

УСТРОЙСТВА ДЛЯ МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

И.А. Тарадейко, А. М. Довгалев

В статье рассмотрены разработанные конструкции устройств для магнитно-динамического упрочнения наружных поверхностей вращения деталей машин.

Ключевые слова: магнитно-динамическое упрочнение; вал; втулка; комбинированное упрочнение; магнитное поле; пластическое деформирование; деформирующие шары; зона обработки; динамический удар.

1. Введение

Долговечность и износостойкость поверхностей деталей технических систем зависит главным образом от состояния их поверхностного слоя, формируемого на финишных операциях отделочно-упрочняющей обработки [1].

Анализ литературных источников позволяет выделить следующие методы поверхностного упрочнения деталей машин: механические; термические; химико-термические; лазерной закалкой; ионной имплантацией и др. [2 – 3].

Однако, наряду с преимуществами, традиционным методам упрочнения свойственны и некоторые недостатки. Как правило они требуют под упрочнение поверхность детали с низкой исходной шероховатостью, имеющиеся температурные воздействия вызывают коробление и снижают исходную точность детали, технологии являются энергоемкими и реализуются на специальном дорогостоящем оборудовании [4].

В современном машиностроении все чаще находят применение механические методы поверхностного упрочнения деталей технических систем, основанные на поверхностном пластическом деформировании поверхностного слоя, лишенные указанных недостатков.

К числу перспективных относится и технология магнитно-динамического упрочнения поверхностей деталей машин, при которой силовое взаимодействие деформирующих шаров с поверхностью детали осуществляется за счет энергии магнитного поля, введенного в зону обработки [5,6].

Магнитно-динамическое упрочнение поверхностей деталей машин, вследствие комплексного магнитно-силового воздействия на зону деформирования, позволяет:

- интенсивно снижать исходную шероховатость поверхности;
- сформировать модифицированный поверхностный слой с уникальными свойствами на большую глубину;
- осуществлять процесс упрочнения с высокой производительностью (за счет преобразования энергии магнитного поля инструмента в колебательные движения деформирующих шаров инструмента);
- получить на поверхности детали маслоудерживающий рельеф в виде пересекающихся лунок от деформирующих шаров инструмента, позволяющий повысить износостойкость и долговечность пар трения;
- повысить износостойкость поверхностей деталей в 2,0 – 3,5 раза.

Однако магнитно-динамическое упрочнение не применяется для обработки наружных цилиндрических поверхностей деталей машин. До настоящего времени не разработаны конструкции устройств для упрочняющей обработки валов.

2. Устройства для магнитно-динамического упрочнения

2.1 Устройство для магнитно-динамического упрочнения поверхности валов

Для магнитно-динамического упрочнения поверхности валов разработано устройство, представленное на *рисунке 1*.

Устройство содержит диски 1, 2 с центральным отверстием 3, образующие сообщающиеся внутреннюю 4 и внешнюю 5 кольцевые камеры. Внутренняя кольцевая камера 4 выходит в полость отверстия 3 дисков 1, 2. Деформирующие шары 6 установлены во внутренней кольцевой камере 4. Во внешней кольцевой камере 5 установлены шары отражатели 7.

Устройство снабжено устройством намагничивания поверхностного слоя вала 8, выполненным в виде: двух колец 9, 10; цилиндрических постоянных магнитов 11; цилиндрических магнитопроводов 12; двух центров 13, 14, каждый из которых включает упор 15, магнитопроводную втулку 16, пружину поджима 17; корпус 18 с отверстием 19. В кольцах 9, 10 изготовлены радиальные отверстия 20. Цилиндрические магнитопроводы 12 запрессованы в радиальных отверстиях 20 колец 9, 10 и выполнены заподлицо с их внутренним отверстием 21. Цилиндрические постоянные магниты установлены в радиальных отверстиях 20 колец 9, 10 с одинаковым расположением полюсов и взаимодействуют с торцом 22 цилиндрического магнитопровода 12. Кольца 9, 10 имеют одинаковое угловое расположение радиальных отверстий 20 и закреплены на дисках 1, 2 соосно центральному отверстию 3 симметрично внутренней кольцевой камере 4. Диски 1, 2 установлены в отверстии 19 корпуса 18. Центры 13, 14 расположены соосно друг другу, а их ось 23 совмещена с продольной осью центрального отверстия 3 дисков 1, 2. На наружную поверхность имеющихся центров 13, 14 насажены магнитопроводная втулка 16, пружина поджима 17, упор 15. Упор 15 закреплен на соответствующем центре 13, 14. Пружина поджима 17 взаимодействует с упором 15 и торцом магнитопроводной втулки 16. Магнитопроводная втулка 16 установлена соосно оси 23 центров 13, 14 и имеет возможность осевого перемещения. Длина магнитопроводной втулки 16 равна или больше расстояния от внешних торцов 24 колец 9, 10 до оси симметрии 25 внутренней кольцевой камеры 4[7].

