

# РЕМОНТ ТРЕЩИН КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ

**Разрушение корпуса двигателя оборванным шатуном или замерзшей водой можно назвать**

**редкостью, а от образования трещины в головке блока цилиндров при перегреве не застрахован ни один водитель.**

Необходимость ремонта литых деталей сложной формы связана с их высокой стоимостью. Целесообразность использования при этом того или иного способа зависит от материала корпуса, степени и характера повреждения, толщины стенок, технической оснащенности мастерской, экономических соображений и т. п. Конечный результат в значительной степени определяется правильным выбором применяемого способа ремонта, а также опытом и знаниями специалиста-авторемонтника.

## **Причины образования трещин**

Наиболее вероятны две причины образования трещин в корпусных деталях двигателя. Первая – аварийное соударение деталей (шатуны-блок, клапан-поршень), вторая – нарушение теплового режима двигателя (перегрев) или его «размораживание». В обоих случаях происходит разгерметизация системы охлаждения или смазки.

**От ударов шатуном** при обрыве болтов его крышки происходит значительное разрушение блока цилиндров двигателя. В большинстве случаев этому предшествуют стук, предупреждающие о появлении аварийного зазора. Стремле-

ние водителя как-нибудь дотянуть до стоянки прибавит к затратам на буксировку стоимость сложных ремонтных операций.

**«Встреча» поршня с клапаном** в одном или более цилиндрах может образовать видимые проломы стенок камеры сгорания и микротрещины в районе клапанных втулок. Такая ситуация возникает мгновенно при обрыве ремня газораспределительного механизма или при обламывании тарелки клапана, его стержня, выпадении фиксирующих сухарей (рассухаривание). Если последние причины не зависят от автовладельца, то обрыв ремня – следствие несвоевременной его замены.

**Трещины от замерзания** охлаждающей жидкости могут возникнуть, если в системе охлаждения используется вода или сильно разбавленный антифриз, а автомобиль зимует под открытым небом.

**Трещины от перегрева** двигателя появляются и летом, и зимой. Летом чаще всего перегрев происходит в жаркий день в плотном медленно движущемся потоке автомобилей в городе, когда радиатор и вентилятор не справляются с отводом тепла в атмосферу. Подобная же ситуация возникает при преодолении бездорожья (песок, грязь), неисправности термостата, датчика электровентилятора, ослабленном приводном ремне, загрязненных ячейках радиатора, пониженном уровне охлаждающей жидкости, ее закипании и образовании паровоздушных пробок. Зимой перегрев вероятен при



продолжительном буксовании в снегу, при загоряющихся радиатор всевозможных дополнительных утеплителях. От перегрева первой страдает головка блока цилиндров, так как она расположена в верхней части двигателя, и при закипании жидкости в ее каналах образуются паровоздушные пробки, нарушающие циркуляцию. Происходит неравномерный нагрев, коробление, приводящие к образованию одной или нескольких трещин.

**Усталостные трещины** появляются на поверхности камеры сгорания в процессе работы двигателя. Периодические колебания температуры и механических нагрузок от действия расширяющихся газов вызывают температурные и механические напряжения в металле. Трещины образуются в поверхностных слоях и постепенно разрастаются на всю толщину стенки камеры сгорания. Им наиболее подвержены головки дизелей в перемычках между седлами клапанов или седлом и форкамерой (см. заставку).

### Методы обнаружения дефектов

Существует несколько способов выявления скрытых трещин в литых деталях сложной конфигурации.

В авторемонтных мастерских чаще всего пользуются методом пневматической опрессовки, реже – гидравлическим испытанием и магнитным контролем.

**Пневматическая опрессовка** – это создание в корпусе избыточного давления воздуха 0,3-0,5 Мпа (3-5 кг/см<sup>2</sup>). С помощью приспособлений герметизируют все отверстия детали, кроме одного, в которое компрессором подают сжатый воздух. Опрессовку проводят в ванне с подогреваемой водой, где температура проверяемой детали повышается

до 80-90°С. Это необходимо для выявления тех микротрещин, которые проявляют себя только при тепловом расширении. Полностью погруженную в воду деталь поворачивают для облегчения поиска места, где появляются пузырьки воздуха.

**Гидравлическое испытание** аналогично пневматическому, только в корпус под более высоким давлением вместо воздуха нагнетается вода, которая, вытекая из трещин, указывает место дефекта.

