

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 658.562.44

DOI: 10.26897/2687-1149-2021-6-50-55

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАЛИБРА-СКОБЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДИАМЕТРА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ВАЛА ПРИ РЕМОНТЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗМЗ

ЛЕОНОВ ОЛЕГ АЛЬБЕРТОВИЧ , *д-р техн. наук, профессор*

oaleonov@rgau-msha.ru ; <https://orcid.org/0000-0001-8469-8052>

ШКАРУБА НИНА ЖОРОВНА, *д-р техн. наук, доцент*

shkaruba@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2770-8442>

ВЕРГАЗОВА ЮЛИЯ ГЕННАДЬЕВНА, *канд. техн. наук, доцент*

vergazova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8469-8052>

ТЕМАСОВА ГАЛИНА НИКОЛАЕВНА, *канд. экон. наук, доцент*

temasova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0555-2758>

МЕЛЬНИКОВ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ, *канд. техн. наук, доцент*

ommelnikov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3202-8799>

ЛЕОНОВ ДМИТРИЙ ОЛЕГОВИЧ, *студент*

msau.l@yandex.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Аннотация. В ремонтном производстве при контроле линейных размеров могут преследоваться две различные цели. Для достижения одной из них в результате измерения определяют размер контролируемой детали в абсолютных величинах. Для достижения другой цели определяют размер контролируемой детали в пределах предписанных для нее предельных отклонений и по результатам измерения относят деталь к годным или бракуют ее. Вторая цель реализуется с помощью калибров, применение которых значительно увеличивает скорость и снижает трудоёмкость контроля. Но для ремонтных размеров и допусков стандартные калибры не выпускаются – требуется индивидуальный подход. Разработан проект калибра-скобы для условий серийного ремонтного производства с целью контроля диаметра передней шейки промежуточного вала двигателей ЗМЗ при ремонте методом шлифования под втулку ремонтного размера и обеспечения качества посадки в соединении $\varnothing 48,8$ мм. Определен допуск на изготовление проходной и непроходной стороны, который равен 7 мкм. Величина сдвига внутрь середины поля допуска проходной стороны калибра-скобы с целью обеспечения запаса на износ составила 6 мкм. Расчетная предельная величина износа составила +5 мкм. Для контроля размеров рабочего калибра-скобы в процессе эксплуатации необходимо использование контрольного калибра. Определен допуск на изготовление размеров контрольного калибра, который составил 2,5 мкм, и рассчитаны его предельные размеры. С учетом полученных значений построена схема расположения полей допусков калибра-скобы для контроля диаметра вала 48,8 мм с верхним и нижним отклонениями соответственно $-0,016$ и $-0,041$ мм и выполнен эскиз разработанного средства измерений.

Ключевые слова: ремонт машин, калибр-скоба, контроль линейных размеров, проектирование средств контроля.


Формат цитирования: Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г., Темасова Г.Н., Мельников О.М., Леонов Д.О. Проектирование калибра-скобы для контроля диаметра промежуточного вала при ремонте двигателей ЗМЗ // Агроинженерия. 2021. № 6(106). С. 50-55. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-6-50-55>.

© Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г., Темасова Г.Н., Мельников О.М., Леонов Д.О., 2021



