

# МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.99–049. 5: 629.33

<https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-1-147>

## ГАЙКА ДЛЯ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБЫ

**Ю. В. Родионов**

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия  
e-mail: dekauto@pguas.ru

**С. В. Суменков**

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия  
e-mail: tm@pnzgu.ru

**А. С. Суменков**

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия  
e-mail: dekauto@pguas.ru

**Аннотация.** В изделиях машиностроения значительная часть соединений формируется при помощи резьбовых соединений, от функционирования которых во многом зависит надежность механизмов и узлов. Для сохранения неизменности затяжки резьбовых соединений при эксплуатации автомобилей представлена гайка, у которой внутренняя резьба разделена на две части с отличными друг от друга геометрическими параметрами. Описываются профили резьбы гайки, изготовленные с разными высотами профиля. Первая высота профиля приравнена к высоте начального контура с острыми вершинами, а другая – со стандартизованной высотой и скругленными вершинами. При сборке соединения между увеличенной рабочей высотой профиля резьбы гайки и внутренним диаметром резьбы болта обеспечивается необходимый натяг. В зоне верхнего участка наружного диаметра резьбы гайки металл упруго деформируется, поэтому при соединении болта и гайки образуется натяг с возрастанием коэффициента трения, что и обуславливает эксплуатационную надежность соединения.

Определено оптимальное соотношение длин участков с разной высотой профиля для обеспечения необходимого увеличения стопорящих свойств резьбовых соединений в зависимости от конкретных условий эксплуатации транспортных средств.

Проведенные лабораторные исследования на специально изготовленном стенде показали достоверность первоначальной научной гипотезы, предполагающей, что стабильность затяжки резьбового соединения зависит от изменения физических параметров, связанных с искажением кристаллической решетки и изменением плотности дислокаций, происходящих в процессе формирования резьбы по той или иной технологии и при её эксплуатации.

Разработана методика ускоренных испытаний, основанная на создании дополнительного момента отвинчивания, которая позволяет значительно сократить объем испытаний и прогнозировать время, по истечении которого необходимо произвести подзатяжку соединения.

Гайка предназначена для многократного использования при повторных сборках с сохранением стопорящих свойств при ремонте различных технических устройств, в том числе автомобилей.

Технология производства предлагаемой гайки отличается простотой и экономичностью и предполагает использование универсального токарно-винторезного оборудования, имеющегося на любом ремонтном предприятии.

В дальнейших исследованиях планируется проведение длительных эксплуатационных испытаний автомобилей с целью подтверждения надежности предлагаемой гайки для стопорения резьбы одновременно с достижением простоты изделия и высокой технологичности изготовления.

**Ключевые слова:** гайка, резьбовое соединение, стабильность затяжки, профиль резьбы.

**Для цитирования:** Родионов Ю. В., Суменков С. В., Суменков А. С. Гайка для стопорения резьбы // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 1. – С. 147–155, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-1-147>.

---

---

## NUT FOR THREAD STOP

### Yu. V. Rodionov

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia  
e-mail: dekauto@pguas.ru

### S. V. Sumenkov

Penza State University, Penza, Russia  
e-mail: tm@pnzgu.ru

### A. S. Sumenkov

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia  
e-mail: dekauto@pguas.ru

**Abstract.** *In engineering products, a significant part of the connections are formed using threaded connections, the functioning of which largely determines the reliability of mechanisms and assemblies. To preserve the invariability of the tightening of threaded connections during the operation of vehicles, a nut is presented, in which the internal thread is divided into two parts with different geometric parameters. Nut thread profiles made with different profile heights are described. The first profile height is equal to the height of the initial contour with sharp vertices, and the other one is equal to the standardized height and rounded vertices. When assembling the connection between the increased working height of the nut thread profile and the internal diameter of the bolt thread, the necessary tightness is provided. In the zone of the upper section of the outer diameter of the thread of the nut, the metal is elastically deformed, therefore, when the bolt and nut are connected, an interference is formed with an increase in the coefficient of friction, which determines the operational reliability of the connection.*

