

УДК 621:787

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

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

Д. А. Бородин, студент

*Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет»,
г. Могилёв, 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 и инструментов 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 [1-17].

В данной статье представлена конструкция устройства для поверхностного пластического деформирования внутренней поверхности нежесткой втулки (рисунок 1).

Особенность работы данного устройства состоит в: возможности применения для станков различных групп (сверлильных, фрезерных, расточных и др.), что расширяет технологические возможности инструмента; автоматическом закреплении упрочняемых нежестких втулок, что увеличивает производительность в 1,3 – 1,5 раза за счет уменьшения вспомогательного времени на базирование и закрепление детали; исключении деформации нежестких втулок под действием сил закрепления и перераспределении внутренних напряжений в поверхностном

слое детали, что обеспечивает повышение точности геометрической формы упрочняемой поверхности в 1,2 – 1,5 раза.

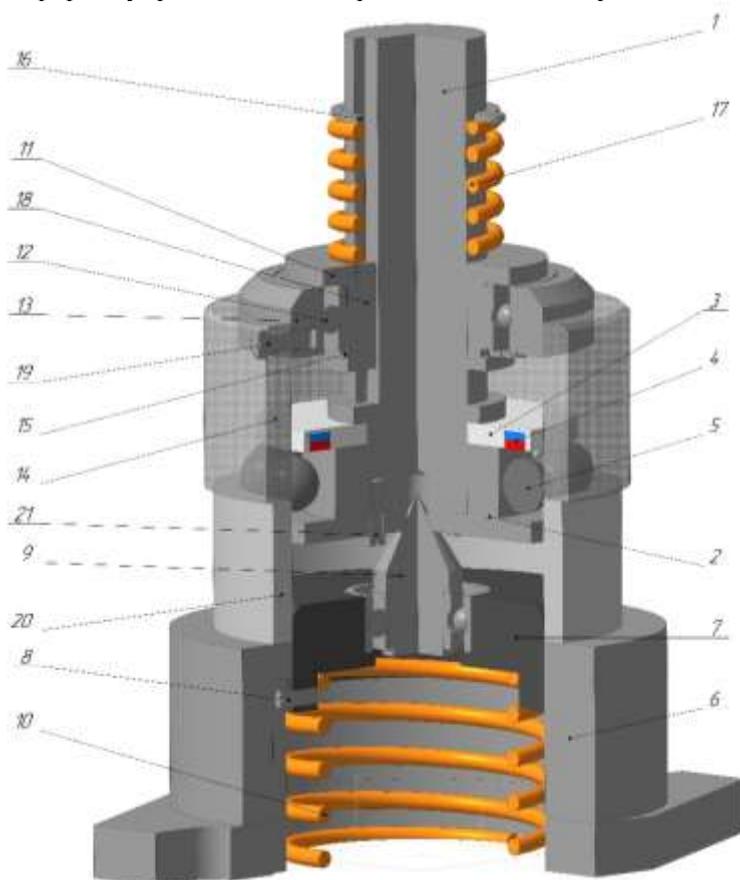


Рисунок 1. Конструкция устройства для поверхностного пластического деформирования внутренней поверхности жесткой втулки

Инструмент содержит: оправку 1, магнитопроводный диск 2, обойму магнитов 3 с постоянными магнитами 4, деформирующие шары 5, винты 21.

Механизм базирования содержит: корпус 6, шток 7, палец 8, вращающийся центр 9, пружину 10.

Механизм автоматического закрепления содержит: гильзу 11, подшипник 12, кондуктор 13, втулку кондуктора 14, стопорное кольцо 15, фиксирующее кольцо 16, пружину 17, шпонку 18, винты 19.

Обойма магнитов 3 и шток 10 могут быть изготовлены из ABS пластика методами аддитивных технологий (3D-печатью) если партия деталей 20 не превышает 100 шт.

Для уменьшения количества деталей, входящих в конструкцию устройства с учетом его переналадки на обработку деталей другого диаметра, разработана модульная конструкция устройства для поверхностного пластического деформирования внутренней поверхности нежесткой втулки.

