

УДК 631.3.02.004.67

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

*д-р техн. наук, проф. В.П. ИВАНОВ,  
канд. техн. наук, доц. А.П. КАСТРЮК  
(Полоцкий государственный университет)*

*Исследовано техническое состояние корпусных деталей и выявлены доли деталей с пробоинами, трещинами и короблением элементов, изменяющими их размеры, форму и относительное расположение. Обоснованы состав и последовательность технологических операций процесса восстановления корпусной детали, обеспечивающего наиболее полное использование ее остаточной долговечности. Предложены новый способ устранения трещин и новая последовательность базирования ремонтной заготовки при ее обработке резанием. Рекомендовано ограничить применение источников тепла при восстановлении деталей.*

**Введение.** К корпусным деталям относятся блоки и головки цилиндров двигателей, картеры коробов передач, ведущих мостов и сцеплений, крышки распределительных шестерен, корпуса масляных, топливных и водяных насосов и многие другие. Они изготовлены из отливок из серого или ковкого чугуна (СЧ18, СЧ 21, СЧ 24, КЧ30, КЧ33 и др.), алюминиевого (АЛ4, АЛ9 и др.) или цинкового (ЦАМ) сплавов. В качестве материала отливок чаще применяют серый чугун и алюминиевые сплавы. Корпусная деталь ориентирует движущиеся детали агрегата при его работе и содержит запас смазочного материала.

Исправное состояние и нормативный ресурс корпусных деталей при их восстановлении обеспечиваются путем доведения до установленных технической документацией значений геометрических параметров и эксплуатационных свойств, изменившихся во время предыдущего длительного использования по назначению. Корпусные детали относятся к ресурсным деталям, качество восстановления которых определяет послеремонтную надежность всего агрегата. Однако цена корпусных деталей в виде запасных частей превышает стоимость капитального ремонта отдельных агрегатов, что подчеркивает актуальность их восстановления.

Цель исследования заключается в обосновании содержания и структуры процесса, обеспечивающего достижение нормативного качества восстановления корпусных деталей при меньших затратах труда и материалов.

**Техническое состояние корпусных деталей.** Наиболее сложные детали из класса корпусных – это блоки цилиндров двигателей. Из нескольких десятков повреждений прочностного и точностного характера основными являются: трещины и пробоины в стенках, обломы фланцев, коробление стыков, разрушение резьбы в отверстиях, деформация или износ отверстий под подшипники, гильзы и стаканы.

Пробоины – результат ударов деталей о стенки в момент разрушения. Они наблюдаются у 2 % блоков цилиндров двигателей Д-240, 4 % – ЯМЗ-238 и ЯМЗ-238НБ. Пробоины стенок расположены, как правило, в нижней части картера в плоскости качания шатуна. Сравнительно небольшие пробоины имеют размеры от 50×50 до 100×100 мм, пробоины больших размеров распространяются от одной поперечной перегородки до другой или с выходом на обработанную плоскость (например, на поверхность прилегания масляного картера). Блоки цилиндров с последними повреждениями и с пробоинами, захватывающими масляные каналы, являются неремонтнопригодными.

Самым распространенным повреждением прочностного характера являются трещины их элементов (15...27 % от всех повреждений). Детали с трещинами, проходящими через приливы с точными отверстиями, подлежат выбраковке.

Наиболее часто трещины возникают в стенках водяных рубашек (11...44 %), перемычках цилиндров (3...16 %), плоскости под головку цилиндров (до 14 %) и бобышках под шпильки крепления головок цилиндров (до 11 %). Значительно реже (0,5...9,0 %) они возникают в коренных опорах (в том числе в их крышках), бобышках под гильзы (до 7 %), поперечных перегородках (0,3...4,0 %), бобышках под втулки распределительного вала, плоскости под масляный картер и в стенках масляной магистрали (до 4 %). Трещины от разовых или циклических нагрузок (сквозные и несквозные) имеют длину от 2 до 500 мм (рис. 1) при числе их в одном элементе детали 1...3 и более. Максимальное количество таких повреждений наблюдается в возрасте блоков цилиндров 5...7 лет.