*The optimal ratio of the lengths of sections with different profile heights has been determined to ensure the necessary increase in the locking properties of threaded connections, depending on the specific operating conditions of vehicles.*

*Conducted laboratory studies on a specially made stand showed the reliability of the initial scientific hypothesis, suggesting that the stability of tightening a threaded connection depends on changes in physical parameters associated with the distortion of the crystal lattice and changes in the density of dislocations that occur in the process of thread formation using a particular technology and during its operation.*

*A technique for accelerated testing based on the creation of an additional unscrewing torque has been developed, which can significantly reduce the amount of testing and predict the time after which it is necessary to re-tighten the connection.*

*The nut is designed for repeated use during reassembly with retention of locking properties during the repair of various technical devices, including cars.*

*The technology for the production of the proposed nut is simple and economical and involves the use of universal screw-cutting equipment available at any repair company.*

*In further studies, it is planned to conduct long-term operational tests of vehicles in order to confirm the reliability of the proposed nut for thread locking at the same time as achieving the simplicity of the product and high manufacturability.*

**Key words:** *nut, threaded connection, tightening stability, thread profile.*

**Cite as:** Rodionov, Yu. V., Sumenkov, S. V., Sumenkov, A. S. (2022) [Nut for thread stop]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 1, pp. 147–155, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-1-147>.

### Введение

Известно, что в изделиях машиностроения значительная часть соединений формируется при помощи резьбовых соединений (РС), от функционирования которых во многом зависит надежность механизмов и узлов [2, 5, 15, 17–19]. При эксплуатации технических устройств показано, что долговечная работа РС в значительной степени определяется исходной затяжкой и стабильностью её в работе. Примеры ослабления затяжки резьбовых соединений достаточно широко представлены в технической литературе с изучением её влияния

на рабочие параметры разных механизмов [7, 9, 12, 16, 20], машин сельскохозяйственного назначения [3, 4, 13], автотранспортных средств [6, 8, 14] и др. Однако единого мнения о причинах данного явления у исследователей нет. Авторы полагают, что стабильность затяжки резьбового соединения зависит от изменения физических параметров, связанных с искажением кристаллической решетки и изменением плотности дислокаций, происходящих в процессе формирования резьбы по той или иной технологии и при её эксплуатации [11].

К настоящему времени опубликовано много

научных работ, посвященных разработке способов увеличения стопорящих свойств резьбовых соединений автомобилей и других механизмов в процессе производства и эксплуатации, подробно рассмотренных в монографии [10]. Прототипом представленной гайки служит конструкция [1], в которой стопорение осуществляется за счёт разделения внутренней резьбы на две части, сопряженных друг с другом. Кроме того, части резьбы выполнены с разными шагами. Стопорение гайки обеспечивается при затяжке при смещении витков резьбы относительно оси, возрастания трения между боковыми поверхностями профиля и создания небольшого осевого натяга в профиле резьбы. Качество и надёжность стопорения прототипа недостаточно высокие, особенно при многократной сборке соединения, так как несовпадение шагов резьбы на отдельных участках компенсируется смятием профилей во время сборки соединения, что снижает сопротивление самоотвинчиванию и трение в резьбе. Гайка-прототип достаточно сложна, её проблематично изготовить стандартным способом, а нареза-

ние частей резьбы с разными шагами представляет большую техническую сложность.

Цель исследований заключалась в сохранении стабильности (надёжности) затяжки РС одновременно с достижением простоты изделия и высокой технологичности изготовления.

### Конструкция и технология изготовления гайки

В предлагаемой конструкции гайки представляется оригинальный подход, в основе которого резьба гайки разделена на две части, сопряженных друг с другом, с разными размерными параметрами резьбы (рисунок 1). Данные участки имеют неодинаковую высоту профиля, что является главной особенностью гайки 1. Участок 3 выполнен со стандартной (обычной) рабочей высотой и срезанными вершинами, а на участке 2 высота профиля аналогична высоте исходного контура с острыми вершинами. Кроме того, соотношение протяженности участков резьбы выдержано в диапазоне от 0,5 до 1,0.