ORIGINAL PAPER

DESIGNING A SNAP-GAUGE FOR CHECKING THE COUNTERSHAFT DIAMETER DURING REPAIR OF ZMZ ENGINES

OLEG A. LEONOV , *DSc (Eng), Professor*

oaleonov@rgau-msha.ru ; <https://orcid.org/0000-0001-8469-8052>

NINA Zh. SHKARUBA, *DSc (Eng), Associate Professor*

shkaruba@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2770-8442>

YULIA G. VERGAZOVA, PhD (Eng), Associate Professor

vergazova@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8469-8052>

GALINA N. TEMASOVA, PhD (Econ), Associate Professor

temasova@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0555-2758>

OLEG M. MELNIKOV, PhD (Eng), Associate Professor

ommelnikov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3202-8799>

DMITRIY O. LEONOV

msau.l@yandex.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation

Abstract. Two goals can be achieved in repair production when controlling linear dimensions, depending on the task at hand. First, measurement is taken to determine the size of the controlled part in absolute terms. Then, the size of the controlled part is determined within the prescribed maximum deviations. According to the measurement results, the part is classified as suitable or rejected. The second goal is achieved with the help of calipers, which significantly increases the speed and reduces the labor intensity of control. But standard gauges are not available for repair dimensions and tolerances, so an individual approach is required. The authors offer a snap-gauge project including staples for serial repair production to control the diameter of the front journal of the countershaft of ZMZ engines during repairs. The technology includes grinding for a sleeve of the repair size and ensuring the quality of fit in the joint of $\varnothing 48.8$ mm. The tolerance for the production of the go and no-go sides equals 7 microns. To provide a margin for wear, the shift into the tolerance field by the go side of the snap-gauge should amount to 6 microns. The calculated limiting wear value equals +5 microns. To control the dimensions of the working snap-gauge during operation, it is necessary to use a control gauge. The authors determined the tolerance for the dimensions of the control gauge that equals 2.5 microns and established the limiting dimensions of the gauge. Taking into account the obtained values, the authors have constructed a diagram of the tolerance fields of the snap-gauge for controlling the shaft size of 48.8 mm with upper and lower deviations of -0.041 mm and -0.016 mm, respectively, and made a sketch of the developed measuring instrument.

Key words: machine repair, snap-gauge, control of linear dimensions, design of control devices.

For citation: Leonov O.A., Shkaruba N.Zh., Vergazova Yu.G., Temasova G.N., Melnikov O.M., Leonov D.O. Designing a snap-gauge for checking the countershaft diameter during repair of ZMZ engines. *Agricultural Engineering*, 2021; 6 (106): 50-55. (In Rus.) <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-6-50-55>.

Введение. Технический сервис и ремонт машин являются основными составляющими инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса [1, 2]. Ремонт машин – достаточно трудоёмкий и сложный технологический процесс [3], в котором контроль занимает важнейшее место. В процессе эксплуатации большинство соединений машин подвержено износу [4], происходит увеличение зазоров [5] и изменение натягов [6, 7] в соединениях деталей и узлов включая уплотнения. При длительной эксплуатации начинаются отказы, и машина нуждается в ремонте [8].

Входной контроль при ремонте является важнейшей операцией, которая предполагает принятие или забракование деталей [9]. Современное ремонтное производство требует повышения точности новых и отремонтированных деталей, необходимости использования новых средств измерений, приводящих к росту затрат на контроль [10-12], а также необходимости обоснования вероятности появления потерь от погрешности средств измерений [13]. На этапе ремонта машин все более широкое применение находят статистические методы анализа и контроля качества [14, 15].

В ремонтном производстве при контроле линейных размеров могут преследоваться две различные цели. Для достижения одной из них в результате измерения определяют размер контролируемой детали в абсолютных величинах. Для достижения другой цели определяют размер контролируемой детали в пределах предписанных для нее предельных отклонений и по результатам измерения относят деталь к годным или бракуют ее.

По мере эксплуатации узлы и механизмы автомобилей изнашиваются. Одним из соединений, лимитирующим ресурс двигателя Заволжского моторного завода, устанавливаемого на автомобиль Газель, является промежуточный вал двигателя ЗМЗ-406¹. Чаще всего в данные двигатели заливаются минеральные и полусинтетические масла, нарушаются сроки замены масел, что приводит к раннему отказу подшипников скольжения. Промежуточный вал в двигателе ЗМЗ 406 служит для привода масляного насоса, через него также осуществляется привод распределительных валов. Промежуточный вал вращается в двух подшипниках скольжения: переднем $\varnothing 49$ мм и заднем $\varnothing 22$ мм, представляющих собой втулки. Для восстановления работоспособности передней шейки вала предусмотрен ремонтный размер $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$. Специально для ремонтных мероприятий завод изготавливает ремонтные втулки $\varnothing 48,8H7$. При ремонте осуществляется шлифование вала под указанный ремонтный размер, и при этом необходимо обеспечить качество контроля.

