

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДИСКА СОШНИКА В ТОКАРНОМ СТАНКЕ ПРИ УПРОЧНЕНИИ

ПАСТУХОВ АЛЕКСАНДР ГЕННАДИЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru

ВОЛКОВ МИХАИЛ ИВАНОВИЧ

E-mail: volkov.mikhail2017@yandex.ru

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; ул. Вавилова, 10, п. Майский, 308503, Белгород, Российская Федерация

Снижение эксплуатационных затрат на поддержание в работоспособном состоянии техники возможно путем рационального восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственных машин, на основе разработки оригинальной технологической оснастки, например, для дисковых рабочих органов. Выполнен критический обзор приспособлений для фиксации деталей различных форм и назначения. Выявлен основной их недостаток – невозможность прочного закрепления в токарном станке и фиксации деталей типа «диск» с гарантией точности при их обработке, а также сложность конструкции устройств, что сказывается на трудоемкости выполнения работ. С целью устранения недостатков, разработано приспособление по способу закрепления диска сошника в токарном станке при упрочнении с помощью левой и правой оправок. Конструкция имеет следующие размеры: наружный диаметр оправок – 45 мм, резьбовое соединение – М16, размер шестигранных торцевых гаек «под ключ» – 24, общая длина приспособления в сборе – 258 мм, правая оправка имеет длину 50 мм, левая оправка, снабженная прижимающей торцевой поверхностью диаметром 60 мм. Общее усилие затягивания резьбового соединения – 200 Н. При этом минимальный коэффициент запаса по усталостной прочности конструкции равен 16; эквивалентные нормальные напряжения в теле приспособления не превышают 3,5 МПа; коэффициент запаса по усталостной прочности равен 2,637; перемещение рабочей кромки диска составляет 1,034 мм. Аналитический расчет в программном комплексе АРМ Win Machine подтвердил, что при обработке диска в сборе обеспечиваются прочность и жесткость конструкции приспособления. Апробация установки приспособления на токарном станке с имитацией обработки подтвердила работоспособность технического решения.

Ключевые слова: сеялка, диск сошника, оправка, фиксация, упрочнение.

Формат цитирования: Пастухов А.Г., Волков М.И. Разработка приспособления для закрепления диска сошника в токарном станке при упрочнении // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2019. N1(89). С. 49-54.

DEVELOPMENT OF DEVICE FOR FIXING DISK DRILL BOOT IN A LATHE WHEN HARDENING

ALEKSANDR G. PASTUKHOV, DSc (Eng), Professor

E-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru

MIKHAIL I. VOLKOV

E-mail: volkov.mikhail2017@yandex.ru

Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin; Vavilov's Str., 10, Maisky, Belgorod, 308503, Russian Federation

Drop of operating costs for maintenance in operating state of the equipment is possible by rational restoration and hardening of details of farm vehicles, on the basis of development of the original industrial equipment, for example, for disk working bodies. The critical review of devices for fixation of details of various forms and appointment is executed. Their main shortcoming – impossibility of strong fixing in the lathe and fixations of details like “disk” with accuracy guarantee is revealed at their processing and also complexity of design of devices that affects labor input of performance of work. For the purpose of elimination of shortcomings, adaptation on mode of fixing of disk of soshnik in the lathe when hardening by means of the left and right mandrels is developed. The design has the following sizes: outer diameter of mandrels – 45 mm, threaded connection – M16, the size of “turnkey” hexagonal face nuts – 24, the total length of adaptation assembled – 258 mm, the right mandrel has length of 50 mm, the left mandrel supplied with the pressing face surface – with a diameter of 60 mm. Common effort of tightening of threaded connection – 200 N. At the same time the minimum safety factor on fatigue strength of design is equal to 16; equivalent normal tension in body of adaptation does not exceed 3.5 MPa; safety factor on fatigue strength of disk

is equal to 2.637; conveyance of working edge of disk makes 1.034 mm. Analytical calculation in the automated workplace program complex APM Win Machine has confirmed that when processing disk strength and ruggedness of design of adaptation are assembled provided. Approbation of installation of adaptation on the lathe with imitation of processing has confirmed operability of technical solution.