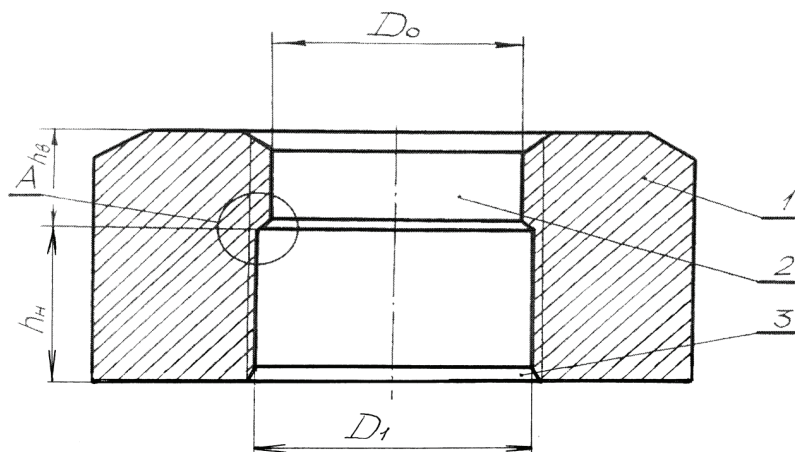


Рисунок 1. Гайка

Источник: разработано авторами

На рисунке 2 представлено РС с увеличением в месте стыка участков с разной высотой профиля и главные размерные характеристики параметров резьбы.

Разработана технология изготовления данной гайки, которая, по отношению к технологии изготовления составных гаек, состоящих из двух отдельных частей, отличается достаточной простотой. Сначала в заготовке гайки изготавливается отверстие вычисленного размера  $D_0$  для образования при нарезании верхней части исходного параметра резьбы с большей высотой профиля. Далее с нижней контактной стороны гайки рассверливается отверстие диаметром  $D_1$ , обеспечивающим при нарезании получение резьбы со стандартным профилем. Диаметр  $D_0$  по вершинам исходного контура

установится таким образом. Исходя из [1], диаметры  $D_0$  (по вершинам начального контура),  $D_1$  (внутренний),  $D$  (наружный), высота исходного контура взаимосвязаны между собой выражениями:

$$\left. \begin{aligned} D_1 &= D - 2\frac{5}{8}H \\ D_0 &= D_1 - 2\frac{H}{4} \end{aligned} \right\}$$

Значение диаметра сверления верхней зоны резьбы можно установить, решив систему уравнений относительно  $D_0$

