

## 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ

**Д.М. Свирепа**, канд. техн. наук, доцент,

**Д.А. Бородин**, студент

*Белорусско-Российский университет,  
г. Могилев, Республика Беларусь*

Ключевые слова: трехмерное моделирование, устройства для отделочно-упрочняющей обработки, магнитно-динамический раскатник, модульный принцип конструирования.

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности использования 3D-моделирования устройств для отделочно-упрочняющей обработки в учебном процессе.

В Белорусско-Российском университете разработан ряд устройств для отделочно-упрочняющей обработки поверхностного слоя деталей машин. Устройства для отделочно-упрочняющей обработки предназначены для чистовой обработки внутренних цилиндрических поверхностей ответственных деталей машин в серийном и массовом производстве [1–12].

Особенность работы данных устройств состоит:

- в возможности применения для станков различных групп (сверлильные, фрезерные, расточные и др.), что расширяет технологические возможности инструмента;
- обеспечении повышения глубины упрочненной поверхности за счет фокусирования магнитного потока в зоне расположения деформирующих шаров;
- возможности обработки отверстий в диапазоне диаметров  $D \dots D+7$  мм.

Для реализации способа упрочняющей обработки разработана модульная конструкция устройства для отделочно-упрочняющей обработки, деформирующие шары которого под действием магнитодвижущей и центробежной сил осуществляют упрочнение поверхности детали (рисунок 1).

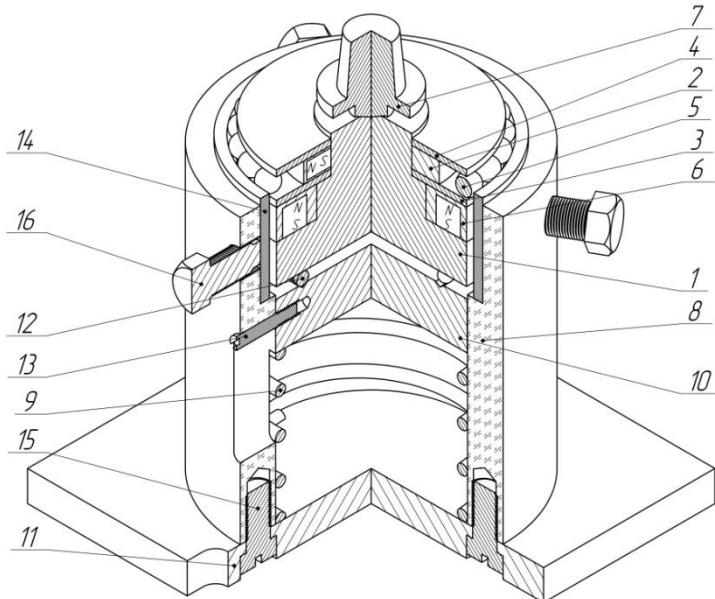


Рисунок 1. Конструкция устройства для отделочно-упрочняющей обработки:

- 1 – ротор;
- 2, 6 – обойма постоянных магнитов;
- 3, 4 – щечки;
- 5 – деформирующие шары;
- 7 – оправка;
- 8 – корпус;
- 9 – пружина;
- 10 – пята;
- 11 – плита;
- 12 – тела качения;
- 13 – палец;
- 14 – деталь;
- 15 – винты;
- 16 – болты

Модульный принцип устройства для отделочно-упрочняющей обработки позволяет уменьшить количество деталей, входящих в конструкцию устройства, с учетом его переналадки [13].

Модульная конструкция устройства для отделочно-упрочняющей обработки позволяет производить переналадку инструмента на обработку внутренних поверхностей отверстий деталей машин диаметром 101–73 мм с внешними диаметрами диаметром 110–80. При этом производится замена ротора и обоймы

вместе с магнитопроводными щечками и магнитами ( $n_1$ ,  $n_2$ ). Также в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия инструмент комплектуется различным количеством деформирующих шаров. Размеры заменяемых деталей устройства представлены на рисунке 2 и в таблице.

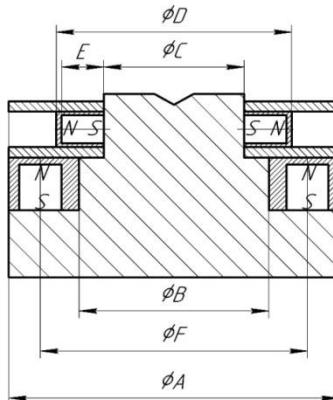


Рисунок 2. Модульная конструкция устройства  
для отделочно-упрочняющей обработки

Геометрические размеры сменных деталей устройства

Размеры обрабатываемых деталей, D	Размеры элементов устройства, мм							
	A	B	C	D	E	F	$n_1$	$n_2$
Ø73–80	73	42	34	52	8	56	13	11
Ø80–87	80	46	36	57	9	60	14	12
Ø87–94	87	50	38	62	11	66	15	13
Ø94–101	94	54	40	67	12	74	16	14