На ремонтных предприятиях с серийным циклом производства, специализирующихся на ремонте автомобилей Газель, УАЗ и двигателях ЗМЗ, необходимо использовать калибры, которые позволят обеспечить высокую производительность и качество контроля. Но применять стандартные калибры с нормированными исполнительными

¹ Двигатель ЗМЗ-40524. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту. URL: http://www.zmz.ru/files/PP40524_06-2019.pdf (дата обращения: 15.04.2021).

размерами по ГОСТ 21401-75 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Исполнительные размеры. Обозначение» невозможно ввиду того, что сам размер и его отклонения $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$ не являются стандартными, не имеют условного обозначения и не подчиняются требованиям единой системы допусков и посадок, а размер – не из числа ряда нормальных линейных размеров. Необходимо индивидуальное проектирование калибра-скобы под данный размер.

Цель исследований: разработать калибр-скобу для контроля качества выполнения операции восстановления передней шейки промежуточного вала $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$.

Материалы и методы. Проектирование калибра-скобы для промежуточного вала диаметром $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$ мм

осуществлялось согласно определению характеристик норм точности контролируемого размера согласно ГОСТ 25347-82 «Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. Обозначение». После этого, согласно ГОСТ 21401-75 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Исполнительные размеры», проведены расчеты исполнительных и предельных размеров калибра-скобы.

Результаты и обсуждение. По ГОСТ 25347-82 «Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. Обозначение» определяются верхнее и нижнее предельные отклонения, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики норм точности диаметра передней шейки промежуточного вала $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$

Table 1

Characteristics of accuracy standards for the diameter of the front journal of the countershaft $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$

Параметр промежуточного вала <i>Parameter of the countershaft</i>	Условное обозначение <i>Designation</i>	Значение, мм <i>Value, mm</i>
Верхнее предельное отклонение / <i>Upper limit deviation</i>	<i>es</i>	-0,016
Нижнее предельное отклонение / <i>Lower limit deviation</i>	<i>ei</i>	-0,041
Допуск / <i>Tolerance</i>	<i>T</i>	0,025
Наибольший предельный размер / <i>Upper limit of size</i>	$d_{max} = d_{ном.} + es$	48,784
Наименьший предельный размер / <i>Lower limit of size</i>	$d_{min} = d_{ном.} + ei$	48,759

Для качества 8 и интервала размеров 30...50 мм по ГОСТ 21401-75 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Исполнительные размеры» определены данные для расчета размеров калибров:

- величина сдвига внутрь поля допуска изделия $Z_1 = 6$ мкм;
- величина для компенсации погрешности контроля калибрами отверстий с размерами до 180 мм $a = 0$ мкм;

- граница износа калибра $Y_1 = 5$ мкм;
- допуск на изготовление рабочего калибра для вала $H_1 = 7$ мкм;
- допуск на изготовление контрольного калибра $H_p = 2,5$ мкм.

Формулы и результаты промежуточных расчетов исполнительных и предельных размеров калибра-скобы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Формулы и результаты промежуточных расчетов исполнительных и предельных размеров калибра-скобы для контроля размера $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$

Table 2

Formulas and results of intermediate calculations of the required and limiting dimensions of the snap-gauge for size control $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$