$$D_0 = D_1 - 2\frac{(D - D_1)}{5}$$

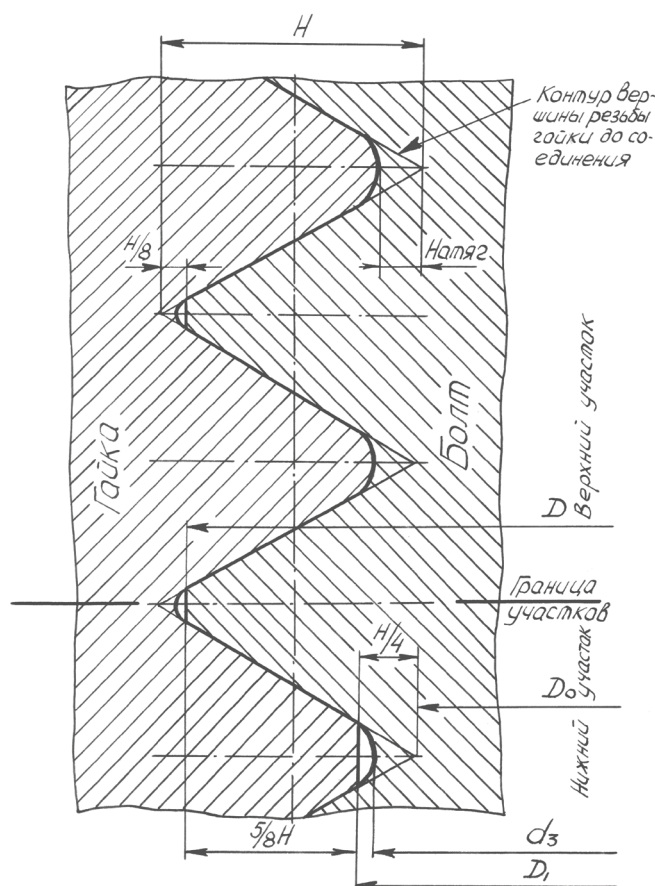


Рисунок 2. Резьбовое соединение  
Источник: разработано авторами

Для резьбы М12:

$$D_0 = 10,106 - \frac{2(12 - 10,106)}{5} = 9,349 \text{ мм}$$

Натяг в РС между вершиной профиля гайки и впадиной болта на верхней зоне резьбы составит  $9,853 - 9,349 = 0,504$  мм.

После рассверливания заготовки гайки на верхний диаметр  $D_0$  и  $D_1$  (нижний участок) изготавливают резьбу известными способами, т. е. приступают к нарезанию резьбы обычным способом одним и тем же резьбонарезным инструментом «на проход». При нарезании резьбы в гайке формируются два участка резьбы: нижний – с обычным стандартным профилем со срезанными вершинами и верхний – с полным профилем исходного контура.

Рекомендуемая гайка работает таким образом. Во время сборки РС при закручивании гайки в начальный период при контакте нижнего участка резьбы гайки с резьбой болта наблюдается обычное значение усилия затяжки. При дальнейшем затягивании гайки усилие затяжки постепенно увеличивается. За счет натяга, обусловленного увеличенной высотой рабочего профиля в верхней части, достигается стопорение резьбы.

Верхняя часть профиля резьбы в верхней зоне упруго деформируется, из-за чего по мере сборки РС появляется натяг с увеличением коэффициента трения, что гарантирует стабильность затяжки резьбового соединения в эксплуатационных условиях.

Представленное отношение длин  $h_v$  (верхний участок) и  $h_n$  (нижний участок) резьбы является оптимальным, при выходе из которого стопорящий эффект снижается. При соотношении данных длин менее 0,5 не обеспечивается значительное (необходимое) увеличение стопорящих свойств РС, т. к. площадь контакта недостаточная с пониженным усилием затяжки. При  $\frac{h_v}{h_n} > 1$  появляется вероятность затруднения сборки-разборки РС из-за заедания металла. В случаях использования резьбового соединения в условиях интенсивных вибраций рекомендуется данное соотношение устанавливать близко к 1, т. е. увеличивать часть гайки с нестандартной рабочей высотой профиля резьбы.

### Результаты испытаний

В случае применения данной гайки увеличивается сопротивление РС самоотвинчиванию, что

увеличивает надежность машиностроительного изделия, частью которого является рекомендуемая гайка.

Процедура испытаний резьбовых соединений на сопротивление самоотвинчиванию предусматривает много средств, времени и в целом является довольно трудоемкой.

На основе проведенных натурных испытаний и определенных экспериментальных зависимостей реальной силы затяжки РС от цикличности нагружения, а также с учетом зависимостей, полученных ранее<sup>1</sup>, была предложена методика проведение ускоренных длительных испытаний РС на сопротивление самоотвинчиванию с установлением соответствующих коэффициентов подобия.

Экспериментальными лабораторными исследованиями было доказано увеличение стопорящих свойств представленной гайки. На стенде испытаниям подвергались четыре типа резьбовых соединений: РС без дополнительного стопорения, РС с шайбой Гровера, РС с фланцевой гайкой с зубьями; РС с предложенной гайкой.

