

УДК 621.83.062.6

DOI 10.18698/0536-1044-2018-1-19-25

# Экспериментальное исследование радиальной деформации внешней обоймы роликовых механизмов свободного хода

И.А. Золотов, О.В. Шарков

Калининградский государственный технический университет, 236022, Калининград, Российская Федерация, Советский пр-т, д. 1

## Experimental Research of Radial Deformation of the Outer Shell of Roller One-Way Clutches

I.A. Zolotov, O.V. Sharkov

Kaliningrad State Technical University, 236022, Kaliningrad, Russian Federation, Sovetskiy Ave., Bldg. 1

@ e-mail: zolivan@rambler.ru, o\_sharkov@mail.ru

**i** Роликовые механизмы свободного хода получили наибольшее применение в приводах современной техники. При передаче нагрузки на внешнюю обойму такого механизма действуют большие нормальные силы, что вызывает ее значительную радиальную деформацию. Обычно радиальную деформацию внешней обоймы не рассчитывают, а геометрические параметры задают по конструктивным рекомендациям. Теоретические и экспериментальные исследования жесткости внешней обоймы также не проводят. Приведены результаты натурного эксперимента по исследованию влияния передаваемой нагрузки (вращающего момента) и конструктивных параметров роликового механизма свободного хода (угла заклинивания и числа заклинивающих роликов) на радиальную деформацию внешней обоймы. Экспериментально подтверждена корректность предложенной эмпирической зависимости для расчета радиальной деформации внешней обоймы. Расхождение между экспериментальными и теоретическими значениями радиальной деформации для большей части опытов составило 2,9...17,5 %. Экспериментально установлено: рост радиальной деформации при повышении нагрузки незначительно замедляется и изменяется по степенной зависимости; увеличение угла заклинивания с 5 до 9° приводит к снижению радиальной деформации в 1,28–1,51 раза, а уменьшение числа роликов с 3 до 5 — в 1,5–1,7 раза.

**Ключевые слова:** механизм свободного хода, натурный эксперимент, радиальная деформация, внешняя обойма, приводы машин

**i** Roller one-way clutches have been widely used in drives of modern technical equipment. When a load is transferred to the outer shell of such mechanisms, large normal forces act on the outer shell, causing considerable radial deformation. Usually, the radial deformation of the outer shell is not calculated, and geometrical parameters are set based on design recommendations. Theoretical and experimental studies of the outer shell stiffness are not performed either. The article presents the results of a full-scale experiment to study the effects of the transferred load (torque) and the design parameters of the roller one-way clutch (wedging angle and number of wedging rollers) on the radial deformation of the outer shell. The validity of the proposed empirical relationship for calculating the radial deformation of the outer shell is confirmed experimentally. The discrepancy between the experimental and the theoretical values of radial deformations for most experiments is from

2.9 to 17.5 %. It has been experimentally established that as the load increases, the growth of the radial deformation slows down slightly and changes by the power characteristic; an increase of the wedging angle from 5 to 9° leads to a decrease in the radial deformation by 1.28–1.51 times; and a reduction in the number of rollers from 3 to 5 leads to a decrease in deformation by 1.5–1.7 times.

**Keywords:** one-way clutch, full-scale experiment, radial deformation, outer shell, machine drive

В приводах многих машин находят применение механизмы свободного хода, имеющие различные конструктивные схемы: с цилиндрическими и эксцентриковыми роликами [1–7], храповые и микрохраповые [8], пружинные [1], релейные [9], клиновые [8] и др. Использование таких механизмов позволяет упростить кинематику и повысить функциональные возможности машин [7, 10–12]. Потребность российской экономики в механизмах свободного хода измеряется десятками миллионов штук в год.

В настоящее время наибольшее распространение получили роликовые механизмы свободного хода (РМСХ), в которых нагрузка передается силами трения, что обеспечивает реализацию таких достоинств, как бесшумность в работе, практически мгновенное заклинивание и расклинивание, простота технического обслуживания и эксплуатации, высокая скорость свободного хода и способность гасить крутильные колебания [13–18].

Однако использование сил трения имеет один очень существенный недостаток — нормальные силы, не участвующие в процессе передачи нагрузки, в 15–20 раз превышают рабочие силы. Вследствие этого элементы РМСХ, особенно внешняя обойма, подвергаются интенсивному силовому воздействию.

