

УДК 621.923

**ВЛИЯНИЕ АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ВОССТАНОВЛЕННЫХ НАПЛАВКОЙ И ПОДВЕРГНУТЫХ УПРОЧНЯЮЩЕМУ ТОЧЕНИЮ****Скобло Т.С., д.т.н., Ридный Р.В., к.т.н.***(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко)*

*Показана целесообразность алмазного выглаживания поверхностей деталей восстановленных наплавкой и обработанных упрочняющим точением. Определена степень повышения показателей шероховатости обработанных поверхностей.*

**Вступление.** В автомобилестроении и сельскохозяйственном машиностроении в качестве финишной обработки часто применяется алмазное выглаживание. В сравнении с другими видами поверхностного пластического деформирования, алмазное выглаживание обладает рядом преимуществ, которые наряду с поверхностным упрочнением обеспечивают снижение шероховатости рабочей поверхности деталей. Чрезвычайно высокая твёрдость алмаза и малый радиус рабочей части инструмента дают возможность эффективно обрабатывать любые материалы, поддающиеся пластической деформации в холодном состоянии, как мягкие, так и закалённые, вплоть до твёрдости 60 – 64 HRC. К преимуществам инструмента и процесса обработки следует также отнести простоту конструкции инструмента, отсутствие необходимости использования специального оборудования, т.е. возможность применения универсальных металлорежущих станков.

**Анализ литературных источников** показал, что алмазное выглаживание снижает высоту микронеровностей, повышает чистоту поверхности (для цельных деталей из сталей на 2 – 4 класса, для металлопокрытий на 2 – 3 класса). При этой обработке поверхностный слой упрочняется на 10 – 20 %. Формируется наклёпанный слой, создаются остаточные напряжения сжатия, изменяется размер и направленность зерен, фазовый состав металла в поверхностном слое. Всё это обеспечивает повышение эксплуатационных свойств обрабатываемых деталей. Алмазным выглаживанием можно повысить контактную усталостную прочность деталей, их износостойкость и коррозионную стойкость, улучшить герметичность соединений [1 – 3].

Перечисленные достоинства алмазного выглаживания дали основание для изучения возможности применения этого способа для финишной обработки покрытий [4] после специального упрочнения точением резцами из сверхтвёрдых материалов [5]. Особенностью этого точения есть то, что при удовлетворительной степени упрочнения поверхности оно даёт невысокий класс её чистоты.

**Целью работы** было исследование влияния алмазного выглаживания на параметры шероховатости поверхности деталей восстановленных наплавкой, и подвергнутых деформационному упрочнению специальным точением.

**Содержание работы.** На образование микропрофиля выглаживаемой поверхности оказывают влияние такие факторы как твёрдость выглаживаемого материала, его способность к упрочнению, исходная шероховатость, радиус инструмента, продольная подача инструмента, усилие и скорость выглаживания, используемое число проходов. При этом основными параметрами процесса алмазного выглаживания являются форма и величина радиуса рабочей части алмазного инструмента, усилие обработки, подача, и скорость [6]. Величины этих параметров при выполнении исследования принимали как с учётом рекомендаций [1 – 3], так и по результатам выполненной ранее оптимизации параметров алмазного выглаживания исследуемых поверхностей [6].

Поскольку для выглаживания сталей средней твёрдости рекомендуется выбирать радиус рабочей части алмазного инструмента в пределах 2,5 – 3,5 мм [1 – 3], в работе был принят радиус равным 2,5 мм.

Наибольшее влияние на высоту и форму неровностей в поверхностном слое оказывает усилие выглаживания  $P_y$ . Его величина выбирается в зависимости от механических свойств металла обрабатываемой поверхности, её размеров и формы, а также рабочей части алмазного инструмента. При усилиях ниже оптимальных, микронеровности деформируются не полностью. Для увеличения степени деформации неровностей необходимы более высокие контактные давления, что требует увеличения  $P_y$ . Однако по достижению некоторых величин усилий (отличающихся для разных видов материалов) наступает момент, когда увеличение нагрузки приводит к ухудшению чистоты поверхности. При оптимальных усилиях происходит наиболее полное заполнение впадин микронеровностей. При этих нагрузках материал обтекает алмазный инструмент, не отделяясь от основной массы. Дальнейшее же увеличение усилия выглаживания приводит к частичному скалыванию и отделению частиц от обрабатываемого материала, что значительно ухудшает чистоту обработанной поверхности.