**Магнитный контроль** основан на принципе магнитного рассеивания, возникающего над дефектом проверяемой детали. Этим методом выявляют трещины глубиной 5-6 мм преимущественно на гладких поверхностях и только в деталях из черных (намагничиваемых) металлов. Между двумя мощными магнитами (фото 1) наносят сухой металлический порошок. Силовые линии магнитного поля «обтекают» трещину, собирая вдоль нее частицы порошка и делая дефект видимым (фото 2).

После выполнения ремонтных работ корпусные детали обязательно подвергают испытанию на герметичность.

### Способы ремонта трещин

Наиболее распространенным способом ремонта литых чугунных и легкосплавных корпусных деталей двигателя является электродуговая и газовая сварка.

**Сварка** – процесс получения неразъемного соединения металлов путем их местного сплавления или пластической деформации до образования на границе раздела прочных межатомных связей.

При сварке плавлением кромки деталей и присадочный материал расплавляются тепловой газовой пламени или электрической дуги,



Фото 1. Мощные магниты установлены на головку цилиндров рядом с контролируемой поверхностью.



Фото 2. Сухой металлический порошок делает видимой скрытую трещину.



образуя сварочную ванну, а после кристаллизации – сварочный шов.

**Ацетилено-кислородное** пламя газовой горелки имеет температуру до  $3150^{\circ}\text{C}$ , а электрическая дуга – до  $4000-6000^{\circ}\text{C}$ .

**Электродуговая сварка** по сравнению с газовой обладает более высокими скоростями нагрева и остывания металла. Происходит это благодаря высокой энергии сварочной дуги и небольшому объему прогреваемого металла.

**Присадочный материал** вводят в зону сварки (сварочную ванну) в виде металлических стержней или проволоки для образования шва, по свойствам близкого к основному металлу. Стержни со специальной обмазкой, используемые для электродуговой сварки, называются плавящимися электродами. Для защиты расплавленного металла в зоне сварки от атмосферного воздействия применяют флюсы и защитные газы.

**Флюсы** – вещества, вводимые в сварочную ванну для предотвращения окисления металла и удаления из него образовавшихся неметаллических включений.

**Защитные газы** выполняют ту же функцию и направляются струей в зону расплавленного металла под избыточным давлением. Наиболее часто применяются углекислый газ и азот, а также инертные газы – аргон и гелий.

### **Подготовка деталей к сварке**

Для получения качественного шва необходима чистота металла в зоне сварки. Масло, окислы металлов (ржавчина и т. д.) ухудшают свариваемость основного и присадочного металлов, шов получается пористым, а соединение непрочным и негерметичным.

Зачищаемое место сварки должно быть в 2-3 раза шире накладываемого шва. Мало заметные трещины накернивают по всей длине для лучшей различимости. Концы трещин засверливают для предотвращения их развития при нагревании. Если дефект устраняется в стенке толщиной более 5 мм, ее «разделяют» для гарантированного проваривания. Ремонтные места деталей из алюминия и его сплавов протравливают кислотой, осветляют и сушат до полного удаления влаги. Все операции по подготовке трещин производят непосредственно перед сваркой.

### **Сварка чугуна**

Трудности при сварке чугуна связаны с низкой стойкостью металла сварного соединения (шва) к образованию трещин и плохой обрабатываемостью на металлорежущих станках.

Сварку производят как с предварительным подогревом детали, так и без него, но первый способ является более надежным. Предварительный подогрев может быть местным –  $350-450^{\circ}\text{C}$  или общим –  $500-700^{\circ}\text{C}$  (для особо сложных деталей).

При общем нагреве деталь помещают в печь, а во время сварки накрывают асбестовыми листами, оставляя только место шва. Затем ее снова помещают в печь и охлаждают вместе с ней.

Местный нагрев получают с помощью газовой горелки.

Сварка без предварительного нагрева применяется для деталей простой конструкции.

При электродуговой сварке в качестве присадочного материала используют специальный плавящийся чугунный электрод, обмазка которого выполняет роль флюса.

Газовая сварка производится ацетилено-кислородным пламенем под слоем флюса с введением в сварочную ванну чугунных прутков, диаметр которых равен половине толщины свариваемой стенки корпуса. В качестве присадочного материала иногда используют предварительно подготовленные обломки чугунных поршневых колец.

При увеличении скорости сварки выше оптимальной (для уменьшения нагрева детали) шов получается узким, высоким и пористым, что требует его переплавки.