Под действием нормальных сил внешняя обойма деформируется в радиальном направлении. Радиальная деформация обоймы имеет большое практическое значение, так как определяет неравномерность распределения нагрузки между заклинивающимися роликами, потери на трение при заклинивании и расклинивании, динамические нагрузки при работе, время включения и выключения.

Цель работы — определение характера влияния параметров РМСХ на радиальную деформацию внешней обоймы на основе натурального эксперимента.

В работе [19] предложен подход для расчета радиальной деформации внешней обоймы на основе метода конечных элементов с использованием ее трехмерной твердотельной модели.

Обработка результатов вычислительного эксперимента позволила получить эмпирическую зависимость для определения радиальной деформации в зависимости от параметров внешней обоймы:  $D$  — внутреннего диаметра обоймы;  $z_p$  — числа заклинивающихся роликов;  $h_1/D$  — отношения толщины обоймы  $h_1$  к ее диаметру  $D$ ;  $h_2/D$  — отношения толщины задней стенки обоймы  $h_2$  к диаметру  $D$ ;  $l/D$  — отношения длины обоймы  $l$  к диаметру  $D$ ;  $\sigma_H$  — контактных напряжений, возникающих между внешней обоймой и заклинивающимся роликом.

Создание трехмерных моделей, приложение нагрузок и последующий расчет проводят с учетом некоторых допущений, что требует экспериментального подтверждения полученных результатов.

Эмпирическая зависимость для определения радиальной деформации внешней обоймы имеет вид [19]

$$\delta = \delta^* K_D K_{h_1} K_{h_2} K_l K_\sigma, \quad (1)$$

где  $\delta^*$  — деформация базового варианта внешней обоймы,  $\delta^* = 0,032$  мм;  $K_D$ ,  $K_{h_1}$ ,  $K_{h_2}$ ,  $K_l$ ,  $K_\sigma$  — коэффициенты, характеризующие влияние параметров внешней обоймы (соответственно  $D$  и  $z_p$ ,  $h_1/D$ ,  $h_2/D$ ,  $l/D$ ,  $\sigma_H$ ) на радиальную деформацию.

Значения параметров  $D$ ,  $z_p$ ,  $h_1/D$ ,  $h_2/D$ ,  $l/D$  задают исходя из функционального назначения РМСХ.

Контактные напряжения можно определить по выражению [20]

$$\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{4TE \cdot 10^3}{z_p d_p l_p D \sin(\alpha/2)}},$$

где  $T$  — вращающий момент, передаваемый механизмом;  $E$  — приведенный модуль упругости материала;  $l_p$  и  $d_p$  — длина и диаметр заклинивающихся роликов;  $\alpha$  — угол заклинивания.

**Экспериментальная установка и методика проведения эксперимента.** Для исследования

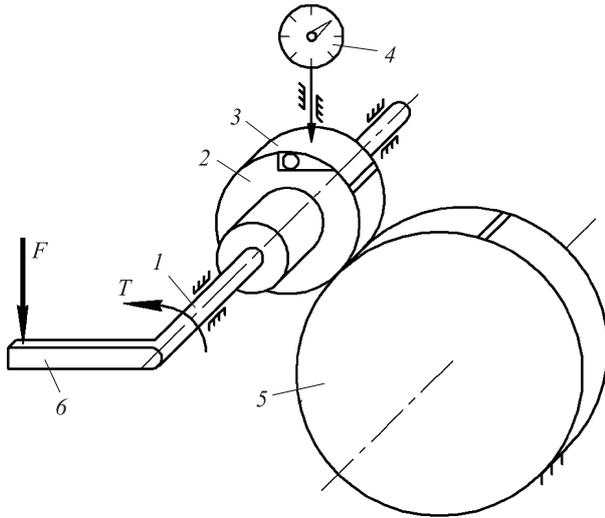


Рис. 1. Кинематическая схема экспериментальной установки

радиальной деформации внешней обоймы РМСХ разработана специальная экспериментальная установка (рис. 1).

Экспериментальная установка состоит из РМСХ, внутренняя звездочка которого выполнена как единое целое с втулкой 2, установленной на шлицевом валике 1, вставленном в отверстия рамы. Внешняя обойма 3 РМСХ имеет зубчатый венец, находящийся в зацеплении с неподвижно закрепленным на раме зубчатым колесом 5. Вращающий момент  $T$  на звездочку задается посредством рычага 6, жестко соединенного со шлицевым валиком 1. Нагрузка  $F$  на рычаг 6 создается с помощью набора грузов. Для измерения радиальной деформации внешней обоймы использовали индикатор часового типа 4 (марка 1МИГ, цена деления 0,001 мм).