Величину усилия можно определить по зависимости, рекомендуемой Одинцовым [1]:

$$P_y = k \cdot HV \cdot \left( \frac{DR_{\bar{n}\bar{o}}}{D + R_{\bar{n}\bar{o}}} \right)^2$$

где:  $k$  – коэффициент учитывающий вид обрабатываемого материала и форму алмазного выглаживателя: для сферической формы алмаза  $k = 0,013$  для выглаживания закалённых сталей,  $k = 0,008$  для выглаживания незакалённых сталей и цветных сплавов;  $HV$  – твёрдость обрабатываемой поверхности по Виккерсу;  $D$  – диаметр обрабатываемой поверхности;  $R_{c\phi}$  – радиус рабочей части алмаза, мм.

В работе величину усилия принимали равной 210...240 Н.

Величина подачи инструмента, как и его радиус, определяют площадь поверхностного контакта. При слишком малых значениях подачи состояние поверхности ухудшается вследствие большей кратности приложения нагрузки.

Обычно величину подачи при выглаживании сталей средней твёрдости принимают в пределах 0,03...0,08 мм/об. Величина подачи в исследованиях была принята равной 0,04 мм/об.

Исходная шероховатость также оказывает определённое влияние на качество обработанной поверхности. Чем значительнее высота неровностей, тем больше требуются усилие и глубина внедрения инструмента, чтобы заполнить впадины материалом микронеровностей. Это, в свою очередь, ведёт к увеличению площадки контакта и высоты волны материала перед движением обрабатываемым инструментом. Последнее может приводить к ещё большему ухудшению микропрофиля на выглаженной поверхности. Высота неровностей исследуемых образцов после специальной механической упрочняющей обработки изменялась в пределах  $R_a = 2,08...2,6$  мкм.

Второй проход выглаживателя, при обработке образцов практически не приводил к изменению шероховатости. Это объясняется тем, что в процессе первого прохода при выглаживании, наряду с выравниванием неровностей, уже происходит упрочнение поверхностного слоя. Поэтому в исследовании выглаживание проводили в один проход.

Скорость выглаживания на результаты обработки влияет в меньшей степени. Рекомендуемая величина её находится в пределах 1,0...2,0 м/с. Не рекомендуется работать со скоростями, превышающими 2,0...2,5 м/с [1 – 3]. В исследовании была принята скорость равной 1,5 м/с.

Для снижения коэффициента трения и повышения стойкости инструмента процесс выглаживания проводили с применением СОЖ – масло «Индустриальное-20».

Выполняли алмазное выглаживание специально разработанным выглаживателем с пружинной державкой, схема которого представлена на рис. 1.

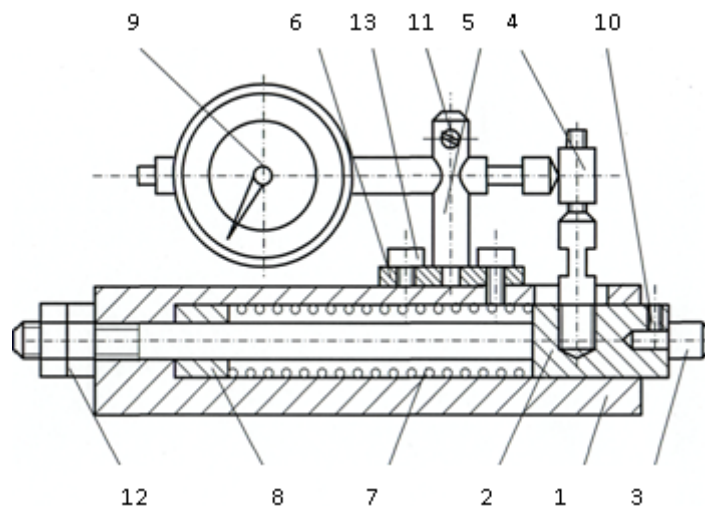


Рисунок 1 – Схема алмазного выглаживателя: 1 – корпус; 2 – держатель выглаживателя; 3 – алмазный выглаживатель; 4 – стойка; 5 – стойка индикатора; 6 – основание; 7 – пружина; 8 – сменная проставка; 9 – индикатор; 10 – винт стопорный; 11 – винт стяжной; 12 – гайка регулировочная; 13 – винт