Наружный диаметр 26 магнитопроводной втулки 16 соответствует диаметру обрабатываемого вала 8. Диски 1, 2; кольца 9, 10; центры 13, 14; пружина поджима 17; упор 15; корпус 18 выполнены из немагнитопроводного материала.

Устройство работает следующим образом. Центр 14 закрепляют в патроне станка с возможностью передачи крутящего момента, а центр 13 – в подшипниковой опоре, расположенной в пиноли станка. Корпус 18 крепят винтами 27 на суппорте 28 станка. Радиальным перемещением резцедержателя совмещают продольную ось 23 центров 13, 14 с продольной осью отверстия 3 дисков 1, 2. Вводят обрабатываемый вал 8 с центровыми отверстиями на торцах в отверстие 3 дисков 1, 2. Устанавливают вал 8 на центр 14 и поджимают центром 13 пиноли станка. Под действием пружины поджима 17 магнитопроводные втулки 16 поджимаются к торцам вала 8. Ось симметрии кольцевой камеры 4 совмещают с правым (относительно чертежа) торцом вала 8. Линии магнитного поля замыкаются через магнитопроводную втулку 16 и поверхность ферромагнитного вала 8. В результате участок вала 8, расположенный между кольцами 9, 10, намагничивается и приобретает магнитные свойства.

Валу 8 сообщают вращение посредством патрона станка, а корпусу 18 устройства – движение подачи. Намагниченный вращаемый участок вала 8 воздействует на деформирующие шары 6 и разгоняет их в окружном направлении кольцевой камеры 4. Под действием возникающей центробежной силы деформирующие шары расходятся в радиальном направлении до шаров отражателей 7. Периодически сталкиваясь с шарами отражателями 7, деформирующие шары 6 меняют траекторию своего движения в направлении к упрочняемой поверхности вала. В результате через короткий промежуток времени деформирующие шары 6 сталкиваются с поверхностью вала и осуществляют ее динамическое упрочнение. Причем поверхностное пластическое деформирование поверхности осуществляется в металле, находящемся в напряженном состоянии под действием магнитного поля. Фактически имеет место комбинированное упрочнение – поверхностным пластическим деформированием и магнитным полем, что повышает производительность упрочняющей обработки и глубину упрочненного слоя. На

поверхности вала формируется новый рельеф с низкой шероховатостью и профилем, представляющим собой пересечение лунок от деформирующих шаров, внедряемых в поверхность вала при динамическом ударе.