Калибр <i>Snap-gauge</i>	Размер / <i>Size</i>		Отклонения / <i>Deviations</i>	
	Формула <i>Formula</i>	Результат расчета, мм <i>Calculation result, mm</i>	Формула <i>Formula</i>	Результат расчета, мм <i>Calculation result, mm</i>
Проходная сторона новая <i>New go side</i>	$d_{max} - Z_1$	$48,784 - 0,006 = 48,778$	$\pm \frac{H_1}{2}$	$\pm 0,0035$
Проходная сторона изношенная <i>Worn go side</i>	$d_{max} + Y_1 - a$	$48,784 + 0,005 - 0 = 48,789$	–	–
Непроходная сторона <i>No-go side</i>	$d_{min} + a$	$48,759 + 0 = 48,759$	$\pm \frac{H_1}{2}$	$\pm 0,0035$

Расчетные величины предельных размеров проектируемого калибра-скобы для контроля промежуточного вала двигателя ЗМЗ-406 представлены в таблице 3. Размеры контрольных калибров для контроля размеров калибра-скобы представлены в таблице 4.

Схема расположения полей допусков для калибра-скобы, сформированная по результатам расчетов, представлена на рисунке 1. Эскиз калибра-скобы для контроля размера вала $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$ представлен на рисунке 2.

Таблица 3

Предельные размеры калибра-скобы для контроля промежуточного вала $\varnothing 48.8^{+0.016}_{-0.041}$

Table 3

Limit dimensions of the snap-gauge for checking the countershaft $\varnothing 48.8^{+0.016}_{-0.041}$

Наименование параметра калибра-скобы <i>Parameter of the snap-gauge</i>	Условное обозначение <i>Designation</i>	Расчетное значение, мм <i>Computed value, mm</i>
Наибольший размер проходной стороны / <i>Upper size limit of the go side</i>	ПР _{max}	48,7815
Наименьший размер проходной стороны / <i>Lower size limit of the go side</i>	ПР _{min}	48,7745
Наибольший размер непроходной стороны / <i>Upper size limit of the no-go side</i>	НЕ _{max}	48,7625
Наименьший размер непроходной стороны / <i>Lower size limit of the no-go side</i>	НЕ _{min}	48,7555
Предельный размер проходной изношенной стороны / <i>Limit size of the worn go side</i>	ПР _{изн}	48,789
Исполнительный размер проходной стороны / <i>Required dimensions of the go side</i>	ПР _{исп.} = ПР ^{+H} _{min}	48,7745 ^{+0,007}
Исполнительный размер непроходной стороны / <i>Required dimensions of the no-go side</i>	НЕ _{исп.} = НЕ ^{+H} _{min}	48,7555 ^{+0,007}

Таблица 4

Предельные размеры контрольных калибров для контроля размеров калибра-скобы $\varnothing 48.8^{+0.016}_{-0.041}$

Table 4

Limit dimensions of the reference plug-gauge for checking the dimensions of snap-gauge $\varnothing 48.8^{+0.016}_{-0.041}$

Наименование параметра контрольного проходного калибра <i>Parameter of the reference plug-gauge</i>	Формула для расчета <i>Formula</i>	Расчетное значение, мм <i>Computed value, mm</i>
Наибольший предельный размер контрольного проходного калибра <i>Uppermost size limit of the reference go plug-gauge</i>	$d_{max} - Z_1 + H_p / 2$	48,77925
Наименьший предельный размер контрольного проходного калибра <i>Lowermost size limit of the reference go plug-gauge</i>	$d_{max} - Z_1 - H_p / 2$	48,77675
Наибольший предельный размер контрольного калибра для контроля износа <i>Uppermost size limit of the reference no-go plug-gauge</i>	$d_{max} + Y_1 + H_p / 2$	48,79025
Наименьший предельный размер контрольного калибра для контроля износа <i>Lowermost size limit of the reference no-go plug-gauge</i>	$d_{max} + Y_1 - H_p / 2$	48,78775
Наибольший предельный размеры контрольного непроходного калибра <i>Uppermost size limit of the reference plug-gauge for wear control</i>	$d_{min} + H_p / 2$	48,76025
Наименьший предельный размеры контрольного непроходного калибра <i>Lowermost size limit of the reference plug-gauge for wear control</i>	$d_{min} - H_p / 2$	48,75775