Трещины в перемычках между цилиндрами часто наблюдаются у двигателей Д-240 и их модификаций. Трещины зарождаются снизу, в единичных случаях – сверху. Экспериментальные исследования ГосНИТИ (Москва) объясняют этот факт значительными рабочими напряжениями в перемычках, которые составляют 27...35 МПа [1]. Возраст деталей, у которых образовались трещины, – более 7 лет. Трещины рас-

пространяются только до буртиков под гильзы, поэтому подлежат устранению. Трещины в стенках масляной магистрали образуются в результате разрушения поршней или шатунов и встречаются редко.

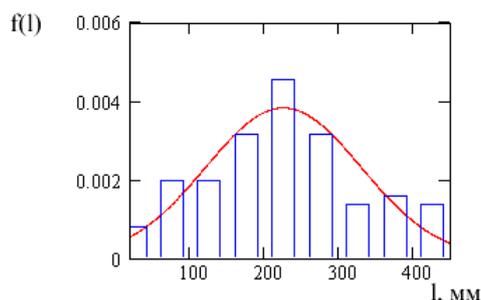


Рис. 1. Полигон и плотность вероятности распределения  $f(l)$  блоков цилиндров двигателей Д-240 по длине  $l$  трещин в стенках водяной рубашки

Самые распространенные повреждения блоков цилиндров точностного характера – отклонение диаметра коренных опор от номинального значения (рис. 2) и их несоосность, главным образом за счет деформирования крышек, а также отклонение диаметра отверстий под гильзы от номинального значения (рис. 3). Наблюдаются отклонения диаметра коренных опор от номинального значения и несоосности до 100 мкм, диаметра отверстий под гильзы цилиндров из-за овальности – до 200 мкм. Неплоскостность поверхности под головку цилиндров составляет 60...200 мкм (в 15...28 % случаев этот показатель больше допустимого). В 60 % случаев размер отверстий под толкатели находится в поле допуска на их восстановление. Доля годных блоков цилиндров двигателей Д-240 по диаметру коренных опор составляет 12,0 %, а по отверстиям под гильзы цилиндров – 83,0 % (рис. 3).

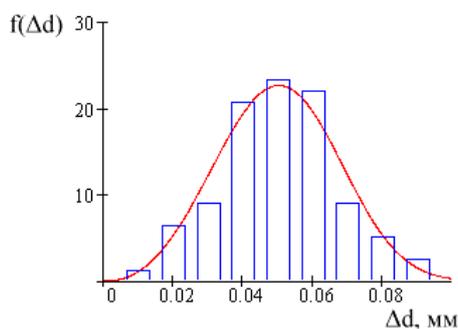


Рис. 2. Полигон и плотность вероятности распределения  $f(\Delta d)$  блоков цилиндров двигателей Д-240 по отклонению  $\Delta d$  диаметра коренных опор от номинального значения

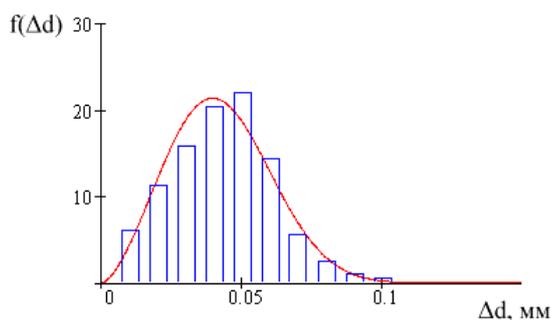


Рис. 3. Полигон и плотность вероятности распределения  $f(\Delta d)$  блоков цилиндров двигателей Д-240 по отклонению (увеличению)  $\Delta d$  диаметра нижних отверстий под гильзы от номинального значения

Большой объем работ связан с восстановлением резьбовых отверстий, до 35 % которых бывают поврежденными. Наиболее интенсивно изнашиваются резьбовые отверстия в деталях из алюминиевых сплавов (30...35 %) и чугуна (10...12 %). В меньшей степени изнашиваются резьбовые отверстия в стальных деталях (3...5 %). Чаще изношены резьбы размером М8, М10, М12, М14 и М16. Только 2...7 % блоков цилиндров не требуют восстановления.

