение специальные легированные стали (например, 30X5B2Г2СМ). Быстрое охлаждение вала после сварки вызывает закалку наплавленного стального слоя до твердости $\text{HRC}_3 \geq 55$. Однако такое охлаждение может стать причиной образования поверхностных трещин, что является недостатком указанного способа. В то же время после наплавки в воде деформация вала (биение) редко превышает 0,10 мм, в то время как другие способы наплавки без одновременного интенсивного охлаждения дают биения обычно 0,3-0,5 мм и иногда даже до 1,0 мм. При таких биениях дальнейший ремонт вала становится проблематичным, даже если применяется правка.

На некоторых предприятиях для восстановления кулачков применяют плазменное напыление, аналогично тому, как это делается для восстановления шеек коленчатых валов. Если для дуговой наплавки целесообразно восстанавливать только изношенную вершину кулачка, то для плазменного напыления иногда лучше давать слой покрытия равномерно по всей окружности кулачка. Это позволяет несколько уменьшить деформацию вала, однако требует предварительного "занижения" всей поверхности кулачка, что увеличивает трудоемкость ремонта.

Необходимо отметить, что распределительные валы многих двигателей изготавливаются из отбеленного чугуна, обладающего высокой твердостью и одновременно хрупкостью. Поэтому при правке валов следует соблюдать особую осторожность. При наличии большого числа изношенных кулачков и деформации (биения) вала не более 0,20-0,25 мм лучше полностью обработать все необходимые поверхности, чем получить две половины вала после не вполне квалифицированной правки.

После наплавки кулачков и правки навариваются опорные шейки вала, затем следует термообработка - старение для снятия внутренних напряжений.

Обработка кулачков наиболее точно выполняется на копировально-шлифовальных станках. Некоторые специализированные модели таких станков могут работать по одному из неизношенных кулачков, как эталону, копируя его профиль на обрабатываемом кулачке, для которого задается угол его поворота относительно эталонного кулачка. Другие, более универсальные, станки работают по так называемому мастер-кулачку, являющемуся увеличенной в некотором масштабе копией кулачка необходимого профиля. Это значительно менее удобно, т.к. требует большого объема измерений, а также достаточно большого времени на изготовление мастер-кулачка. Существенным преимуществом обработки кулачков на шлифовально-копировальных станках является высокая точность выполнения профиля и отсутствие биений тыльной стороны кулачка, что, как уже отмечено выше, имеет решающее значение для валов, работающих с гидротолкателями. Однако эти станки достаточно дороги и пока далеко не везде и не всегда доступны.

При отсутствии специализированных станков кулачки могут быть обработаны на универсальном шлифовальном оборудовании, но при этом профиль кулачка уже не будет точно соответствовать исходному. Неточности обработки кулачков приводят, с одной стороны, к ухудшению характеристик двигателя из-за изменения фаз газораспределения, а с другой - к

появлению нерасчетных ускорений и действующих сил в деталях распределительного механизма, что может вызвать их повышенный износ. Однако нередко на практике не удается найти ни нового распределительного вала, ни специализированного оборудования для ремонта старого. В таких случаях использование универсального оборудования является единственно возможным выходом из положения.

Прежде чем приступить к обработке, необходимо произвести обмеры одного из неизношенных кулачков. Практика показывает, что подавляющее большинство распределительных валов имеют симметричные кулачки, профиль которых приблизительно может быть описан подъемом h и тремя радиусами (рис. 9.173) - радиусом тыльной стороны R_0 , радиусом вершины r_0 и радиусом сопряжения R . В некоторых двигателях (ALFA ROMEO, FIAT) радиус сопряжения кулачка настолько велик, что может быть заменен прямой линией (плоской поверхностью). Это существенно упрощает обработку кулачков (см. ниже).

Рассмотрим порядок операций по обработке кулачка с наплавленной вершиной (рис. 9.174). Вначале необходимо на круглошлифовальном станке обработать вершину так, чтобы радиус, который она описывала бы при вращении вала, был равен $R_0 + h + \Delta$, где $\Delta = 0,1 \div 0,2$ мм - припуск на окончательную обработку. Затем на плоскошлифовальном станке специально заправленными кругами шлифуются боковые поверхности и вершина. При шлифовании боковых поверхностей следует соблюдать большую осторожность, чтобы не повредить радиус основания R_0 , иначе его придется сильно уменьшать в дальнейшем либо повторно наплавлять весь кулачок (рис. 9.175). Затем на круглошлифовальном станке, обеспечивая поворот вала вручную, обрабатывается тыльная сторона кулачка "как чисто". Здесь также не следует торопиться - нельзя подрезать кругом в крайних положениях боковые поверхности кулачка (рис. 9.176), иначе на них появится неисправимый "провал". Если все сделано аккуратно, в окончательном виде надо вручную плоским абразивным бруском закруглить ступеньки, образовавшиеся в местах сопряжения радиусов. Особая осторожность нужна при закруглении перехода от тыльной поверхности к боковой - нельзя обрабатывать тыльную поверхность, имеющую радиус R_0 , особенно у валов, работающих с гидротолкателями, т.к. на ней появится местный "провал". Если это все же произошло, необходимо повторить шлифование тыльной стороны кулачка. Качество выполненной работы проверяется индикатором часового типа (см. рис. 9.170).

При обработке кулачков описанным способом определенные трудности вызывает задание углового положения вершины кулачка относительно других кулачков. Допущенная при этом ошибка влечет за собой непосредственно изменение фазы газораспределения, задаваемой данным кулачком, что крайне отрицательно может отразиться на эксплуатационных характеристиках двигателя. Возможны два способа координации углового положения. Первый способ заключается в установке на вал (на посадочное место звездочки или шкива) диска. В плоскости установки шпонки на диск наносится риска - нулевая отметка, дающая начало отсчета углов. Затем вал устанавливается в центрах (например, токарного станка), и с помощью индикатора на диск наносятся риски, соответствующие осям всех обрабатываемых кулачков. Наиболее удобно определять угловое положение кулачка по его вершине, однако если она сильно изношена или уже наплавлена, это можно сделать по тыльной стороне кулачка, хотя и с меньшей точностью - ось кулачка будет расположена посередине между точками одинакового подъема боковых поверхностей (рис. 9.177).

Распределительные валы рядных двигателей имеют пары противоположащих кулачков, а это значительно облегчает задачу, если требуется восстановить только один кулачок из пары. Так или иначе, прежде чем восстанавливать распределительный вал с большим количеством изношенных кулач-

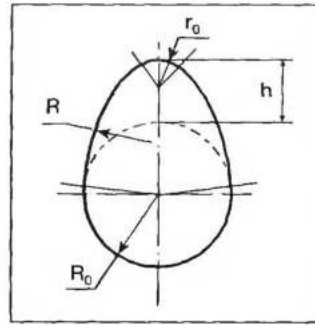


Рис. 9.173. Схема кулачка, образованного тремя радиусами

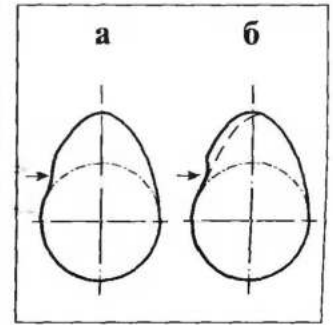


Рис. 9.176. Основные дефекты кулачка после шлифования (указаны стрелками): а — подрез основания при шлифовании тыльной стороны (устраняется перешлифовкой всего профиля); б — ступень в месте сопряжения радиусов (устраняется доработкой боковой поверхности по линии (— — —))

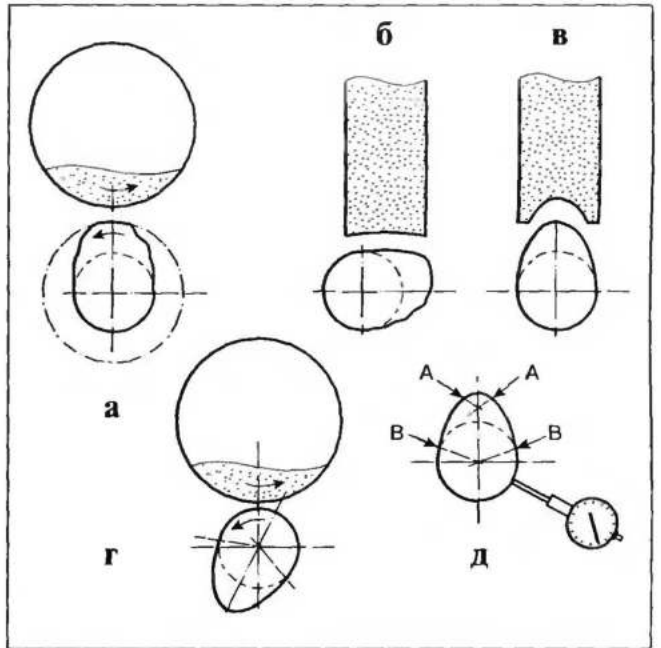


Рис. 9.174. Схема обработки кулачка на универсальном шлифовальном оборудовании:

а — предварительное шлифование вершины; б — профильное шлифование боковых поверхностей; в — профильное шлифование вершины; г — шлифование тыльной стороны; д — ручная доводка линий сопряжения с контролем ступеней А, В по индикатору

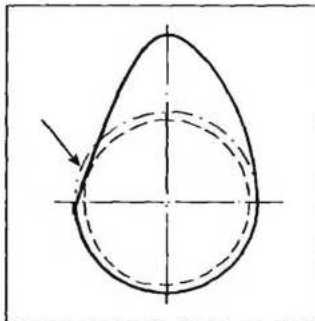


Рис. 9.175. Подрез основания кулачка при шлифовании боковой поверхности (указан стрелкой) требует перешлифовки тыльной стороны на меньший радиус (— — —)

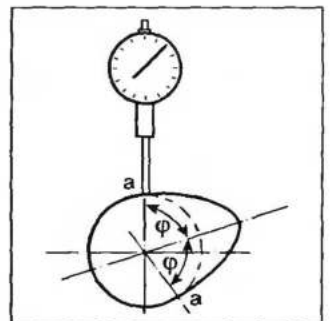


Рис. 9.177. Упрощенная схема определения углового положения кулачка на распределительном валу:

а — точки начала подъема профиля радиус (— — —)

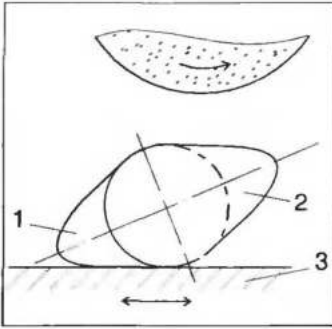


Рис. 9.178. Схема обработки кулачков с плоской боковой поверхностью:

1 — базовый кулачок, ориентированный в противофазе к обрабатываемому; 2 — обрабатываемый кулачок; 3 — стол станка

ков, необходимо выполнить соответствующие измерения, в противном случае после наплавки обработка кулачков может вызвать серьезные затруднения.

Другой способ координации углового положения кулачков может быть применен для валов с плоскими (или почти плоскими) боковыми поверхностями кулачков. Если требуется обработка только одного кулачка из пары противоположащих, то его угловое положение получается автоматически (рис. 9.178) при шлифовании его боковых поверхностей, кото-

рые строго параллельны соответствующим боковым поверхностям парного кулачка. Такие кулачки обрабатывать проще, т.к. их боковые поверхности не требуют профпипирования, а при шлифовании круг может подаваться в направлении не только вдоль оси вала, но и поперек.

После того, как все восстановленные кулачки прошлифованы, необходимо проверить и прошлифовать в центрах тыльные поверхности других кулачков, если на них есть биение, после чего прошлифовать опорные шейки в заданный размер.

Ресурс и надежность работы восстановленного таким способом распределительного вала определяется, в основном, материалом и способом наплавки кулачков. Независимо от используемого оборудования ремонт распределительного вала оказывается значительно сложнее, чем копенчатого, и требует весьма высокой квалификации специалистов-ремонтников. Такой ремонт может выполняться только в крайнем случае, когда нет возможности заменить распределительный вал. Эта концепция подтверждается также мировой практикой - на иностранных ремонтных предприятиях изношенные распределительные валы двигателей легковых автомобилей в большинстве случаев не восстанавливают, а заменяют на новые.

9.6.3. Ремонт рычагов и толкателей

Рабочие поверхности рычагов, толкателей или коромысел, контактирующие с кулачками распределительного вала, изнашиваются обычно при нарушении рабочего зазора или при работе двигателя на некачественном масле, причем эти износы не обязательно сопровождаются износом кулачков вала.

Рычаги и толкатели большинства двигателей являются весьма недорогими деталями, поэтому их замена часто оказывается экономически выгоднее, чем ремонт, тем более, что надежность работы новых деталей обычно выше, чем восстановленных. Однако поскольку для многих двига-

телей прошлых лет выпуска приобретение новых запасных частей сопряжено с серьезными трудностями, на практике часто приходится делать выбор в пользу ремонта, а не замены изношенных деталей.

Рассмотрим способы ремонта рычагов, коромысел и толкателей в зависимости от их конструкции для наиболее распространенных схем газораспределительных механизмов.

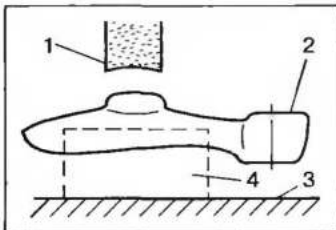


Рис. 9.179. Схема шлифования рабочей поверхности рычага на плоско-шлифовальном станке:

1 — шлифовальный круг со специальным профилем; 2 — рычаг; 3 — подвижный стол станка; 4 — тиски

Рычаги больше всего изнашиваются по площадке контакта с кулачком, где возникают большие удельные давления при набегании кулачка на рычаг. При этом на опорной поверхности возникает постепенно расширяющийся характерный провал (см. рис. 8.33). Даже если кулачок не имеет износа, при работе в паре с изношенным рычагом возникают ударные нагрузки и стук, вследствие чего износы быстро прогрессируют.

У большинства двигателей рычаг имеет монолитную конструкцию - обычно он делается целиком из стали и закаливается до поверхностной твердости $HRC_3 \geq 55$ также целиком или только местно. Иногда на рабочую поверхность наносят тонкий ($0,4 \div 0,8$ мм) слой износостойкого материала. Для целиком закаленного рычага при не слишком больших износах можно обработать рабочую поверхность на шлифовальном станке (рис. 9.179), но для рычагов с поверхностным упрочнением изношенная поверхность должна восстанавливаться наплавкой. Определить тип поверхности в каждом конкретном случае можно, если измерить твердость на изношенной и неизношенной ее частях, а также визуально по их различию в цвете.

Наплавка рабочей поверхности рычагов выполняется теми же материалами и на том же оборудовании, что и восстановление распределительных валов. Однако в отличие от распределительных валов локальный перегрев рычага не представляет опасности. Не стоит только сильно нагревать весь рычаг, это может привести к снижению твердости и износостойкости материала в местах его контакта с клапаном и опорой. Кстати, даже у сильно изношенных рычагов (имеется в виду поверхность контакта с кулачком), как правило, не наблюдается сколько-нибудь заметных износов на других рабочих поверхностях.

Восстановление рабочих поверхностей коромысел, контактирующих с кулачком, не отличается от того же процесса для рычагов. На многих двигателях коромысла имеют составную конструкцию - рабочая поверхность образована пластиной из твердого износостойкого материала, припаянной или приклеенной к коромыслу. Для таких коромысел достаточно прошлифовать изношенную поверхность. Более того, нередко коромысла изготавливаются из алюминиевого сплава - тогда наплавка рабочей поверхности пластины не допускается, иначе она может оторваться от коромысла.

Для шлифования рабочих поверхностей рычагов и коромысел существуют различные специализированные станки и приспособления к универсальным шлифовальным станкам (см. раздел 5.4.4.). Суть таких станков или приспособлений сводится к следующему: рычаг (коромысло) закрепляется на поворотном столе, обеспечивающем вращение вокруг точки с заданным радиусом закругления рабочей поверхности рычага (коромысла), после чего подводится шлифовальный круг до касания, и с поворотом стола выполняется шлифование (рис. 9.180). При отсутствии каких-либо приспособлений обработка рабочих поверхностей может быть без труда выполнена на универсальных шлифовальных станках специально спроектированным кругом (см. рис. 9.179).

Для конструкций с коромыслами достаточно характерен износ отверстия и оси в направлении действия нагрузки от кулачка и клапана (см. рис. 2.145). Если в отверстии коромысла установлена бронзовая втулка, то ее несложно заменить на новую. Такая втулка при необходимости вытачивается из оловянистой фосфористой или свинцовистой бронзы и должна иметь натяг в отверстии коромысла порядка $0,06 \div 0,08$ мм. Внутреннее отверстие втулки может быть выполнено в двух вариантах - окончательно с зазором $0,05 \div 0,06$ мм по оси коромысел, либо с тем же припуском на окончательную обработку. В первом варианте после запрессовки втулки она несколько сжимается, и зазор уменьшится до рабочего ($0,015 \div 0,025$ мм). Во втором варианте отверстие после запрессовки хонингуется, разворачивается или растачивается аналогично втулке верхней головки шатуна. Однако следует

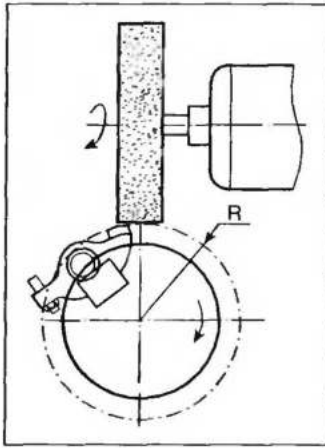


Рис. 9.180. Схема шлифования коромысла на поворотном столе (R - радиус закругления опорной поверхности коромысла)

помнить, что у некоторых коромысел боковая поверхность не является базовой, а это может затруднить выверку положения коромысла на станке. Данный вопрос имеет важное значение, т.к. перекос оси отверстия по отношению к рабочей поверхности, контактирующей с кулачком, приведет к появлению дополнительных сил, разворачивающих коромысло, и ускоренному износу втулки и оси.