### **Сварка алюминиевых деталей**

Алюминиевые сплавы обладают рядом специфических свойств, затрудняющих их сварку в условиях авторемонтной мастерской. На поверхности алюминия постоянно находится оксидная пленка, температура плавления которой  $2000^{\circ}\text{C}$ , а основного металла  $650-670^{\circ}\text{C}$ . При сварке это мешает образованию нормальной сварочной ванны и шва. Момент, когда алюминиевый сплав расплавился, заметить очень трудно, так как он всегда остается серебристо-белым. Ошибка во время сварки может привести к проваливанию металла стенки под собственным весом.



Детали из литейных алюминиевых сплавов сваривают с общим предварительным подогревом до температуры 150°C, используя присадочный материал в виде прутков или проволоки из того же сплава, что и ремонтируемая деталь.

При восстановлении алюминиевых деталей газовой сваркой применяют те же газы, что и при ремонте чугунных, но флюсы используют другие.

Хорошее качество и герметичность сварных швов получают аргоно-дуговой сваркой, когда расплавленный алюминий защищается от атмосферного азота и кислорода инертным газом аргоном. Образуется светлый шов, с четко выраженной мелкой чешуйчатостью. Затемнение или закопченность свидетельствуют о недостаточной газовой защите или низком качестве аргона.

### Получение герметичного шва без использования сварки

Сварка любого вида металлических отливок (особенно из чугуна) не может гарантировать 100%-ной надежности во всех случаях. Граница сплавления основного и присадочного металлов является зоной структурных изменений (фото 3), поэтому рядом со сварным швом в процессе работы двигателя не исключено образование новых трещин.

Существует способ заделки трещин в литых деталях без использования сварки. Эта технология известна в России давно и была предназначена для восстановления двигателей автомобилей и сельхозтехники в условиях технически слабо оснащенных мастерских. Разработки в этой области проводились специалистами НИИ «Ремдеталь» (г. Москва) еще в начале 70-х годов.

**Основа способа** – скрепление трещины установкой поперечных вставок-скрепок из пластичного металла в предварительно просверленные несквозные отверстия. После проковки скрепок пневматическим молотком происходит стягивание трещины и восстановление герметичности.

**Дальнейшее развитие этого способа** в мире привело в настоящее время к использованию конических болтов, заворачиваемых в резьбовые отверстия, которые сделаны вдоль всей трещины (см. рисунок).

При этом важна последовательность выполнения операций

После определения границ трещины сверлят центральные базовые отверстия для скрепок, а затем с помощью приспособления – боковые.