Устройство работает следующим образом. Деталь (14) устанавливают в отверстие корпуса, центруя относительно ротора и фиксируется болтами (16). Оправку (7) закрепляют в шпинделе станка. Рифленую поверхность оправки (7) вводят в контакт с сопрягаемой рифленой поверхностью ротора (1). Магнитное поле разносторонне расположенных магнитов (2, 6) суммируется и воздействует на деформирующие шары (5). Вращающийся

шпиндель станка перемещают с подачей в осевом направлении. Оправка (7) посредством рабочей рифленой поверхности вращает ротор (1) вместе с магнитами (2, 6) и щечками (3, 4). Под действием магнитодвижущей и центробежной сил деформирования шары (5) взаимодействуют с поверхностью детали (14) и осуществляют ее упрочнение. Увеличенная сила деформирования обеспечивает увеличение глубины упрочнения детали. Качественные характеристики упрочняемого слоя при этом повышаются [14–18].

Трение ротора (1) при вращении минимизируется за счет введения в конструкцию устройства тел качения (12). В процессе обработки ротор (1) устройства и пята (10) смещаются в направлении подачи. При этом пята (10) не вращается, поскольку палец (13) предохраняет ее от проворота относительно продольной оси устройства.

По окончании обработки шпиндель станка останавливают и перемещают с ускоренной подачей в исходное положение. Силовая пружина (9) при этом возвращает пяту (10) и ротор (1) устройства в начальное положение.

## **Список литературы**

1. Довгалев, А. М. Классификация инструментов для магнитно-динамического упрочнения / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2008. – № 2. – С. 30–38.
2. Довгалев, А. М. Устройство для отделочно-упрочняющей обработки / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Патент на изобретение BLR 10065. Опубл. 30.12.2007.
3. Довгалев, А. М. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Патент на изобретение BLR 10188. Опубл. 28.02.2008.
4. Довгалев, А. М. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки / А. М. Довгалев, Д. М. Рыжанков, Д. М. Свирепа // Патент на изобретение BLR 11536. Опубл. 28.02.09.
5. Устройство для отделочно-упрочняющей обработки / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, С. А. Сухоцкий, Д. М. Рыжанков // Патент на изобретение BLR 15021. Опубл. 30.10.2011.
6. Довгалев, А. М. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки цилиндрического отверстия детали / А. М. Довгалев, С. А. Сухоцкий, Д. М. Свирепа // Патент на изобретение BLR 19139. Опубл. 30.04.2015.

7. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки плоских поверхностей / А. М. Довгалев, С. А. Сухоцкий, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Патент на изобретение BLR 15262. Опубл. 30.12.2011.
8. Инструменты для магнитно-динамического упрочнения поверхностей деталей машин / Д. М. Довгалев, С. А. Сухоцкий, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2009. – № 4. – С. 94–97.
9. Магнитно-динамические инструменты для упрочнения наружных поверхностей вращения / А. М. Довгалев, С. А. Сухоцкий, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 4. – С. 174–178.
10. Двухрядные магнитно-динамические инструменты / А. М. Довгалев, С. А. Сухоцкий, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого. – 2009. – № 2 (37). – С. 12–20.
11. Упрочняющий инструмент / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков, С. А. Сухоцкий // Патент на изобретение BLR 15364. Опубл. 28.02.2012.
12. Довгалев, А. М. Способ магнитно-динамического упрочнения внутренней поверхности круглого отверстия в металлической детали / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа // Патент на изобретение BLR 17976. Опубл. 28.02.2014.
13. Свирепа, Д. М. Инженерная графика и модульный принцип конструирования магнитно-динамических инструментов / Д. М. Свирепа // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2017. – С. 192–196.
14. Довгалев, А. М. Математическое моделирование процесса магнитно-динамического раскатывания / А. М. Довгалев, И. И. Маковецкий, Д. М. Свирепа // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2010. – № 4 (64). – С. 26–30.
15. Довгалев, А. М. Технология магнитно-динамического раскатывания и ее реализация в машиностроении / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – 2014. – С. 10–15.
16. Довгалев, А. М. Влияние технологических и конструктивных параметров процесса магнитно-динамического раскатывания на шероховатость поверхности / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2014. – № 4. – С. 21–25.
17. Высокопроизводительное магнитно-динамическое упрочнение внутренней поверхности цилиндров / Д. М. Свирепа, А. М. Довгалёв, А. С. Семёнова, О. Н. Юхновец // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – 2015. – С. 51.

18. Свирепа, Д. М. Методы повышения качественных характеристик внутренней цилиндрической поверхности деталей / Д. М. Свирепа, А. С. Семёнова // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 26–27 апр. 2018 г. – С. 54–55.