

УПРОЧНЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВСТАВКИ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРА МЕТОДОМ АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ

Иващенко С.Г., к.т.н., доц., Скобло Т.С., д.т.н., проф.,

Сидашенко А.И., к.т.н., проф.

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко)*

В исследованиях обоснованы режимы алмазного выглаживания рабочей поверхности вставки гильзы цилиндра, которые рекомендуются к внедрению

Для более качественного проведения процесса упрочнения рабочей поверхности вставки гильзы цилиндра методом алмазного выглаживания необходимо правильно выбрать оптимальные параметры обработки.

Целью данных исследований является выбор оптимальных режимов упрочнения рабочей поверхности вставки методом алмазного выглаживания, изготовленной из нового материала.

Такую обработку проводили после постановки вставки в расточенную гильзу.

При разработке технологии алмазного выглаживания гильзы цилиндра со вставкой исследованы и установлены величины основных технологических параметров: форма и радиус сферической поверхности рабочего элемента выглаживателя (алмаза), усилие его прижатия к зеркалу вставки, подача, число рабочих ходов и скорость обработки.

На основании предварительно проведенных исследований и анализа литературы [1...4] размер радиуса алмаза в исследованиях принят равным 2 мм.

Для выглаживателя сферической формы с $R = 2$ мм допустимая величина износа инструмента не должна превышать $d = 0,6$ мм. В зависимости от условий обработки, стойкость алмазного выглаживателя находилась в пределах 10...15 ч машинного времени (70...75 км выглаживания). Срок службы повышали путем поворота его на 15° в обе стороны по мере износа обрабатываемого инструмента.

Применение индустриального масла при выглаживании гильзы цилиндра со вставкой из рекомендуемого материала снижает износ выглаживателя в 2...3 раза.

Наиболее важным параметром процесса выглаживания является сила P_y (нормальная радиальная сила). Составляющие P_x (сила подачи) и P_z (тангенциальная сила) в 10...20 раз меньше нормальной силы [2]. Поэтому в работе, при исследованиях, в качестве силы выглаживания приняли составляющую P_y (ошибка не превышает 1...1,5% [3]).

При расчете силы выглаживания пользовались зависимостью [3]:

$$P = C \cdot E \cdot HV \left(\frac{DR}{D+R} \right)^2$$

где C – коэффициент, равный π ;

E – относительная глубина внедрения выглаживателя

$$E = \frac{h}{R}$$

где R – приведенный радиус рабочей части выглаживателя;

D – диаметр обрабатываемой детали;

HV – твердость обрабатываемого материала по Виккерсу.

Нормальное протекание процесса выглаживания и упрочнения по данным Н.В. Крагельского [5] обеспечивается при $E_2 > E > E_1$.

Расчеты показывают, что практическое значение E_1 , при котором начинается процесс выглаживания, равен 0,002...0,004 мм, а максимальная величина относительной глубины внедрения инструмента достигает $E_2 = 0,2...0,3$ мм.

Допустимое внедрение алмаза ограничивается глубиной, при которой не ухудшается вид обрабатываемой поверхности. Превышение этой величины приводит к возникновению трещин (рис. 1,в), а также создает перенаклеп поверхности. Эксперименты показали, что относительную глубину внедрения $E_2 = 0,01...0,02$ мкм для легированного чугуна следует считать предельной. Это не противоречит данным, приведенным в работе [5].

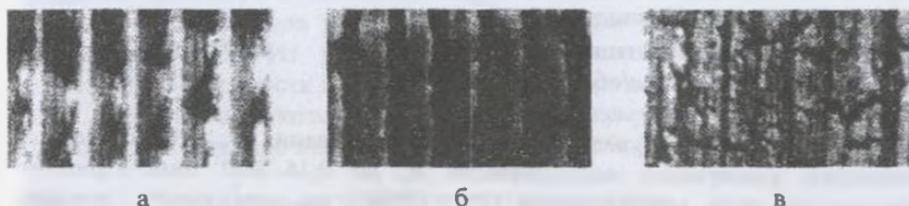


Рис. 1. Характер рельефа рабочей поверхности (зеркала) вставки гильзы цилиндра после обработки, $\times 50$:

а – растачивание; б,в – алмазное выглаживание

При обработке сила P , является одним из наиболее важных параметров процесса, определяющих степень сглаживания неровностей (см. рис. 1,а,б).

Из рис. 2 видно, что зависимость шероховатости R_a от силы P , выглаживания можно разделить на три участка. С ростом этого показателя от 10 до 120 Н отмечается уменьшение шероховатости. Это объясняется тем, что при малых силах контакт выглаживателя с обрабатываемой поверхностью вставки гильзы цилиндра происходит по вершинам неровностей, имеющих место после растачивания, опорная площадь которых мала (см. рис. 1,а).