На некоторых двигателях, прежде всего японских, коромысла часто не имеют втулок. Для таких коромысел возможны два варианта - растачивание отверстия и установка тонкостенной (около 1 мм) бронзовой или силуминовой втулки или увеличение диаметра оси коромысел с обработкой отверстия в увеличенный ремонтный размер. Первый вариант не всегда проходит, так как может ослабить коромысло, в то время как второй вариант достаточно трудоемок. Тем не менее на практике иногда приходится если не увеличивать, то хотя бы восстанавливать изношенные оси коромысел в прежний размер.

Наиболее простой способ ремонта осей коромысел - их взаимная перестановка. Обычно в головке блока клапаны и коромысла располагаются в шахматном порядке, поэтому при перестановке осей коромысла оказываются на неизношенных поверхностях. Основная сложность здесь - разобратся со смазочными отверстиями, чтобы не нарушить подачу масла к коромыслам и опорам распределительного вала. Для этого ненужные отверстия завариваются аргоно-дуговой сваркой и обрабатываются напильником заподлицо с наружной поверхностью оси. Перед заваркой следует разметить новые отверстия, которые затем просверлить и снять на них заусенцы зенкером или сверлом большего диаметра и мелкой шкуркой.

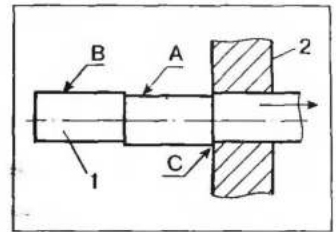
Такая схема ремонта не всегда удобна. На некоторых двигателях она требует большого объема сварочных и сверлильных работ. Кроме того, иногда изношенная часть оси попадает на опору. Тогда в отверстии опоры получается большой зазор, что может привести к большим утечкам и нарушениям в работе системы смазки распределительного механизма. Поэтому нередко приходится восстанавливать изношенные оси коромысел нанесением на них различных металлов.

Перед восстановлением осей необходимо убедиться, что оси можно будет установить в головку, т.е. проанализировать крепление осей на головке. Восстановление осей не по всей длине, а только у изношенных поверхностей, и, тем более, увеличение их диаметра недопустимо для таких конструкций (BMW), где оси устанавливаются в неразъемные соосные отверстия опор, выполненные в головке. Даже если изношенные поверхности будут восстановлены в тот же размер, небольшая несоосность восстановленной поверхности относительно неизношенной поверхности оси приведет к тому, что ось не войдет в опору (рис. 9.181).

Для тех конструкций, где крепление осей допускает увеличение их диаметра или, по крайней мере, восстановление отдельных участков с небольшой несоосностью, изношенные поверхности навариваются или наплавляются аналогично другим валам (см. раздел 9.3.). После сверления отверстий оси шлифуются. Шлифование осей, в отличие от валов, производится не в центрах, а в патронах, т.к. обычно оси не имеют центровых фасок и могут иметь некоторую деформацию, не оказывающую никакого влияния на работу распределительно-

Рис. 9.181. Влияние несоосности восстановленной поверхности оси коромысел на возможность сборки узла:

A — поверхность, имеющая после восстановления несоосность с невосстановленной поверхностью B; C — "ступень" в месте перехода, препятствующая сборке; 1 — ось коромысел; 2 — опора или коромысло



го механизма. Поэтому при шлифовании каждого наваренного участка ось выставляется по минимальному биению (0,02 мм) соседних невосстановленных поверхностей. Следует отметить, что несмотря на определенную сложность ремонта, восстановленные наваркой оси коромысел, как правило, превосходят по износостойкости новые. При отсутствии оборудования оси можно изготовить заново из стали, обеспечивающей после термообработки твердость не ниже HRC₃ 50.

У цилиндрических толкателей основным дефектом является износ контактирующей с распределительным валом торцевой поверхности. При этом торец толкателя становится вогнутым, поверхность здесь близка к сферической (см. рис. 8.33). Интересно, что кулачки распределительного вала, длительно работавшие с такими толкателями, часто не имеют сколько-нибудь заметного износа.

Ремонт цилиндрических толкателей наиболее прост и заключается в шлифовании изношенной поверхности на плоскошлифовальном станке. При шлифовании необходимо обеспечить перпендикулярность обрабатываемой и боковой поверхности не более 0,03 мм. Это не вызывает обычно больших затруднений, если использовать специальные лекальные призмы, закрепляемые на столе станка.

Износ рабочей поверхности плунжера гидротолкателя обычно связан с некачественной фильтрацией масла и с попаданием в него продуктов износа других деталей двигателя. При этом плунжер теряет подвижность и не выбирает зазор в механизме при контакте толкателя с тыльной стороной кулачка. Частицы грязи, попадая под плунжер из системы смазки, приводят также к негерметичности обратного клапана гидротолкателя, что вызывает неконтролируемую периодическую или постоянную просадку плунжера и стук. Возможности ремонта этих деталей весьма ограничены, однако в большинстве случаев разборка, тщательная очистка и промывка всех деталей гидротолкателя восстанавливают его работоспособность.

Разборка цилиндрических гидротолкателей двигателя с нижним расположением распределительного вала (GM, CHRYSLER, FORD) не составляет труда - достаточно вынуть стопорное кольцо плунжера и легкими ударами о мягкий предмет "вытрясти" плунжер (см. рис. 2.159). В то же время разборка цилиндрического гидротолкателя фирмы INA европейских двигателей с верхним расположением распределительного вала (VOLKSWAGEN, MERCEDES-BENZ и др.) нередко достаточно проблематична. Гидротолкатели коромысел, а также гидрокompенсаторы - опоры рычагов (см. раздел 2.4.), обычно разбираются без каких-либо трудностей.

Если неисправный гидротолкатель не разбирается, его следует заменить - промыть без разборки внутренние полости любого гидротолкателя невозможно. В этой связи следует напомнить, что стук гидротолкателей далеко не всегда связаны с их неисправностью. Часто такой эффект дают неисправности масляного насоса, редукционного клапана, противодренажного клапана масляного фильтра, вызывающие недостаточную подачу масла на некоторых режимах. Иногда бывает достаточно несколько раз с интервалом 1000÷2000 км заменить масло и фильтр, чтобы "отремонтировать" гидротолкатели.

У двигателей с газораспределением OHV при некоторых неисправностях механизма привода клапанов, а также при превышении допустимой частоты вращения деформируются штанги привода клапанов. Такие штанги подлежат замене, но при невозможности найти новые их можно поправить. После

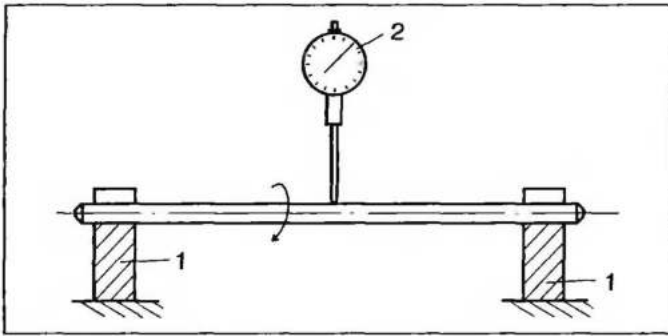


Рис. 9.182. Схема проверки деформации толкающих штанг: 1 — призмы; 2 — индикатор

правки прямолинейность штанги легко проверяется на призмах поверочной плиты индикатором (рис. 9.182) - желательно, чтобы биение в середине штанги при опоре на края было бы больше 0,10 мм.

9.6.4. Ремонт, подбор и изготовление клапанов

В эксплуатации возникает целый ряд неисправностей, связанных с дефектами клапанов. Наиболее часто встречаются износы фаски, стержня и торца клапана, нередки также случаи деформации стержня вследствие удара поршня по незакрывающемуся клапану (например, при обрыве ремня газораспределения, превышении максимальной частоты вращения и др.).

Обработка изношенного торца клапана может быть выполнена несколькими способами. При этом должна быть обеспечена перпендикулярность торца и стержня клапана. Наиболее высокое качество обработанной поверхности торца дают плоскошлифовальные станки. Клапан устанавливается на специальную лекальную призму и зажимается на ней аналогично толкателям при обработке их торцов (см. раздел 9.6.3.). В данном случае шлифовальный круг контактирует с торцом клапана цилиндрической поверхностью.

Другие способы предполагают контакт обрабатываемой поверхности с торцом шлифовального круга. Это может быть сделано как на круглошлифовальном, так и на заточном станке. При этом клапан должен быть установлен на призме, закрепленной в станке так, чтобы была обеспечена перпендикулярность стержня к торцу круга (рис. 9.183). Чтобы свести к минимуму возможный перекос торца и стержня, следует при шлифовании медленно поворачивать клапан. Недостатком этого способа ремонта является необходимость часто править торец шлифовального круга, а также ухудшение качества поверхности торца и даже ее выпуклость. В дальнейшем это может привести к дополнительным регулировкам зазоров в механизме привода, а также к повышенному шуму.

Обработка изношенной фаски клапана может быть выполнена на круглошлифовальном станке. Для этого необходимо использовать цанговый зажим для крепления и привода (вращения) клапана. Цанга имеет посадочный конус для соедине-

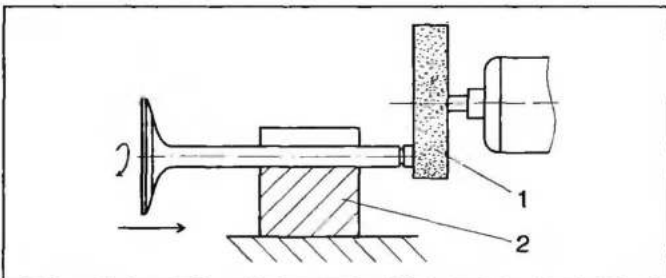


Рис. 9.183. Простой способ ремонта торца клапана: 1 — шлифовальный круг; 2 — призма

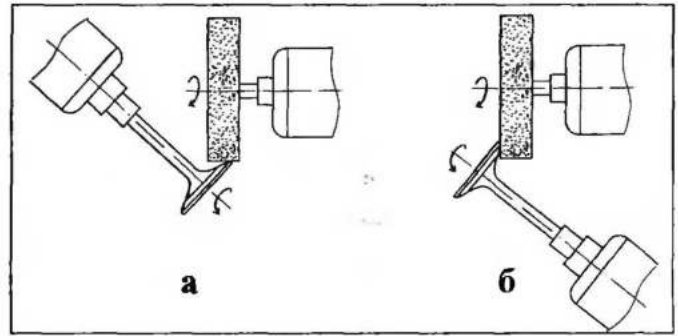


Рис. 9.184. Схемы шлифования фаски клапана: а — наружной поверхностью шлифовального круга; б — боковой поверхностью шлифовального круга

ния со шпинделем станка и обеспечивает довольно низкое биение клапана относительно оси вращения - порядка 0,02-0,03 мм, что является допустимым, составляя половину рабочего зазора клапана в направляющей втулке. Передняя бабка станка разворачивается на угол фаски клапана (рис. 9.184), после чего производится шлифование.

Для шлифования фасок клапанов применяются также специализированные станки и/или приспособления для универсальных станков (см. рис. 5.84), однако для небольших мастерских такое оборудование не всегда доступно.

Фаска клапана может быть отремонтирована в специальном приспособлении, выпускаемом, например, фирмой NEWAY. Приспособление имеет резцовую головку и направляющие для центрирования клапана по стержню (рис. 9.185). Качество ремонта фаски резцами уступает другим способам, но цена приспособления на порядок меньше самого дешевого шлифовального оборудования. Недостатком приспособления с резцовой головкой является невозможность ремонта фаски при ее биении относительно стержня, поэтому перед обработкой желательно проверить биение тарелки (см. раздел 8.1.).

При большом износе фаски иногда приходится снимать достаточно большой припуск, в результате чего клапан дополнительно "проваливается" в седле, а его стержень как бы удлиняется. Это может быть недопустимо для двигателей с гидротолкателями, особенно, если они цилиндрические, а распределительный вал имеет верхнее расположение. Такие конструкции обычно имеют небольшой ход плунжера гидротолкателя, поэтому здесь необходимо компенсировать "проваливание" клапана укорочением стержня, обрабатывая его торец (рис. 9.154).

Допустимым износом стержня следует считать величину 0,03 мм, причем клапан с таким износом может нормально работать еще достаточно длительное время только с новой направляющей втулкой.

Существует несколько способов восстановления стержней клапанов. Из них следует отметить хромирование, которое по сравнению с другими способами (например, напылением) обладает рядом преимуществ, среди которых высокая твердость, плотность, износостойкость и адгезия покрытия. Именно эти свойства хрома определяют достаточно широкое распространение хромовых покрытий клапанов на многих

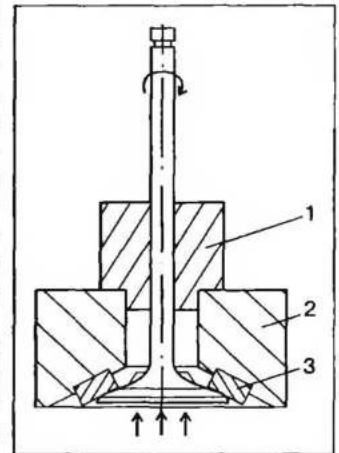


Рис. 9.185. Общая схема обработки фаски клапана резцовой головкой: 1 — центрирующая втулка; 2 — резцовая головка; 3 — твердосплавный резец

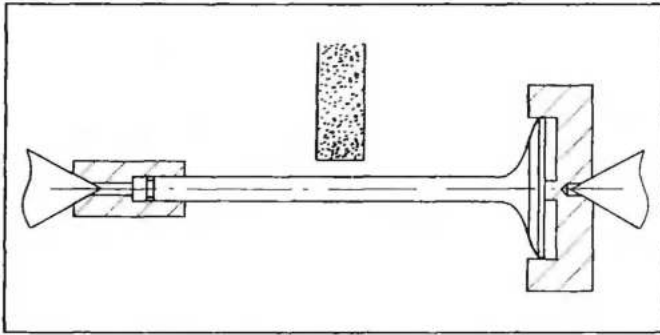


Рис. 9.186. Шлифование стержня клапана в центрах до и после хромирования с использованием оправок

двигателях, однако ремонт клапанов таким способом достаточно сложен.

Технологическая цепочка ремонта включает в себя следующие операции:

- 1) очистка клапана;
- 2) обработка наружного диаметра тарелки "как чисто" с минимальным биением ($0,02+0,03$ мм) относительно стержня;
- 3) изготовление оправок (рис. 9.186) и шлифование клапана в центрах круглошлифовального станка. При этом необходимо обработать стержень клапана "как чисто" или снять старое покрытие так, чтобы слой хрома в окончательном виде составил порядка $0,04+0,07$ мм;
- 4) хромирование клапана с защитой от покрытия тарелки и конца стержня (где расположены канавки для фиксации клапана сухарями);
- 5) установка на клапан оправок и шлифование стержня.

Описанная технология позволяет ремонтировать изношенные стержни клапанов, однако требует хорошего оснащения и довольно высокой культуры производства. При отсутствии таковых на возможность ремонта изношенных клапанов рассчитывать не следует.

Достаточно часто в эксплуатации встречается деформация стержня клапана, возникающая при ударе поршня по тарелке. Деформированные клапаны (рис. 9.187) подлежат замене, однако в некоторых случаях, если придерживаться определенных правил, их удается восстановить. Восстановление деформированных клапанов является крайней мерой (своего рода "запрещённым приёмом") и может использоваться только в исключительных случаях, когда не удается найти новые клапаны. Для этого необходимо:

- 1) править только впускные клапаны. Выпускные клапаны при работе двигателя испытывают значительно более высокие нагрузки, а их материал часто менее пластичен. Поэтому при деформации и/или при восстановлении может возникнуть трещина, которая под действием высоких нагрузок (и температур) быстро приведет к поломке клапана со всеми вытекающими последствиями;
- 2) править следует только клапаны, деформированные у тарелки и имеющие биение тарелки не более $0,3+0,4$ мм. При большем биении возрастает опасность последующего разрушения клапана.

Принципиально существует два различных способа восстановления подобных клапанов. Первый способ - шлифование фаски "как чисто". При этом тарелка остается деформированной, однако фаска делается концентричной стержню. Однако при относительно большой деформации стержня на одном из краев тарелки получается "острый" угол (край) между тарелкой и фаской, что грозит перегревом и прогаром тарелки в этом месте.