Модульная конструкция устройства позволяет производить переналадку инструмента на обработку внутренних поверхностей нежестких втулок $\varnothing 100$, $\varnothing 105$, $\varnothing 110$, $\varnothing 115$, $\varnothing 120$, $\varnothing 130$ мм. При этом производится замена механизма базирования, обоймы магнитов 3, количества магнитов 4 (n_1), количества деформирующих шаров 5 (n_2), магнитопроводного диска 2 и втулки кондуктора 14. Также в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия инструмент комплектуется различным количеством деформирующих шаров. Размеры заменяемых деталей устройства представлены на рисунке 2 и в таблице 1.

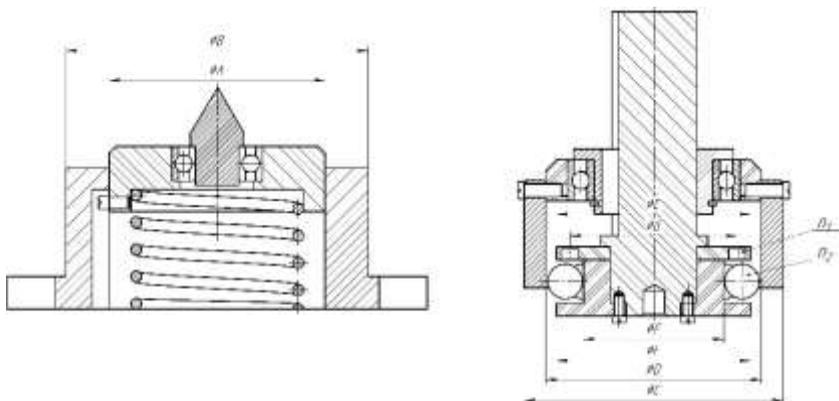


Рисунок 2. Модульная конструкция устройства для отделочно-упрочняющей обработки

Таблица 1 – Геометрические размеры сменных деталей устройства

Размеры обрабатываемых деталей, D	Размеры элементов устройства, мм.								
	A	B	C	D	E	F	G	n ₁	n ₂
Ø100	100	140	120	100	90	65	77	14	20
Ø105	105	147	126	105	95	70	81	15	21
Ø110	110	154	132	110	100	75	85	16	22
Ø115	115	161	138	115	105	80	89	17	23
Ø120	120	168	144	120	110	85	93	18	24
Ø130	130	182	156	130	120	95	101	20	26

Устройство работает следующим образом.

Упрочняемую нежесткую втулку 20 одевают отверстием на шток 7 устройства до контакта ее торца с торцевой поверхностью корпуса, тем самым осуществляя ее базирование. Оправку 1 закрепляют в шпинделе станка, смещают ее в осевом направлении и вводят в контакт поверхность центрального отверстия оправки 1 с рабочей поверхностью вращающегося центра 9. При этом продольная ось оправки 1 совмещается с продольной осью вращающегося центра 9, что обеспечивает базирование оправки 1 инструмента относительно упрочняемой поверхности втулки 20.

Одновременно торец цилиндрического кондуктора 14 посредством пружины 17 воздействует на торец упрочняемой втулки 20 с усилием закрепления Р и прижимает ее к торцевой поверхности корпуса 6. Это исключает деформацию упрочняемой втулки 20 под действием силы закрепления и изменения ее положения в процессе обработки.

Оправке 1 сообщают вращение и перемещают инструмент в осевом направлении. При вращении оправки 1 магнитное поле от постоянных магнитов 4 посредством магнитопроводного диска 2 воздействует на деформирующие шары 5 и разгоняет их в окружном направлении. Возникающая при этом центробежная сила прижимает деформирующие шары 5 к внутренней поверхности упрочняемой втулки 20 и осуществляют поверхностное пластическое деформирование.