**Восстанавливаемые элементы, параметры и характеристики.** В корпусных деталях восстанавливают целостность фланцев, прочность и герметичность стенок, а также геометрическую точность элементов. Большие проблемы при восстановлении корпусных деталей вызывает обеспечение параметров расположения. При восстановлении обрабатываются не все поверхности, ранее обработанные при изготовлении. В отличие от требований к изготовленной детали, у восстановленной детали должны быть обеспечены нормативные значения параметров расположения поверхностей, обработанных при изготовлении, а при восстановлении остающихся не обработанными, и поверхностей, обрабатываемых при восстановлении.

**Типовой технологический процесс** восстановления корпусной детали включает такие операции, как: *предварительная обработка* резанием поверхностей под подшипники, мест обломов фланцев и приливов, разделка трещин; *изготовление дополнительных ремонтных деталей (ДРД)*; *сварочные* (в том числе связанные с закреплением ДРД) и *наплавочные работы*; *отжиг* для снятия внутренних напряжений от сварки; *напыление* поверхностей; *механическая обработка* сварных швов; *нанесение полимерных покрытий*; *установка ДРД*, закрепляемых силами упругости, клеем и штифтами; *черновая обработка резанием* стыков и отверстий; *нарезание резьбы* номинального и ремонтного размеров и установка спиральных резьбовых вставок; *чистовая обработка резанием* поверхностей; *очистка детали* от технологических загрязнений; *контроль* восстановления [2].

Обработка резанием в начале технологического процесса восстановления детали служит для удаления поврежденных элементов, придания восстанавливаемым поверхностям правильной геометрической формы, разделки трещин, выполнения упоров и стыков под установку ДРД.

Трещины разделяют с помощью шлифовальных машинок типа ИП 2002. В качестве инструмента используют армированный абразивный круг. В концах трещин высверливают отверстия диаметром 3 мм. Трещины в чугунных стенках заваривают проволокой ПАНЧ-11 или ПАНЧ-12, или штучными электродами ЦЧ-3А участками шва 20...25 мм с его проковкой. Сварочные работы на деталях из алюминиевого сплава выполняют аргонодуговой сваркой.

Сварочные и наплавочные работы связаны с вложением тепла в материал детали, вызывают большие внутренние напряжения и сопутствующие деформации. Деформации чугунных заготовок могут быть уменьшены их нагревом перед сваркой, выдержкой при температуре 600 °С во время сварки и охлаждением вместе с печью. На место обломанных приливов корпусных деталей, выполненных из алюминиевого сплава, приваривают ДРД. Корпусная деталь из алюминиевого сплава, изготовленная кокильным литьем, после сварки должна пройти термическую обработку при температуре 180 °С в течение 10 часов.

В следующей части технологического процесса наносят покрытия напылением. Трещины и пробоины в несилевых стенках детали герметизируют накладками с помощью эпоксидных компаундов на основе смол ЭД16 или ЭД20.

Варианты создания припусков на восстанавливаемых поверхностях детали следующие (рис. 4): установка с закреплением ДРД (*способ 1*); наплавка (*способ 2*); газотермическое напыление (*способ 3*); приварка металлического слоя (*способ 4*); использование поверхностного слоя металла на поверхностях коренных опор (*способ 5*).

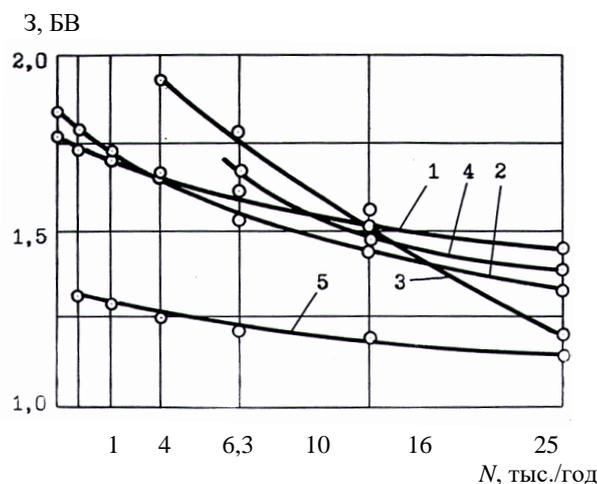


Рис. 4. Зависимости затрат  $Z$  в долях базовой величины (БВ) от объемов восстановления блоков цилиндров  $N$ :

- 1 – установка ДРД; 2 – наплавка; 3 – газотермическое напыление; 4 – припекание металлического слоя;  
5 – использование поверхностного слоя металла на поверхности коренных опор