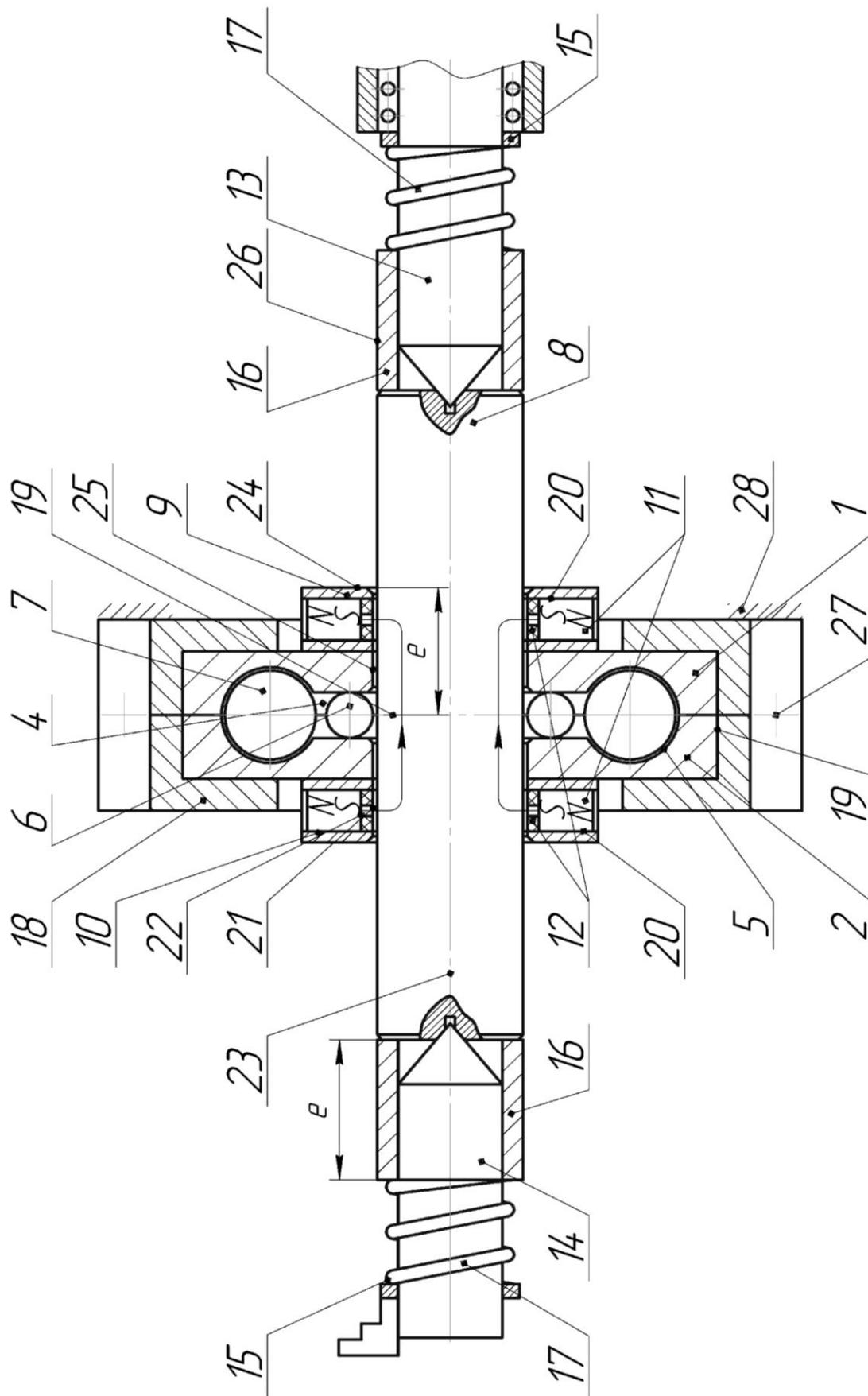


Рис. 1. Конструкция устройства для магнитно-динамического упрочнения поверхности вала

2.2 Устройство для магнитно-динамического упрочнения наружной поверхности втулки

Разработанное устройство (см. рисунок 2) содержит диски 1,2 с центральным отверстием 3, образующие сообщающиеся внутреннюю 4 и внешнюю 5 кольцевые камеры. Внутренняя кольцевая камера 4 выходит в полость центрального отверстия 3. Деформирующие шары 6 установлены во внутренней кольцевой камере 4, а шары-отражатели 7 – во внешней кольцевой камере 5. Устройство снабжено: оправкой 8 с буртиком 9; двумя идентичными обоймами 10,11 с осевым отверстием 12 и цилиндрическими постоянными магнитами 13; центрирующим кольцом 14; упорной шайбой 15 с глухим отверстием 16; державкой 17[8].