К гайке или болту испытываемого РС, согласно предложенной методике, прикладывался дополнительный момент отвинчивания. Для испытаний РС в лабораторных условиях был разработан оригинальный стенд. Его схема в виде механизма отвинчивания представлена на рисунке 3.

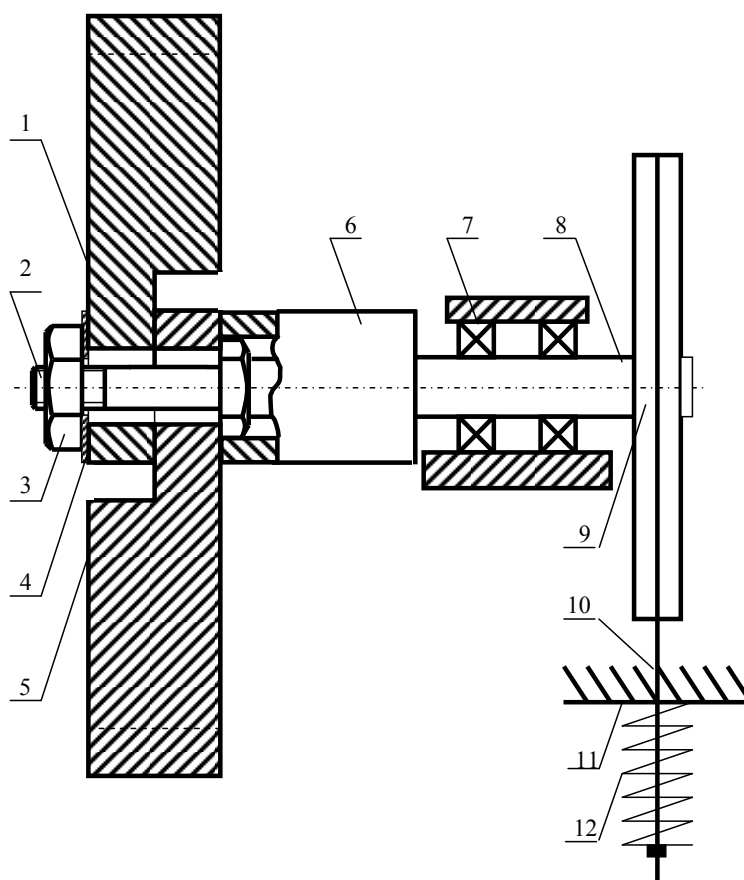


Рисунок 3. Испытательный стенд

Источник: разработано авторами

Он состоит из скрепляемых деталей 1 и 5; болта 2; гайки 3; шайбы 4; ключа 6; опоры вала с подшипниками 7; вала 8, жестко соединенного с ключом и вращающегося в подшипниках качения; шкива

9, надетого на вал; стального троса 10; опоры 11; пружины 12, деформация которой и обеспечивает приложение момента отвинчивания, с плечом, который равен половине диаметра шкива, к болту

<sup>1</sup> Суменков С. В. Технологическое обеспечение стабильности затяжки резьбовых соединений: дис. ... канд. техн. наук:05.02.08. / Суменков Сергей Вячеславович. – Пенза 2002. – 145 с.

или гайке резьбового соединения. Пружина заранее тарируется путем непосредственного нагружения массами определенной величины. РС подвергается циклическому нагружению на исследовательском после создания момента отвинчивания известной величины. Зафиксированное количество циклов нагружения до полной или частичной (например, 25%) потери усилия затяжки РС сравнивается с результатами натуральных испытаний, т.е. без приложения дополнительного момента отвинчивания в соотношении

$$N_y \cdot k_n = N_n,$$

где

$N_y$  – количество циклов нагружения РС до частичной или полной потери усилия затяжки при приложении;  
 $N_n$  – количество циклов нагружения РС до частичной или полной потери усилия затяжки при натуральных испытаниях;

$k_n$  – коэффициент подобия.