Другим способом ремонта является правка тарелки. Правка достаточно легко делается в патроне токарного станка (рис. 9.188). Чтобы не повредить стержень, необходимо зажимать его кулачками патрона через картон или

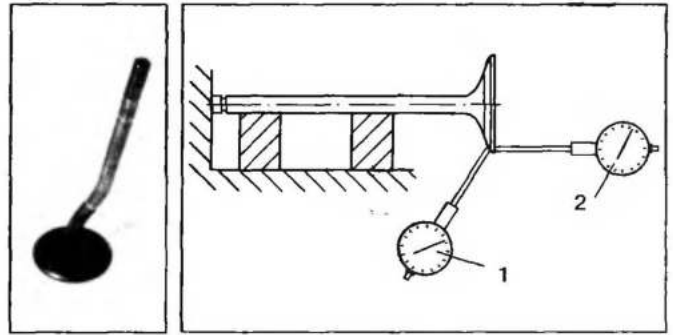


Рис. 9.187. Деформированный клапан

Рис. 9.189. Остаточная деформация после правки сильно деформированного клапана - индикатор 2 показывает отсутствие деформации, в то время как по индикатору 1 она значительная

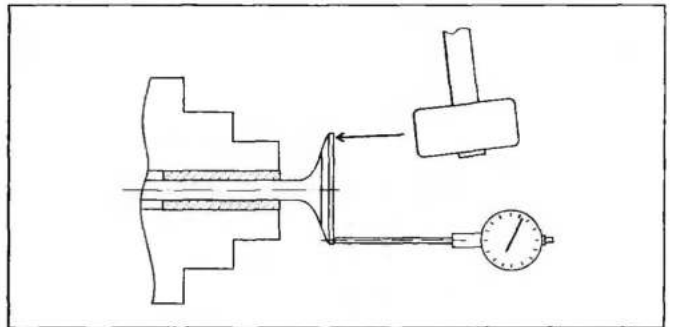


Рис. 9.188. Схема правки тарелки клапана в патроне токарного станка

плотную бумагу. Далее легким ударом медным молотком по соответствующему краю тарелки в направлении вдоль оси стержня производится правка. Практика показывает, что при деформации (торцевом биении) тарелки менее $0,3+0,4$ мм правка без больших затрат времени позволяет добиться биения и тарелки и фаски менее $0,03$ мм. Этого достаточно, чтобы далее просто притереть клапан к седлу с помощью абразивной пасты. При начальном биении тарелки более $0,4$ мм исправить деформацию тарелки относительно стержня обычно не удается - при отсутствии биения торца тарелки фаска может быть на $0,1$ мм и более (рис. 9.189). В подобных случаях следует после правки обрабатывать фаску тарелки "как чисто".

Несмотря на то, что описанные способы ремонта клапанов могут быть реализованы на практике, многие из них сложны, трудоемки и не обеспечивают высокую надежность двигателя. Поэтому однозначно лучше отказаться от ремонта в пользу замены клапанов. Идеальный случай, когда можно купить клапаны к конкретному двигателю, следует отнести только к распространённым маркам и моделям (BMW, MERCEDES-BENZ, AUDI, VOLKSWAGEN, OPEL). Для других с приобретением могут возникнуть сложности. Поэтому нередко выходом из положения будет доработка близких по размерам клапанов от других двигателей. Этот способ является достаточно надёжным решением проблемы при отсутствии штатных клапанов, хотя и требует дополнительных затрат.

Для доработки необходимо найти клапаны, имеющие длину и диаметр тарелки не меньше, чем у штатных клапанов. При подборе таких заготовок в первом приближении можно ориентироваться на данные, приведенные в Приложении 3. Помимо этого, следует руководствоваться следующими правилами:

диаметры стержня заготовки и клапана должны быть одинаковы, поскольку обработка стержня технологически достаточно сложна и может снизить надежность клапанов;

назначение заготовки должно соответствовать готовому клапану, в крайнем случае в качестве заготовки впускного клапана можно использовать подходящий по размерам выпускной. Обратная замена приведет к прогару и поломке;

заготовку следует подбирать, ориентируясь на соответствие удельной (питровой) мощности и частоты вращения двигателей. Особую осторожность следует соблюдать при подборе заготовок выпускных клапанов двигателей с турбонаддувом и дизелей;

канавки на стержне заготовки не должны препятствовать протачиванию новых канавок для установки сухаря в том же сечении стержня, как и у штатного клапана;

при подборе заготовок следует обращать внимание на износостойкие покрытия стержня и фаски - если у штатного клапана они есть, а в заготовке - нет, то не исключен повышенный износ как самого клапана, так и ответных деталей. То же самое относится к уплотнительной фаске выпускных клапанов некоторых двигателей, на которую может быть нанесено износостойкое покрытие.

Если заготовка выбрана, необходимо обработать на токарном станке тарелку и канавки, используя цанговый зажим. Окончательная обработка фаски и торца клапана выполняется так, как это описано выше. При этом необходимо обеспечить требуемую длину клапана. Для двигателей с гидротолкателями или с цилиндрическими толкателями и регулировочными шайбами следует точно выдержать расстояние между фаской и торцом клапана (рис. 9.190), поскольку именно эта величина, а не общий габаритный размер, определяет сопряжение клапана и толкателя.

В некоторых случаях не удается подобрать заготовку клапана для доработки, соответствующую указанным требованиям. Обычно это случается, если клапан имеет тарелку большого диаметра или его длина слишком велика. Тогда остается изготовить новый клапан целиком из подходящей для этого заготовки.

В качестве заготовки может быть выбран клапан с большими габаритными размерами. При этом в качестве заготовки не следует выбирать клапаны со сварным соединением тарелки и стержня. Разнородные материалы здесь легко проверяются с помощью магнита - к тарелке из жаропрочного сплава, в отличие от стержня из легированной стали, магнит не притягивается. Не следует использовать в качестве заготовок клапаны с надрезом, т.к. уменьшение диаметра и длины стержня а также диаметра тарелки у них недопустимо. При отсутствии подходящих клапанов для заготовок новый клапан может быть изготовлен из прутка. Материалы для клапанов следует выбирать заведомо наиболее прочные. Подходят жаропрочные стали и сплавы (см. также раздел 9.6.1.4.) на никелевой основе, однако эти материалы трудно найти и обработать. При выборе материала следует ориентироваться в том числе и на его пластичность. Это особенно важно для тех двигателей, где возможен контакт клапанов с поршнями. Хрупкий клапан может сломаться, что приведет к выходу двигателя из строя. Для некоторых материалов большую сложность представляет термообработка, требующая специального оборудования. Все это в значительной степени ограничивает возможность изготовления клапанов.

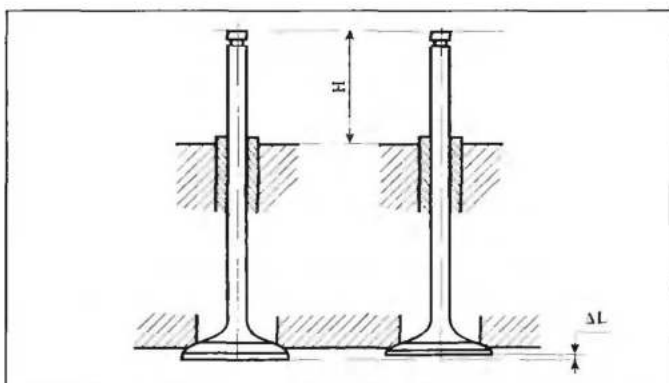


Рис. 9.190. Клапаны с различными тарелками должны иметь разную общую длину, чтобы обеспечить одинаковое выступание торца (H)

При изготовлении клапана на заготовке необходимо сделать небольшие технологические центровые отверстия для того, чтобы вести обработку на универсальных станках. После точения с припуском на окончательное шлифование клапан термообрабатывается (если в качестве заготовки взят готовый клапан, термообработка не требуется). Затем выполняется шлифование стержня и уплотнительной фаски в центрах, после чего край стержня с технологическим центровым отверстием отрезается, а торец шлифуется. Центровое отверстие на тарелке может быть оставлено, т.к. оно никак не влияет на работоспособность клапана.

9.6.5. Ремонт элементов привода механизма газораспределения

К деталям и агрегатам привода в зависимости от его схемы относятся цепь (ремень) ГРМ, звездочки (шкивы, шестерни), успокоитель, натяжитель, натяжной и паразитный ролики. В эксплуатации неисправности привода встречаются довольно часто и являются достаточно опасными, особенно для тех двигателей, у которых возможен контакт открытых клапанов с поршнями в ВМТ.

Большинство элементов привода газораспределительного механизма практически не подлежит ремонту и при неисправностях требуется их замена. В первую очередь это относится к цепям и зубчатым ремням.

В процессе эксплуатации происходит износ и вытягивание цепей и ремней. На большинстве двигателей цепь рассчитана на весь срок службы двигателя (200÷250 тыс. км), в то время как зубчатый ремень - не более, чем на 60÷100 тыс. км. При сложном ремонте двигателя, имеющего большой пробег, замена цепи (ремня) обязательна.

Различные фирмы, производящие или торгующие запасными частями (см. раздел 5.5.), имеют в своих каталогах огромную номенклатуру газораспределительных ремней, поэтому приобретение ремня для подавляющего большинства известных автомобилей не составляет большой проблемы. Аналогично обстоит дело и с цепями, причем здесь есть больше возможностей для выбора. Например, многие европейские автомобили имеют однорядные или двухрядные цепи с шагом звеньев 3/8" (9,525 мм) и диаметром роликов 1/4" (6,35 мм). В запасные части цепи нередко поставляются с замками, позволяющими разъединить цепь для ее установки. Наличие замка облегчает, например, укорочение цепи. Необходимость в этом может возникнуть, когда под руками имеется более длинная цепь с другого двигателя, у которой звенья имеют те же размеры.

Разъединить цепь можно, если выпрессовать ось одного из звеньев. Для этого удобно использовать специальные приспособления. При их отсутствии можно надфилем слегка припилить развальцованный край оси, после чего ударами технологического штифта выбить ось. При последующем соединении цепи необходимо развальцевать ось керном или ударами легкого молотка по ее краю.

Как правило, вместе с цепью (ремнем) оказываются в той или иной степени изношены звездочки (шкивы). Характер износа звездочек (рис. 9.191) обычно способствует ускоренному износу и вытяжению новой цепи. Однако практически даже после больших пробегов звездочки часто не имеют сильного износа. Учитывая, что на большинстве двигателей есть гидронатяжители, обеспечивающие плавность работы цепи и отсутствие ударных нагрузок, нередко удается повторно использовать старые звездочки. Правда, ресурс новой цепи при этом будет уменьшен.

Износ шкивов зубчатого ремня может быть достаточно большим, если кожух ремня не обеспечивал надежного уплотнения от пыли и грязи. При этом часто изнашивается наружная поверхность шкивов (рис. 9.192), из-за чего ремень (особенно, новый с неизношенными зубьями) прилегает к шкиву

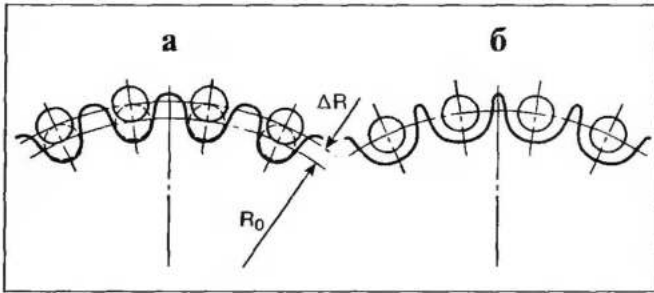


Рис. 9.191. Характер износа цепи и звездочки после длительной эксплуатации:

а — малоизношенная (или новая) звездочка со старой и новой цепью - старая цепь из-за растяжения обеспечивает зацепление роликов с зубьями по большему радиусу и с большими зазорами; б — новая цепь с изношенной звездочкой дает зацепление роликов с зубьями с большими зазорами

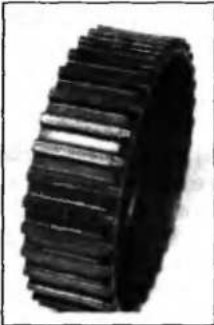


Рис. 9.192. Изношенный шкив зубчатого ремня

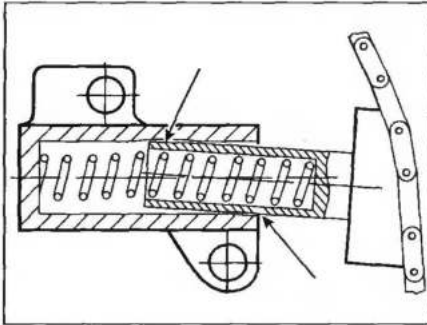


Рис. 9.193. Износ гидронатяжителя после длительной эксплуатации на вытянутой цепи (места характерного износа указаны стрелками)

только на небольших участках у захода на шкив и схода с него. Остальная часть ремня между этими участками может не прилегать к шкиву - она как бы "висит в воздухе". Вследствие этого значительно возрастает нагрузка на зубья, и новый ремень может проработать всего несколько тысяч километров.

Менять следует в первую очередь звездочки (шкивы) коленчатого и распределительного валов. Остальные звездочки (шкивы) на большинстве двигателей не оказывают существенного влияния на ресурс элементов привода.

Следует отметить, что надежность работы двигателя в большой степени зависит от состояния других деталей привода распределительного вала. Так, неисправности натяжителя и успокоителей цепи вызывают ударные нагрузки на детали, ускоренный износ и в конце концов ведут к обрыву цепи. То же самое следует сказать о неисправных подшипниках роликов ремня. Поскольку в двигателях с цепным приводом (и на многих двигателях с зубчатым ремнем) возможен контакт поршней с клапанами, неисправности привода распределительного вала могут привести к поломкам клапанов, поршней, шатунов, а также повреждениям блока и головки цилиндров. Вследствие этого при ремонте двигателя все неисправные элементы привода должны быть проверены и заменены или отремонтированы.

При длительной работе на изношенной цепи плунжер и корпус гидронатяжителя также изнашиваются (рис. 9.193). Увеличение рабочего зазора плунжера вызывает повышенный расход масла, ослабление натяжения цепи и ее шум на низких частотах вращения. Установка новой цепи обычно нормализует работу натяжителя, однако с течением времени неисправность проявляется снова. Вследствие этого при ремонте двигателя состояние гидронатяжителя следует обязательно контролировать. Изношенный натяжитель необходимо заменить, однако его можно найти не для всех двигателей.

Изношенный натяжитель может быть отремонтирован обработкой отверстия в корпусе (например, хонингованием) и

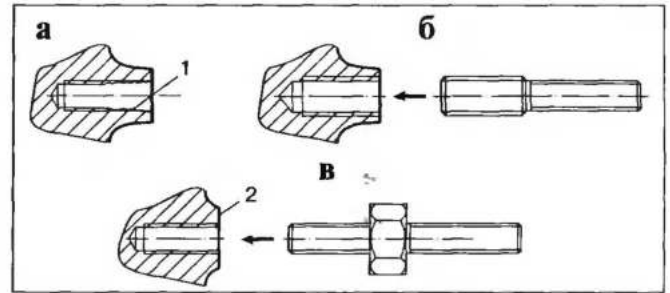


Рис. 9.194. Некоторые способы ремонта резьбовых отверстий крепления деталей ГПМ:

а — углубление резьбы с установкой более длинной шпильки; б — переход на резьбу большего диаметра и ступенчатую шпильку; в — углубление резьбы с подрезкой поврежденного прилива и установка специальной шпильки; 1 — поврежденный участок резьбы; 2 — подрезанный торец прилива блока

заменой плунжера на больший диаметр. Такой плунжер может быть изготовлен из легированной стали, зазор в соединении следует обеспечить в пределах $0,03 \pm 0,04$ мм.

Особую внимательность следует проявлять при ремонте цепного привода у двигателей с балансирными валами. Так, у четырехцилиндровых двигателей балансирные валы иногда приводятся дополнительной цепью и вращаются с удвоенной частотой (см. раздел 2.4.5.). При этом практически любые, даже самые незначительные неисправности быстро приводят к разрушению цепи, звездочек, успокоителей и натяжителей, а также к поломкам самих валов и корпусных деталей. Для таких двигателей при ремонте нередко требуется полный комплект деталей привода балансирных валов. Следует отметить, что ременный привод балансирных валов значительно более надежен - даже обрыв ремня обычно не вызывает неисправностей и поломки других элементов привода.

Поломки деталей привода распределительного вала нередко сопровождаются или напрямую связаны с обрывом цепи. На двигателях с алюминиевым блоком цилиндров это может привести к серьезным повреждениям резьбовых отверстий в блоке, с помощью которых крепятся детали привода. Ремонт отверстий возможен несколькими способами (рис. 9.194), из которых следует отметить углубление резьбы, переход на больший диаметр, установка специальных шпилек, а также комбинированные способы.

9.6.6. Ремонт балансирных валов

Как уже указывалось в разделе 2.2., балансирные валы являются высоконагруженными деталями двигателя, а их подшипники требуют хорошей смазки. При нарушении подачи масла, а также при низком его качестве и плохой фильтрации на высоких частотах вращения балансирных валов (до $12 \div 13$ тыс. мин⁻¹) происходит ускоренный износ и разрушение подшипников (рис. 9.195), сопровождающиеся большим износом опорных шеек и, нередко, постелей в блоке цилиндров.