Key words: seeder, disc coulter, mandrel, fixing, hardening.

For citation: Pastukhov A.G., Volkov M.I. Development of device for fixing disk drill boot in a lathe when hardening. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2019; 1(89): 49-54. (in Rus.).

Введение. Международная практика свидетельствует о том, что доля восстанавливаемых деталей в общем объеме потребления запасных частей достигает в развитых зарубежных странах 30...35%, однако в России этот показатель за последние годы снизился. По прогнозам специалистов ФГБНУ ГОСНИТИ, к 2020 г. объемы восстановления должны увеличиться до 6...7 млрд руб., что составит 25...30% от поставки новых запасных частей [1]. Прогноз на увеличение объемов восстановления деталей в России соответствует мировым тенденциям, поэтому необходимо уделить большое внимание вопросам организации и технологиям восстановления деталей, постоянно увеличивать ассигнования на разработку новых способов и передового оборудования.

В отечественной и зарубежной сельскохозяйственной технике широко применяются дисковые рабочие органы, в частности, зерновые сеялки включают дисковые сошники. При эксплуатации последние претерпевают диаметральный износ дисков, в связи с чем встает вопрос о снижении износа. Обзор литературных источников показывает, что уменьшить износ можно путем упрочнения рабочих кромок дисков. При этом возникла необходимость в разработке приспособления для установки дисковых рабочих органов при восстановлении и упрочнении на токарном станке, которое может быть применено в ремонтных мастерских региональных аграрных предприятий.

Цель работы – разработка приспособления для фиксации диска сошника сеялки СЗТ-3,6А в токарном станке.

Для достижения цели поставлены задачи: провести обзор и выполнить анализ существующих приспособлений для фиксации деталей в виде диска, разработать приспособление для фиксации диска сошника и обосновать его конструктивные параметры.

Материал и методы. Существует множество конструкций технологической оснастки, применяемых для фиксации деталей различной формы и назначения с последующей обработкой их рабочих поверхностей: устройство для крепления заготовок на шпинделе токарного станка, в частности штамповок колес [2], устройство для закрепления цилиндрических заготовок при обработке на токарном станке [3], планшайба для закрепления детали сложной формы [4], оправка для позиционирования и закрепления дисков автомобильных колес при обработке на токарных станках [5], автоматический цанговый патрон для закрепления цилиндрического изделия [6], устройство для центрирования и закрепления зубчатых колес [7], зажимное приспособление для деталей цилиндрической формы [8], универсальное зажимное устройство для тонких цилиндрических деталей [9], зажимной патрон для заготовок оболочек с соосными цилиндрическими отверстиями [10].

Исходя из недостатков вышеупомянутых устройств, задачей изобретения является создание приспособления для точного базирования и надежной фиксации диска при упрочнении с низкой трудоемкостью снятия и закрепления диска со ступицей при обеспечении простоты конструкции.

Приспособление для установки дисковых рабочих органов при упрочнении на токарном станке выполнено из двух оправок. Левая оправка содержит узел крепления в шпинделе станка, резьбовое отверстие, шестигранную головку под ключ и прижимающую торцевую поверхность. Правая оправка содержит посадочную часть, резьбовую часть, прижимающую поверхность, шестигранную головку под ключ и центрирующее отверстие [11, 12].

Данная конструкция должна обладать достаточной прочностью и жесткостью, удовлетворять требованиям: стержень правой оправки должен быть прямолинейным, а опорная плоскость левой оправки – перпендикулярной к оси резьбы; резьба на левой и правой оправках не должна быть смята и иметь трещин; оправки должны надежно фиксировать диск, не допуская его прокручивания.

В процессе разработки конструкции были выполнены:

- 1) измерения геометрических параметров диска в сборе;
- 2) построение 2D-модели диска с выполнением рабочих чертежей деталей предлагаемой конструкции, построение 3D-модели сборки устройства в графическом редакторе КОМПАС 3D;
- 3) аналитическое обоснование параметров приспособления и проверка на прочность и жесткость разработанной конструкции;
- 4) изготовление опытного экземпляра приспособления и практическая апробация на токарном станке.