В обоймах 10,11 выполнены аксиальные отверстия 18, в которых заподлицо с торцами обойм установлены цилиндрические постоянные магниты 13 с одинаковым расположением полюсов. Между обоймами 10,11 расположено центрирующее кольцо 14. Обоймы 10,11, центрирующее кольцо 14, упорная шайба 15 установлены на оправке 8 соосно. Торце одной из обойм, например обоймы 11, взаимодействует с торцом 19 буртика 9, а торец другой обоймы 10 – с торцом 20 опорной шайбы 15. В центрирующем кольце 14 симметрично расположены штифы 21,22, входящие в сопрягаемые отверстия, выполненные на торцах обойм 10,11. Обоймы 10,11 имеют одинаковое угловое расположение аксиальных отверстий 18. Полюса, размещенные в отверстиях 18 обойм 10,11 друг против друга цилиндрических постоянных магнитов 13, идентичны. Диски 1,2 жестко соединены с державкой 17 и установлены соосно оправке 8. Высота центрирующего кольца 14 равна высоте упрочняемой втулки 23, а наружный диаметр обойм 10,11 не превышает диаметр обрабатываемой поверхности 24 втулки 23. Диски 1,2, оправка 8, обоймы 10,11, центрирующее кольцо 14, упорная шайба 15, державка 17 выполнены из немагнитопроводного материала.

Устройство работает следующим образом. Державку 17 закрепляют в резцедержателе станка, обеспечив соосность центрального отверстия 3 дисков 1,2 линии центров станка. Оправку 8 в сборе вводят в центральное отверстие 3 дисков 1,2 и закрепляют в патроне станка, поджимая центром 25 опорную шайбу 15.

Линии магнитного поля от постоянных цилиндрических магнитов 13 обойм 10,11 замыкаются на поверхностный слой ферромагнитной втулки 23, обеспечивая ей магнитные свойства. При этом упрочняемая втулка 23 воздействует своим магнитным полем на деформирующие шары 6. Оправке 8 сообщают вращение, а резцедержателю станка с державкой 17 – движение осевой подачи. Под действием магнитного поля деформирующие шары 6 разгоняются в окружном направлении кольцевой камеры 4. Возникающая центробежная сила смещает деформирующие шары в радиальном направлении. В результате деформирующие шары 6 периодически сталкиваются с шарами-отражателями 7, изменяют траекторию своего движения и перемещаются к упрочняемой поверхности 24 втулки 23. Достигнув детали, деформирующие шары 6 наносят динамические удары по упрочняемой поверхности. В результате поверхностный слой металла ферромагнитной втулки 23 пластически деформируется, упрочняется и приобретает новый профиль, представляющий собой пересечение лунок, образованных от деформирующих шаров, внедряемых в поверхность при динамическом ударе.