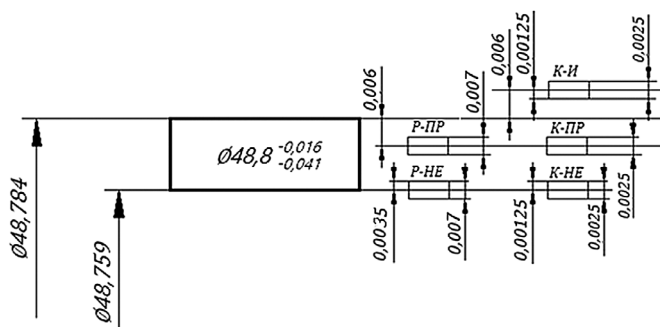


Рис. 1. Схема расположения полей допусков калибра-скобы для контроля размера передней шейки промежуточного вала $\varnothing 48.8^{+0.016}_{-0.041}$ двигателей ЗМЗ

Fig. 1. Diagram of the tolerance interval for the snap-gauge for checking the size of the front journal of the countershaft $\varnothing 48.8^{+0.016}_{-0.041}$ of ZMZ engines

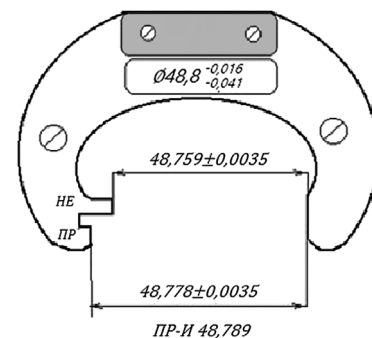


Рис. 2. Эскиз калибра-скобы для контроля размера передней шейки промежуточного вала $\varnothing 48.8^{+0.016}_{-0.041}$ двигателей ЗМЗ

Fig. 2. Sketch of the snap-gauge for checking the size of the front journal of the countershaft $\varnothing 48.8^{+0.016}_{-0.041}$ of ZMZ engines

Выводы

1. Ввиду нестандартных отклонений диаметра $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$ с позиции единой системы допусков и посадок и рядов нормальных линейных размеров невозможно использовать унифицированные калибры.

2. В результате разработки проекта калибра-скобы для условий серийного ремонтного производства с целью контроля диаметра $\varnothing 48,8_{-0,041}^{-0,016}$ передней шейки промежуточного вала двигателей ЗМЗ методом шлифования

под втулку ремонтного размера, для обеспечения качества посадки в соединении определены следующие параметры:

- допуск на изготовление проходной и непроходной стороны – 7 мкм;
- величина сдвига внутрь середины поля допуска проходной стороны калибра-скобы – 6 мкм;
- предельная величина износа – +5 мкм;
- допуск на изготовление размеров контрольного калибра – 2,5 мкм.

Библиографический список

1. Дорохов А.С., Корнеев В.М., Катаев Ю.В. и др. Технический сервис как основная составляющая инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса // Управление рисками в АПК. 2016. № 4. С. 46-57.

2. Чеботарёв М.И., Савин И.Г. Проблемы и перспективы развития технического сервиса АПК // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 97. С. 564-592.

3. Козарез И.В., Дрикоз А.А., Купреенко О.А. и др. Система технического обслуживания и ремонта машин как элемент технического сервиса // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 6 (76). С. 55-58.

4. Бондарева Г.И., Орлов Б.Н. Математическое моделирование процесса изменения годности рабочих элементов машин и оборудования // Техника и оборудование для села. 2012. № 8. С. 36-38.

5. Leonov O.A., Shkaruba N.Zh. A parametric failure model for the calculation of the fit tolerance of joints with clearance. *Journal of Friction and Wear*. 2019; 40 (4): 332-336. <https://doi.org/10.3103/S1068366619040068>

6. Li Q., Yang L., Zhao W. et al. Design of Positioning Mechanism Fit Clearances Based on On-Orbit Re-Orientation Accuracy. *Applied Sciences*. 2019; 9 (21): 4712. <https://doi.org/10.3390/app9214712>

7. Ерохин М.Н., Леонов О.А., Катаев Ю.В. и др. Методика расчета натяга для соединений резиновых армированных манжет с валами по критерию начала утечек // Вестник машиностроения. 2019. № 3. С. 41-44.