В практике некоторых ремонтных мастерских получил распространение способ "ремонта", при котором балансирные валы демонтируются, а в каналы подвода масла к их подшипникам устанавливаются заглушки. Такой "ремонт" в эксплуатации оказывается неэффективным по нескольким причинам. Так, двигатель с балансирными валами обычно имеет весьма небольшие противовесы на коленчатом валу. Отсутствие балансирных валов приводит к повышенной вибрации двигателя и кузова автомобиля. При этом создаются неком-



Рис. 9.195. Поверхность опорной шейки балансирного вала, поврежденная после работы с недостаточной подачей масла

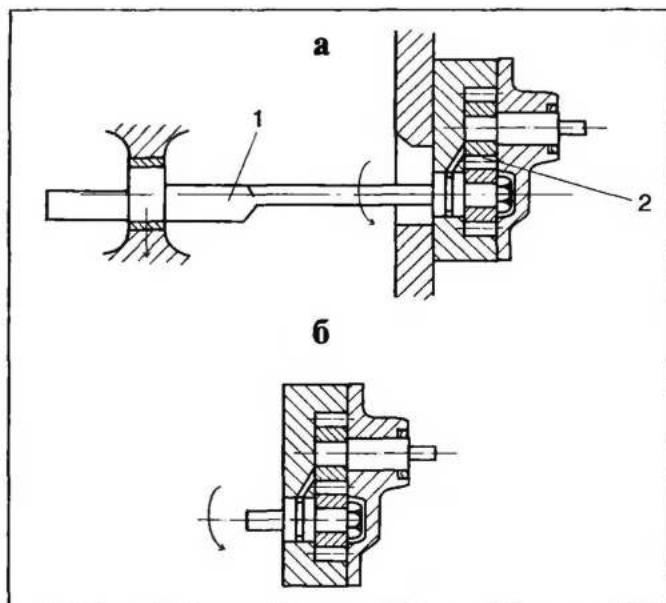


Рис. 9.196. Пример неоправданного изменения конструкции двигателя при ремонте:

а — исходный вариант (1 — балансирный вал; 2 — масляный насос); б — при отрезании части балансирного вала перекашивающее усилие на ведомой шестерне не воспринимается задней опорой вала, что вызывает ускоренный износ деталей насоса

фортные условия в салоне, а также резко возрастают нагрузки на опоры двигателя, ресурс которых в данных условиях может снизиться до нескольких тысяч и даже сотен километров пробега. Помимо этого, на некоторых двигателях один из балансирных валов является частью конструкции масляного насоса - на нем устанавливается ведомая шестерня насоса. Тогда демонтировать вал удастся, только если обрезать его и оставить ту часть, где находится шестерня. В результате этого возрастает нагрузка на подшипник вала (рис. 9.196) и износ деталей масляного насоса. Таким образом, данный способ "ремонта" еще раз подтверждает сформулированное выше правило, что изменение конструкции двигателя при ремонте приведет к снижению его эксплуатационных характеристик и, в первую очередь, надежности. Поэтому неисправные балансирные валы и их подшипники должны быть в обязательном порядке и очень тщательно отремонтированы.

Поскольку в подавляющем большинстве случаев повреждения балансирных валов связаны с износом их подшипников, начинать ремонт следует с замены втулок, установленных в блоке цилиндров. В запасные части втулки балансирных валов поставляются только одного - стандартного размера. Поэтому изношенные опорные шейки вала требуют либо восстановления в прежний размер, либо замены вала на новый.

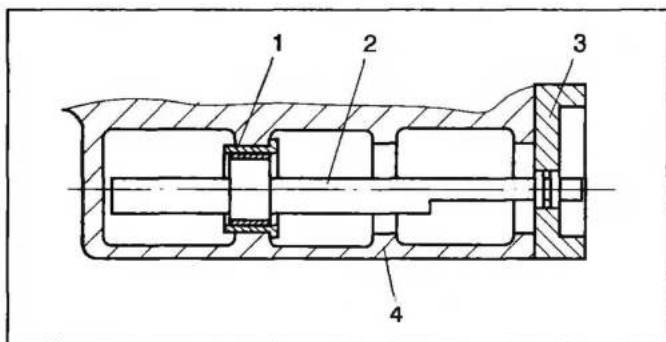


Рис. 9.197. Ремонт постели подшипника с помощью дополнительной втулки:

1 — дополнительная втулка; 2 — балансирный вал; 3 — корпус маслоснабжения (по отверстию корпуса осуществляется проверка положения блока перед растачиванием отверстия под дополнительную втулку); 4 — блок цилиндров

Если втулка осталась в блоке, то постель скорее всего не повреждена. Тогда старую втулку следует выпрессовать, используя оправку (см. рис. 5.61). Запрессовка новой втулки может быть выполнена аналогично втулкам распределительных валов (раздел 9.6.1.). При этом важно не допустить перекоса оправки, чтобы не повредить втулку. Отсутствие перекоса обеспечивает специальная резьбовая оправка, постепенно "втягивающая" втулку в постель. Можно также запрессовать втулку оправкой с длинным стержнем легкими ударами молотка по стержню.

После запрессовки втулки следует измерить нутромером внутренний диаметр подшипника. Если стандартный диаметр D вала неизвестен, то он может быть рассчитан, если задать зазор в подшипнике. Поскольку балансирный вал вращается с высокой частотой, желательно обеспечить повышенный зазор по сравнению с другими подшипниками - порядка $0,06 \pm 0,08$ мм.

В эксплуатации нередко случаи расплавления втулки, при которых постель (расточка) в блоке сильно повреждается. Тогда установить втулку в блок можно только через дополнительную втулку (рис. 9.197). Чтобы это сделать, необходимо расточить отверстие постели на расточном станке. При растачивании блок должен быть выставлен на станке по базовым поверхностям (верхняя, нижняя или передняя плоскости блока). Особенно важно обеспечить совпадение старой и новой оси отверстия с точностью до $0,02$ мм, иначе вал встанет с перекосом, что впоследствии приведет к поломке вала и разрушению подшипников. Это можно сделать по технологическим отверстиям на переднем торце блока.

После растачивания отверстия изготавливается стальная втулка и запрессовывается в отверстие с натягом $0,04 \pm 0,06$ мм. Возможно, что во втулке придется сделать смазочное отверстие и совместить его с отверстием в блоке при запрессовке. Затем внутреннее отверстие дополнительной втулки следует расточить под необходимый диаметр. Толщина стенки втулки должна быть не менее $1,5$ мм. Если все работы выполнять точно и аккуратно, то можно сразу изготовить дополнительную втулку без последующей расточки. При этом следует учесть, что при топшине стенки $1,5 \pm 2,0$ мм натяг по наружному диаметру $0,04 \pm 0,06$ мм даст уменьшение внутреннего диаметра втулки после запрессовки примерно на $0,02 \pm 0,03$ мм. Внутренний диаметр дополнительной втулки должен обеспечивать запрессовку втулки подшипника вала с тем же натягом - $0,04 \pm 0,06$ мм.

Нежелательно, чтобы втулка подшипника балансирного вала изготавливалась - она должна быть стандартной, в крайнем случае её можно подобрать от вспомогательного или распределительного валов других двигателей. Однако не всегда и не для всех двигателей втулки удастся приобрести. Если использовать стандартные втулки не удастся, можно попробовать их изготовить. При этом следует иметь в виду, что тогда добиться высокой надежности работы балансирных валов удастся только в случае использования специальных материалов и технологий.

Перед началом работы по изготовлению втулок необходимо учесть, что бронза для подшипников балансирных валов непригодна. Практика показала, что даже при зазоре порядка $0,08 \pm 0,10$ мм бронзовая втулка может перегреться, заклинить на валу, деформироваться и начать вращаться в корпусе независимо от величины монтажного натяга. Поэтому для изготовления втулок должны быть использованы материалы и технологии, описанные в разделе 9.6.1. для втулок распределительных и вспомогательных валов. Для втулок балансирных валов требуются материалы, выдерживающие высокие нагрузки и скорости скольжения, например, сталеалюминиевая лента с содержанием олова 20%. Такая лента часто применяется для вкладышей дизельных двигателей с турбонаддувом. Поэтому основной способ изготовления втулок - из двух половин (например, из двух шатунных вкладышей) с последующей перепрессовкой в отверстие блока через оправку, как это описано в разделе 9.6.1. Использование металлофорпласта здесь также нежелательно. Этот материал, как уже отмечалось, уступает по допустимой нагрузке, "не любит" аб-

развивных частиц, а его преимущества при недостатке смазки не реализуются, т.к. в расположенные около масляного насоса втулки обычно подается большое количество масла.

После того, как необходимый размер опорной шейки балансирующего вала определен, можно приступать к его ремонту. Если произошло разрушение подшипника, то износ шейки может быть значительным, в некоторых случаях больше $1,0+1,5$ мм. Изношенные поверхности шеек восстанавливаются наваркой (наплавкой) и последующей шлифовкой. Основные ремонтные операции для таких валов не отличаются от описанных в разделе 9.3., за исключением того, что балансирующие валы проще других в ремонте, т.к. имеют только две опорные шейки.

9.7. Ремонт вспомогательных агрегатов и систем

В эксплуатации нередки случаи возникновения неисправностей различных агрегатов, включая насосы систем питания, смазки и охлаждения, элементов системы управления двигателем, турбокомпрессоров и др.

Неисправности некоторых из них непосредственно приводят к повреждениям и поломкам различных деталей двигателя. Например, отказ масляного насоса обычно ведет к расплавлению вкладышей подшипников и задирам шеек коленчатого вала. Неисправности ряда других агрегатов влияют на двигатель не так очевидно, однако их последствия могут проявиться с течением времени. Так, переобогащение топливовоздушной смеси и связанный с ним затрудненный запуск двигателя обычно сопровождаются смыванием масла топливом со стенок цилиндров и разжижением масла в картере. Это может заметно сократить ресурс двигателя.

Многие неисправности агрегатов возникают из-за длительной стоянки автомобиля как до, так и во время ремонта двигателя. Обычно длительная стоянка приводит к повреждению (негерметичности) различных уплотнений, а также к внутренней коррозии агрегатов. Особенно от коррозии страдают насосы систем охлаждения и подачи топлива.

Даже после выполненного самым тщательным образом ремонта КШМ или ЦПГ двигатель может опять быстро выйти из строя вследствие неисправностей агрегатов, которые не были устранены при ремонте. Неисправности некоторых агрегатов системы управления иногда приводят к неустойчивой работе двигателя после ремонта, а также к повышенной токсичности отработавших газов. Таким образом, при ремонте двигателя его агрегаты и системы требуют достаточно серьезного внимания, а ремонт двигателя не может считаться выполненным, если есть признаки их неисправностей.

9.7.1. Ремонт масляных насосов

Масляный насос является одним из наиболее важных агрегатов и от его состояния зависит работоспособность всего двигателя. Основные неисправности насоса обычно связаны с износом шестерен, корпуса, валика привода и редукционного клапана. В сопряжении изношенных деталей образуются увеличенные зазоры, что приводит к возрастанию утечек, снижению производительности насоса и давления масла в системе смазки. Сильноизношенные насосы нередко не обеспечивают быстрой подачи масла в систему смазки после запуска. Это отрицательно сказывается на ресурсе подшипников двигателя и даже может привести к выходу их из строя.

В зависимости от конструкции насоса износу подвержены различные поверхности его деталей. В соответствии с этим ремонт насоса, который можно выполнить, не прибегая к замене узлов и деталей насоса, также будет различен для разных конструкций. Рассмотрим более подробно способы их ремонта.

У насосов с шестернями наружного зацепления изнашиваются зубья и торцы шестерен, поверхности корпуса и крышки насоса, соприкасающиеся с шестернями, а также ведущий

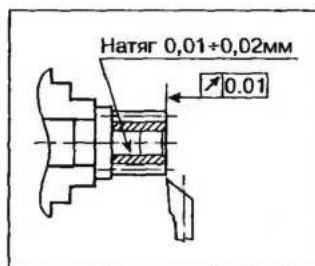


Рис. 9.198. Обработка торца шестерни масляного насоса на токарном станке



Рис. 9.200. Притирка плоскости разъема корпуса масляного насоса для уменьшения торцевого зазора



Рис. 9.199. Износ корпуса насоса (места износа указаны стрелками)



Рис. 9.201. Измерение зазора в зацеплении шестерен насоса с помощью набора щупов

валик и его отверстие (подшипник) в корпусе. Наиболее подвержены износу торцы шестерен и корпуса. Возникающий повышенный торцевой зазор снижает давление и подачу масла, особенно при малой частоте вращения. На торцах шестерен обычно возникают круговые борозды. Если они не слишком глубоки, торцы могут быть притерты на плите с абразивной пастой (при этом необходимо все время поворачивать шестерню, чтобы не перекосить торец). Если глубина повреждений велика (более $0,03+0,05$ мм), торец можно проточить, установив шестерню на оправку (рис. 9.198) или зажав в патроне токарного станка. При этом необходимо выставить торец по индикатору с точностью $0,01$ мм. Лучшее качество дает шлифование торцов шестерен.

Аналогичные повреждения корпуса следует устранять в зависимости от конструкции насоса. Убрать риски с торцевой поверхности внутри корпуса (рис. 9.199), как правило, достаточно трудно, однако на крышке это сделать несложно. При этом следует помнить, что алюминиевую крышку нельзя притирать на плите, используя пасту. Абразивные частицы, внедряясь в мягкий материал, в дальнейшем могут вызвать ускоренный износ шестерен. Поэтому для таких конструкций лучше использовать фрезерование. Притирание с абразивной пастой вполне допустимо, если крышка выполнена из стали, стойкой к шаржированию (внедрению твердых частиц в поверхность).

Увеличенный за счет износа торцевой зазор шестерен легко устраняется притиранием плоскости корпуса на плите (рис. 9.200). Ни в коем случае нельзя использовать для этого шкурку - плоскость будет искривлена и испорчена. При обработке плоскости следует стремиться к зазору порядка $0,05$ мм (у длительно работавшего насоса торцевой зазор шестерен обычно превышает $0,1$ мм). Однако не стоит подгонять детали слишком плотно. Например, алюминиевый корпус при низкой температуре уменьшится в размерах значительно сильнее, чем чугунные или стальные шестерни. Если зазор исчезнет, возможны задиры и заклинивание шестерен насоса в корпусе при запуске двигателя, грозящие еще более серьезными поломками деталей самого насоса и его привода.

Если торцевой зазор в норме, следует проверить состояние зубьев шестерен, зазор в зацеплении и по наружному диаметру шестерен в корпусе (рис. 9.201). Насосы с сильно изношенными зубьями шестерен (зазор в зацеплении более $0,25+0,30$ мм) и корпусом (радиальный зазор шестерен в корпусе более $0,20+0,25$ мм), вообще говоря, подлежат замене. Насосы с такими дефектами обычно дают пониженное давление масла на

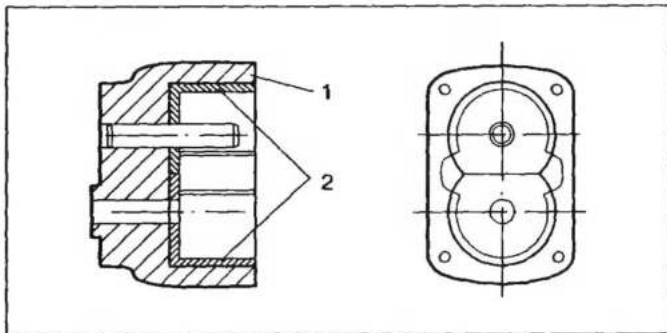


Рис. 9.202. Ремонт изношенных поверхностей под шестерни в корпусе масляного насоса:
1 — корпус; 2 — втулки

низких частотах вращения. При очень большом износе возможна также ситуация, когда насос не засасывает масло из картера при запуске. Как правило, данный эффект связан с большим зазором по наружному диаметру шестерен. Если возможности замены насоса нет, единственным способом ремонта является установка втулок в корпус насоса (рис. 9.202).

Для этого надо расточить корпус насоса, точно (до 0,02 мм) выверив его положение по отверстиям ведущего валика и оси ведомой шестерни. Втулки следует сделать с толщиной стенки порядка 2 мм. Материал втулок - алюминийевый сплав с содержанием кремния 4-8% или бронза. Из втулок вырезаются участки, не прилегающие к корпусу. Далее втулки вставляются в корпус на клеевой композиции (предварительно детали обезжириваются). После полимеризации клея внутренняя поверхность втулок растачивается окончательно под зазор в шестернях порядка 0,05-0,10 мм, а плоскость корпуса притирается на плите.

При износе отверстия в корпусе и/или валика эти детали также необходимо ремонтировать, иначе все остальные восстановленные поверхности в дальнейшем быстро изнашиваются снова из-за люфтов и перекосов ведущей шестерни. У большинства насосов валик вращается в отверстии корпуса. Тогда поврежденное отверстие следует расточить. Далее в него запрессовывается бронзовая или силуминовая втулка (рис. 9.203). Если имеется износ ответной поверхности валика, то возможны два варианта ремонта. Наиболее простой - когда втулка корпуса делается длиннее, чтобы обеспечить контакт с неповрежденной поверхностью валика. Другой вариант - изготовление нового валика из высокопрочной легированной стали, закаленной до HRC₃ 36-40. Это несложно, если привод валика снабжен шпонкой. В случае, если валик шлицевой, при изготовлении потребуется специализированное оборудование. Поэтому для таких конструкций лучше рассчитывать на первый вариант ремонта либо на замену валика.