Общий вид предлагаемого приспособления для установки дисковых рабочих органов при упрочнении на токарном станке представлен на рисунке 1.

В ступице диска 1 установлена правая оправка за счет посадочной поверхности 2, имеющей цилиндрическую форму, до касания с прижимающей поверхностью 3 ступицы диска. На резьбовую часть 4 накручена левая оправка с помощью внутренней резьбы 5 до полного прилегания прижимающей торцевой поверхности 6 к ступице диска. Шестигранные головки 7 и 8 обеспечивают зажим ступицы диска, последний относительно оправок установлен неподвижно. Для закрепления диска в токарном станке на левой оправке выполнен узел для крепления, имеющий форму цилиндрической поверхности 9, обеспечивающий надежную фиксацию в шпинделе станка. Для фиксации диска задней бабкой на правой оправке выполнено центрирующее отверстие 10.

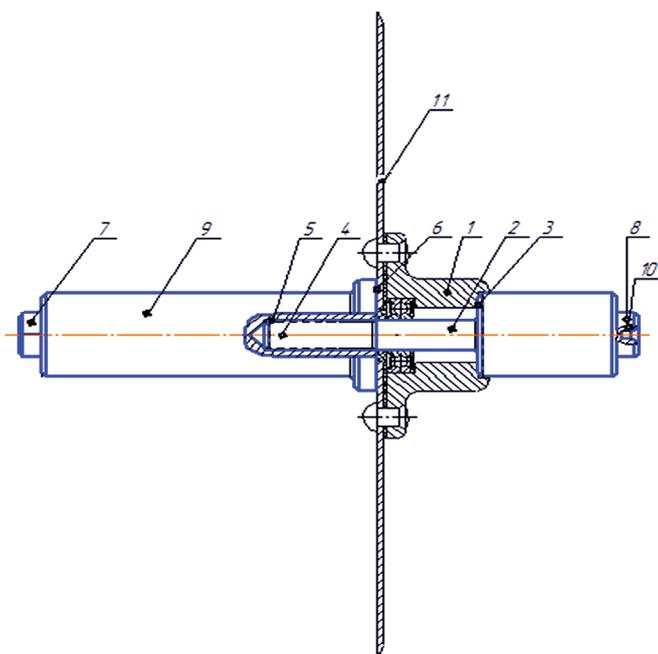


Рис. 1. Общий вид оправок в сборе:

- 1 – ступица диска; 2 – посадочная поверхность; 3 – прижимающая поверхность; 4 – резьбовая часть стержня; 5 – внутренняя резьба; 6 – прижимающая торцевая поверхность; 7, 8 – шестигранные головки; 9 – цилиндрическая поверхность; 10 – центрирующее отверстие; 11 – диск

Fig. 1. General view of mandrels assembled:

- 1 – disk hub; 2 – landing surface; 3 – pressing surface; 4 – threaded part of the rod; 5 – internal thread; 6 – pressing face surface; 7, 8 – hex heads; 9 – cylindrical surface; 10 – aligning bore; 11 – disk

Результаты и обсуждение. Аналитическая оценка прочности и жесткости конструкции показала, что суммарные нормальные напряжения, действующие в конструкции, максимальные напряжения изгиба и деформация диска меньше допустимых значений при принятых конструктивных параметрах [13]. В этой связи конструкция имеет следующие геометрические размеры: наружный диаметр оправок – 45 мм, резьбовое соединение – М16, размер шестигранных торцевых гаек «под ключ» – 24, общая длина приспособления в сборе – 258 мм, правая

оправка имеет длину 50 мм, левая оправка снабжена прижимающей торцевой поверхностью диаметром 60 мм. Общее усилие затягивания резьбового соединения составляет 200 Н. В целях проверки прочности и жесткости, а также для выявления слабых мест проведен автоматизированный расчет в программном комплексе Win Machine. В частности, для предлагаемой конструкции в сборе составлены графические модели и проведен расчет в модулях APM Shaft (рис. 2), APM Studio и APM Structure 3D (рис. 3).