8. Кравченко И.Н., Бондарева Г.И., Гладков В.Ю. и др. Исследование напряженно-деформированного состояния наплавленных покрытий деталей, восстановленных плазменными методами // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2011. № 6. С. 2-8.

9. Leonov O.A., Shkaruba N.Zh., Vergazova Yu.G. Determining the tolerances in fitting for joints with interference. *Russian Engineering Research*. 2019; 39 (7): 544-547. <https://doi.org/10.3103/S1068798X19070116>

10. Дорохов А.С., Катаев Ю.В., Чепурина Е.Л. и др. Автоматизированное устройство для контроля качества запасных частей // Сельский механизатор. 2019. № 6. С. 34-35.

11. Голубев И.Г., Спицын И.А., Быков В.В. и др. Перспективы применения аддитивных технологий при ремонте сельскохозяйственной техники // Труды ГОСНИТИ. 2018. Т. 130. С. 214-219.

12. Бондаренко Е.В., Дрючин Д.А., Булатов С.В. Оценка целесообразности организации входного контроля

References

1. Dorokhov A.S., Korneev V.M., Kataev Yu.V. et al. Tekhnicheskij servis kak osnovnaya sostavlyayushchaya inzhenerno-tekhnicheskogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa [Technical service as the main component of engineering and technical support of the farm industry]. *Upravlenie riskami v APK*. 2016; 4: 46-57. (In Rus.)

2. Chebotarev M.I., Savin I.G. Problemy i perspektivy razvitiya tekhnicheskogo servisa APK [Problems and development prospects of technical service of the farm industry]. *Politematicheskij setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014; 97: 564-592. (In Rus.)

3. Kozarez I.V., Drikoz A.A., Kupreenco O.A. et al. Sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta mashin, kak element tekhnicheskogo servisa [System of maintenance and repair of machines as an element of technical service]. *Vestnik Brynskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyaystvennoj akademii*, 2019; 6 (76): 55-58. (In Rus.)

4. Bondareva G.I., Orlov B.N. Matematicheskoe modelirovanie protsesssa izmeneniya godnosti rabochikh elementov mashin i oborudovaniya [Mathematical modeling of changing the suitability of working elements of machinery and equipment]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*, 2012; 8: 36-38. (In Rus.)

5. Leonov O.A., Shkaruba N.Zh. A parametric failure model for the calculation of the fit tolerance of joints with clearance. *Journal of Friction and Wear*, 2019; 40 (4): 332-336. <https://doi.org/10.3103/S1068366619040068>

6. Li Q., Yang L., Zhao W. et al. [Design of Positioning Mechanism Fit Clearances Based on On-Orbit Re-Orientation Accuracy]. *Applied Sciences*. 2019; 9 (21): 4712. <https://doi.org/10.3390/app9214712>

7. Erokhin M.N., Leonov O.A., Kataev Yu.V. et al. Metodika rascheta natyaga dlya soedineniy rezinovykh armirovannykh manzhet s valami po kriteriyu nachala utechek [Method of calculating the interference fit for joints of rubber reinforced lip-type seals with shafts according to the criterion of the beginning of leaks]. *Vestnik mashinostroeniya*, 2019; 3: 41-44. (In Rus.)

8. Kravchenko I.N., Bondareva G.I., Gladkov V.Yu. et al. Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya naplavlennykh pokrytiy detaley, vosstanovlennykh plazmennymi metodami [Study of the stress-strain state of deposited coatings of parts restored by the plasma methods]. *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya*, 2011; 6: 2-8. (In Rus.)