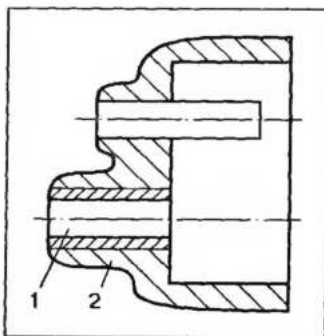


Рис. 9.203. Восстановление изношенного отверстия под ведущий валик насоса с помощью ремонтной втулки:
1 — втулка; 2 — корпус

На зубьях шестерен иногда образуются задиры, ухудшающие уплотнение между ними. Наиболее простой способ выхода из положения - перевернуть их наоборот и тем самым обеспечить контакт по неизношенным сторонам зубьев. Ведомая шестерня обычно вращается на оси и перевернуть ее не составляет труда. Ведущая шестерня требует для этого выпрессовывания валика привода.

Распрессовать эти детали можно с помощью универсальных съемников либо ударами молотка по медной выколотке,

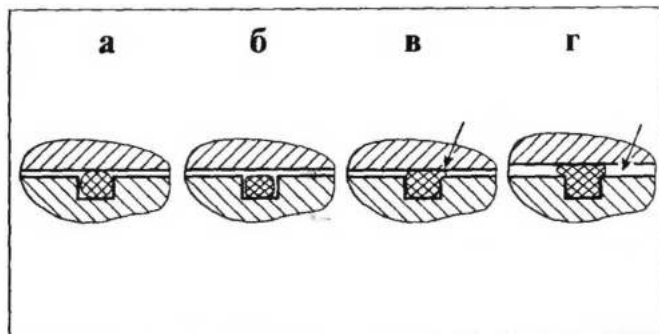


Рис. 9.204. Типичные ошибки при сборке деталей с уплотнительными резиновыми кольцами:

а — нормальное кольцо; б — старое кольцо не дает натяга в канавке и не обеспечивает герметичность; в — слишком "толстое" кольцо при сборке цилиндрических деталей будет разорвано (указано стрелкой); г — слишком "толстое" кольцо торцевого уплотнения не даст сопряжения фланцев деталей (стрелкой указан зазор между фланцами)

однако в последнем случае надо соблюдать осторожность, чтобы не повредить детали. Запрессовку валика в шестерню лучше производить с нагревом шестерни до 180-200°C, чтобы избежать больших усилий и деформации деталей.

На большинстве двигателей насосы с шестернями наружного зацепления расположены в поддоне картера и часто полностью или частично погружены в масло. Естественно, они не требуют уплотнений (прокладок, сальников и т.д.), т.к. незначительные утечки по стыкам деталей не оказывают влияния на их работу. Однако на некоторых двигателях (GM, VOLKSWAGEN и др.) насосы данного типа могут быть расположены снаружи на блоке цилиндров. В таком случае по крайней мере стык крышки и корпуса требует герметизации. Обычно у насосов герметичность обеспечивается резиновым кольцом, установленным в соответствующую канавку корпуса, или прокладкой.

При ремонте насосов уплотнительные элементы подлежат замене. Старое уплотнительное кольцо деформировано и, как правило, не уплотняет поверхности. Новое кольцо должно иметь такую же толщину, как и старое. Нельзя применять резиновые кольца большего сечения - при стягивании крышки и корпуса такое кольцо может целиком заполнить канавку и не дать хорошего сопряжения крышки и корпуса (рис. 9.204, см. также рис. 2.192). Это обычно приводит к увеличению торцевого зазора настолько, что насос становится неработоспособным. Кроме того, при стягивании деталей "повисшая в воздухе" крышка деформируется у отверстий болтов даже при небольшом усилии затяжки.

Конструкция насосов с уплотнением крышки прокладкой требует не меньшего внимания. Так, при обработке торцевых поверхностей деталей насоса (корпус, шестерни) необходимо учитывать толщину прокладки, иначе торцевой зазор шестерен окажется слишком велик. Прокладка должна быть выполнена из твердого материала, иначе со временем она "потечет". Поэтому предпочтительно пользоваться "фирменной" прокладкой крышки, иначе трудно обеспечить надежность работы двигателя после ремонта. Нельзя уплотнять крышку насоса герметиком без прокладки - большинство соединений, имеющих внутреннее давление масла и собранных без прокладки, очень быстро теряют герметичность. Следует также отметить, что герметичность крышки насоса зависит от состояния плоскостей сопряженных деталей. После длительной эксплуатации плоскости часто имеют деформацию, которая должна в обязательном порядке устраняться их обработкой (в частности, притиркой, фрезерованием или шлифованием).

Ремонт других типов насосов - с шестернями внутреннего зацепления и роторных, выполняется в целом по той же схеме. Однако существуют некоторые особенности ремонта каждой схемы. Рассмотрим их более подробно.

У насосов с шестернями внутреннего зацепления основным дефектом является износ посадочного пояса ведущей

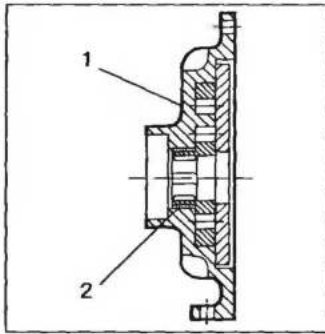


Рис. 9.205. Ремонт сопряжения внутренней шестерни и корпуса масляного насоса:
1 — корпус (отверстие под шестерню растачивается); 2 — втулка, напрессованная на изношенный пояс шестерни после его протачивания

(внутренней) шестерни и сопряженной с ним поверхности отверстия корпуса. Такой дефект устраняется следующим образом (рис. 9.205). Шестерня точно выверяется в токарном станке, после чего пояс протачивается с уменьшением диаметра на $1,0 \pm 1,5$ мм. На пояс перепрессовывается с натягом $0,03 \pm 0,04$ мм тонкая ($1,0 \pm 1,5$ мм) стальная втулка. После этого отверстие в корпусе растачивается так, чтобы зазор в соединении составил $0,05 \pm 0,07$ мм. При растачивании корпуса необходимо обеспечить строгую перпендикулярность отверстия к торцу корпуса и его соосность, по крайней мере, со старым отверстием. Увод или перекося отверстия могут привести к заклиниванию и выходу насоса из строя, особенно если зазор между внутренними шлицами ведущей шестерни и колечковым валом достаточно мал.

У насосов роторного типа основным дефектом является износ валика и отверстия в корпусе. Особенно это характерно для конструкций, где привод насоса осуществляется зубчатым ремнем (TOYOTA, MITSUBISHI, ISUZU и др.). Обычно валик достаточно короткий, а перекашивающие нагрузки от ремня велики. Поэтому уже при пробегах 150 тыс. км сальник насоса часто подтекает, а замена его останавливает течь ненадолго.

Если возможности заменить насос нет, то следует поступить так. Поскольку валик имеет достаточно простую конфигурацию (рис. 9.206), его нетрудно изготовить с увеличенным (ремонтным) диаметром. В качестве материала лучше выбрать износостойкие стали с большим содержанием углерода и хрома, например, 40X13, цементуемые, инструментальные и специальные стали (в частности, хорошо зарекомендовали себя стали 95X18 и ШХ15) и закалить до твердости $HRC_9 \approx 50$. Посадка ротора на валике должна иметь натяг не менее $0,04 \pm 0,05$ мм, а наружную поверхность валика необходимо шлифовать. Далее следует расточить отверстие в корпусе (крышке), обеспечив зазор порядка $0,03 \pm 0,05$ мм и отсутствие перекосов и смещений оси отверстия. После запрессовки валика в отверстие ротора край отверстия желательно зачеканить в нескольких местах, чтобы исключить возможность проворачивания ротора на валике.

У некоторых роторных насосов (TOYOTA) ротор и шестерня привода напрессованы на валик с двух сторон, что затрудняет не только контроль состояния деталей, но и их ремонт. Так, если обнаружен большой люфт валика в крышке насоса, то необходимо разобрать узел для замены валика. Разборку узла в данном случае не удастся выполнить съёмниками, т.к. нельзя зацепить лапы съёмника за шестерню или ротор. Поскольку валик всё равно будет заменён, чтобы снять с него шестерню, можно засверлить его по оси со стороны шестерни на глубину, на 4-6 мм больше её ширины, постепенно увеличивая диаметр сверла. Когда толщина стенки валика (между отверстием и наружной поверхностью) станет меньше $0,5 \pm 0,8$ мм, натяг значительно уменьшится, и валик можно будет выбить из шестерни лёгким ударом.

В эксплуатации нередко случаи отказов двигателя из-за неисправности перепускного (редукционного) клапана. Основной причиной неисправности является заклинивание клапана или плунжера (в зависимости от конкретной конструкции), а также попадание сравнительно больших частиц загрязнений под клапан. Заклинивание клапана в открытом положении, очевидно, ведет к недопустимому падению давления масла.

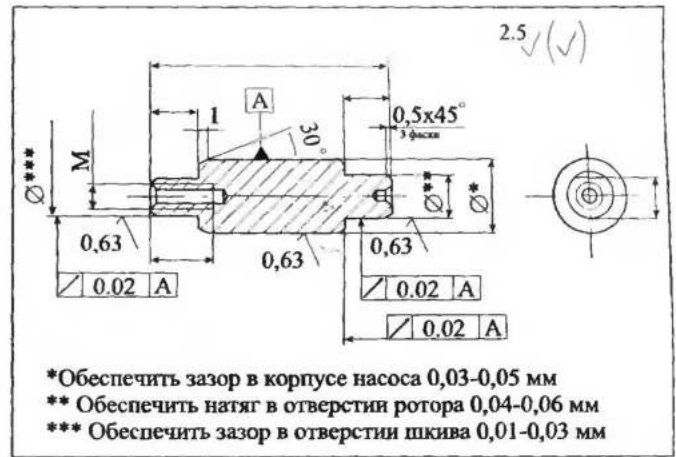


Рис. 9.206. Эскиз валика роторного масляного насоса

- * Обеспечить зазор в корпусе насоса $0,03-0,05$ мм
- ** Обеспечить натяг в отверстиях ротора $0,04-0,06$ мм
- *** Обеспечить зазор в отверстиях шкива $0,01-0,03$ мм

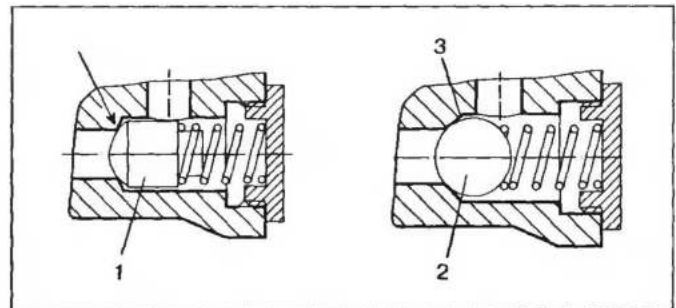


Рис. 9.207. Ремонт редукционного клапана системы смазки с заменой цилиндрического клапана на шариковый:
1 — клапан (изношенный пояс указан стрелкой); 2 — шарик; 3 — отверстие под шарик доработано (увеличен диаметр и сделана уплотнительная фаска)

Однако, если клапан не открывается, возможно выдавливание уплотнительного кольца из-под масляного фильтра или разрушение его корпуса. У двигателей с гидротопкаталями чрезмерное давление может привести к зависанию клапанов и остановке двигателя из-за отсутствия компрессии.

Поскольку заклинивание происходит из-за попадания грязи под клапан или его плунжер, в большинстве случаев бывает достаточно его разобрать, тщательно очистить и промыть. При этом необходимо проконтролировать состояние уплотнительных поверхностей на седле. Если поверхности имеют следы повреждений или износа, ведущие к потере герметичности, необходимо их обработать. Как правило, бывает достаточно их обработка "как чисто". Иногда при износе клапана его можно заменить шариком соответствующего диаметра (рис. 9.207). В любом случае при разборке насоса, а также при разрушении деталей КШМ контроль состояния деталей редукционного клапана обязателен.

9.7.2. Ремонт насосов системы охлаждения

У двигателей автомобилей с пробегом 120-150 тыс. км и более нередки случаи неисправности насосов системы охлаждения. Большинство неисправностей насосов связаны с той или иной степенью негерметичности уплотнения валика. Причиной этого может быть ускоренный износ уплотнения, например, при эксплуатации на воде (она хуже смазывает детали) или на грязной старой охлаждающей жидкости, содержащей абразивные частицы. Негерметичность уплотнения приводит к постепенному вымыванию смазки из подшипника и его износу (например, усталостному разрушению беговых дорожек - питтингу), из-за чего подшипник начинает "гудеть". Когда эксплуатируемый на воде двигатель поступает в ремонт, после его разборки необходимо смазать (пролить) насос охлаждающей жидкостью. В противном случае коррозия деталей уплотнения скорее всего приведет к негерметичнос-

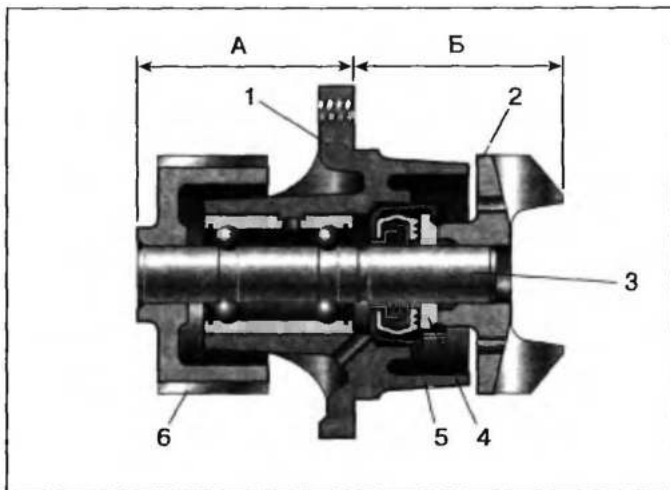


Рис. 9.208. Взаимное положение деталей (размеры А и Б) насоса охлаждающей жидкости:

1 — корпус насоса; 2 — крыльчатка; 3 — валик подшипника; 4 — упорное уплотнительное кольцо сальника; 5 — резиновая манжета сальника; 6 — зубчатый шкив



Рис. 9.209. Направление выпрессовки валика (указано стрелкой) из корпуса: 1 — упорный бурт корпуса

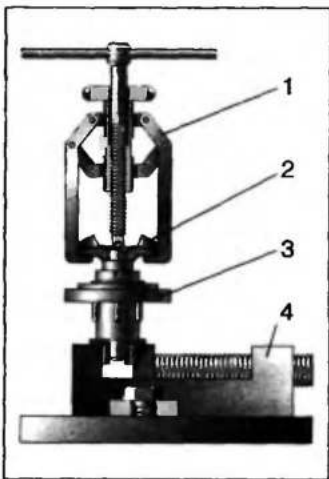


Рис. 9.210. Снятие крыльчатки насоса с помощью съемника: 1 — съемник; 2 — крыльчатка; 3 — корпус насоса; 4 — тиски

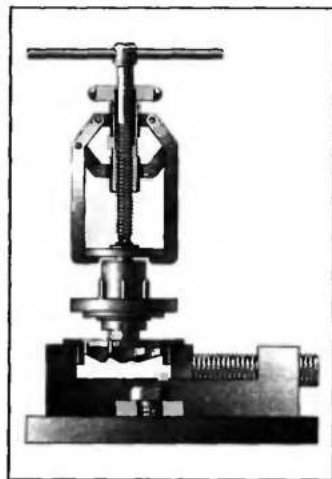


Рис. 9.211. Снятие фланца шкива насоса съемником

ти сразу после запуска двигателя. Из-за этого может оказаться неисправным ("потечь") даже относительно новый насос. Указанные особенности работы насосов необходимо учитывать при эксплуатации и ремонте двигателей - от надежности насоса зависит надежность работы всего двигателя в целом.

На распространенные модели двигателей насосы можно приобрести - цена, как правило, не слишком велика. Поэтому при возникновении неисправности из двух вариантов - ремонт или замена, однозначно необходимо выбирать второй. Новые насосы (сюда с небольшими оговорками можно отнести и серийно восстановленные в заводских условиях) существ-

венно выше по надежности, чем отремонтированные, в особенности, если ремонт связан с применением нестандартных (нештатных) подшипников и уплотнений.

На практике возможны ситуации, когда найти новый насос не удастся. В таких случаях ремонт является единственно возможным выходом из положения. При этом необходимо выполнять работу с особой осторожностью и тщательностью. От этого будет зависеть надежность работы всего двигателя, особенно, если насос приводится ремнем ГРМ (при разрушении подшипников насоса здесь следует ожидать "проскакивания" ремня и, возможно, деформации или поломки клапанов и других деталей).

Приступая к ремонту насоса, необходимо помнить, что одним из наиболее ответственных этапов является разборка, т.к. ошибки здесь приводят, как правило, к поломке деталей и невозможности дальнейшего их использования.

Перед разборкой насоса будет нелишним отметить взаимное осевое положение фланца, крыльчатки и валика (рис. 9.208), чтобы затем при сборке не искать его заново.