Вследствие этого на площадке контакта выглаживателя и

обрабатываемой поверхности происходит пластическая деформация неровностей. Анализ исследований показал, что обработанная поверхность характеризуется более сглаженными неровностями (см. рис. 1,б). По мере увеличения силы P_y от 120 до 170 Н возрастает площадь контакта алмаза с обрабатываемой поверхностью. При этом, в процессе деформации слой металла гильзы заметно упрочняется. Из зависимости (см. рис. 2) видно, что увеличение силы выглаживания в пределах второго участка зависимости ($P_y = 120...170$ Н) обеспечивает минимальную шероховатость обработанной поверхности, так как при определенных значениях силы выглаживания происходит полное сглаживание исходных неровностей, что соответствует исследованиям, приведенным в работе [6].

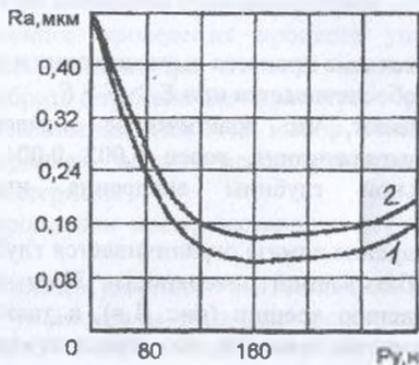


Рис. 2. Зависимость шероховатости R_a от силы P_y при выглаживании:

- 1 – вставка гильзы цилиндра;
 2 – гильза цилиндра двигателя СМД;
 ($R = 2,0$ мм; $S = 0,035$ мм/об; $V = 1,5$ м/с)

При дальнейшем увеличении силы выглаживания ($P_y > 200$ Н) происходит некоторое увеличение шероховатости R_a до 0,16...0,20 мкм. Приложение чрезмерной силы выглаживания ($P_y > 220$ Н) на поверхности приводит к появлению микротрещин, надрывов (см. рис. 1,в), повышается шероховатость поверхности (см. рис. 2).

Исследования также показали, что изменение шероховатости (R_a) происходит в основном после первого рабочего прохода выглаживателя по обрабатываемой внутренней рабочей поверхности (зеркала) вставки. С увеличением числа рабочих ходов выглаживателя - до 3...5, шероховатость с каждым из них уменьшается в меньшей степени, так как повторные проходы производятся уже на сглаженной и упрочненной поверхности. При числе проходов ($K_{\text{прох}}$) 6...8 достигается перенаклеп поверхностного слоя и увеличение шероховатости поверхности до 0,1 мкм (рис. 3). Из выполненных исследований следует, что целесообразно при обработке использовать один-два прохода, что позволит обеспечить шероховатость на уровне $R_a = 0,008...0,1$ мкм.

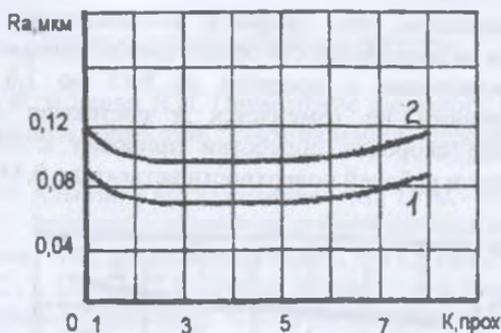


Рис. 3. Зависимость шероховатости R_a от числа рабочих ходов K выглаживателя:

1 – вставка гильзы цилиндра;

2 – гильза цилиндра двигателя СМД; ($R = 2,0$ мм; $S = 0,035$ мм/об; $P_y = 170$ Н)

Подача (S) является вторым после силы (P_y) важным параметром по степени влияния на шероховатость и упрочнение поверхности (R_a). Увеличение подачи алмазного выглаживателя ведет к увеличению шероховатости обработанной рабочей поверхности вставки гильзы цилиндра (рис. 4). Изменение подачи в пределах $0,01...0,05$ мм/об оказывает незначительное влияние на шероховатость обработанной поверхности гильзы цилиндра со вставкой и увеличение ее более $0,07$ мм/об вызывает заметный рост неровностей (см. рис. 4). Увеличение подачи $S > 0,07$ мм/об требует сокращения кратности приложения нагрузки. При этом величина остаточной пластической деформации уменьшается. Отмечается рост шероховатости при увеличении подачи. Из рис. 4 видно, что наименьшая шероховатость обработанной поверхности вставки гильзы цилиндра достигается при подачах $S = 0,01...0,07$ мм/об, которые с учетом производительности обработки, рекомендованы для упрочнения рабочей поверхности (зеркала).

