

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Миранович Н.А.

**Научный консультант:** к.т.н. Ворошуха О.Н.

*Белорусский национальный технический университет,  
г.Минск, Республика Беларусь*

Износостойкость трущихся поверхностей деталей машин во многом определяется состоянием их рабочих поверхностей, основные свойства которых формируются на операциях финишной обработки [1]. При этом возрастающие требования к надежности деталей трансмиссий мобильных машин и двигателей внутреннего сгорания вызывают необходимость совершенствования технологических процессов их изготовления, в том числе и применением новых отделочных методов обработки. Одними из эффективных для обработки восстановленных деталей с цилиндрическими поверхностями являются способы, основанные на использовании эластичной связки или незакрепленного абразива. К числу таких относится и технология магнитно-абразивной обработки (МАО), обеспечивающая требуемое качество рабочей поверхности [2, 3].

На основании полученных результатов исследований [2, 4] разработан технологический процесс магнитно-абразивной обработки наружных цилиндрических поверхностей деталей с регенерацией абразивной щетки, а также изготовлена установка для МАО модели ЭУ-6.

Разработанный технологический процесс МАО восстановленных деталей типа «втулка» с применением дополнительной магнитной системы для регенерации абразивной щетки (например, поршневых пальцев двигателя ЗМЗ-24) состоит из следующих операций:

1 Сортировка. Поступившие для восстановления поршневые пальцы сортируют по внутреннему диаметру на три группы. Замеряют отверстия сортировочными линейками с обоих концов поршневого пальца. Размерную группу поршневого пальца определяют по наибольшему диаметру отверстия.

2 Отжиг. Для отжига поршневые пальцы укладывают в железные ящики и засыпают песком. В каждый ящик следует укладывать поршневые пальцы одной размерной группы. Отжиг пальцев производят при температуре  $815 \pm 15^\circ$  с выдержкой при этой температуре 1,5–2 часа и последующим медленным охлаждением в течение 12–15 часов. Твердость отожженных пальцев должна быть в пределах  $HRC\ 20 - 28$ .

3 Прошивка. Прошивку пальцев производят пуансонами из стали 5ХГМ, 5ХНМ, У7 или У8. Для раздачи палец устанавливают в матрицу приспособления, рабочую часть пуансона смазывают машинным маслом и прошивают на гидравлическом прессе П6330. Прошивку производят в 2 – 3 прохода пуансонами с последовательно установленными диаметрами до получения наружного диаметра поршневого пальца, равного 25,5 – 25,7 мм.

4 Диффузионное насыщение углеродом. Для цементации в отверстия поршневых пальцев засыпают сухой песок и их торцы заделывают замазкой, состоящей из 70% огнеупорной глины и 30% сухого песка, замешанного на жидком стекле. После замазки отверстий поршневые пальцы просушивают. Подготовленные таким образом пальцы укладывают в железные ящики и засыпают карбюризатором (85 – 90% березового угля и 10 – 15% углекислого натрия). Ящики с поршневыми пальцами загружают в термическую печь, нагревают до температуры 900 – 940° и выдерживают при этой температуре 3 – 6 часов. Глубина цементационного слоя наружной цилиндрической поверхности поршневого пальца должна составлять 1,3 – 1,7 мм.

5 Закалка. Закалку производят при температуре  $800 \pm 10^\circ$  в масле и отпуск при температуре  $210 \pm 10^\circ$  в масле. Твердость наружной поверхности поршневого пальца должна быть  $HRC\ 56 - 62$ . Замер твердости необходимо производить в трех точках по окружности, на равных расстояниях друг от друга.

6 Круглошлифовальная. Термообработанные поршневые пальцы шлифуют до диаметра 25 (+0,01+0,02) и шероховатости  $Ra\ 0,63$  мкм на круглошлифовальном станке мод. 3М152В.

7 Магнитно-абразивная обработка. Поршневые пальцы обрабатывают до диаметра 25 (-0,01) и шероховатости  $Ra\ 0,1$  мкм. Обработка производится ферроабразивным порошком (ФАП) – FeTiC 50% ТУ 6-09-03-483-81, коэффициент заполнения рабочего зазора  $K_z = 1$ , индукция основного магнитного поля  $B_0 = 0,9$  Тл, индукция дополнительного магнитного поля  $B_d = 1,9$  Тл, интервал включения дополнительной магнитной системы  $u = 5$  с, продолжительность цикла работы дополнительной магнитной системы  $\tau_d = 6$  с, зазор  $\delta = 1$  мм [5].

8 Контроль размеров и качества. Поршневые пальцы проверяются на наличие фасок, отсутствие острых кромок внешним осмотром. Производится контроль размеров и измерение шероховатости наружной цилиндрической поверхности.

Для производственных испытаний восстановленные детали (валы промежуточные 3302-1701048 коробки перемены передач ГАЗ-3302) из стали 12ХНЗА были обработаны на следующих технологических режимах МАО: скорость главного движения  $v = 0,9$  м/с, время обработки  $\tau = 30$  с, магнитная индукция основной магнитной системы  $B_0 = 0,9$  Тл, магнитная индукция

дополнительной магнитной системы  $B_d = 1,9$  Тл, интервал включения дополнительной магнитной системы  $u = 5$  с, продолжительность цикла работы дополнительной магнитной системы  $\tau_d = 6$  с, зернистость ферроабразивного порошка FeTiC  $\Delta = 100\text{--}160$  мкм, СОЖ – «Виттол – 100».

Производственные испытания партии обработанных деталей показали, что магнитно-абразивная обработка с ориентированием ферроабразивных зерен (ФАЗ) и регенерацией режущего контура инструмента импульсным магнитным полем обеспечивает микропрофиль поверхностей с шероховатостью  $Ra$  0,24 – 0,16 мкм и повышает производительность финишной абразивной обработки в 4,5 – 4,7 раза, по сравнению с применяемой на ремонтном предприятии технологией полирования.

Следует отметить, что разработанная технология и устройство для ее реализации может также найти применение в производствах деталей гидроаппаратуры диаметром 10 – 70 мм, станкостроительными предприятиями, а также учреждениями образования машиностроительного профиля.

Использование МАО с ориентированным резанием зернами ФАП и импульсной регенерацией контура режущего инструмента позволяет производить обработку деталей всегда острыми кромками ФАЗ. Такое резание позволит не только удалять вершины микропрофиля поверхностей деталей после предшествующих операций, но и осуществлять съем припуска, что делает МАО схожей с шлифованием и при определенных условиях может заменить его.

#### Список литературы

1. Кожуро Л. М., Чемисов Б. П. Обработка деталей машин в магнитном поле.- Минск : Наука і тэхніка, 1995. 232 с.
2. Акулович Л. М. Формирование качества сложнопрофильных поверхностей при магнитно-абразивной обработке / Л. М. Акулович [и др.]. - Минск : БГАТУ, 2016, 296 с.
3. Обработка заготовок деталей машин : учеб. пособие / Миранович А.В. [и др.] ; под ред. Мрочека Ж.А. - Минск : Выш. школа, 2014. 172 с.
4. Акулович Л. М. Особенности магнитно-абразивной обработки с регенерацией контура режущего инструмента импульсным магнитным полем / Л. М. Акулович [и др.]. // Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. 2018, Вып. 11, С. 71–77.
5. Акулович Л. М. Ферроабразивные порошки для магнитно-абразивной обработки металлических поверхностей / Л. М. Акулович [и др.]. - Минск : БГАТУ, 2015. 284 с.