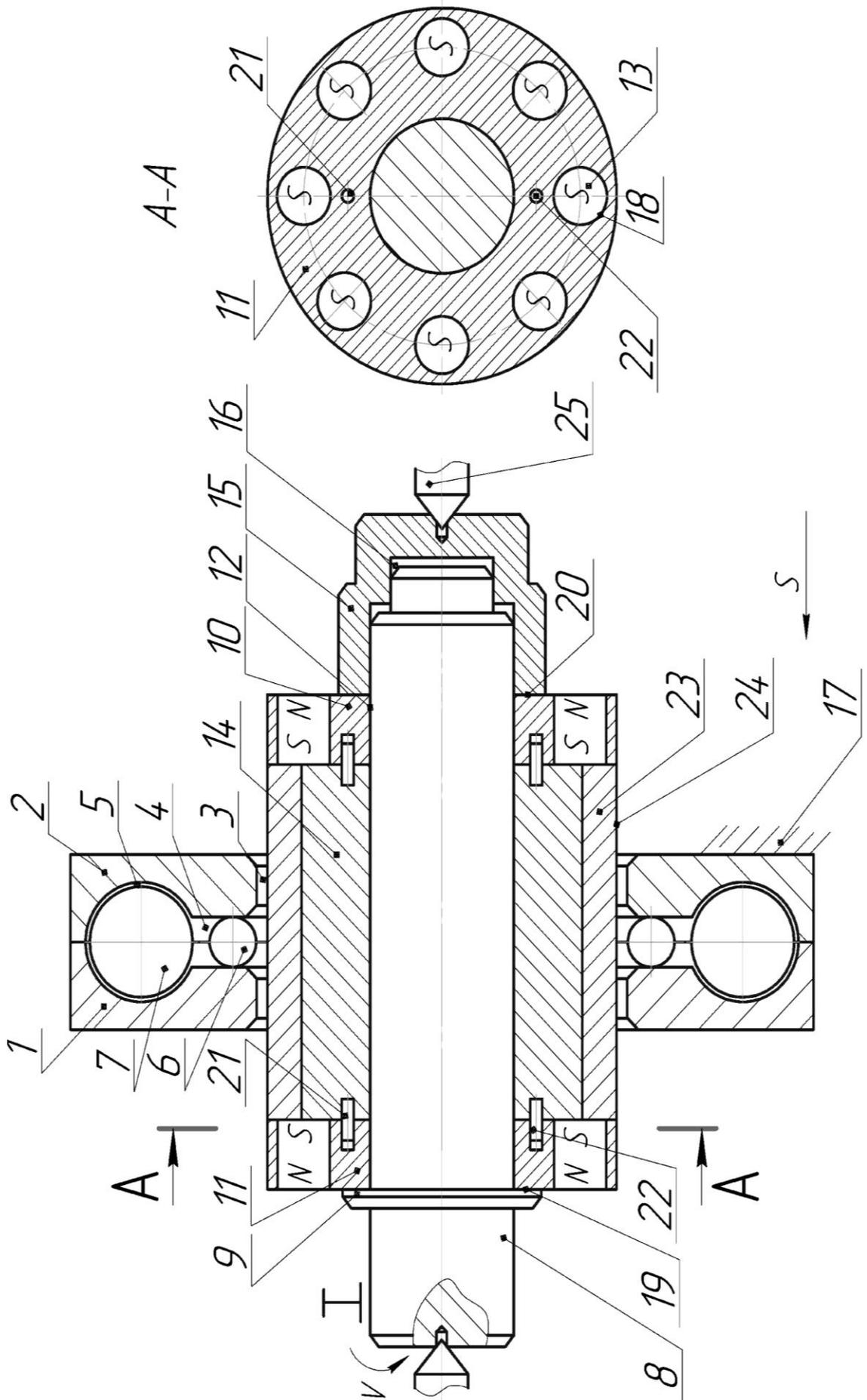


Рис.2. Конструкция устройства для магнитно-динамического упрочнения наружной поверхности втулок

Литература

1. *Минаков А.П.* Технологическое обеспечение пневмовибродинамической обработки нежестких деталей/ *А.П. Минаков, Бунос А.А.*// Под ред. *П.И.Яцерицина*. – Мн.: Наука и техника, - 1995. – 304с.
2. *Поляк М.С.* Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения.: в 2т. – М.: ЛВМ-СКРИПТ, Машиностроение, 1995. – Т1. – 832 с.
3. *Поляк М.С.* Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения.: в 2т. – М.: ЛВМ-СКРИПТ, Машиностроение, 1995. – Т2. – 688 с.
4. *Степанова Т.Ю.* Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие / *Т.Ю. Степанова, - Иваново: Иван.гос. хим. – технол. ун-т, 2009. – 64 с.*
5. *Довгалеv А.М.* Классификация инструментов для магнитно-динамического упрочнения / *А.М. Довгалеv, Д.М. Свирепа, Д.М. Рыжанков*// Вестн. Белорусско-Российского университета. Машиностроение: науч.-метод. журнал/ редкол.: И.С. Сазонов [и др]. –Могилев, 2008. – № 2. – с. 30 – 38.
6. *Довгалеv А.М.* Математическое моделирование процесса магнитно-динамического раскатывания / *А.М. Довгалеv, И.И. Маковецкий, Д.М. Свирепа*// Вестн. Брестского государственного технического университета. – 2010. – № 4. – с. 26 – 30.
7. Устройство для упрочняющей обработки: заявка на патент №20120032, МПК В24В39/00/ *А.М. Довгалеv, С.А. Сухоцкий, Д.М. Свирепа, И.А. Тарадейко*; заявитель Белорус. – Рос.ун-т. – заявл. 11.01.2012.
8. Устройство для упрочняющей обработки наружной поверхности втулок: заявка на патент №20120053, МПК В24В39/02/ *А.М. Довгалеv, С.А. Сухоцкий, Д.М. Свирепа, И.А. Тарадейко*; заявитель Белорус. – Рос.ун-т. – заявл. 16.01.2012

Тарадейко Иван Анатольевич

Студент машиностроительного факультета по специальности «Металлорежущие станки»

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Тел.: +375(33) 659-38-68

E-mail: IvanTaradeiko@yandex.ru

Довгалеv Александр Михайлович

Доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты», канд. техн. наук

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Тел.: +375 (29) 345-40-56