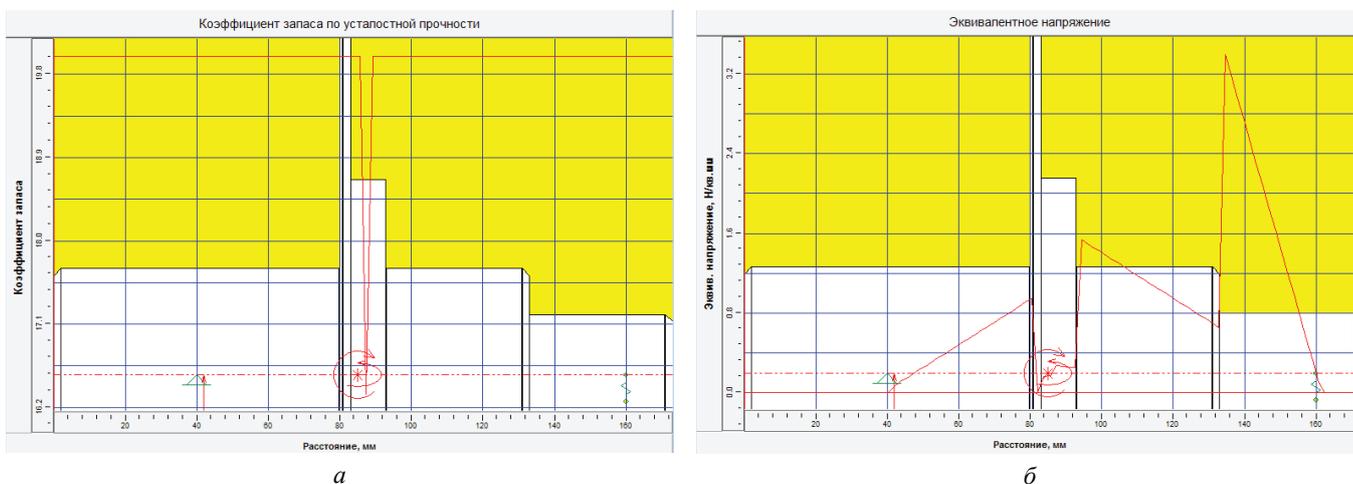


Рис. 2. Результаты расчета в модуле APM Shaft:

- а – коэффициент запаса по усталостной прочности; б – эквивалентные нормальные напряжения

Fig. 2. Calculation results of the APM Shaft module:

- а – safety margin of fatigue strength; б – equivalent normal tension

В результате установлено, что при обработке обеспечивается прочность и жесткость конструкции и диска. При этом минимальный коэффициент запаса по усталостной прочности конструкции равен 16 (рис. 2, а); эквивалентные нормальные напряжения в теле приспособления

не превышают 3,5 МПа (рис. 2, б); коэффициент запаса по усталостной прочности равен 2,637, что достаточно (рис. 3, а); перемещение рабочей кромки диска составляет 1,034 мм, что не повлияет на контакт диска и обрабатывающего ролика при упрочнении (рис. 3, б).