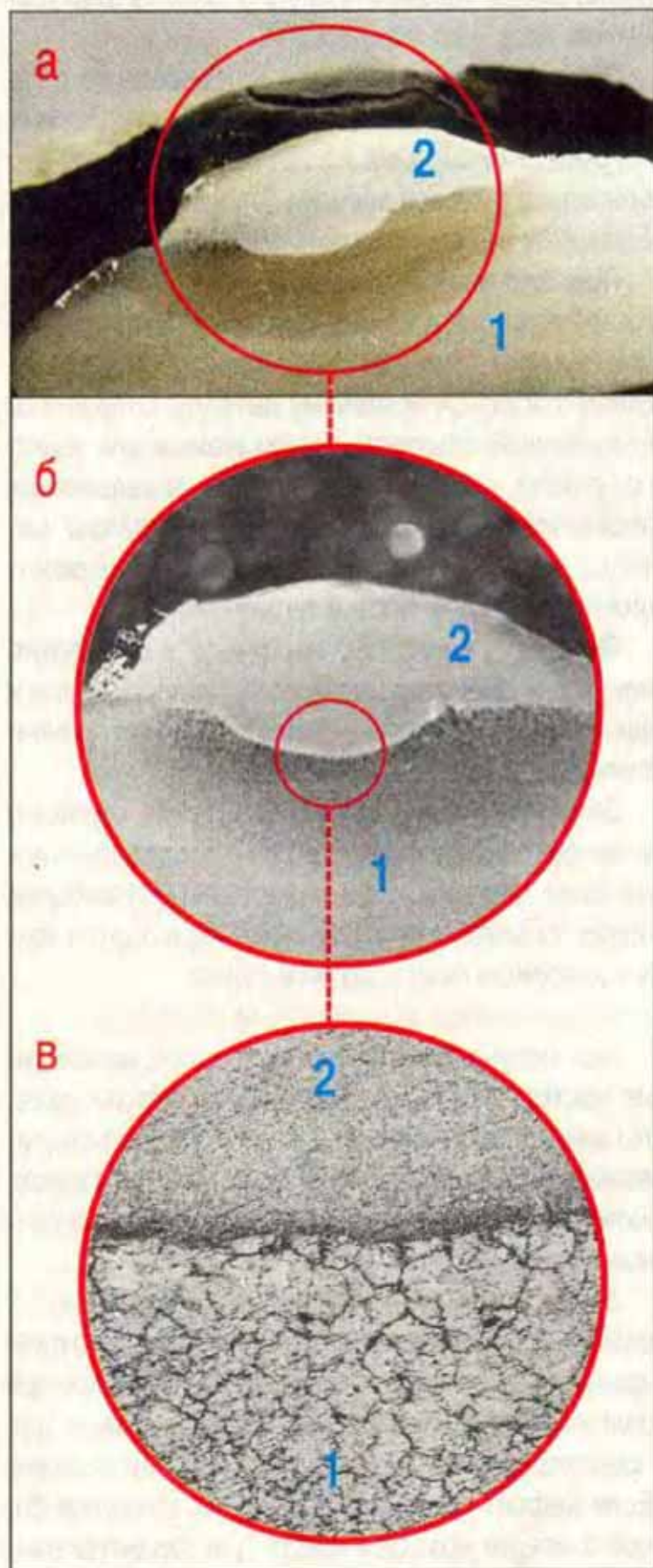


Фото 3. Разрез сварного шва: а – отшлифованный образец, вырезанный из сварного шва (микрошлиф); б – граница между металлом литой детали и металлом шва; в – зона структурных изменений, прилегающая к сварному шву; 1 – деталь; 2 – сварной шов.



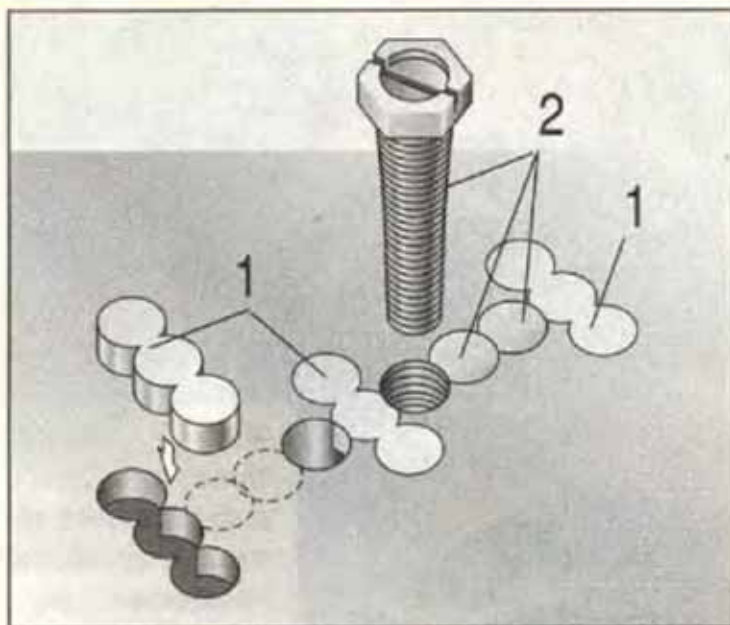


Схема установки скрепок и болтов при заделке трещины: 1 – скрепка, устанавливается поперек трещины; 2 – болт (конический) вворачивается в резьбовое отверстие вдоль всей длины между скрепками.

Количество боковых отверстий и соответствующие им скрепки выбирают в зависимости от размеров и характера трещины. Расстояние от скрепки к скрепке может быть разным и определяется местом расположения трещины, а также количеством и диаметром предполагаемых к заворачиванию между ними болтов.

