

**Кучма С. Н.**  
к.т.н., доцент,  
**Стародубов С. Ю.**  
старший преподаватель

Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Важным направлением повышения эффективности отделочной обработки поверхностей деталей машин и механизмов является поиск и внедрение перспективных технологий. Это особенно важно при получении сложных нелинейных поверхностей. Примером является сферическая поверхность рычага коробки гидрораспределителя трактора МТЗ-80, выполняемая по 7-му качеству с шероховатостью  $Ra1,25$  (рис. 1).

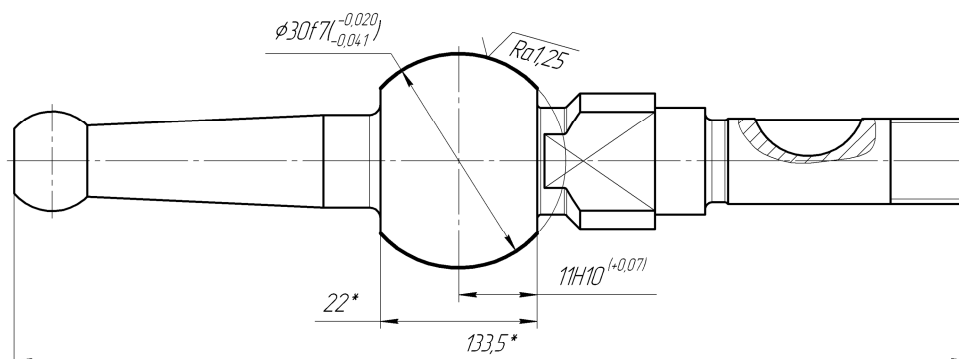
Сферическая поверхность  $\varnothing 30f7$  является конструкторской основной базой рычага и в процессе эксплуатации подвергается механическому изнашиванию. Поэтому поверхность должна обладать повышенной износостойкостью.

Заводской маршрут обработки данной поверхности включает черновое и чистовое точение, предварительное и чистовое шлифование, выполняемое на бесцентрово-шлифовальных станках моделей ВШ-418 и ЗМ184П соответственно. После этого с целью упрочнения поверхностного слоя, производится обкатка сферы на обкатном станке. Суммарное основное время отделочной обработки (шлифование и обкатывание) по заводской технологии составляет  $\sum T_O = 1,23$  мин.

Несмотря на то, что бесцентровое шлифование является весьма эффективной операцией обработки поверхностей деталей машин, ему присущ ряд технологических недостатков:

- вероятность появления на поверхности зон вторичной закалки, под которыми располагаются слои отпущенного металла. Возникающие в результате этого растягивающие напряжения вызывают ускоренный износ и разрушение деталей в процессе эксплуатации;
- остаточные напряжения растяжения в поверхностном слое могут достигать значительных величин (более  $400 \text{ МН/м}^2$ ), что снижает предел выносливости материала;
- необходимость правки, балансировки и испытаний шлифовального круга перед эксплуатацией.

Вышеизложенные недостатки и данные о трудоёмкости обработки свидетельствуют, что поиск методов повышения эффективности отделочной обработки сферической поверхности рычага является актуальной задачей.



1. Материал: сталь 45Х ГОСТ 4543-2016,  $HB \leq 229$ .
2. \* – размер для справок.

Рисунок 1 — Эскиз детали «Рычаг»

Целью данной работы является оценка целесообразности замены бесцентрового шлифования и обкатывания сферической поверхности рычага гидрораспределителя сельхозмашин методами обработки с использованием гибкой абразивной ленты.

Анализ доступных авторам источников позволяет сделать вывод, что наиболее перспективным для внедрения в заданных условиях является способ ленточного шлифования основанный на чередовании абразивного воздействия и упрочнения (наклёпа), осуществляемого в непрерывном цикле [1]. Способ требует применения специальной комбинированной ленты, в которой абразивные участки чередуются с участками наклёпа. На участках наклёпа в ленту вмонтированы стальные закалённые шарики, выступающие над её поверхностью (рис. 2, а). Схема крепления шарика на ленте показана на рисунке 2, б. В процессе работы контактному ролику (рис. 2, в) сообщается колебательное движение в направлении, перпендикулярном касательной к обрабатываемой поверхности в точке её контакта с роликом ( $D_{Spad}$ ). Амплитуда колебаний выбирается такой, чтобы обеспечивался гарантированный отрыв ленты от обрабатываемой поверхности.