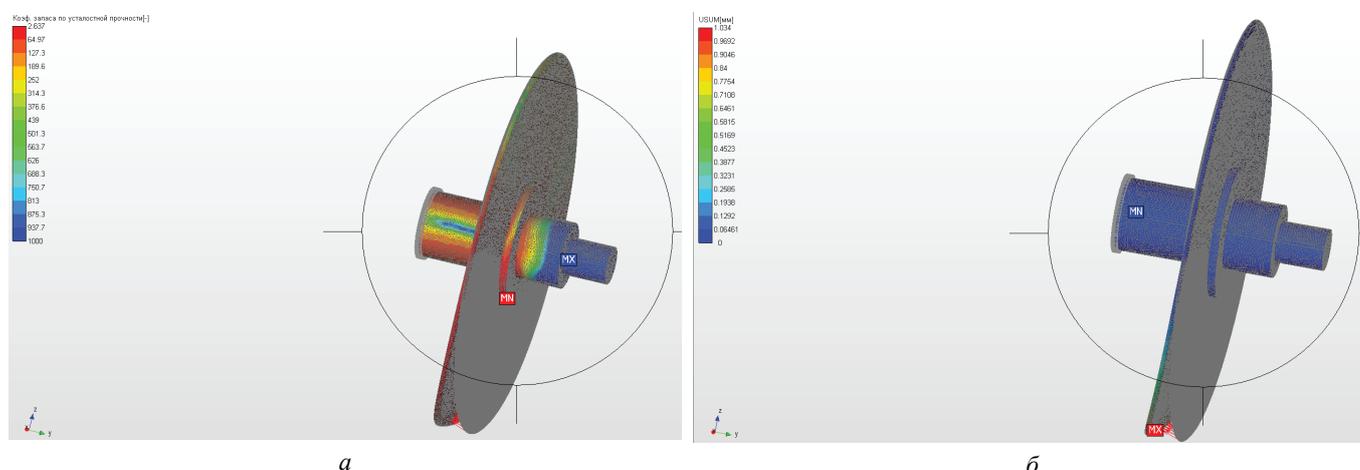


Рис. 3. Результаты расчета в модулях APM Studio и APM Structure 3D:
а – коэффициент запаса по усталостной прочности; б – перемещение рабочей кромки диска

Fig. 3. Calculation results of APM Studio and APM Structure 3D modules:
а – safety margin of fatigue strength; б – displacement of the disk's working edge

На основании результатов расчетов выполнены рабочие чертежи деталей приспособления, изготовлен опытный экземпляр, осуществлена сборка конструкции с диском и выполнена апробация установки приспособления на токарном станке (рис. 4) с имитацией силового воздействия при обработке.

За счет соосного выполнения посадочного и резьбового элементов правой и левой оправок приспособления и наличия прижимающих торцевых поверхностей оправок осуществляется надежное крепление и фиксация дискового рабочего органа. При этом обеспечивается простота конструкции и низкая трудоемкость.



Рис. 4. Приспособление для закрепления диска сошника в токарном станке при упрочнении

Fig. 4. The device for fixing a coultter disk in the lathe for hardening

Выводы

Изготовленный опытный экземпляр приспособления прошел апробацию на токарном станке и подтвердил свою работоспособность.

Приспособление для установки дисковых рабочих органов на токарном станке может быть применено в ремонтных мастерских региональных аграрных предприятий при восстановлении и упрочнении дисковых рабочих органов.

Библиографический список

1. Голубев И.Г., Лялякин В.П. Перспективы восстановления деталей сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2016. № 4. С. 41-43.
2. Устройство для крепления заготовок на шпинделе токарного станка: Патент на полезную модель № 42971 РФ МПК В23 В31/02, № 2004117124/22 / С.В. Чернов, В.П. Мурашкин, Ю.Б. Абрамов; заяв. 08.06.2004; опубл. 27.12.2004; Бюл. № 36. 1 с.

3. Устройство для закрепления цилиндрических заготовок при обработке на токарном станке: Патент на полезную модель № 2613544 РФ МПК В23 В31/163, № 2015126403 / В.А. Жуйков, Е.А. Смертина; заяв. 01.07.2015; опубл. 17.03.2017; Бюл. № 8. 2 с.

4. Планшайба для закрепления детали сложной формы: Патент на полезную модель № 145741 РФ, МПК В23 В31/00, № 2014121700/02 / Н.В. Маланин, Ю.В. Филинов, С.В. Платонов, В.И. Буцан; заяв. 29.05.2014; опубл. 27.09.2014; Бюл. № 27. 1 с.

5. Оправка для позиционирования и закрепления дисков автомобильных колес при обработке на токарных станках: Патент на полезную модель № 156313 РФ, МПК В23 Q 3/14, № 2015124334/02 / А.В. Платонов, А.В. Крупнов, И.А. Платонов, Д.А. Гатилов; заяв. 23.06.2015; опубл. 10.11.2015; Бюл. № 31. 3 с.