Исследования проводили на образцах покрытий наплавленных в среде углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) (образец 1) или под слоем флюса АН-348А (образец №2). Материал образцов – сталь 40Х. Наплавочная проволока – Нп-30ХГСА. После наплавки перед выглаживанием образцы подвергали упрочняющему точению резцами из ПСТМ типа киборит с отрицательным передним углом ( $\gamma = -40^\circ$ ) по режимам специального точения:  $V = 1,6$  м/с;  $S = 0,20$  мм/об;  $t = 0,40$  мм. Шероховатость образцов после упрочняющего точения составляла  $R_a = 2,08 \dots 2,6$  мкм.

При выполнении работы параметры шероховатости обработанной поверхности исследовали по стандартной методике с использованием профилографа-профилометра модели 201 завода «Калибр». По записанным профилограммам производили расчёт среднеарифметического отклонения профиля  $R_a$  и оценивали величину относительной опорной длины профиля  $t_p$ .

Примеры профилограмм поверхностей, полученных после специального упрочняющего точения и последующего алмазного выглаживания, показаны на (рис. 2). После точения неровности имеют выраженные пики, а для профиля, полученного после выглаживания, характерна сглаженная, округлая форма неровностей. При этом шероховатость поверхности снизилась до  $R_a = 0,5 \dots 0,7$  мкм. Полученное изменение формы неровностей сопутствует увеличению опорной площади поверхности при эксплуатации детали.

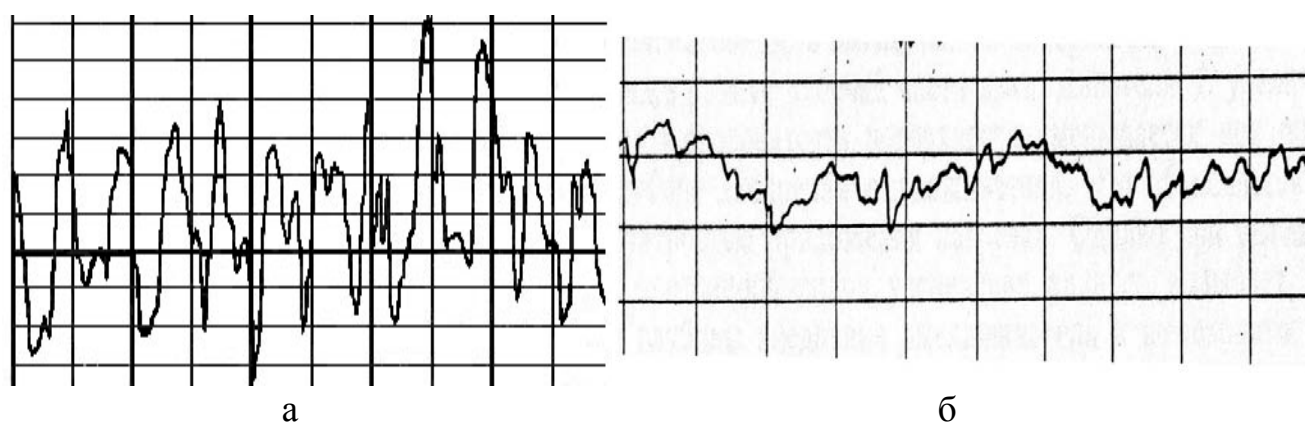


Рисунок 2 – Профили поверхности образца №2 после обработки: а) – упрочняющим точением; б) – последующим выглаживанием (вертикальное увеличение  $\times 2000$ ; горизонтальное увеличение  $\times 400$ )

В табл. 1 приведены значения относительной опорной длины  $t_p$  для обточенных и выглаженных поверхностей, из которой видно, что алмазное выглаживание увеличивает опорную длину в  $1,4 \dots 1,5$  раза. Следовательно, выглаженная поверхность обладает гораздо большей несущей способностью по сравнению с обточенной. Это обеспечивает существенное сокращение и времени приработки и величины прирабочного износа этих поверхностей.