Следовательно, коэффициент подобия – это величина, показывающая во сколько раз сокращается количество циклов нагружения РС до частичной или полной потери усилия затяжки при приложении избыточного момента отвинчивания по сравнению с натурными испытаниями.

$$k_n = \frac{N_n}{N_y}.$$

Предложенный метод позволяет сократить объем испытаний и прогнозировать время, по истече-

нии которого необходимо произвести подтяжку данного РС.

### Заключение

Результаты проведенных лабораторных исследований на специально изготовленном стенде показали достоверность первоначальной научной гипотезы, предполагающей, что стабильность затяжки резьбового соединения зависит от изменения физических параметров, связанных с искажением кристаллической решетки и изменением плотности дислокаций, происходящих в процессе формирования резьбы по той или иной технологии и при её эксплуатации.

Как показали экспериментальные исследования, предложенная конструкция гайки не только сокращает число вспомогательных деталей, предохраняющих от самоотвинчивания, но и существенно, по сравнению с РС с шайбой Гровера, повышает сопротивление самоотвинчиванию. Гайка предназначена для многократного использования при повторных сборках с сохранением стопорящих свойств при ремонте различных технических устройств, в том числе автомобилей.

Технология производства предлагаемой гайки отличается простотой и экономичностью и предполагает использование универсального токарно-винторезного оборудования, имеющегося на любом ремонтном предприятии.

В дальнейших исследованиях планируется проведение длительных эксплуатационных испытаний автомобилей с целью подтверждения надежности предлагаемой гайки для стопорения резьбы.

### Литература

1. Авторское свидетельство СССР № 346515. М. Кл. F 16В 33/02. Гайка / А. П. Костин, заявлено 24. VII.1970 г. № 1464437/25-27. – Оpubл.. 24. VII.1972 г. Бюл. № 23. Дата опубликования описания 1. VIII.1972 г.
2. Антропов Б. С. Обеспечение надежности резьбовых соединений на современной автотракторной технике / Б. С. Антропов, Е. И. Кубеев, Т. В. Погодина // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 5. – С. 61–66.
3. Егожев А. М. Общесметодологические принципы повышения надежности резьбовых соединений сельскохозяйственных машин и орудий / А. М. Егожев, А. К. Алажев // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 6. – С. 35–39.
4. Егожев А. М. Эксплуатационная надежность резьбовых соединений / А. М. Егожев // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 1. – С. 38–39.
5. Кучкин Д. С. Повышение надежности резьбовых соединений / Д. С. Кучкин // В сборнике: Проблемы геологии и освоения недр // Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2013. – С. 376–377.
6. Миронова Е. А. Обоснование погрешностей моментов затяжки резьбовых деталей при сборке транспортные средств гайковертами с дифференциальными механизмами // Е. А. Миронова, В. С. Леонтьева // Транспортные системы. – 2020. – № 4 (18). – С. 15–20.
7. Повышение долговечности резьбовых соединений штоков при циклической нагрузке // С. Н. Мольцен [и др.] // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2021. – Т. 23. – № 2. – С. 27–35.
8. Повышение надежности резьбовых соединений подвески пожарных автомобилей / П. В. Пучков [и др.] // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2015. – № 3 (16). – С. 19–24.