Основные параметры опытных образцов РМСХ, выполненных из стали ШХ15 твердостью до  $HRC_{\text{э}} 58 \dots 62$ , приведены в таблице.

При проведении эксперимента в качестве исследуемого фактора принимали радиальную деформацию внешней обоймы  $\delta$ , в качестве независимого — передаваемый вращающий

Основные параметры РМСХ

| Номер образца | $D$ , мм | $\alpha$ , град | $z_p$ | $d_p$ , мм | $l/D$ | $h_1/D$ | $h_2/D$ |
|---------------|----------|-----------------|-------|------------|-------|---------|---------|
| 1             | 48       | 9               | 3     | 7          | 0,35  | 0,10    | 0,08    |
| 2             |          | 7               |       |            |       |         |         |
| 3             |          | 5               | 0,08  |            |       | 0,06    |         |
| 4             |          | 7               |       |            |       |         |         |

момент  $T$ . В процессе исследования осуществляли нагружение РМСХ вращающим моментом в диапазоне  $T = 0 \dots 40$  Н·м и определяли значение радиальной деформации внешней обоймы  $\delta$ . Измерения радиальной деформации при каждом уровне нагружения выполняли 5 раз.

Статистическая обработка результатов эксперимента показала следующее: относительная погрешность серии измерений  $\delta$  не превышает 9,7 % [21]; дисперсию результатов можно считать однородной, так как максимальное значение критерия Кохрена [22] для всех серий измерений меньше критического  $G = 0,421 < G_{0,95}(4,5) = 0,544$ . При этом первая серия измерений при моменте  $T = 5$  Н·м исключена из рассмотрения, так как при небольшой нагрузке может наблюдаться неустойчивое поведение РМСХ, а радиальная деформация мала по сравнению с чувствительностью индикатора.

**Результаты эксперимента.** На рис. 2 приведены графики, характеризующие зависимость радиальной деформации внешней обоймы РМСХ от передаваемой нагрузки — вращающего момента  $T$  — при числе заклинивающих роликов  $z_p = 3$  и угле заклинивания  $\alpha = 9, 7$  и  $5^\circ$ .

Как видно из рис. 2, в случае одинаковой передаваемой нагрузки наблюдается уменьшение радиальной деформации внешней обоймы при увеличении угла заклинивания. Так, при возрастании угла заклинивания  $\alpha$  с  $5$  до  $9^\circ$  (в 1,8 раза) радиальная деформация  $\delta$  снижается в 1,28–1,51 раза. Расхождение между экспериментальными и теоретическими данными составляет 2,9...19,0 %.

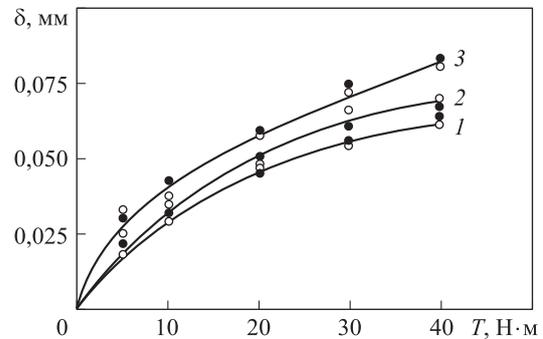


Рис. 2. Зависимость радиальной деформации  $\delta$  от вращающего момента  $T$  при  $z_p = 3$  и угле заклинивания  $\alpha = 9$  (1),  $7$  (2) и  $5^\circ$  (3):  
 ○ — эксперимент; ● — расчет по формуле (1);  
 — — аппроксимация экспериментальных результатов