9. Leonov O.A., Shkaruba N.Zh., Vergazova Yu.G. Determining the tolerances in fitting for joints with interference. *Russian Engineering Research*. 2019; 39 (7): 544-547. <https://doi.org/10.3103/S1068798X19070116>

качества запасных частей в условиях автотранспортного предприятия // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2021. № 2. С. 71-78. <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2021-2-71>

13. Бриш В.Н., Старостин А.В., Осипов Ю.Р. Применяемость статистических методов анализа и контроля качества продукции машиностроения на разных этапах производства // Фундаментальные исследования. 2016. № 12-4. С. 719-724.

14. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г. и др. Методы и средства контроля качества обработки гильз цилиндров на ремонтных машиностроительных предприятиях // Вестник машиностроения. 2020. № 6. С. 40-45. <https://doi.org/10.36652/0042-4633-2020-6-40-45>

15. Шкаруба Н.Ж. Влияние погрешностей измерения на результаты разбраковки при дефектации деталей машин // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 2. С. 41-43.

10. Dorokhov A.S., Kataev Yu.V., Chepurina E.L. et al. Avtomatizirovannoe ustroystvo dlya kontrolya kachestva zapasnykh chastei [Automated device for quality control of spare parts]. *Sel'skiy mekhanizator*, 2019; 6: 34-35. (In Rus.)

11. Golubev I.G., Spitsyn I.A., Bykov V.V. et al. Perspektivy primeneniya additivnykh tekhnologiy pri remonte sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Prospects of using additive technologies in the repair of agricultural machinery]. *Trudy GOSNITI*, 2018; 130: 214-219. (In Rus.)

12. Bondarenko E.V., Dryuchin D.A., Bulatov S.V. Ot-senka tselesoobraznosti organizatsii vkhodnogo kontrolya kachestva zapasnykh chastei v usloviyakh avtotransportnogo predpriyatiya [Assessment of the feasibility of organizing incoming quality control of spare parts in an automobile operating enterprise]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii*, 2021; 2: 71-78. <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2021-2-71> (In Rus.)

13. Brish V.N., Starostin A.V., Osipov Yu.R. Primenyayemost' statisticheskikh metodov analiza i kontrolya kachestva produkt-sii mashinostroyeniya na raznykh etapakh proizvodstva [Applicability of statistical methods of analysis and quality control of engineering products at different stages of production]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2016; 12-4: 719-724. (In Rus.)

14. Leonov O.A., Shkaruba N.Zh., Vergazova Yu.G. et al. Metody i sredstva kontrolya kachestva obrabotki gil'z tsilindrov na remontnykh mashinostroitel'nykh pred-priyatiyakh [Methods and means of quality control of cylinder liner processing at repair machine-building enterprises]. *Vestnik mashinostroyeniya*, 2020; 6: 40-45. <https://doi.org/10.36652/0042-4633-2020-6-40-45> (In Rus.)

15. Shkaruba N.Zh. Vliyanie pogreshnostey izmereniya na rezul'taty razbrakovki pri defektatsii detaley mashin [Influence of measurement errors on the rejecting results during the fault detection of machine parts]. *Traktory i sel'skokho-zyaystvennyye mashiny*, 2016; 2: 41-43. (In Rus.)

Критерии авторства

Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г., Темасова Г.Н., Мельников О.М., Леонов Д.О. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и подготовили рукопись. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г., Темасова Г.Н., Мельников О.М., Леонов Д.О. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 22.06.2021

Одобрена после рецензирования 06.10.2021

Принята к публикации 08.10.2021

Contribution

O.A. Leonov, N.Zh. Shkaruba, Yu.G. Vergazova, G.N. Temasova, O.M. Melnikov, D.O. Leonov performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. O.A. Leonov, N.Zh. Shkaruba, Yu.G. Vergazova, G.N. Temasova, O.M. Melnikov, D.O. Leonov 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 22.06.2021

Approved after reviewing 06.10.2021

Accepted for publication 08.10.2021