Основная трудность состоит в выпрессовке подшипника из корпуса. Эту операцию следует выполнять так, чтобы выпрессовка шла в направлении от крыльчатки в сторону фланца шкива. Попытка выпрессовать валик в обратную сторону у многих насосов приводит к поломке корпуса, т.к. валик ломает его упорный бурт (рис. 9.209). У некоторых конструкций упорного бурта нет, поэтому выпрессовку валика можно вести в направлении от фланца, предварительно сняв фланец с валика (см. ниже).

У насосов с крыльчаткой, лопасти которой направлены внутрь, а также если крыльчатка тонкая и/или изготовлена из хрупкого материала, она нередко ломается при выпрессовке (рис. 9.210). Если это произошло, единственным выходом из положения будет изготовление новой крыльчатки - отдельно в запасные части крыльчатки не поставляются.

Для изготовления новой крыльчатки могут использоваться различные материалы, например, сталь, чугун, пластмасса типа капролона или латунь. Процесс изготовления крыльчатки из круглой заготовки на универсальном металлорежущем оборудовании не представляет больших трудностей. Необходимо отметить, что у многих насосов торцевое уплотнение работает по соответствующей поверхности (торцу) крыльчатки, поэтому произвольно изменять ее материал нельзя. При изготовлении крыльчатки необходимо обеспечить биение торцевой поверхности, на которую опирается уплотнение, не более $0,010+0,015$ мм относительно отверстия, а также низкую шероховатость этой поверхности, иначе уплотнение в дальнейшем быстро выйдет из строя.

После демонтажа валика из корпуса следует снять фланец шкива. Для этого можно использовать универсальный съемник (рис. 9.211) или пресс. Поскольку выпрессовка валика из корпуса требует достаточно больших усилий, использовать повторно этот валик нельзя, т.к. подшипники всегда оказываются в той или иной степени повреждены и не будут работать долго. Разборка насоса завершается снятием уплотнения, что обычно не вызывает каких-либо трудностей и мойкой всех деталей.

Некоторые фирмы поставляют в запасные части отдельные детали насосов, например, валики и уплотнения. Если такие комплектующие удалось найти, дальнейшие операции по сборке насоса выполняются в следующем порядке:

1. Запрессовать новый валик с подшипниками в корпус (рис. 9.212), используя оправку. При этом нельзя прикладывать усилие к самому валику, чтобы не повредить подшипники.

2. Установить в корпус новый сальник, опираясь на его наружную поверхность и корпус насоса со стороны фланца.

3. Напрессовать на валик фланец шкива согласно эскизу, сделанному перед разборкой. Для этого можно использовать пресс с опорой на валик с другой его стороны (рис. 9.213). Опираясь на корпус нельзя, иначе можно повредить и корпус, и подшипник. Данная операция в зависимости от конструкции насоса может быть выполнена как перед установкой

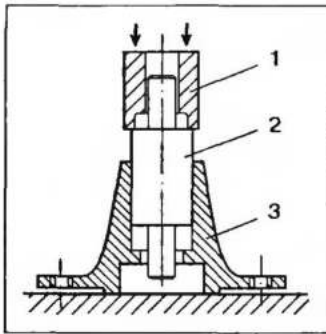


Рис. 9.212. Запрессовка валика в корпус:
1 — втулка; 2 — валик; 3 — корпус

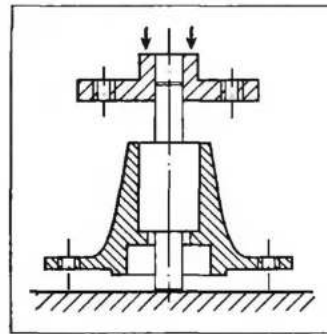


Рис. 9.213. Схема запрессовки фланца шкива на валик

валика в корпус, так и в конце сборки.

4. Напрессовать крыльчатку на валик, используя пресс с опорой на противоположный конец валика (рис. 9.214). Здесь также, как и на предыдущей операции, нельзя создавать опору на корпус. Крыльчатка напрессовывается согласно эскизу (рис. 9.208), однако при этом необходимо проверить, чтобы в торцевом уплотнении появился натяг (тогда валик вращается с несколько увеличенным усилием), а также зазор между лопатками крыльчатки и ответной деталью (корпус, крышка, блок цилиндров и т.д.). Обычно этот зазор выдерживается в пределах 0,4-0,8 мм. Меньший зазор может вызвать задевание крыльчатки, а больший - снижение производительности насоса и эффективности охлаждения двигателя на малых частотах вращения. Зазор легко проверяется по отпечатку на небольшом куске пластилина, если приклеить его к лопатке, а насос установить на место (естественно, не забыв при этом про прокладку).

Завершая сборку, желательно, хотя бы грубо, проверить герметичность уплотнения, установив насос крыльчаткой вверх и налив под нее охлаждающую жидкость. Если в течение последующих 10-15 мин следов подтекания из дренажных отверстий в корпусе не появится, насос можно ставить на двигатель. Подтекание свидетельствует о повреждении уплотнения насоса при сборке и необходимости повторного ремонта.

На некоторые модели редких и старых двигателей найти новый насос трудно, и иногда это не удается, не говоря уже об отдельных его комплектующих. В таких случаях, как крайняя мера, можно попытаться отремонтировать насос, используя новый валик и уплотнение от другого насоса, близкого по размерам. При этом необходимо помнить, что нежелательно использовать отдельные стандартные подшипники (рис. 9.215). Переход на такой вариант требует при той же допустимой нагрузке на подшипники значительно увеличенного наружного габарита корпуса. Если подобрать для такого варианта ремонта подшипники (возможно, даже несколько большие по наружному диаметру - сколько допускает толщина стенок корпуса), насос работать не будет, т.к. подшипники окажутся сильно перегруженными и быстро выйдут из строя. Достаточно аккуратно следует относиться и к замене валика на другой, если насос работает в иных условиях, имеет другой привод и т.д. Например, вентилятор, расположенный на оси насоса, предполагает, как правило, усиленные подшипники, поэтому недостаточная допустимая нагрузка у нового узла может стать причиной быстрого выхода его из строя. Особую осторожность следует соблюдать при ремонте тех насосов, которые приводятся зубчатым ремнем - здесь ошибка может привести к необходимости ремонта всего двигателя.

Перед тем, как начинать что-либо переделывать, необходимо выполнить определенную конструкторскую работу. Во-первых, новые детали - валик и уплотнение - должны подходить по диаметру, т.е. если требуется увеличение диаметров отверстий в корпусе, то оставшаяся толщина стенки корпуса не должна быть очень малой (менее 3,5 мм). Во-вторых, но-

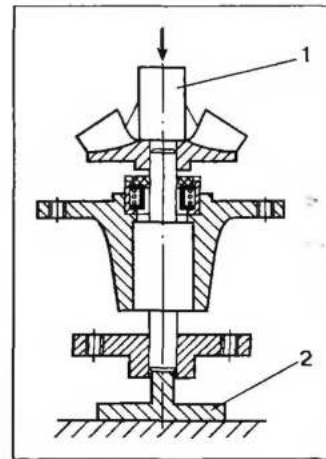


Рис. 9.214. Схема запрессовки крыльчатки:
1 — втулка; 2 — подкладка под валик;

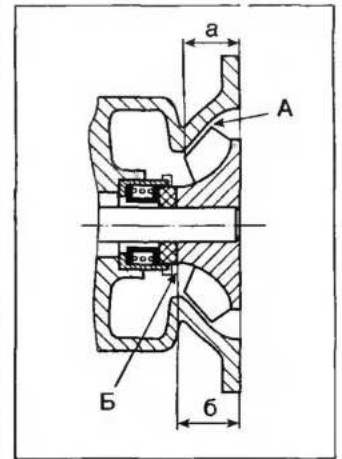


Рис. 9.216. Размерная цепь при установке крыльчатки - размеры а и б от фланца должны быть такими, чтобы обеспечить зазор между колесом и корпусом (А) и поджатие графитового кольца к торцу крыльчатки (Б)

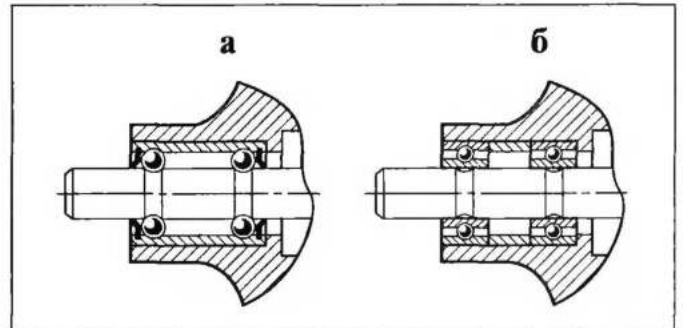


Рис. 9.215. Пример некавалифицированного ремонта подшипника насоса:

а — исходная конструкция; б — переход на стандартный тип подшипников (с внутренним кольцом) приводит к их перегрузке и быстрому выходу из строя

вые детали в сборе с корпусом и крыльчаткой образуют в осевом направлении некую "размерную цепь" (рис. 9.216), в которую могут "не вписаться" нестандартные детали. Кроме того, уплотнение, которое предполагается использовать, может не стыковаться с торцом крыльчатки как по диаметру, так и по материалам. Пару трения здесь составляют графит (кольцо уплотнения) и материал крыльчатки, работающий с графитом, например, сталь или чугун. При несоответствии диаметров или материалов этих деталей можно предусмотреть установку дополнительного кольца (рис. 9.217).

Если новые нестандартные детали удастся скомпоновать в корпусе насоса, можно приступать к доработке. Прежде всего следует расточить отверстие в корпусе под подшипники валика.

При этом следует строго (до 0,02 мм) выдержать соосность нового и старого отверстий. Одновременно следует расточить отверстие под запрессовку уплотнения. Глубина расточки под уплотнение должна быть такой, чтобы крыльчатка насоса, с одной стороны, имела бы рекомендуемый зазор между лопатками и корпусом (крышкой), а с другой - одновременно было обеспечено поджатие гра-

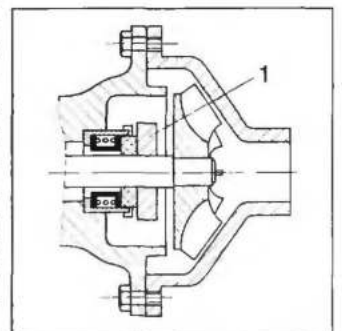


Рис. 9.217. Упорное кольцо (1) уплотнения насоса, напрессованное на валик

фитового кольца к торцу крыльчатки (см. рис. 9.216).

Следует отметить, что замена валика на нештатный нередко требует растачивания отверстий в крыльчатке и фланце шкива привода. При этом наиболее ответственной операцией является доработка крыльчатки - она должна быть выполнена с достаточно высокой точностью. Так, биение торца крыльчатки при ее вращении не должно превышать 0,010 мм, а шероховатость скользящей поверхности - не более 0,6 мкм, в противном случае уплотнение может оказаться негерметичным или быстро выйти из строя. Чтобы обеспечить малое биение торца, его можно обработать одновременно с растачиванием отверстия.

Отверстия в крыльчатке и фланце должны быть расточены так, чтобы сохранить натяг на валике порядка 0,02÷0,03 мм.

Сборка насоса с доработанными и нештатными комплектующими выполняется так же, как было описано выше. Если все сделано правильно и аккуратно, отремонтированный насос работает достаточно долго.

9.7.3. Ремонт турбокомпрессоров

Ротор турбокомпрессора при работе двигателя на режимах максимальной мощности вращается с частотой, обычно превышающей 100÷120 тыс. мин⁻¹. При этом нарушение подачи, плохая фильтрация масла, масло несоответствующего качества и т.д., приводят к ускоренному износу подшипников и уплотнений ротора. Из-за течи через уплотнения возрастает расход масла двигателем. На этой стадии турбокомпрессор уже требует ремонта - по крайней мере, замены подшипников и уплотнений. При дальнейшей эксплуатации износ быстро прогрессирует, возникает задевание лопаток рабочих колес ротора за корпус - появляется характерный "визг" турбокомпрессора на некоторых режимах. Нагрузки на ротор возрастают настолько, что он деформируется. Далее после непродолжительной работы происходит его разрушение (рис. 9.218). На такой стадии ремонт требует замены ротора в сборе (поменять скорее всего придется весь турбокомпрессор, т.к. ротор отдельно в запасные части не поставляется).

Вследствие высоких нагрузок на подшипники и требований к качеству масла и его фильтрации турбокомпрессор является "слабым" агрегатом двигателя с турбонаддувом. Различные неисправности двигателя, вызывающие ухудшение подачи масла обычно приводят к повреждению в той или иной степени подшипников и уплотнений ротора. Поэтому при сложном ремонте двигателей необходимо контролировать состояние турбокомпрессора - не исключено, особенно для двигателей с пробегом более 150÷200 тыс. км, что большая часть расхода масла связана с его течью через изношенные уплотнения ротора. У двигателей с разрушенными шатунными подшипниками нередко обнаруживается недопустимый износ подшипников и уплотнений турбокомпрессора. Обычно это

является следствием работы двигателя с недостаточной подачей масла (повреждение поддона, маслососа и т.д.). В отдельных случаях поврежденным оказывается только турбокомпрессор. Это происходит при даже не слишком длительной эксплуатации двигателя на масле крайне низкого качества или на масле, вообще не предназначенном для автомобильных двигателей. Такое масло не обладает достаточной вязкостью при высоких температурах в подшипниках ротора и, кроме того, интенсивно коксует в этих условиях, закрывая в подшипниках смазочные отверстия малого диаметра.

Турбокомпрессор является прецизионным агрегатом - допуски на изготовление и деформацию деталей в эксплуатации обычно не превышают нескольких микрон. В связи с этим для его ремонта необходимо иное, значительно более точное, оборудование, нежели для остальных узлов и агрегатов двигателя.

Прежде чем что-либо ремонтировать, необходимо оценить возможности приобретения необходимых комплектующих. Если таких возможностей нет, лучше не тратить времени впустую на разборку турбокомпрессора - необходимо его менять на новый независимо от обнаруженной или предполагаемой неисправности. Практика показывает, что приобрести новый турбокомпрессор существенно проще, чем специальный комплект для его ремонта, однако цена нового агрегата достаточно высока. Специализированные иностранные фирмы, выполняющие ремонт турбокомпрессоров, учитывают стоимость старого агрегата при его сдаче, что на 20÷25% снижает цену восстановленного.

Сигналом к необходимости ремонта или замены турбокомпрессора служит увеличение расхода масла свыше 1,0÷1,2 л / 1000 км. Для того, чтобы убедиться в неисправности именно турбокомпрессора и не спутать причину увеличения расхода масла (например, вследствие износа деталей ЦПГ), необходимо снять патрубки, соединяющие компрессор со впускным коллектором и воздушным фильтром. При неисправных уплотнениях на выходе из компрессора в патрубок обнаруживается много масла, особенно, если патрубков гофрированный. В компрессоре также обычно скапливается масло, иногда даже в виде "лужи" на входе в компрессор.

При разрушении поршней и возрастании давления в камере масло может поступать на вход турбокомпрессора через систему вентиляции. В таких случаях определить причину наличия масла в компрессоре и его патрубках достаточно сложно, особенно на неработающем двигателе.

По внешним признакам можно также оценить степень повреждения деталей, чтобы определить возможность ремонта. При осмотре турбокомпрессора не должно быть чрезмерного (более 0,3 мм) радиального люфта ротора, а на лопатках компрессора и турбины не должно быть следов задевания за корпус (а также гнутых или поломанных лопаток). Турбокомпрессор с поврежденными лопатками уже не подлежит ремонту из-за недопустимой деформации ротора и должен быть заменен.

Если явных повреждений не обнаружено и есть возможность приобретения отдельных комплектующих (подшипники, уплотнения), можно приступить к разборке турбокомпрессора. Вначале на корпусные детали наносятся метки (чтобы собрать их в том же положении, иначе агрегат не состыкуется с патрубками), затем демонтируются корпуса компрессора и турбины. На многих турбокомпрессорах для этого необходимо отвернуть соответствующие болты или снять стопорное кольцо, фиксирующее корпус. Освободив корпус подшипников в сборе с ротором, можно разбирать ротор.

Перед разборкой и снятием ротора необходимо в обязательном порядке нанести три метки на ротор со стороны компрессора - на резьбовой конец вала ротора, гайку и колесо компрессора (рис. 9.219). Это необходимо для последующей сборки указанных деталей в том же положении. Если этого не сделать, балансировка ротора будет нарушена. Тогда будут возможны два варианта - либо собранный турбокомпрессор окажется неработоспособным (подшипники выйдут из строя



Рис. 9.218. Разрушенный ротор турбокомпрессора

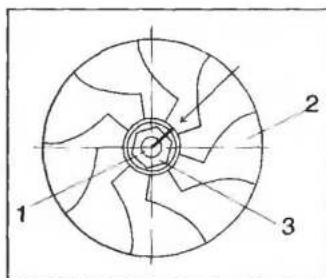


Рис. 9.219. Схема нанесения меток на детали ротора перед отворачиванием гайки - метки на валу, гайке и колесе компрессора должны располагаться на одной линии:
1 — вал; 2 — колесо компрессора; 3 — гайка;



Рис. 9.220. Отворачивание гайки ротора турбокомпрессора



Рис. 9.221. Снятие ротора из корпуса турбокомпрессора

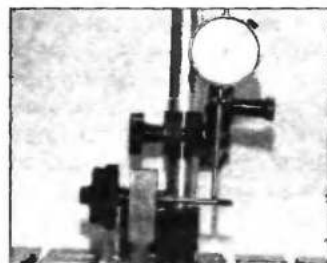


Рис. 9.222. Проверка биения ротора



Рис. 9.223. Проверка осевого зазора в подпятнике

уже через 100÷200 км пробега), либо потребуются динамическая балансировка ротора. Последний вариант достаточно проблематичен, т.к. балансировка может быть сделана только на специализированных предприятиях, имеющих соответствующее оборудование.