6. Автоматический цанговый патрон: Патент на полезную модель № 170965 РФ, МПК В23 В31/20, № 2015157237 / И.Н. Курилов, А.О. Чуприков, И.В. Никитин; заяв. 29.12.2015; опубл. 16.05.2017; Бюл. № 14. 2 с.

7. Устройство для центрирования и закрепления зубчатых колес: Патент на полезную модель № 2152850 РФ, МПК В23 В31/26, № 99101658/02 / П.А. Гудков, В.П. Пonomarev, С.В. Хрипунов, С.Ю. Моисеев; заяв. 27.01.1999; опубл. 20.07.2000; Бюл. № 20. 2 с.

8. Зажимное приспособление и настольный круглопильный станок: Патент на полезную модель № 2397862 РФ, МПК В27В9/00, № 2009116545/03 / ЯМАМУРА Гох, КАНИ Тосиюки; заяв. 29.04.2009; опубл. 27.08.2010; Бюл. № 24. 6 с.

9. Универсальное зажимное устройство: Патент на полезную модель № 94042082 РФ, МПК В23 В31/00, № 94042082/02 / В.В. Поторочин, К.Н. Серегин; заяв. 24.11.1994; опубл. 10.09.1996; Бюл. № 8. 7 с.

10. Зажимной патрон для оболочек и дисков: Патент на полезную модель № 2008147565 РФ, МПК В23 В31/02, № 2008147565/02 / Б.И. Коротков; заяв. 02.12.2008; опубл. 10.06.2010; Бюл. № 16. 1 с.

11. Волков М.И., Пастухов А.Г. Разработка технологического процесса восстановления дисковых сошников // В сб.: Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе: Материалы Междунар. науч.-практ. конференции (Россия, Воронеж, 15-16 ноября 2017 г.). Ч.1. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 69-74.

12. Волков М.И. Оценка технического состояния сеялки СЗ-3,6А по износу дисков // В сб.: Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: сборник статей III Междунар. науч.-практ. конференции. Пенза: РИО ПГАУ, 2017. С. 21-25.

13. Волков М.И. Оценка прочности диска сошника сеялки СЗ-3,6А и закрепления конструкции в токарном станке // В сб.: Материалы Междунар. науч.-практ. конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики и конструирования машин. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 229-233.

References

1. Golubev I.G., Lyalyakin V.P. Perspektivy vosstanovleniya detaley sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Prospects

of restoration of details of agricultural machinery]. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela*, 2016; 4: 41-43. (In Rus.)

2. Chernov S.V., Murashkin V.P., Abramov Yu.B. Ustroystvo dlya krepleniya zagotovok na shpindele tokarnogo stanka [Device for mounting workpieces on the lathe spindle] Patent for utility model No. 42971 RF MPK B23 В31/02, No. 2004117124/22; applied on 08.06.2004; issued on 27.12.2004; Bul. No. 36: 1. (In Rus.)

3. Zhuykov V.A., Smertina Ye.A. Ustroystvo dlya zakrepleniya tsilindricheskikh zagotovok pri obrabotke na tokarnom stanke [Device for clamping cylindrical workpieces when machining with a turning lathe]: Patent for utility model No. 2613544 RF MPK B23 В31/163, No. 2015126403; applied on 01.07.2015; issued on 17.03.2017; Bul. No. 8: 2. (In Rus.)

4. Malanin N.V., Filinov Yu.V., Platonov S.V., Butsan V.I. Planshayba dlya zakrepleniya detali slozhnoy formy [Faceplate for fixing parts of complex shape]: Patent for utility model No. 145741 RF, MPK B23 В31/00, No. 2014121700/02; applied on 29.05.2014; issued on 27.09.2014; Bul. No. 27: 1. (In Rus.)