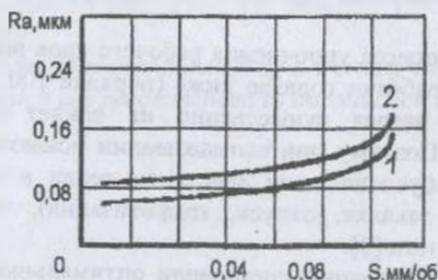


Рис. 4. Зависимость шероховатости R_a от подачи S :

1 – вставка гильзы цилиндра;

2 – гильза цилиндра двигателя СМД; ($R = 2,0$ мм; $V = 1,5$ м/с; $P_y = 170$ Н)

Исследования показали, что скорость выглаживания не оказывает существенного влияния на шероховатость обработанной поверхности. Из рис. 5 видно, что при ее изменении в пределах от 0,15 до 1,6 м/с величина шероховатости практически не изменяется и составляет 0,9...0,12 мкм. Дальнейшее увеличение скорости обработки приводит к незначительному изменению шероховатости рабочей поверхности вставки до 0,14 мкм.

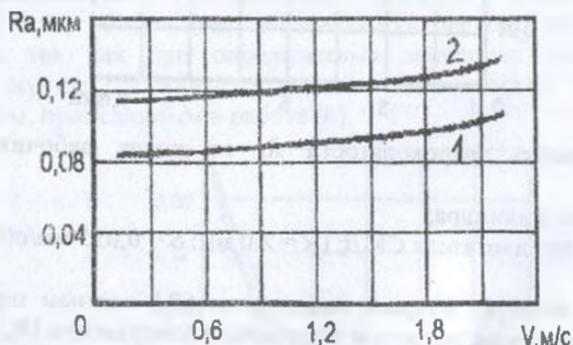


Рис. 5. Зависимость шероховатости R_a от скорости выглаживания V :

1 – вставка гильзы цилиндра;

2 – гильза цилиндра двигателя СМД; ($R = 2,0$ мм; $S = 0,035$ мм/об; $P_y = 170$ Н)

На шероховатость выглаженной поверхности оказывает влияние и радиус рабочей части выглаживателя. В работе [7] показано, что с увеличением радиуса алмазного инструмента до 2,5 мм шероховатость поверхности уменьшается. Однако проведенные опыты на легированном чугуне показали, что при выглаживании рабочей поверхности гильзы цилиндра с постоянной силой P_y увеличение радиуса алмаза вызывает уменьшение глубины его внедрения и шероховатость при данных условиях не уменьшается, а степень упрочнения не велика. В связи с этим, при изменении радиуса выглаживателя, необходимо изменить и усилие обработки P_y , чтобы обеспечить постоянную глубину внедрения алмаза [3].

Исследования процесса упрочнения рабочего слоя вставки показали, что температура в зоне обработки гораздо ниже (порядка 100...300°) температуры рекристаллизации, и нагрев существенно не влияет на микроструктуру поверхностного слоя. Поэтому при выглаживании исключены структурные и фазовые изменения, обусловленные действием тепла в процессе обработки (прижоги, вторичная закалка, отпуск, графитизация), что характерно для многих методов обработки [3].

В результате исследований установили оптимальные режимы процесса алмазного выглаживания: $R = 1,6...2$ мм; $S = 0,035$ мм/об; $P_y = 160...170$ Н; $V = 1,2...1,8$ м/с; $S = 0,035...0,07$ мм/об; $K = 1...2$; $R_a = 0,08...0,1$ мкм, которые рекомендованы к промышленному внедрению.

Список используемой литературы

1. Резников А.Н. и Барац Я.И. Применение алмазного выглаживания для отделочно-упрочняющей обработки. "Вестник машиностроения", 1970, №1. –С. 15...17.
2. Торбило В.М. Алмазное выглаживание. –М.: 1970. –103 с.
3. Одинцов Л.Г. Финишная обработка деталей алмазным выглаживанием и вибровыглаживанием. –М.: "Машиностроение", 1981. –160 с.
4. Иващенко С.Г., Скобло Т.С. Выбор параметров и результаты алмазного выглаживания рабочей поверхности гильзы цилиндра со вставкой. Сб. научн. тр. –Старый Оскол: Россия, 1999. –С. 40...42.
5. Крагельский Н.В. Трение и износ. –М.: Машиностроение, 1972. –150 с.
6. Бочков А.А. Исследование упрочняющей обработки тонкостенных неравножестких цилиндров двигателей методом пластического деформирования при их восстановлении. Автореф. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. –М.: 1979. –18 с.
7. Хворостухин Л.А., Машков В.Н., Торпачев В.А., Ильин Н.Н. Обработка металлопокрытий выглаживанием. –М.: Машиностроение, 1980. –63 с.

Анотація

ЗМЦЕННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ВСТАВКИ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА МЕТОДОМ АЛМАЗНОГО ВИПРАСОВУВАННЯ

В дослідженнях обґрунтовані режими алмазного вигладжування робочої поверхні вставки гільзи циліндру, які рекомендуються до впровадження

Abstract

CONSOLIDATING OF WORKING SURFACE OF INSERTION OF SHELL OF CYLINDER BY METHOD OF DIAMOND PRESSING

In researches modes diamond burnishing a working surface of an insert of a sleeve of the cylinder which are recommended to introduction are proved