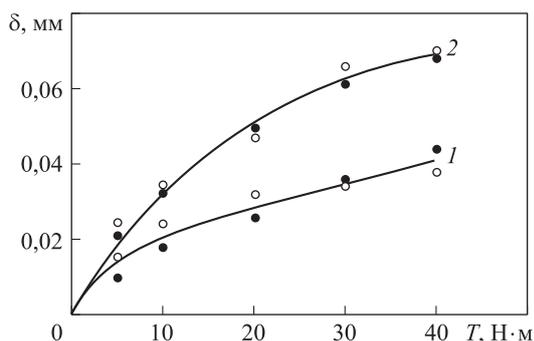


Рис. 3. Зависимость радиальной деформации  $\delta$  от вращающего момента  $T$  при  $\alpha = 5^\circ$  и числе заклинивающихся роликов  $z_p = 5$  (1) и 3 (2):  
 ○ — эксперимент; ● — расчет по формуле (1);  
 — — аппроксимация экспериментальных результатов

Такой характер изменения радиальной деформации можно пояснить с помощью известной формулы [20] для определения нормальных сил

$$F_N = \frac{2T}{z_p D \sin(\alpha/2)}. \quad (2)$$

Анализ формулы (2) показывает, что при увеличении угла заклинивания происходит уменьшение нормальных сил, действующих на обойму, и, как следствие, ее радиальной деформации. Следует отметить, что в работе [23] экспериментально получен подобный характер влияния угла заклинивания на угол относительного поворота (угловую деформацию) звездочки.

На рис. 3 приведены графики, характеризующие зависимость радиальной деформации внешней обоймы РМСХ от вращающего момента  $T$  при угле заклинивания  $\alpha = 5^\circ$  и числе заклинивающихся роликов  $z_p = 5$  и 3.

Как видно из рис. 3, в случае одинаковой передаваемой нагрузки наблюдается уменьшение радиальной деформации внешней обоймы при увеличении числа заклинивающихся роликов. Так, при изменении числа роликов  $z_p$  с 3 до 5 (в 1,66 раза) радиальная деформация снижается в 1,5–1,7 раза. Расхождение между экспериментальными и теоретическими значениями составляет 5,8...24,7%. Это также можно объяснить уменьшением нормальных сил, действующих на внешнюю обойму, при увеличении числа роликов согласно формуле (2).

Приведенные графики (см. рис. 2 и 3) адекватно описывают экспериментальные данные, так как критическое значение критерия Фишера [23] не превышает наибольшее значение для них  $F = 5,32 < F_{0,95}(2,4) = 6,94$ .

## Выводы

1. Рост радиальной деформации внешней обоймы РМСХ при повышении нагрузки (после  $T = 20$  Н·м) незначительно замедляется и происходит по степенной зависимости. Расхождение между экспериментальными и теоретическими (полученными на основании предложенных эмпирических зависимостей) значениями радиальной деформации для большинства точек не превышает 13,5%.

2. При увеличении угла заклинивания в 1,8 раза (с  $5^\circ$  до  $9^\circ$ ) наблюдается уменьшение радиальной деформации в среднем в 1,4 раза вследствие снижения нормальных сил, действующих на внешнюю обойму.

3. При уменьшении числа роликов в 1,66 раза (с 3 до 5) происходит снижение радиальной деформации в среднем в 1,5 раза.

## Литература

- [1] *Standard handbook of machine design*. Ed. Shigley J.E., Mischke C.R., Brown T.H. New York, McGraw-Hill, 2004. 1312 p.
- [2] Skolaut W. *Maschinenbau: Ein Lehrbuch für das ganze Bachelor-Studium*. Berlin, Springer, 2014. 1401 p.
- [3] Albers A., Deters L., Feldhusen J., Leidich E., Linke H., Poll G., Sauer B., Wallaschek J. *Konstruktionselemente des Maschinenbaus 2: Grundlagen von Maschinenelementen für Antriebsaufgaben*. Berlin, Springer, 2008. 719 p.
- [4] Liu Z., Yan H., Cao Y. Design and analysis of logarithmic spiral type sprag one-way clutch. *Journal of Central South University*, 2015, vol. 22, no. 12, pp. 4597–4607.
- [5] Вайсман М.Л., Токаренко В.И. Выбор материала для изготовления деталей муфты свободного хода. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*, 2007, № 11, с. 27–28.
- [6] Ивасьшин Г.С. Применение эвольвенты с переменной эволютой для повышения работоспособности сопряжений в муфтах свободного хода, зубчатых передачах и спираль-