Наименьшие затраты на получение ремонтной заготовки дает способ 5. Здесь отсутствует расход материалов, а затраты определяются лишь механической обработкой стыков крышек коренных подшипников (на 0,1...0,5 мм) для придания необходимой формы поверхности. Незначительно отличаются по затратам между собой способы 1 и 2. Способ 1 включает предварительную обработку восстанавливаемых поверхностей, изготовление ДРД, установку их с закреплением приваркой, заклепками или силами упругости. Дополнительные ремонтные детали устанавливают на поверхностях коренных опор и их торцов, в отверстиях под гильзы и под коробку передач. Способом 2 наносят покрытие на поверхности коренных опор, отверстия в картере сцепления и их торцов. Способ 3 применяют для нанесения покрытий на поверхности отверстий в коренных опорах и картере сцепления.

Сопоставление затрат дает такие результаты:

- при объемах ремонта 6,3 тыс. блоков цилиндров в год затраты по вариантам 1 и 2 примерно одинаковы, при меньших объемах ремонта предпочтительнее способ 1, а при больших – способ 2;
- при увеличении  $N$  преобладающее влияние оказывает трудоемкость способа 2, хотя стоимость материалов при способе 2 больше, чем при способе 1. Способ 3 обладает большой производительностью нанесения покрытия, но он требует применения дорогих и дефицитных материалов, однако небольшое машинное время их нанесения делает выгодным способ 3 в сравнении со способом 1, начиная с  $N = 16$  тыс./год и более эффективным по сравнению со способом 2, начиная с  $N = 18$  тыс./год. Способ 5 при всех значениях объемов ремонта более предпочтителен.

Изношенные резьбы восстанавливают нарезанием резьбы ремонтного размера или заваркой отверстий с последующим сверлением отверстий и нарезанием резьбы номинального размера, или ввинчиванием резьбовых вставок в предварительно нарезанную резьбу большего диаметра.

Отверстия в коренных опорах и во втулках распределительного вала растачивают в одном установе на специальных станках, но с базированием по плоскости прилегания к масляному картеру, к которой не ориентированы ни одна из основных поверхностей детали.

**Направления совершенствования процесса.** Сварка в разделку обладает склонностью к образованию околошовных трещин. В силу значительных стягивающих напряжений и невысокой склонности к образованию околошовных трещин наиболее приемлемой с точки зрения герметичности является сварка со швами поперек трещины.

Предлагается следующий процесс устранения трещин на стенках и перемычках чугунных блоков цилиндров. Трещину не разделяют, а ее концы не засверливают. Трещину кернят по ее линии через 15...20 мм, поскольку после зачистки она становится невидимой. Зачищают поверхность вокруг трещины «как чисто», а ее снова кернят, чтобы линия была видна при сварке. Риски от зачистки должны располагаться перпендикулярно предполагаемой линии развития трещины. Вместо кернения края трещины можно заглубить на 1,0...1,5 мм в тело детали. Наличие на поверхности детали литевой корки, рыхлот, черновин, ржавчины, влаги, пыли и других загрязнений вызывает образование пористости швов, поэтому стенки зачищают до металлического блеска. Масло и влагу выжигают пламенем газовой горелки.

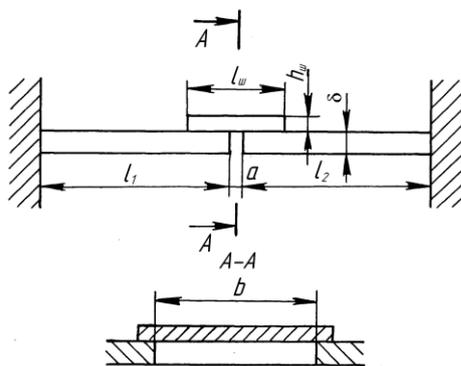


Рис. 5. Схема сварного соединения при устранении трещины:  
 $a$ ,  $b$  – соответственно ширина и длина трещины, м

Укорачивающиеся швы при охлаждении плотно смыкают поверхности трещины.