Управлять качеством обрабатываемой поверхности при данном способе шлифования можно путём варьирования отношения суммарной длины участков наклёпа  $L$  к общей длине ленты. Согласно данным [1], оптимальное сочетание таких показателей качества поверхности, как шероховатость и уровень остаточных сжимающих напряжений, обеспечивается при  $L = 30\%$  ( $Ra = 1,25 \dots 0,63$  мкм;  $\sigma_{сж} = 300 - 360$  МПа). Это полностью соответствует требованиям чертежа и техническим условиям на изготовление детали «Рычаг».

Для проведения корректного сравнительного анализа производительности припуск  $h$  на шлифование лентой принят таким же, как и при шлифовании кругом.

Глубина резания  $t = h = 0,1$  мм.

Режим шлифования для стали 45X определяли по рекомендациям [2]:

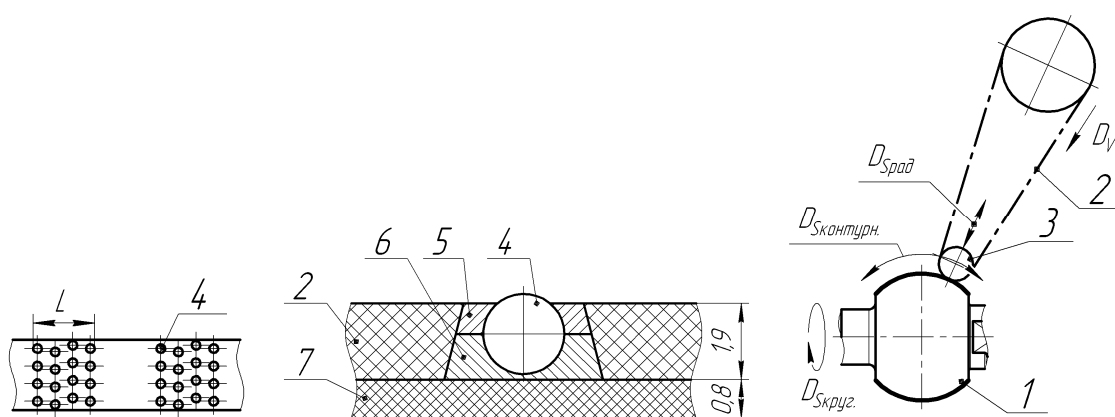
– скорость резания  $V = 25$  м/с;

– круговая подача  $S_{\text{круг}} = 7,0$  м/мин;

– радиальная подача  $S_{\text{рад}} = 0,02$  мм/об.

Основное время определяли по формуле:

$$T_0 = \frac{\pi \cdot d}{S_{\text{круг}}} \cdot \frac{h}{S_{\text{рад}}} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{7,0} \cdot \frac{0,1}{0,02} = 0,07 \text{ мин.}$$



1 — обрабатываемая деталь; 2 — специальная комбинированная лента; 3 — контактный ролик;  
4 — шарик; 5 — сепаратор; 6 — обойма; 7 — несущая основа.

$D_V$  — движение резания;  $D_{\text{Скруг}}$  — движение круговой подачи (вращение детали);

$D_{\text{Сконтурн}}$  — движение контурной подачи;  $D_{\text{Spad}}$  — движение радиальной подачи

Рисунок 2 — Обработка сферы специальной комбинированной лентой

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Применение ленточного шлифования специальной комбинированной лентой сферической поверхности рычага гидрораспределителя трактора МТЗ-80 позволяет обеспечить требуемое чертежом качество поверхностного слоя за 0,07 минуты. Снижение станкоёмкости по отношению к заводскому технологическому процессу составляет 3,9.

2. Использование комбинированной абразивной ленты позволяет исключить обкатную (упрочняющую) операцию. В результате этого сокращается производственный цикл, высвобождаются производственные площади, сокращаются затраты на эксплуатацию и обслуживание оборудования.

3. Для выполнения предложенного варианта отделочной обработки в зависимости от технологического оснащения машиностроительного предприятия могут использоваться как специальные ленточно-шлифовальные станки, так и модернизированные универсальные токарно-винторезные станки.

### Список литературы

1. Пат. 2008171 Российская Федерация, МПК51: В24В21/00. Способ ленточного шлифования / Касимов В. Г., Зенин М. А., Ключанов В. В. ; заявитель и патентообладатель Поволжский авиационный научно-технологический центр. — № 5044777/08 ; заявл. 28.05.1992 ; опубл. 28.02.1994, Бюл. № 18. — 5 с. : ил.

2. Якимов, А. В. Оптимизация процесса шлифования / А. В. Якимов. — М. : Машиностроение, 1975. — 174 с.