После предварительной проковки скрепок последовательно сверлят отверстия, нарезают резьбу и заворачивают болты вдоль всей трещины между скрепками. Каждый болт заворачивают с усилием, необходимым для надежного заклинивания металла его витков в металле ремонтируемой детали. Затем его срезают, остается небольшая выступающая часть, и только после этого заворачивают следующий, витки которого обязательно должны захватить металл болта, завернутого ранее. Поскольку болты конические, они стремятся раздвинуть трещину, но скрепки и жесткость детали препятствуют этому. На границе металлов (скрепка–болт–деталь) создаются напряжения, сохраняющиеся при их тепловом расширении. Для гарантированного соединения пластичным деформированием металла скрепок и болтов между собой и ремонтируемой деталью (фото 4) полученный шов проковывают специальным пневматическим молотком. Этот способ в некоторых случаях (при условии доступа) позволяет заделать трещину на блоке цилиндров не снимая двигатель с автомобиля.

Трещины в камерах сгорания чугунных головок устраняют без использования поперечных скрепок. На болты наносят термостойкий полимер, и они также заворачиваются по всей длине трещи-

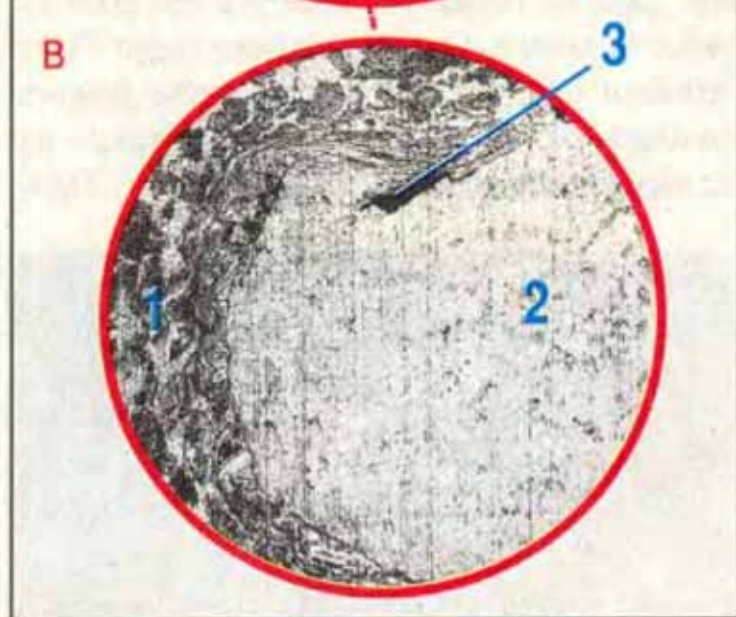
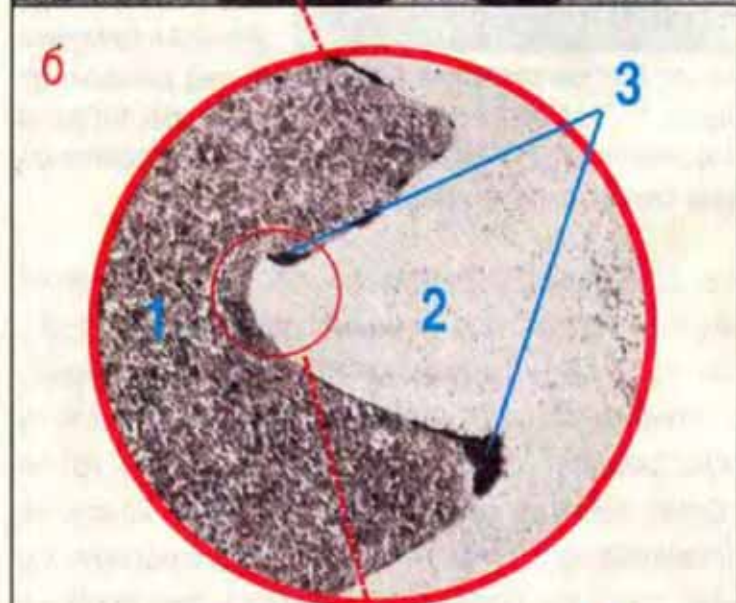
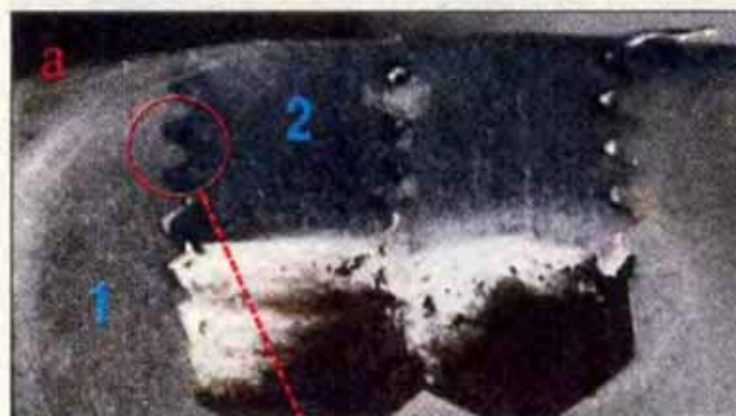