После нанесения меток следует отвернуть гайку крепления колеса компрессора. На многих турбокомпрессорах гайка имеет левую резьбу. Ротор от проворачивания следует удерживать со стороны турбины за шлицы у ступицы колеса (рис. 9.220). Сняв колесо компрессора, необходимо освободить узел переднего уплотнения ротора. Он может быть закреплен на корпусе подшипников винтами или внутренним стопорным кольцом. Нередко узел уплотнения по наружному диаметру имеет резиновое уплотнительное кольцо - из-за этого его трудно вынуть из корпуса.

За узлом уплотнения расположен распложен подпятник - фигурная пластина, удерживающая ротор в осевом направлении. Подпятник снимается вместе с упорной втулкой вала ротора. Далее ротор можно вынуть из корпуса в сторону турбины (рис. 9.221). Затем из корпуса следует вынуть бронзовые втулки - подшипники ротора. Все детали турбокомпрессора необходимо тщательно вымыть и просушить. Зазоры и износы сопряженных деталей указаны в табл. 9.8.

Дефектацию турбокомпрессора следует начинать с проверки ротора. Для этого ротор устанавливается в центрах или на призмы и микронным индикатором определяются взаимные биения различных участков вала (рис. 9.222). Биение свыше 0,007 мм указывает на недопустимую деформацию ротора. Деформированный ротор подлежит замене, а так как отдельно в запасные части он не поставляется, то менять придется турбокомпрессор в сборе. Существует возможность поправить ротор, однако шансов на успех здесь немного. Во-первых, сам процесс правки очень сложен. Необходимо править вал с небольшим перегибом (0,010÷0,015 мм) с последующим снятием напряжений гибкой в обратную сторону. Поскольку точность правки высока, а сечение вала достаточно мало (диаметр 5÷8 мм), для правки требуется специальное оборудование, позволяющее контролировать прогиб вала при правке. Если вал поправлен, необходимо выполнить старение (180°С, 4 часа, охлаждение с печью), после чего снова контролировать биение - оно нигде не должно быть больше 0,005 мм.

Износ втулок подшипников определяется измерением их наружного и внутреннего диаметра, а также диаметров вала и отверстий в корпусе. Максимальные зазоры не должны превышать 0,06÷0,09 мм, иначе втулки необходимо менять. Износ поверхностей контакта со втулками на валу и в корпусе даже при сильно изношенных втулках обычно достаточно мал.

Если втулки изношены, то серьезной проблемой является как их приобретение (в ремонтном комплекте), так и изготовление. Последний вариант наименее удачен, в основном, из-за трудности подбора материала втулок. Из отечественных материалов подходят оловянно-свинцовые бронзы типа БрОС. При изготовлении втулок необходимо обеспечить зазоры порядка 0,03÷0,04 мм по валу и в корпусе, что не составляет больших трудностей.

Особое внимание следует уделить подпятнику, воспринимающему осевые нагрузки от ротора. Опорная поверхность подпятника невелика, на нее выходят смазочные отверстия малого диаметра (0,5÷0,8 мм), которые могут оказаться закоксованными. Торцевой зазор в подпятнике можно определить, измерив толщину опорной пластины на поверхности контакта со втулкой микрометром и расстояние между щеками опорной шайбы с помощью набора концевых мер (рис. 9.223). Зазор не должен превышать 0,10÷0,12 мм. Обычно повышенный зазор в подпятнике получается за счет износа опорной пластины. У многих турбокомпрессоров пластина выполнена из бронзы. Изготовить новую пластину трудно из-за ее сложной конфигурации и весьма малых отверстий, однако изношенную опорную поверхность у некоторых турбокомпрессоров можно обработать "как чисто" строго параллельно неизношенным поверхностям. К более тонкой пластине потребуются новая втулка вала с меньшим расстоянием между щеками. Такая втулка выполняется из легированной стали твердостью не менее НРС₃ 57÷60, с зазором в опорной пластине 0,02÷0,05 мм и биением торцевых поверхностей относительно отверстия не более 0,005 мм. Для сохранения балансировки необходимо обеспечить малый зазор на валу (0,010÷0,015 мм) и малое биение наружных поверхностей (до 0,005 мм). Кроме того, длина новой втулки не должна отличаться от длины старой больше, чем на 0,005 мм, да и то в большую сторону. Это необходимо, чтобы при затягивании гайки метка на ней оказалась на прежнем месте, иначе может быть нарушена балансировка ротора.

Таблица 9.8. Основные параметры, контролируемые при дефектации деталей турбокомпрессора

Деталь	Параметр	Величина (мм)	
		номинальная	max допустимая
Ротор	Взаимное биение поверхностей (деформация)	0,003÷0,005	0,007
Подшипники ротора			
Сопряжение втулка - ротор	зазор	0,02÷0,04 max	0,06
Сопряжение втулка - корпус	зазор	0,03÷0,05 max	0,09
Подпятник			
Толщина	износ	—	0,05
Сопряжение подпятник - втулка	зазор	0,02÷0,06	0,12
Уплотнения			
Замок кольца в корпусе уплотнения	зазор	0,02÷0,05	0,15
Сопряжение торец кольца - канавка	зазор	0,03÷0,08	0,12
Внутренняя поверхность корпуса уплотнения	износ	—	0,03

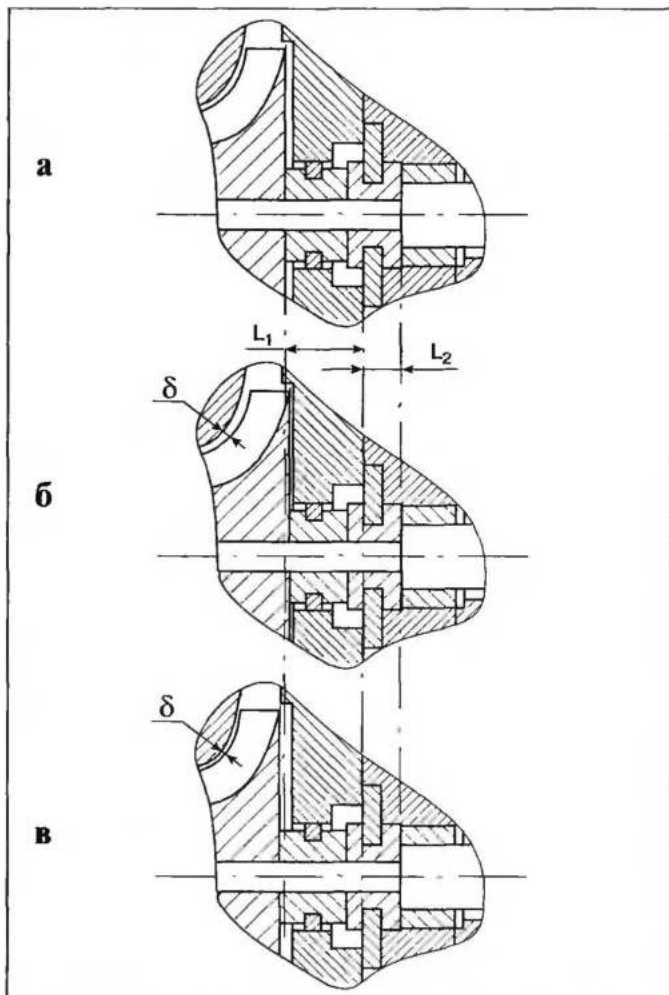


Рис. 9.224. Влияние ширины деталей, устанавливаемых на роторе, на зазор между лопатками и корпусом (размер L_1 определяет положение колеса компрессора, L_2 - турбины): а — исходное состояние; б — ширина деталей уменьшена, зазор велик; в — ширина деталей увеличена, зазор мал

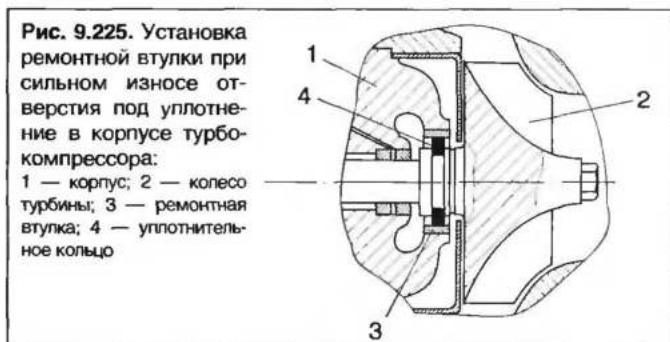


Рис. 9.225. Установка ремонтной втулки при сильном износе отверстия под уплотнение в корпусе турбокомпрессора:
1 — корпус; 2 — колесо турбины; 3 — ремонтная втулка; 4 — уплотнительное кольцо

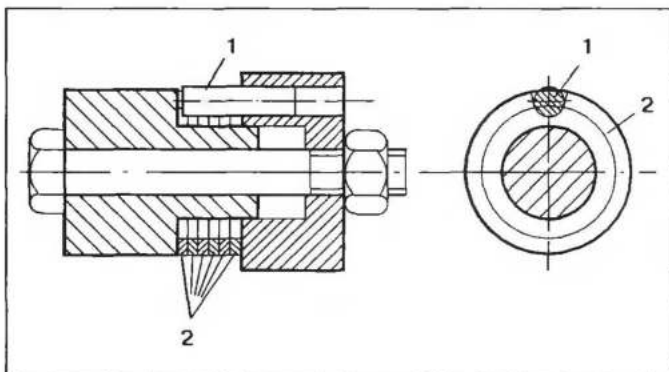


Рис. 9.226. Оправка для термофиксации уплотнительных колец: 1 — шпонка; 2 — кольцо

То же самое произойдет и при недопустимо большом торцевом биении стягиваемых на роторе деталей, т.к. ротор в этом случае деформируется.

В некоторых конструкциях используются стальные опорные пластины с антифрикционным покрытием. Здесь большой износ или повреждение (задиры) покрытия приводит к необходимости замены пластины.

Детали, расположенные вдоль оси вращения ротора, не могут произвольно обрабатываться по длине или заменяться без контроля и подгонки по длине. У деталей, зажимаемых пакетом гайкой на валу ротора, изменение длины может вызвать дисбаланс ротора из-за углового смещения гайки от прежнего положения. Изменение ширины опорной пластины или замена опорной втулки на валу может привести к смещению ротора по оси, что совершенно недопустимо из-за опасности задевания лопаток одного из колес за корпус (рис. 9.224). У противоположного колеса при этом зазор между лопатками и корпусом увеличивается, что существенно снижает подачу компрессора и ухудшает параметры всего двигателя в целом.

Большие трудности вызывает ремонт уплотнений. Со стороны турбины в канавке вала располагается одно, реже - два уплотнительных разрезных кольца. Основные неисправности этого узла - износы наружной поверхности кольца, отверстия корпуса, торцов кольца и канавки (табл. 9.8).

Изношенную поверхность отверстия желательно обработать "как чисто" (если износ не превышает $0,03 \pm 0,05$ мм), иначе новое уплотнительное кольцо может быстро износиться, контактируя по изношенной поверхности. Обработку отверстия необходимо выполнить с точностью $0,010$ мм относительно отверстий корпуса для втулок подшипников. При больших износах диаметр отверстия придется увеличивать на много. В таких случаях, если позволяет конструкция, отверстие можно расточить примерно на $1,5-2,0$ мм, запрессовав туда втулку из серого легированного чугуна с натягом $0,015 \pm 0,025$ мм (рис. 9.225). Затем отверстие во втулке следует расточить соосно отверстиям подшипников. Если диаметр отверстия сделать на $0,03-0,05$ мм меньше, то не исключено, что старое уплотнительное кольцо можно будет использовать повторно, однако только тогда, когда нет больших износов по торцам кольца и канавки. Большой износ торцов, а также невозможность или нецелесообразность установки втулки в корпус (например, когда поверхность отверстия не изношена) требуют замены кольца. Наиболее удачный вариант - приобрести ремонтный комплект, однако на практике такая возможность часто отсутствует. Поэтому рассмотрим, как изготовить новое кольцо.

Возможны несколько вариантов (технологий) изготовления уплотнительного кольца, из которых можно выбрать более или менее удобный для единичного производства. Кольцо изготавливается из серого легированного чугуна, из которого вначале точится заготовка с наружным диаметром больше необходимого на величину $\Delta/3$, где Δ - ширина инструмента для разрезки кольца (Δ не должна быть более $0,4$ мм). После разрезания кольца оно предварительно (с припуском порядка $0,10$ мм) шлифуется по торцам. Затем необходимо термофиксировать (развести) замок - увеличить его до $2,0-2,5$ мм. Для этого используется оправка с круглой шпонкой диаметром $4-5$ мм, на которую устанавливается кольцо (или несколько колец пакетом) и сжимается по торцам. Кольцо в оправке не должно опираться по наружному или внутреннему диаметру на какие-либо детали (рис. 9.226).

Термофиксация выполняется в печи с температурой $600-650^\circ\text{C}$ - нагрев с выдержкой 3 ч и последующим охлаждением с печью. При охлаждении на воздухе возможно увеличение твердости и износостойкости кольца, однако оно может деформироваться (из-за неравномерного охлаждения) или стать хрупким.

После термофиксации торцы кольца окончательно шлифуются в размер канавки вала (зазор по торцам $0,02-0,03$ мм). Далее выполняется притирка наружной поверхности. Желательно притирку делать в два этапа - сначала в калибре уве-

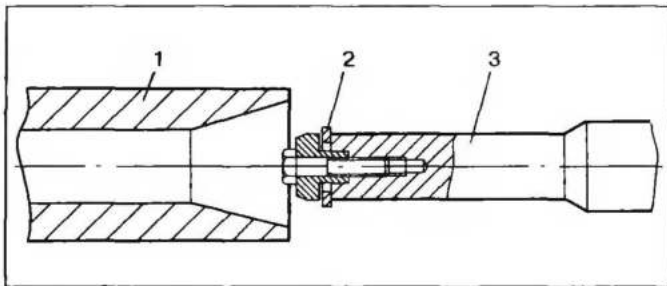


Рис. 9.227. Приспособление для притирки уплотнительного кольца: 1 — гильза; 2 — кольцо; 3 — стержень

личенного на $0,05 \pm 0,10$ мм диаметра, а затем в калибре с диаметром больше на $0 \pm 0,02$ мм отверстия корпуса. Это необходимо для того, чтобы избежать смыкания замка при притирке (что искажает форму наружной поверхности) и обеспечить малый зазор в замке в окончательном виде.

Приспособление для притирки (рис. 9.227) должно обеспечивать простоту установки и снятия кольца, а также отсутствие перекосов. Предварительная притирка выполняется пастой зернистостью 12-20 мкм, а окончательная - не более 10 мкм. После притирки кольцо в калибр должно устанавливаться без каких-либо просветов по наружному диаметру, а замок должен быть достаточно мал (см. табл. 9.8).

У многих турбокомпрессоров переднее уплотнение аналогично заднему, однако встречаются и торцевые уплотнения (см. раздел 2.7.). В торцевом уплотнении возможен износ графитового кольца или втулки вала, а также старение резины уплотнительного кольца, установленного внутри графитового. Способы устранения указанных неисправностей достаточно очевидны и не требуют пояснений.

Если вследствие некачественной разборки взаимное положение деталей турбокомпрессора оказалось незафиксированным, сборка агрегата возможна только после динамической балансировки ротора. Ротор турбокомпрессора является "гибким", т.е. частота его собственных колебаний меньше рабочей (см. раздел 9.4.). Поэтому его балансировка возможна только на специальных стендах, позволяющих раскручивать ротор до частот, близких к рабочим. Найти возможность выполнить такую балансировку так же сложно, как и найти мастерскую по ремонту турбокомпрессоров двигателей легковых автомобилей с соответствующим оборудованием. Из-за этого некачественная разборка уже практически гарантирует неработоспособность турбокомпрессора.

Сборка турбокомпрессора выполняется в порядке, обратном разборке. Предварительно необходимо повторить весь комплекс работ по измерению зазоров в сопряженных деталях. Такие детали, как подшипники и уплотнения, должны быть смазаны моторным маслом. Последними операциями являются затягивание гайки ротора (моментом порядка 8 ± 10 Н·м) и сборка корпусов компрессора и турбины с корпусом подшипников до совпадения ранее сделанных меток.

В заключение необходимо рассмотреть еще один вопрос, имеющий практическое значение и связанный с турбокомпрессорами. Встречаются ситуации, когда турбокомпрессор выходит из строя, а автомобиль все же должен эксплуатироваться. Существует несколько вариантов решения проблемы. Основная задача здесь - исключить поступление масла в газозоудный тракт двигателя через разрушенные уплотнения турбокомпрессора. Это можно сделать следующим образом:

- 1) перекрыть трубопровод подачи масла в турбокомпрессор, не разбирая его;
- 2) то же, но, разобрав агрегат и установив вместо ротора заглушку, препятствующую перетеканию газов из выпускной системы во впускную;
- 3) демонтировать турбокомпрессор, установив на его место специально изготовленный выхлопной патрубок и удлинив впускной трубопровод.