- но-реечных механизмах. *Трение и смазка в машинах и механизмах*, 2009, № 6, с. 29–34.
- [7] Иванов А.С., Ермолаев М.М., Куралина Н.Н., Седова Л.А. Конструирование муфт свободного хода редукторов. *Вестник машиностроения*, 2014, № 10, с. 3–8.
- [8] Кропп А.Е. Новые обгонные муфты и области их применения. *Вестник машиностроения*, 2005, № 6, с. 8–12.
- [9] Aliukov S., Keller A., Alyukov A. Design and Calculating of Relay-Type Overrunning Clutch. *SAE Technical Paper*, 2016, 2016-01-1134.
- [10] Mammano G.S., Eugenio D. Design and Characterization of a Continuous Rotary Mini-motor Based on Shape-Memory Wires and Overrunning Clutches. *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 2017, vol. 139, no. 1, 015001-015001-9.
- [11] Bang Y.-B., Yoon M. 3-Speed Transmission Using Dual Motors and One-Way Clutches. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 2016, vol. 21, no. 1, pp. 412–418.
- [12] Gill-Jeong C. Experimental study on the reduction of vibration of gear trains due to a one-way clutch. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers, A*, 2011, vol. 35, no. 11, pp. 1477–1482.
- [13] Orthwein W.C. *Clutches and brakes: design and selection*. New York, Marcel Dekker, 2004. 330 p.
- [14] Xue W., Pyle R. Optimal design of roller one way clutch for starter drives. *SAE Technical Paper*, 2004, 2004-01-1151.
- [15] Серегин А.А. Модернизация роликовых механизмов. *Ремонт. Восстановление. Модернизация*, 2008, № 12, с. 7–11.
- [16] Ряховский О.А., Иванов С.С. *Справочник по муфтам*. Ленинград, Политехника, 1991. 384 с.
- [17] Архангельский Г.В., Архангельский А.Г. *Роликовые механизмы свободного хода*. Одесса, Наука и техника, 2009. 92 с.
- [18] Архангельский Г.В., Ромашкевич С.А. Обобщенный метод определения жесткости и построения упругой характеристики роликовых механизмов свободного хода. *Справочник. Инженерный журнал с приложением*, 2014, № 8(209), с. 22–25.
- [19] Золотов И.А., Шарков О.В. Расчет напряжений и деформаций внешней обоймы роликовых механизмов свободного хода. *Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2017, № 1, с. 37–49. URL: <http://technomag.edu.ru/jour/article/view/925/> (дата обращения 10 сентября 2017).
- [20] Решетов Д.Н. *Детали машин*. Москва, Машиностроение, 1989. 496 с.
- [21] Анцыферов С.С., Афанасьев М.С., Русанов К.Е. *Обработка результатов измерений*. Москва, ИКАР, 2014. 430 с.
- [22] Большев Л.Н., Смирнов Н.В. *Таблицы математической статистики*. Москва, Наука, 1983. 416 с.
- [23] Мальцев В.Ф. *Роликовые механизмы свободного хода*. Москва, Машиностроение, 1968. 416 с.

## References

- [1] *Standard handbook of machine design*. Ed. Shigley J.E., Mischke C.R., Brown T.H. New York, McGraw-Hill, 2004. 1312 p.
- [2] Skolaut W. *Maschinenbau: Ein Lehrbuch für das ganze Bachelor-Studium*. Berlin, Springer, 2014. 1401 p.
- [3] Albers A., Deters L., Feldhusen J., Leidich E., Linke H., Poll G., Sauer B., Wallaschek J. *Konstruktionselemente des Maschinenbaus 2: Grundlagen von Maschinenelementen für Antriebsaufgaben*. Berlin, Springer, 2008. 719 p.
- [4] Liu Z., Yan H., Cao Y. Design and analysis of logarithmic spiral type sprag one-way clutch. *Journal of Central South University*, 2015, vol. 22, no. 12, pp. 4597–4607.
- [5] Vaisman M.L., Tokarenko V.I. Vybor materiala dlia izgotovleniia detalei mufty svobodnogo khoda [Choose of material for manufacturing parts of overrunning clutch]. *Traktory i sel'skokhoziaistvennyye mashiny* [Tractors and agricultural machines]. 2007, no. 11, pp. 27–28.