9. Разработка инновационных технологий для повышения надежности резьбовых соединений деталей транспортных систем // М. В. Песин [и др.] // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2020. – Т. 1. – С. 93–97.
10. Родионов Ю. В. Обеспечение стабильности затяжки резьбовых соединений при ремонте автомобилей: монография / Ю. В. Родионов, С. В. Суменков. – Пенза: ПГУАС, 2019. – 160 с.
11. Родионов Ю. В. Теоретическое обоснование безотказности резьбовых соединений автомобилей в процессе эксплуатации / Ю. В. Родионов, Д. В. Карпунин, С. В. Суменков // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 3. – С. 134–140.
12. Технологическое обеспечение долговечности высоконагруженных резьб // М. В. Песин [и др.] // Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. – 2020. – Т. 2. – С. 165–168.
13. Тойгомбаев С. К. Повышение надежности резьбовых соединений / С. К. Тойгомбаев // Вестник ФГБОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – 2013. – № 3 (59). – С. 45–46.
14. Фаскиев Х. А. Повышение долговечности соединения картера с шаровой опорой переднего моста грузового автомобиля / Х. А. Фаскиев // В сборнике: Современные исследования в сфере естественных, технических и физико-математических наук: Сборник результатов научных исследований. – Киров. – 2018. – С. 532–540.
15. Федорова Л. В. Повышение надежности резьбовых соединений электромеханической обработкой / Л. В. Федорова, Ю. С. Иванова, М. В. Воронина // Записки Горного института. – 2017. – Т. 226. – С. 456–461.
16. Шакуров Н. Г. Технологии повышения эксплуатационной надежности резьбовых соединений / Н. Г. Шакуров // Уфимский государственный нефтяной технический университет. Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала. – 2016. – С. 311–314.
17. Шариков Ю. П. Современные способы стопорения резьб / Ю. П. Шариков // Сельский механизатор. – 2021. – № 6. – С. 27–29.
18. Шуваев В. Г. Методы обеспечения надежности затяжки резьбовых соединений по критерию достижения предела упругих деформаций / В. Г. Шуваев, И. В. Шуваев // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2016. – Т. 2. – С. 134–135.
19. Heidersbach R. (2011). Metallurgy and corrosion control in oil and gas production. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 293 p.
20. Baljinder S., Charanjit S. (2015). Optimization of Magnetic Abrasive Finishing parameters during Finishing of Brass Tube // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). – Vol. 02. – Is. 04, pp. 1810–1817.

## References

1. Copyright certificate of the USSR No. 346515. M. Kl. F 16B 33/02. *Gajka* [Nut]. A. P. Kostin, declared 24.VII.1970 No. 1464437/25-27. – Publ. 24. VII.1972. Byul. No. 23. Date of publication of the description 1. VIII.1972. (In Russ.).
2. Antropov, B. S. (2019) [Ensuring the reliability of threaded connections on modern automotive equipment]. *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and agricultural machines]. Vol. 5, pp. 61–66. (In Russ.).
3. Egozi, A. M., Aliev, A. K. (2016) [General Methodological principles of improving the reliability of threaded connections agricultural machinery and implements]. *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and agricultural machines]. Vol. 6, pp. 35–39. (In Russ.).
4. Egozi, A. M. (2011) [Reliability of carving connections]. *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and agricultural machines]. Vol. 1, pp. 38–39. (In Russ.).
5. Kuchkin, D. S. (2013) [Improving the reliability of threaded connections]. *Natsional'nyy issledovatel'skiy Tomskiy politekhnicheskiiy universitet* [National Research Tomsk Polytechnic University], pp. 376–377. (In Russ.).
6. Mironova, E. A. (2020) [Substantiation of errors of tightening torques of threaded parts when assembling vehicles with wrenches with differential mechanisms]. *Transportnyye sistemy* [Transport systems]. Vol. 4 (18), pp. 15–20. (In Russ.).
7. Moltsen, S. N. et al (2021) [Increasing the durability of threaded connections of rods under cyclic load]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Mashinostroyeniye, materialovedeniye* [Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Mechanical engineering, materials science]. Vol. 23. No. 2, pp. 27–35. (In Russ.).
8. Puchkov, P. V. (2015) [Increasing the reliability of threaded connections for the suspension of fire trucks]. *Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii* [Bulletin of the Voronezh Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia]. Vol. 3 (16), pp. 19–24. (In Russ.).
9. Pesin, M. V. (2020) [Development of innovative technologies to improve the reliability of threaded

---

connections of parts of transport systems]. *Modernizatsiya i nauchnyye issledovaniya v transportnom komplekse* [Modernization and scientific research in the transport complex]. Vol. 1, pp. 93–97. (In Russ.).

10. Rodionov, Yu. V. (2019) *Obespechenie stabilnosti zatiazhki rezbovykh soedinenii pri remonte avtomobilei* [Ensuring the stability of the tightening of threaded connections when repairing cars]. Penza: PGUAS, 160 p.