Укорочение сварного шва  $\Delta l_{ш}$  при свободном охлаждении, если температура металла изменяется от температуры его плавления до комнатной (точка 2 на графике, рис. 6), составляет

$$\Delta l_{ш} = a l_{ш} (T_{пл} - T_0), \text{ м}, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – температурный коэффициент линейного расширения материала сварного шва,  $1/K$ ;  $l_{ш}$  – длина сварного шва, м;  $T_{пл}$  и  $T_0$  – температура плавления материала сварного шва и температура комнатная, К.

Если не допустить сокращения длины сварного шва сопротивлением стенок детали, то сила его растяжения  $P$ , отнесенная к единице ширины, равна (точка 1 на графике, рис. 6)

$$P = \frac{\alpha l_{ш} (T_{пл} - T_0) E_{ш} h_{ш}}{l_{ш}} = \alpha (T_{пл} - T_0) E_{ш} h_{ш}, \text{ Н/м}, \quad (2)$$

где  $E_{ш}$  – модуль нормальной упругости материала сварного шва, МПа;  $h_{ш}$  – высота сечения сварного шва, м.

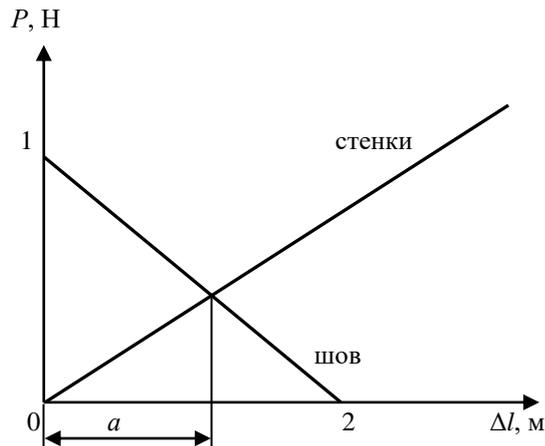


Рис. 6. Зависимость усилий  $P$  в сварном шве и стенках детали от деформации  $\Delta l$

Сила, отнесенная к единице ширины сварного шва, необходимая для стягивания стенок детали и закрытия трещины шириной  $\Delta l = a$ , равна (на рисунке 6 график силы проходит через начало координат)

$$P = \frac{E_0 \Delta l \delta}{l_1 + l_2}, \text{ Н/м}, \quad (3)$$

где  $E_0$  – модуль нормальной упругости материала детали, МПа;  $\delta$  – толщина стенки детали, м;  $l_1$  и  $l_2$  – длина стягиваемых участков стенки, м.

Уравнение прямой, проходящей через точки 1 и 2, имеет вид:

$$\frac{\Delta l - 0}{l_{ш} \alpha (T_{пл} - T_0) - 0} = \frac{P - \alpha (T_{пл} - T_0) E_{ш} h_{ш}}{0 - \alpha (T_{пл} - T_0) E_{ш} h_{ш}}, \quad (4)$$

откуда

$$P = - \frac{\Delta l E_{ш} h_{ш} - l_{ш} \alpha (T_{пл} - T_0) E_{ш} h_{ш}}{l_{ш}}. \quad (5)$$

Сравнивая уравнения (3) и (4), находим равновесную деформацию  $\Delta l$ :

$$\Delta l = \frac{\alpha (T_{пл} - T_0) E_{ш} h_{ш} l_{ш} (l_1 + l_2)}{E_{ш} h_{ш} (l_1 + l_2) + E_0 \delta l_{ш}}.$$

Расчеты показывают, что если края стенки толщиной 10 мм с трещиной защемлены, а длина сварных швов высотой 4 мм равна 20 мм, то эти швы стягивают трещину шириной до 0,04 мм. Однако сведения не согласуются с результатами, полученными ранее другими исследователями [3]. Для получения надежных результатов необходимо стенки с трещинами перед их сваркой стягивать резьбовыми струбцинами.

Сварку ведут самозащитной проволокой ПАНЧ-11 (состав: Ni – 80 %, Cu – 2...3 %, Mn – 1...4 %, редкоземельные элементы – 0,1...0,5 %, Fe – остальное) диаметром 1,2 мм полуавтоматами А-825М, ПДГ-305, А-547 и др. Режим сварки: напряжение 14...16 В (для толстостенных водяных рубашек напряжение повышают до 18 В), сила тока 80...140 А, скорость сварки 4...5 м/ч, полярность обратная. Указан-

ное пониженное напряжение исключает образование холодных трещин. Обратная полярность снижает пористость швов. Швы проковке и механической обработке не подвергаются. Структура шва представляет собой высоколегированный аустенит твердостью НВ 170...180 с включениями графита и сульфидов. У двигателей, поступивших в очередной ремонт, не наблюдалось повторного возникновения трещин на стенках водяных рубашек, однако отмечены редкие случаи нарушения герметичности сварных швов из-за пор и раковин.