- [6] Ivasyshin G.S. Primenenie evol'venty s peremennoi evoliutoi dlia povysheniia rabotosposobnosti sopriazhenii v muftakh svobodnogo khoda, zubchatykh peredachakh i spiral'no-reechnykh mekhanizmax [Using involute gears with variable evolute for increasing wearability of mated components in free-wheeling clutches, tooth gears, spiral-and-rack-driven mechanism values]. *Trenie i smazka v mashinakh i mekhanizmax* [Friction&Lubrication in Machines and Mechanisms]. 2009, no. 6, pp. 29–34.
- [7] Ivanov A.S., Ermolaev M.M., Kuralina N.N., Sedova L.A. Konstruirovaniye muft svobodnogo khoda reduktorov [Design of free-wheeling clutches of reducers]. *Vestnik mashinostroeniia* [Russian Engineering Research]. 2014, no. 10, pp. 3–8.
- [8] Kropp A.E. Novye obgonnyye mufty i oblasti ikh primeneniia [New overrunning clutches and their applications]. *Vestnik mashinostroeniia* [Russian Engineering Research]. 2005, no. 6, pp. 8–12.
- [9] Aliukov S., Keller A., Alyukov A. Design and Calculating of Relay-Type Overrunning Clutch. *SAE Technical Paper*, 2016, 2016-01-1134.
- [10] Mammano G.S., Eugenio D. Design and Characterization of a Continuous Rotary Mini-motor Based on Shape-Memory Wires and Overrunning Clutches. *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 2017, vol. 139, no. 1, 015001-015001-9.
- [11] Bang Y.-B., Yoon M. 3-Speed Transmission Using Dual Motors and One-Way Clutches. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 2016, vol. 21, no. 1, pp. 412–418.
- [12] Gill-Jeong C. Experimental study on the reduction of vibration of gear trains due to a one-way clutch. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers, A*, 2011, vol. 35, no. 11, pp. 1477–1482.
- [13] Orthwein W.C. *Clutches and brakes: design and selection*. New York, Basel, Marcel Dekker publ., 2004. 330 p.
- [14] Xue W., Pyle R. Optimal design of roller one way clutch for starter drives. *SAE Technical Paper*, 2004, 2004-01-1151.
- [15] Seregin A.A. Modernizatsiia rolikovykh mekhanizmov [Modernization of roller mechanisms with free running]. *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiia* [Repair, Reconditioning, Modernization]. 2008, no. 12, pp. 7–11.
- [16] Riakhovskii O.A., Ivanov S.S. *Spravochnik po muftam* [New overrunning clutches and their applications]. Leningrad, Politehnika publ., 1991. 384 p.
- [17] Arkhangel'skii G.V., Arkhangel'skii A.G. *Rolikovye mekhanizmy svobodnogo khoda* [Roller mechanisms freewheel]. Odessa, Nauka i tekhnika publ., 2009. 92 p.
- [18] Arkhangel'skii G.V., Romashkevich S.A. Obobshchennyi metod opredeleniia zhestkosti i postroeniia uprugoi kharakteristiki rolikovykh mekhanizmov svobodnogo khoda [The generalized method of stiffness determining and constructing of the elastic characteristic of the free-wheel mechanisms]. *Spravochnik. Inzhenernyi zhurnal s prilozheniem* [Handbook. An Engineering journal with appendix]. 2014, no. 8(209), pp. 22–25.
- [19] Zolotov I.A., Sharkov O.V. Raschet napriazhenii i deformatsii vneshnei oboimy rolikovykh mekhanizmov svobodnogo khoda [Calculation of Stress and Strain on Outer Shell of Roller One-Way Clutches]. *Nauka i obrazovanie. MGTU im. N.E. Bauman* [Science and Education. Bauman MSTU]. 2017, no. 1, pp. 37–49. Available at: <http://technomag.edu.ru/jour/article/view/925/> (accessed 10 September 2017).
- [20] Reshetov D.N. *Detali mashin* [Machine parts]. Moscow, Mashinostroenie publ., 1989. 496 p.
- [21] Antsyferov S.S., Afanas'ev M.S., Rusanov K.E. *Obrabotka rezul'tatov izmerenii* [Processing of measurement results]. Moscow, IKAR publ., 2014. 430 p.
- [22] Bol'shev L.N., Smirnov N.V. *Tablitsy matematicheskoi statistiki* [Tables of mathematical statistics]. Moscow, Nauka publ., 1983. 416 p.
- [23] Mal'tsev V.F. *Rolikovye mekhanizmy svobodnogo khoda* [Roller mechanisms freewheel]. Moscow, Mashinostroenie publ., 1968. 416 p.