11. Rodionov, Yu. V. (2020) [Theoretical substantiation of reliability of threaded connections of cars during operation]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investment]. Vol. 3, pp. 134–140. (In Russ.).

12. Pesin, M. V. (2020) [Technological support of the durability of highly loaded threads]. *Aerokosmicheskaya tekhnika, vysokiye tekhnologii i innovatsii* [Aerospace engineering, high technologies and innovations]. Vol. 2, pp. 165–168. (In Engl.).

13. Toigonbaev, S. K. (2013). [Improving the reliability of threaded connections]. *Vestnik FGBOU VPO «Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V.P. Goryachkina»* [Bulletin of Moscow state Agroengineering University named after V. P. Goryachkina]. Vol. 3 (59), pp. 45–46. (In Russ.).

14. Faskiev, H. A. (2018) [Improving the durability of the crankcase connection with the ball bearing of the front axle of a truck]. *Sovremennyye issledovaniya v sfere yestestvennykh, tekhnicheskikh i fiziko-matematicheskikh nauk: Sbornik rezul'tatov nauchnykh issledovaniy* [Modern research in the field of natural, technical, and physical and mathematical Sciences: a Collection of research results]. Kirov, pp. 532–540. (In Russ.).

15. Fedorova, L. V. (2017) [Improving the reliability of threaded connections by Electromechanical processing]. *Zapiski Gornogo instituta* [Notes of the Mining Institute]. Vol. 226, pp. 456–461. (In Russ.).

16. Shakurov, N. G. (2016) [Technologies for improving the operational reliability of threaded connections]. *Ufimskiy gosudarstvennyy neftyanoy tekhnicheskoy universitet. Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 60-letiyu filiala* [Ufa State Petroleum Technical University. Proceedings of the International Scientific and Technical Conference dedicated to the 60th anniversary of the branch], pp. 311–314. (In Russ.).

17. Sharikov, Yu. P. (2021) [Modern ways of locking threads]. *Sel'skiy mekhanizator* [Rural mechanizer]. Vol.6, pp. 27–29. (In Russ.).

18. Shuvaev, V. G. (2016) [Methods for ensuring the reliability of tightening threaded connections by the criterion of reaching the limit of elastic deformations]. *Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost' i kachestvo»* [Proceedings of the international Symposium «Reliability and quality»]. Vol. 2, pp. 134–135. (In Russ.).

19. Heidersbach, R. (2011) Metallurgy and corrosion control in oil and gas production. *New York: John Wiley & Sons*, 293 p. (In Engl.).

20. Baljinder, S. (2015) Optimization of Magnetic Abrasive Finishing parameters during Finishing of Brass Tube. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Vol. 02. Is. 04, pp. 1810–1817. (In Engl.).

#### **Информация об авторах:**

**Юрий Владимирович Родионов**, доктор технических наук, профессор, декан автомобильно-дорожного института, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия  
e-mail: dekauto@pguas.ru

**Сергей Вячеславович Суменков**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры транспортных машин, Пензенский государственный университет, Пенза, Россия  
e-mail: tm@pnzgu.ru

**Александр Сергеевич Суменков**, магистрант, направление подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия  
e-mail: dekauto@pguas.ru

Статья поступила в редакцию: 28.09.2021; принята в печать: 09.02.2022.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

#### **Information about authors:**

**Yuri Vladimirovich Rodionov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Automobile and Road Institute, Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia  
e-mail: dekauto@pguas.ru



**Sergey Vyacheslavovich Sumenkov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport Machines, Penza State University, Penza, Russia  
e-mail: tm@pnzgu.ru

**Alexander Sergeevich Sumenkov**, postgraduate student, training program 23.04.03 Operation of transport and technological machines and complexes, Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia  
e-mail: dekauto@pguas.ru

The paper was submitted: 28.09.2021.

Accepted for publication: 09.02.2022.

The authors have read and approved the final manuscript.