Таблица – 1. Изменение опорной длина  $t_p$  после упрочняющей механической обработки и дополнительного алмазного выглаживания

| № обр. | Режимы выглаживания                                | Относительная опорная длина $t_p$ |                    |
|--------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
|        |                                                    | после упрочняющего точения        | после выглаживания |
| 1      | $V_B = 1,5$ м/с; $S_B = 0,04$ мм/об; $P_B = 210$ Н | 38                                | 58                 |
| 2      | $V_B = 1,5$ м/с; $S_B = 0,04$ мм/об; $P_B = 240$ Н | 42                                | 60                 |

Увеличение усилия  $P_B$  с 210 до 240 Н незначительно увеличивает ( $\approx 3,4\%$ ) относительную опорную длину.

### Выводы:

1. Алмазное выглаживание поверхностей деталей, восстановленных наплавкой и обработанных упрочняющим точением обеспечило: уменьшение высоты неровностей, по сравнению с исходной, в 4...4,5 раза (с  $R_a = 2,08...2,6$  мкм, до  $R_a = 0,5...0,7$  мкм); а также повышение несущей способности поверхности, за счёт увеличения относительной опорной длины, в 1,4...1,5 раза.

2. Снижение параметров шероховатости обеспечивает сокращение и времени приработки поверхностей пар трения, и сокращает период приработочного износа, что обеспечивает повышение эксплуатационных свойств восстановленных деталей.

### Список литературы:

1. Одинцов Л.Г. Финишная обработка деталей алмазным выглаживанием и вибровыглаживанием / Одинцов Л.Г. – М. : Машиностроение, 1981. – 160 с.

2. Торбило В.М. Алмазное выглаживание / Торбило В.М. – М. : Машиностроение, 1972. – 105 с.

3. Башков Г.П. Выглаживание восстановленных деталей / Башков Г.П. – М. : Машиностроение, 1979. – 80 с., ил.

4. Скобло Т.С. Обоснование финишной операции при обработке поверхностей деталей восстановленных наплавкой / Скобло Т.С., Ридный В.Ф., Ридный Р.В., Лукьянов И.М. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. «Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні» –2011.– №118. –С.17 – 20.

5. Ридный Р.В. Влияние геометрии инструмента на физико-механические характеристики поверхностного слоя при точении наплавленных деталей / Ридный Р.В. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. «Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні» –2004. – №26. –С.262-267.

6. Скобло Т.С. Оптимизация параметров алмазного выглаживания деталей восстанавливаемых наплавкой. / Скобло Т.С., Коломиец В.В., Сидашенко А.И., Власовец В.М., Ридный Р.В. // Физические и компьютерные технологии. Труды 18-й межд. научн.-техн. конф., – Харьков: НПК «ФЭД», 2012.

7. Дунин-Барковский И.В. Измерения и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности / И.В. Дунин-Барковский, А.Н. Карташова. – М.: Машиностроение, – 1978. – 232 с.

### **Анотація**

**Вплив алмазного вигладжування на шорсткість поверхонь деталей відновлених наплавленням і оброблених точінням, що зміцнює**  
Скобло Т.С., Рідний Р.В.

*Показана доцільність алмазного вигладжування поверхонь деталей відновлених наплавленням і оброблених точінням, що зміцнює. Визначена степінь підвищення показників шорсткості оброблених поверхонь*

### **Abstract**

**The influence of the diamond smoothing on the roughness of the surfaces of the parts restored surfacing and subjected to enhanced turning**  
Skoblo T.S., Ridnyu R.V.

*Showed expediency of diamond smoothing surfaces of the parts restored surfacing and processed enhanced turning. Determined by the degree of improvement of indicators of the roughness of the surfaces.*