5. Platonov A.V., Krupnov A.V., Platonov I.A., Gatiлов D.A. Oправка dlya pozitsionirovaniya i zakrepleniya diskov avtomobil'nykh koles pri obrabotke na tokarnykh stankakh [Mandrel for positioning and clamping the disks of vehicle wheels when machining with a turning lathe]: Patent for utility model No. 156313 RF, MPK B23 Q 3/14, No. 2015124334/02; applied on 23.06.2015; issued on 10.11.2015; Bul. No. 31: 3. (In Rus.)

6. Kurilov I.N., Chuprikov A.O., Nikitin I.V. Avtomaticheskii tsangovyy patron [Automatic collet]: Patent for utility model No. 170965 RF, MPK B23 В31/20, No. 2015157237; applied on 29.12.2015; issued on 16.05.2017; Bul. No.14: 2. (In Rus.)

7. Gudkov P.A., Ponomarev V.P., Khripunov S.V., Moiseyev S.Yu. Ustroystvo dlya tsentrirovaniya i zakrepleniya zubchatykh koles [Device for centering and fastening of gear wheels]: Patent for utility model No. 2152850 RF, MPK B23 В31/26, No. 99101658/02; applied on 27.01.1999; issued on 20.07.2000; Bul. No. 20: 2. (In Rus.)

8. Yamamura Gokh, Kani Tosiuyuki. Zazhimnoye prispособleniye i nastol'nyy kruglopil'nyy stanok [Clamping device and a bench circular sawing machine]: Patent for utility model No. 2397862 RF, MPK B27В9/00, No. 2009116545/03; applied on 29.04.2009; issued on 27.08.2010; Bul. No 24: 6. (In Rus.)

9. Potorochn V.V., Seregin K.N. Universal'noye zazhimnoye ustroystvo [Universal clamping device]: Patent for utility model No. 94042082 RF, MPK B23 В31/00, No. 94042082/02; applied on 24.11.1994; issued on 10.09.1996; Bul. No. 8: 7. (In Rus.)

10. Korotkov B.I. Zazhimnoy patron dlya obolochek i diskov [Chuck assembly for shells and disk plates]: Patent for utility model No. 2008147565 RF, MPK B23 В31/02, No. 2008147565/02; applied on 02.12.2008; issued on 10.06.2010; Bul. No. 16: 1. (In Rus.)

11. Volkov M.I., Pastukhov A.G. Razrabotka tekhnologicheskogo protsesssa vosstanovleniya diskovykh soshnikov [Development of technological process of recovering disk coulters]. In: *Problemy razvitiya tekhnologiy sozdaniya, servisnogo obsluzhivaniya i ispol'zovaniya tekhnicheskikh sredstv v agropromyshlennom komplekse: Materialy Mezhdunar.*

nauch.-prakt. konferentsii (Rossiya, Voronezh, 15-16 noyabrya 2017 g.). Part I. Voronezh, FGBOU VO Voronezhskiy GAU, 2017: 69-74. (In Rus.)

12. Volkov M.I. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya seyalki SZ-3,6A po iznosu diskov [Evaluation of technical condition of the C3-3,6A seeder by its disc wear]. In: *Eksplyuatatsiya avto-traktornoy i sel'skokhozyaystvennoy tekhniki: opyt, problemy, innovatsii, perspektivy: sbornik statey III Mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii*. Penza, RIO PGAU, 2017: 21-25. (In Rus.)

Критерии авторства

Пастухов А.Г., Волков М.И. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Пастухов А.Г., Волков М.И. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 01.10.2018

13. Volkov M.I. Otsenka prochnosti diska soshnika seyalki SZ-3,6A i zakrepleniya konstruksii v tokarnom stanke [Strength evaluation of a coulter disk of the C3-3,6A seeder and fixing the tool on a turning lathe]. In: *Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii "Aktual'nyye problemy agroinzhenierii v XXI veke"*, posvyashchennoy 30-letiyu kafedry tekhnicheskoy mekhaniki i konstruirovaniya mashin. p. Mayskiy: FGBOU VO Belgorodskiy GAU, 2018: 229-233. (In Rus.)

Contribution

Pastukhov A.G., Volkov M.I. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Pastukhov A.G., Volkov M.I. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on October 1, 2018