Детали из алюминиевых сплавов сваривают прутками диаметром 3...4 мм того же состава, что и основной металл, а также проволокой Св-АК5 или Св-АК10. Режим аргонодуговой сварки при толщине стенки 4...6 мм следующий: сила тока 150...270 А, напряжение 18...20 В, расход аргона 7...10 л/мин. При добавлении к аргону 10...12 % (по объему) диоксида углерода и 2...3 % кислорода повышается устойчивость горения дуги и улучшается формирование металла. Для аргонодуговой сварки применяют водоохлаждаемые горелки ГРАД-200 или ГРАД-400, подключенные к источникам питания переменного тока УГД-301 или УДГ-501.

Восстановление отверстий под подшипники в большинстве случаев связано с наплавкой покрытий, что приводит, во-первых, к деформированию детали за счет структурных превращений, сопровождающихся большими внутренними напряжениями, и, во-вторых, к большому расходу материалов и объему обработки резанием, в результате которой почти весь материал покрытия срезается. Малую толщину восстановительного покрытия, соизмеримую с несоосностью отверстий и припуском на обработку, обеспечивает вневанное железнение. Обработка резанием – это жесткое хонингование с ориентированием хонинговальной головки во втулках и базированием заготовки по поверхности под головку цилиндров и боковой поверхности паза под крышки коренных подшипников. Такая операция обеспечивает минимальный расход материалов для нанесения покрытий и нормативное расположение оси отверстий в коренных опорах относительно других поверхностей детали, в том числе – плоскости под головку цилиндров [4; 5]. Обрабатывать плоскость под головку цилиндров при восстановлении детали нет необходимости.

Коренные опоры, отверстия в картере сцепления и под стартер предварительно растачивают с базированием по стыковой плоскости к головке цилиндров и крайним отверстиям под гильзы цилиндров. Затем предварительно обработанные отверстия вместе с начерно отдельно обработанными втулками распределительного вала растачивают окончательно с прежним базированием.

Торцы первой коренной опоры подрезают с базированием по обработанным коренным опорам и поверхности отверстия под гильзу первого цилиндра. Торцы картера сцепления подрезают с базированием по коренным опорам и обрабатываемой поверхности. Последняя база обеспечивает снятие припуска наименьшей толщины.

Отверстия под толкатели развертывают под ремонтный размер с направлением инструмента по обрабатываемой поверхности. Торцы отверстия под гильзу цекуют ручным инструментом с базированием его по плоскости под головку цилиндров. Значения параметров расположения осей цилиндров и оси коренных опор зависят от точности обработки гильз цилиндров, которые восстанавливаются отдельно. Отверстия под гильзы цилиндров в результате эксплуатационных нагрузок принимают форму овала. Большая его ось расположена в плоскости качения шатуна и превышает меньшую ось до 0,07 мм. Гильзы, установленные в такие отверстия, принимают их форму. Точность указанных параметров обеспечивают следующим образом. Гильзы цилиндров собирают с блоком, имея припуск на окончательное растачивание и хонингование. Гильзы жестко фиксируют в отверстиях блока с помощью прижимов. Отверстия в гильзах растачивают с базированием блока цилиндров по обработанным коренным опорам, переднему торцу первой коренной опоры и поверхности под головку цилиндров. Применяют позиционное растачивание с принудительным перемещением детали во время вспомогательного перехода на величину расстояния между осями цилиндров. Гильзы хонингуют также в сборе их с блоком цилиндров. Гильзы не только не разукрупняют с блоком цилиндров, но и не изменяют их положения, приданного им при первоначальной установке.

Предложенный процесс обработки блока цилиндров в сборе с картером сцепления допускает нанесение покрытий в два-три раза меньшей толщины, чем при традиционных процессах восстановления, с достижением точности взаимного расположения поверхностей (как обрабатываемых, так и необрабатываемых при восстановлении), установленной заводом-изготовителем.