Фото 4. Разрез шва, полученного проковкой завернутых конических болтов-заглушек: а – отшлифованный образец, вырезанный из шва; б – граница уплотнения металла ремонтируемой литой детали и металла резьбовой заглушки; в – зона пластической деформации, прилегающая к границе уплотнения; 1 – деталь; 2 – конический болт-заглушка; 3 – термостойкий полимер.



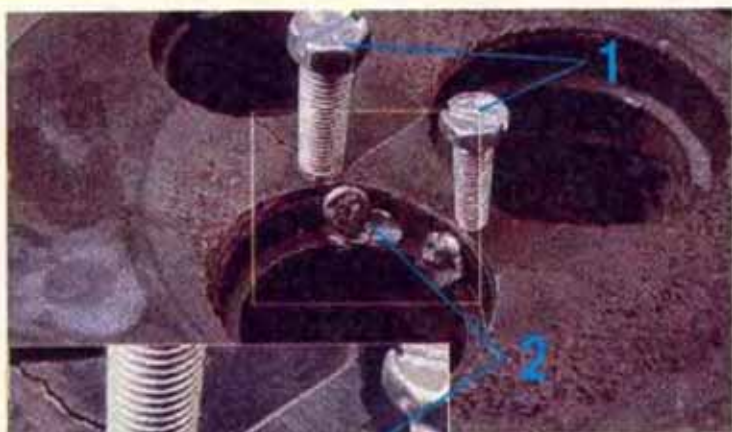


Фото 5. При устранении трещин в камере сгорания сверление отверстий, нарезание резьбы и заворачивание болтов-заглушек производят под разными углами: 1 – верхняя часть болтов, срезаемая после заворачивания; 2 – нижняя часть болтов с припуском для проковки пневмомолотком.

ны. Сверление отверстий, в большинстве случаев, производят под разными углами друг к другу, так как трещины проходят по разным поверхностям камеры сгорания (фото 5). При ремонте такой трещины, как на заставке, требуется извлечение корпуса форкамеры и седел клапанов. В некоторых случаях конфигурация и расположение трещины позволяют обойтись без сложных работ по замене и восстановлению седел. После проковки (фото 6) и зачистки места ремонта окончательно сформированный шов неразличим на поверхности камеры сгорания (фото 7). Одна-

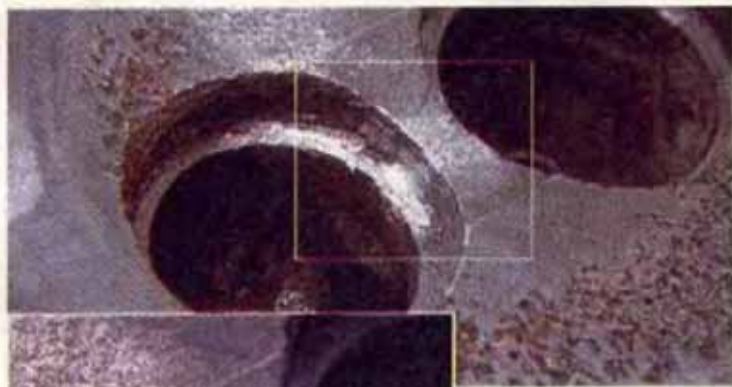


Фото 6. Шов, полученный после проковки специальным пневмомолотком.

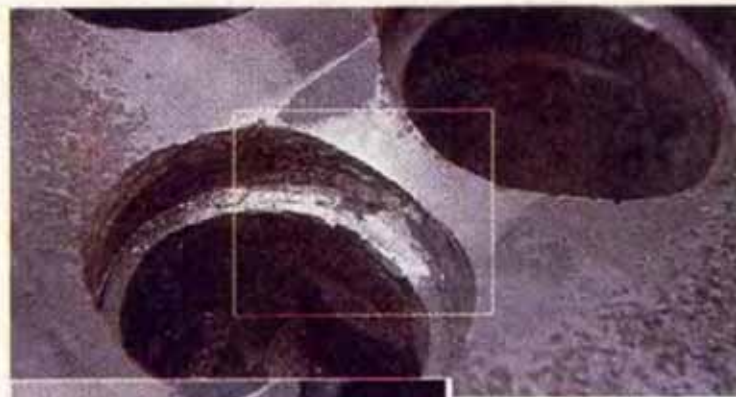


Фото 7. Окончательно зачищенное место ремонта готово к обработке посадочных мест под запрессовку седел клапанов.