Первый способ - наименее удачен, но наиболее прост. Он позволяет перекрыть подачу масла в турбокомпрессор, если подшипники и уплотнения уже разрушены и масло под давлением поступает в газозоудный тракт. Турбокомпрессор в такой ситуации уже не подлежит ремонту, а отсутствие подачи масла уже не влияет на неработающий агрегат. Практически перекрыть подачу можно, например, с помощью сплошных (без отверстий) прокладок, устанавливаемых на фланцы трубопроводов подачи и слива масла на блоке цилиндров. Поскольку операция достаточно проста, она может быть выполнена даже в дороге, чтобы доехать до места ремонта. Недостаток способа - значительное падение мощности двигателя и увеличение расхода топлива, т.к. невращающиеся рабочие колеса создают значительное сопротивление как на впуске, так и на выпуске, особенно на режимах средних и больших нагрузок и частот вращения.

Второй способ несколько лучше первого, поскольку сопротивление будет меньше из-за отсутствия рабочих колес. Однако остаются упитки компрессора и турбины, также обладающие значительным сопротивлением течению воздуха и выхлопных газов. Ухудшение основных параметров получается значительным, но не столь сильным, как в первом варианте.

Третий способ несколько лучше предыдущих соответствует данному двигателю в безнаддувном варианте. Тем не менее параметры двигателя без турбокомпрессора все равно будут хуже, чем у изначально безнаддувного двигателя вследствие пониженной степени сжатия, неоптимальных фаз газораспределения и несоответствующей программы регулирования (управления) подачи топлива и опережения зажигания или впрыска (у дизелей).

9.8. Выбор и изготовление прокладок для двигателя

При разборке двигателя повреждается большинство прокладок, уплотняющих те или иные детали и узлы. Поэтому, выполняя ремонт, необходимо знать, какие прокладки требуют замены, как их приобрести, а также что делать, если найти готовые прокладки не удается.

Как было указано в разделе 2.5., материалы и конструкция прокладок существенно различаются в зависимости от конструкции и условий работы уплотняемых деталей - температуры, давления, а также свойств уплотняемой среды (масло, топливо, охлаждающая жидкость, воздух или отработавшие газы). При разборке двигателя некоторые прокладки остаются целыми, т.е. не имеют явных дефектов после разъединения деталей. В соответствии с этим при ремонте двигателя следует решить, на что ориентироваться - на замену или на сохранение старой прокладки. Данный вопрос имеет достаточно большое значение, особенно с точки зрения себестоимости ремонта - цена полного комплекта прокладок на некоторые двигатели достаточно велика, в то время как прокладки, которые следует обязательно менять, нередко стоят ощутимо дешевле.

Чем более напряженные условия работы деталей, тем меньше надежность уплотнения старой прокладки при повторном ее использовании. Наиболее нагруженной с точки зрения давлений, температур и близкого расположения полостей различных рабочих жидкостей и газов является прокладка головки блока цилиндров. Практика показывает, что даже в случае идеального состояния снятой прокладки и плоскостей головки и блока ее нельзя использовать вторично - после более или менее продолжительной эксплуатации такая прокладка обычно прогорает по уплотнительной окантовке цилиндров. Таким образом, замена прокладки головки на новую при ремонте обязательна.

В тяжелых условиях работают также прокладки выпускных коллекторов. Нередко материал этих прокладок аналогичен прокладкам головки, вокруг каналов также выполнена сталь-

ная окантовка. При повторном использовании прокладок герметичность стыка также может нарушиться. Хотя это не приводит к каким-либо изменениям в работе двигателя, выхлопные газы из подкапотного пространства могут попадать в систему вентиляции салона автомобиля. Поэтому повторное использование прокладок деталей выпускной системы также нежелательно. Длительное время работавшая прокладка выпускного коллектора может оказаться негерметичной, даже если детали не разъединяются и нет внешних признаков негерметичности (характерные следы сажи). Вследствие этого рекомендуется демонтировать выпускной коллектор с головки, даже если это не вызвано необходимостью проведения каких-либо работ (например, когда коллектор мешает выполнить ремонт головки или сам коллектор требует ремонта).

Прокладки, уплотняющие каналы и полости под давлением (системы смазки и охлаждения), могут быть использованы повторно, если при демонтаже не произошло разрывов и повреждений по контуру уплотняемой полости. Прокладки для уплотнения полостей без давления, например, для передней и задней крышек двигателя, поддона картера, а также некоторые другие аналогичного назначения, могут быть заменены герметиками. Возможность подобной замены определяется конструкцией деталей.

При проведении сложного ремонта двигателя, при котором выполняется его снятие и разборка, необходимо демонтировать все крышки и детали системы охлаждения на блоке и головке цилиндров. В большинстве случаев при этом старые прокладки оказываются непригодны к дальнейшему использованию и требуют замены. Необходимость демонтажа указанных деталей диктуется следующим. Длительное время непрерывно работавшие уплотнения после мойки и сушки узла как бы уменьшаются в размерах ("сохнут"). В результате этого после сборки двигателя и заливки рабочих жидкостей существует вероятность возникновения течи по фланцам и соединениям деталей, которые не разбирались при ремонте.

Если при демонтаже прокладка не повреждена, ее повторное использование возможно, только если перед сборкой уплотняемые поверхности дополнительно будут обработаны герметиком. Если это не будет сделано, старая прокладка вряд ли обеспечит герметичность соединения. Резиновые уплотнительные кольца следует менять на новые, т.к. старые кольца обычно оказываются сильно деформированы и имеют низкую эластичность из-за старения резины.

Штампованные из тонкого стального листа крышки обычно требуют прокладок из сравнительно мягких материалов (например, пробка или резина) толщиной 1,5-3,0 мм. При установке таких деталей без прокладки необходимо убедиться в хорошем их прилегании друг к другу. Однако даже и в этом случае использование герметика вместо прокладки не гарантирует длительной надежной работы соединения.

При сопряжении крышек из алюминиевого сплава без прокладок, напротив, герметичность сохраняется практически до следующего ремонта двигателя. В таких местах поврежденная при разборке прокладка вполне может быть заменена герметиком. Исключения составляют передние крышки некоторых двигателей, где за счет толщины прокладки обеспечивается торцевой зазор в упорном фланце вспомогательного вала (VOLVO). Здесь установка прокладки обязательна, иначе вал будет зажат. Аналогичная ситуация характерна для масляных насосов, расположенных



Рис. 9.228. У поддонов, имеющих сложную конфигурацию поверхностей стыка с блоком цилиндров, требования к качеству прокладки значительно повышены

снаружи двигателя (VOLKSWAGEN, GM, FORD, NISSAN и др.).

Особое внимание должно быть уделено прокладкам поддона картера, если поддон имеет сложную форму с огибанием передней и задней крышек коренных подшипников (рис. 9.228). Такие прокладки обычно изготовлены из маслостойкой резины, которая после длительной работы может быть деформированной и неэластичной. Повторное их использование нередко приводит в дальнейшем к подтеканию масла с передней и задней части поддона. Это в одинаковой степени относится к прокладкам двух наиболее часто используемых типов - цельной и состоящей из нескольких частей. В последнем случае негерметичность чаще характерна в местах сопряжения частей прокладки, уплотняющих боковые, переднюю и заднюю части поддона. По этой причине прокладки поддонов сложной формы рекомендуется менять на новые.

Поскольку прокладки - отдельно и в наборах, выпускают и продают различные фирмы, следует обращать внимание не только на цену, но и на качество прокладок. Практика показывает, что чем более форсирован двигатель, тем выше, например, требования к прокладке головки блока. Помимо более дорогих материалов прокладок головки, высокофорсированные двигатели часто требуют специальной схемы затяжки болтов, а также, возможно, и их подтяжки после непродолжительной эксплуатации. В то же время требования к качеству других прокладок, например, для уплотнения полостей и каналов систем смазки и охлаждения, не столь высоки.

Учитывая это, для старых двигателей, не имеющих высокофорсирования, можно использовать более дешевые прокладки. Напротив, для современных двигателей, а также для дизелей и двигателей с наддувом, следует выбирать более качественные и, соответственно, более дорогие прокладки.

На практике возможность выбирать существует, в основном, только для распространенных моделей автомобилей. Более того, при ремонте некоторых двигателей иногда вообще не удается найти необходимых прокладок. Естественно, в таких случаях изготовление прокладки является единственным способом качественно собрать отремонтированный двигатель.

Для прокладок большинства "неответственных" деталей (имеются в виду различные соединения, кроме выпускного коллектора и головки блока) хорошо подходят паронит и пресованный картон (пресспан) различной толщины, обычно 0,4-1,0 мм. Поскольку прокладки часто имеют сложную конфигурацию, при их изготовлении желательно придерживаться определенной технологии.

Изготовление прокладки следует начать с копирования ее формы на тонком листе белой бумаги. Для этого на уплотняемый фланец детали наносится тонкий слой масла, затем лист прижимается к фланцу. Полученный "отпечаток" фланца обводится карандашом. Далее отпечаток наклеивается на соответствующий лист паронита или картона, после чего прокладка вырезается ножницами по наружному и внутреннему контурам.

Для того, чтобы в прокладке выполнить ровные отверстия, необходимо использовать специальное приспособление - пробойник (рис. 9.229). Такой пробойник, если он изготовлен из инструментальной стали, обеспечивает пробивание отверстий в различных материалах - от картона до тонкой стали. Основание и крышка пробойника центрируются штифтами, а отверстия обрабатываются совместно. Стержни пробойника заходят в соответствующие отверстия с зазором 0,02-0,03 мм и имеют скошенную рабочую поверхность. За счет этого пист, зажатый между крышкой и основанием, легко пробивается (как бы разрезается) легким ударом молотка по стержню, чем обеспечивается ровный край отверстия. На одном основании могут быть расположены стержни диаметром от 3 до 20 мм.

Прокладка выпускного коллектора должна быть изготовлена из специальных материалов. Обычно используется материал, аналогичный прокладкам головки блока цилиндров - армированный сталью специальный картон. Для двигателей прошлых лет выпуска, не имевших высокого форсирования,

при ремонте такие прокладки могут быть выполнены без стальной окантовки. Прокладка изготавливается так же, как описано выше, однако поскольку асбокартон армирован, наружный и внутренний контуры обработать сложнее. Наружный контур можно вырезать ножницами по металлу. Для обработки внутреннего контура, т.е. круглых или фасонных отверстий большого размера, лучше воспользоваться стержнем пробойника большого диаметра, пробивая отверстия с "перекрытием" по контуру (рис. 9.230).

Для относительно новых двигателей прокладки выхлопного коллектора и приемной трубы требуют окантовки, иначе после непродолжительной работы прокладка может прогореть. Существуют различные способы изготовления прокладок с окантовкой в условиях единичного производства. Остановимся более подробно на одном из них, позволяющем изготавливать такие прокладки, если отверстие имеет круглую форму. Для этого можно использовать специальное приспособление, обеспечивающее несколько операций - пробивку отверстия, предварительную и окончательную завальцовку окантовки этого отверстия.

Приспособление (рис. 9.231) состоит из основания с крышкой, тарельчатой пружины и сменных копец, позволяющих выполнить указанные операции для отверстий различного диаметра (для каждого диаметра необходим свой набор колец). Перед установкой в приспособление в прокладке с помощью пробойника выполняется центрирующее отверстие. Далее прокладка кладется на основание, а сверху устанавливается нож. Втулка передает усилие на нож со стороны болта, в результате чего нож вырезает точное отверстие в прокладке (рис. 9.231, а). Для того, чтобы при этом прокладка не коробилась, наружное кольцо прижимает прокладку к основанию усилием тарельчатой пружины.

После разборки приспособления нож переворачивается, а на прокладку сверху кладется предварительно вырезанное из стальной или медной фольги плоское кольцо - заготовка для окантовки. Операция "вдавливания" повторяется, при этом обратная часть ножа предварительно вальцует окантовку на прокладке (рис. 9.231, б) под прямым углом.

Перевернув нож вместе с прокладкой и установив его в основание, необходимо вручную плоским предметом немного отогнуть край окантовки, а затем, перевернув наружное кольцо со втулкой, окончательно завальцевать окантовку (рис. 9.231, в). В результате описанных операций получается достаточно ровная окантовка с малым зазором в отверстии между прокладкой и окантовкой. Это имеет существенное значение для надежной работы в условиях высоких температур, и, в частности, в стыке головки и блока, а также в трубопроводах выхлопной системы.

Описанный способ позволяет изготавливать прокладки со стальной или медной окантовкой в условиях единичного производства. Однако для этого необходим хороший материал. Следует отметить, что отечественный асбокартон не удовлетворяет всем требованиям к прокладкам современных двигателей. Основным его недостатком является большая пластическая деформация. Это приводит к необходимости подтягивать уплотняемые детали 2-3 раза, что иногда существенно может усложнить техническое обслуживание двигателя и снизить его надежность после ремонта. Вследствие этого применение некачественных материалов для изготовления прокладок по результату равноценно использованию дешевых прокладок сомнительного происхождения. Изготовление прокладок, таким образом, можно рассматривать только как вынужденную меру, и топы для редких двигателей, для которых найти необходимую прокладку сложно или практически невозможно. Для относительно более распространенных двигателей установка дешевых "самодельных" прокладок головки блока не оправдывается из-за их пониженной надежности.

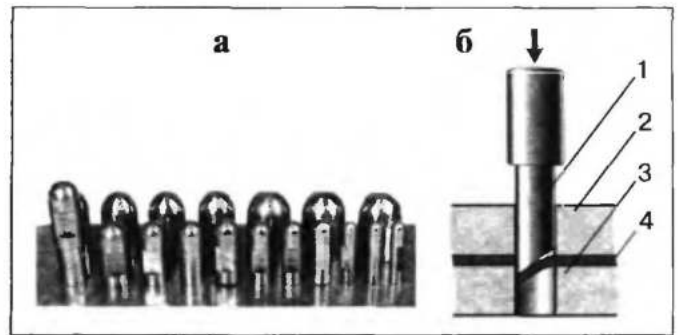


Рис. 9.229. Пробойники для отверстий в прокладках: а — общий вид комплекта; б — схема работы: 1 — пробойник; 2 — крышка; 3 — основание; 4 — прокладка

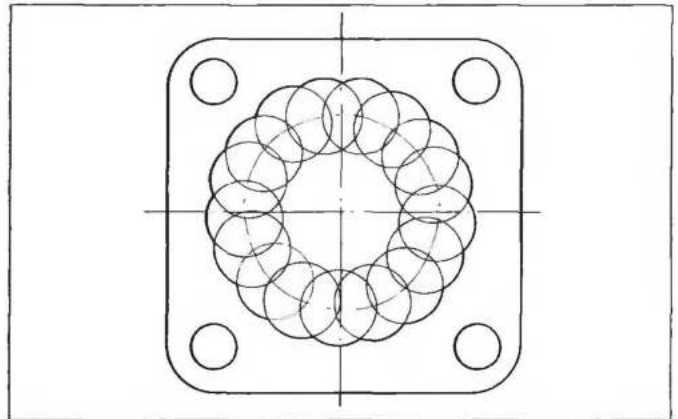


Рис. 9.230. Изготовление отверстия большого диаметра в неотвественной прокладке способом пробивки отверстий меньшего диаметра с перекрытием

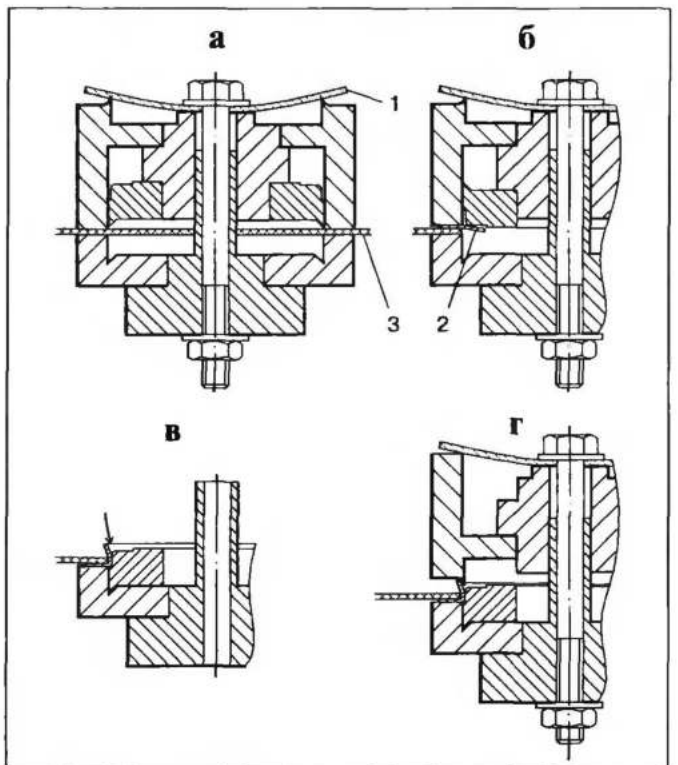


Рис. 9.231. Схема работы простого приспособления для окантовки отверстий прокладок: а — резка отверстия в прокладке; б — предварительная гибка окантовки; в — отгибание края окантовки; г — окончательная вальцовка окантовки; 1 — тарельчатая пружина; 2 — окантовка; 3 — прокладка