Восстановление поврежденных резьбовых отверстий эффективно путем установки спиральных резьбовых вставок из проволоки ромбического сечения. Материал спиральной вставки – коррозионно-стойкая аустенитная хромоникелевая сталь 12Х18Н9Т или 12Х18Н10Т. Проволоку получают путем волочения проволоки круглого сечения на станке ВФР-4.

Способ позволяет повысить прочность резьбовых отверстий, восстанавливать резьбы в тонкостенных деталях под номинальный размер и снизить износ резьбовой поверхности при разборке и сборке агрегата. Соединения со спиральными вставками хорошо работают при динамических нагрузках. Проч-

ность таких соединений на 35...40 % выше, а частота их отказов в 5...7 раз ниже, чем соединений без вставок. Объясняется это тем, что в спиральной вставке нагрузка на витки распределяется более равномерно по причине их большей податливости. Сравнение способов восстановления резьбовых отверстий приведено в таблице.

Показатели способов восстановления резьбовых отверстий

Способ восстановления	Относительная стоимость	Коэффициент долговечности
Обработка под ремонтный размер	1	0,95
Заварка	1,13	0,85
Установка резьбового трубчатого ввертыша	1,46	1,00
Установка резьбовой спиральной вставки	0,47	1,50

Контрольная операция в конце процесса восстановления включает:

- проверку чистоты детали, особенно масляных каналов;
- контроль на стендах герметичности рубашки охлаждения горячей водой при температуре 80... 90 °С под давлением 0,3...0,4 МПа и масляных каналов сжатым воздухом под давлением 0,5...0,6 МПа;
- сплошное измерение индикаторными нутромерами диаметров обработанных отверстий и параметров расположения (соосности отверстий коренных опор и отверстия под центрирующий поясok коробки передач, расстояния от оси коренных опор до плоскости прилегания головки цилиндров) индикаторными средствами;
- выборочное измерение в лабораторных условиях после наладки оборудования параметров расположения (перпендикулярности и пересечения осей отверстий под гильзы цилиндров к оси отверстий коренных опор, расстояние между осями отверстий коренных опор и во втулках распределительного вала, и отверстия под стартер) индикаторными средствами и шероховатости поверхностей профилометрами.

**Заклучение.** В результате проведенного исследования предложен *оптимальный технологический процесс восстановления корпусных деталей* (на примере блоков цилиндров автотракторных двигателей), отличающийся обоснованным выбором технологических баз при обработке резанием ремонтной заготовки (обеспечивающим нормативное расположение друг относительно друга рабочих поверхностей), сварке трещин в стенках, обоснованным способом восстановления резьбовых отверстий, структурой и содержанием процесса (обеспечивающим более полное использование остаточной долговечности деталей и минимальную трудоемкость их восстановления). Из способов восстановления элементов детали с применением источников тепла допустимо оставить лишь сварку для закрепления обломанных фланцев и приливов и устранения трещин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников, А.А. Расчет срока службы блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания до появления трещин и способы их ремонта / А.А. Мельников // Труды ГОСНИТИ, 1980. – Т. 62. – С. 23 – 30.
2. Иванов, В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: учебник / В.П. Иванов. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 458 с.
3. Справочник сварщика / под ред. В.В. Степанова. – М.: Машиностроение, 1983. – 560 с.
4. Иванов, В.П. Подготовка ремонтного производства: науч. изд. / В.П. Иванов, А.П. Кастрюк. – Новополоцк: ПГУ, 2011. – 272 с.
5. Кастрюк, А.П. Ресурсосбережение и качество ремонта агрегатов машин с восстановлением их деталей: науч. изд. / А.П. Кастрюк, Т.В. Вигерина. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2012. – 199 с.

Поступила 14.06.2013

#### RESTORATION OF MOTOR AND TRACTOR AGGREGATES' BODY PARTS

V. IVANOV, A. KASTRUK

*The technical state of body parts and found the proportion of the parts with gashes, cracks and elements distortion that change their size, shape, and relative disposition are investigated. The structure and working operations sequence of a body part restoration process providing the most complete use of its remaining life are substantiated. A new way to eliminate the cracks and a new sequence of a workpiece locating at its machining are offered. It is recommended to limit the application of heat sources at restoration of parts.*