ко этот способ дает положительные результаты при ремонте корпусных деталей из чугуна и имеет ограничения, если они из сплава алюминия.

Способ установки скрепок и конических болтов требует (так же как и другие способы) хороших навыков сверления отверстий ручным инструментом, умения использовать различные приспособления, соблюдения последовательности проведения операций и высокого качества применяемых материалов.

#### Использование металлорежущих станков

В большинстве случаев при ремонте корпусных деталей требуются металлорежущие станки.

**До ремонта** для обеспечения доступа к трещине часто необходимо удалить сверлением или расточкой втулки и седла клапанов, технологические заглушки и т. д.

**После ремонта** (особенно с использованием сварки) требуется восстановление геометрии и соосности различных отверстий, привалочных плоскостей, толщины и формы перегородок и т. д.

#### Дефекты сварных соединений

В большинстве случаев сварка является единственным способом восстановления корпусных деталей, но при этом не исключены дефекты, вызванные нагревом. Неравномерный нагрев всегда имеет место – более интенсивный в зоне шва и меньший при удалении от него. Это вызывает временные механические напряжения в процессе сварки и остаточные после него, при-



водящие к деформации детали (искривлению, скручиванию и т.д.) и образованию трещин.

Трещины являются наиболее опасным сварочным дефектом. Если они образовались в процессе сварки, их называют горячими, если после остывания металла – холодными.

При газовой сварке возникают значительно большие деформации, чем при электродуговой, но внутренние механические напряжения на границе шва и основного металла меньше. Для проверки технологии сварки используют метод изучения микрошлифов с помощью микроскопов с большим увеличением.

**Микрошлиф** – отшлифованный образец (фото 3,а; 4,а), вырезанный из сварного шва и протравленный 25%-ным водным раствором азотной кислоты.

#### Рекомендации

Устранение трещин в корпусных литых деталях двигателя сложной формы – наиболее ответственный вид ремонта. Специализируются на нем мастерские, осваивающие ту или иную

технологию восстановления, имеющие необходимое оборудование и опытный персонал.

Во многих автосервисах используют сварочные полуавтоматы для ремонта алюминиевых кузовов автомобилей. Даже успешно проведенный (их специалистами) ремонт проломов в легкосплавных поддонах двигателей не может однозначно гарантировать положительный результат при сварке головки или блока.

Любой способ ремонта трещин имеет принципиальные технологические ограничения. Это связано и с местом расположения дефекта, и с материалом детали, и с той механической обработкой, которая может потребоваться после ремонта.

Последнее слово остается за специалистами, которые, понимая ответственность, возьмутся за работу только будучи уверенными в успехе.

*Редакция благодарит за помощь в подготовке материала специалистов НИИ «Ремдеталь», НИИТ Автопрома и фирмы «Мотортехнология».*

# МОТОРТЕХНОЛОГИЯ

## ИСКУССТВО РАБОТАТЬ ИДЕАЛЬНО

### SEAL-LOCK

Оборудование и технология ремонта трещин и разломов в алюминиевых и чугунных корпусных деталях двигателей.



### NEWAY

уникальный инструмент для точного ремонта клапанных седел и клапанов без притирки, восстановления направляющих втулок клапана без выпрессовки

Эксклюзивные дистрибьюторы  
**NEWAY Manufacturing (USA)**  
**SEAL-LOCK International (USA)**  
«Мотортехнология»  
105187, МОСКВА,  
ул. Щербаковская, 57а, к. 220  
Тел. (095) 369-3413,  
тел./факс (095) 369-4321  
[www.motortehn.ru](http://www.motortehn.ru)

**ВОЗМОЖНО:**  
1. ПРИОБРЕТЕНИЕ КОМПЛЕКТОВ ОБОРУДОВАНИЯ  
2. ПЕРЕДАЧА НАВЫКОВ РАБОТЫ  
3. РЕМОНТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭТИХ ТЕХНОЛОГИЙ