После окончания упрочняющей обработки останавливают вращение оправки 1 и перемещают ее вверх в осевом направлении. Оправка 1 выходит из контакта с вращающимся центром 9, а цилиндрический кондуктор 14 – с торцом упрочняемой втулки 20, освобождая зону обработки для осуществления следующего цикла.

Подобного рода устройства и инструменты спроектированные по модульному принципу могут быть использованы и в образовательном процессе, для обучения студентов основам 3D – моделирования [18-20].

Список литературы

1. Довгалев, А. М. Классификация инструментов для магнитно-динамического упрочнения / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 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. Оpubл. 30.12.2007.
3. Довгалев, А. М. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки / А.М. Довгалев, Д.М. Свирепа, Д.М. Рыжанков 10188. Оpubл. 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. Оpubл. 28.02.09.
5. Довгалев, А. М. Устройство для отделочно-упрочняющей обработки / А. М. Довгалев, Д. М. Свирепа, С. А. Сухоцкий, Д. М. Рыжанков // Патент на изобретение BLR 15021 Оpubл. 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 30.04.2015.
7. Довгалев, А. М. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки плоских поверхностей / А. М. Довгалев, С. А. Сухоцкий, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Патент на изобретение BLR 15262 30.12.2011.

8. Довгалеv, А. М. Инструменты для магнитно-динамического упрочнения поверхностей деталей машин / Д. М. Довгалеv, С. А. Сухоцкий, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2009. – № 4. С. 94-97.
9. Довгалеv, А. М. Раскатник с магнитоуправляемыми деформирующими элементами / А. М. Довгалеv, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков // Патент на изобретение BLR 11531, 28.02.2008.
10. Довгалеv, А. М. Двухрядные магнитно-динамические инструменты / А. М. Довгалеv, 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. Довгалеv, А. М. Упрочняющий инструмент / А. М. Довгалеv, Д. М. Свирепа, Д. М. Рыжанков, С. А. Сухоцкий // Патент на изобретение BLR 15364 28.02.2012.
12. Довгалеv, А. М. Способ магнитно-динамического упрочнения внутренней поверхности круглого отверстия в металлической детали / А. М. Довгалеv, Д. М. Свирепа. // Патент на изобретение BLR 17976. Оpubл. 28.02.2014.
13. Довгалеv, А. М. Математическое моделирование процесса магнитно-динамического раскатывания / А.М. Довгалеv, И.И. Маковецкий, Д.М. Свирепа // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2010. – № 4 (64). С. 26-30.
14. Довгалеv, А. М. Технология магнитно-динамического раскатывания и ее реализация в машиностроении / А. М. Довгалеv, Д. М. Свирепа // В сборнике: Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии. Материалы международной научно-техн. конф. – 2014. – с. 10-15.
15. Довгалеv, А.М. Влияние технологических и конструктивных параметров процесса магнитно-динамического раскатывания на шероховатость поверхности / А. М. Довгалеv, Д. М. Свирепа // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. – 2014. – № 4. – С. 21–25.

16. Свирепа, Д. М. Высокопроизводительное магнитно-динамическое упрочнение внутренней поверхности цилиндров / Д. М. Свирепа, А. М. Довгалёв, А. С. Семёнова, О. Н. Юхновец // В сборнике: Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии. Материалы международной научно-технической конференции. – 2015. – С.51.
17. 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.
18. Свирепа, Д. М. Инженерная графика и модульный принцип конструирования магнитно-динамических инструментов / Д. М. Свирепа // Сборник трудов МНПК «Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы», Брест / Новосибирск, Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 21.04.2017 г.: с. 192-196.
19. Свирепа, Д.М. 3D-моделирование устройств для отделочно-упрочняющей обработки / Свирепа Д.М., Бородин Д.А. // Сборник трудов МНПК «Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы», Брест / Новосибирск. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2019 с. 228-233.
20. 3D-моделирование магнитно-динамических инструментов в образовательном процессе / Свирепа Д.М., Семенова А.С. // Сборник трудов МНПК «Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы», Брест / Новосибирск. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2019. с. 233-237.