Статья поступила в редакцию 09.11.2017

## Информация об авторах

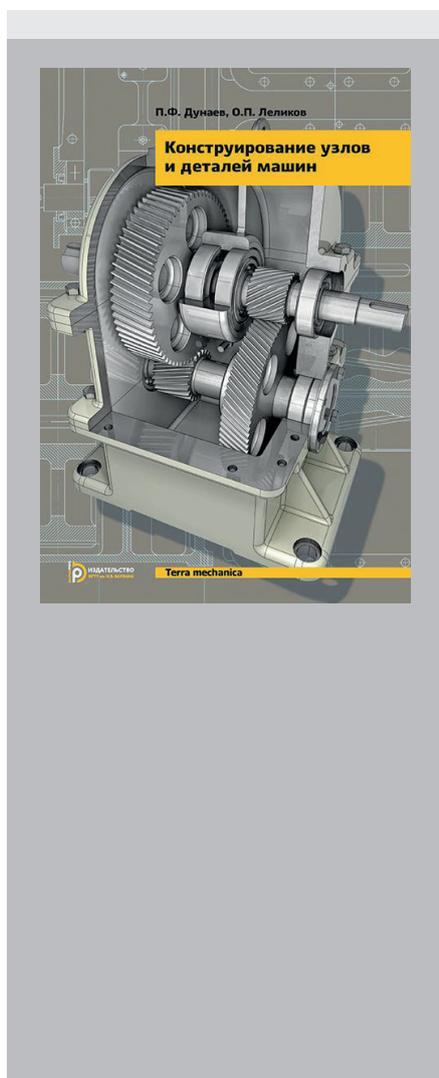
**ЗОЛОТОВ Иван Анатольевич** (Калининград) — соискатель кафедры «Теория механизмов и машин и детали машин». Калининградский государственный технический университет (236022, Калининград, Российская Федерация, Советский пр-т, д. 1, e-mail: zolivan@rambler.ru).

**ШАРКОВ Олег Васильевич** (Калининград) — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Теория механизмов и машин и детали машин». Калининградский государственный технический университет (236022, Калининград, Российская Федерация, Советский пр-т, д. 1, e-mail: o\_sharkov@mail.ru).

## Information about the authors

**ZOLOTOV Ivan Anatolyevich** (Kaliningrad) — Doctoral Candidate, Department of Theory of Mechanisms, Machines and Machine Parts. Kaliningrad State Technical University (236022, Kaliningrad, Russian Federation, Sovetskiy Ave., Bldg. 1, e-mail: zolivan@rambler.ru).

**SHARKOV Oleg Vasilyevich** (Kaliningrad) — Doctor of Science (Eng.), Associate Professor, Department of Theory of Mechanisms, Machines and Machine Parts. Kaliningrad State Technical University (236022, Kaliningrad, Russian Federation, Sovetskiy Ave., Bldg. 1, e-mail: o\_sharkov@mail.ru).



В Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана  
вышло в свет 13-е издание учебного пособия  
**П.Ф. Дунаева, О.П. Леликова**

### «Конструирование узлов и деталей машин»

Изложены основные принципы конструирования узлов и деталей машин, расчеты, позволяющие определить необходимые размеры узлов и деталей машин общемашиностроительного применения. Рекомендации по конструированию и монтажу сопровождаются анализом условий работы деталей в машинах. Рассмотрены современные лазерные приборы, разработанные фирмой SKF (Швеция), для точного измерения расцентровок валов соединяемых узлов в машинах и для выверки положения шкивов клиноременных передач. Описаны конструкция и методика подбора универсальной подводимой опоры, допускающей погрешности взаимного положения корпусов вдоль оси, нормальной к поверхности контакта и углового взаимного смещения соединяемых поверхностей. Приведены методические указания к выполнению чертежей типовых деталей машин и сборочных единиц, правила оформления учебной конструкторской документации. Представлены анализ результатов расчета передач на ЭВМ и рекомендации по выбору оптимального варианта для конструктивной проработки; учтены некоторые изменения в методиках расчетов передач, подшипников качения, конструирования корпусных деталей и др.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по машиностроительным направлениям подготовки специалистов, а также преподавателей и работников конструкторских бюро предприятий.

**По вопросам приобретения обращайтесь:**

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.  
Тел.: +7 499 263-60-45, факс: +7 499 261-45-97;  
press@bmstu.ru; www.baumanpress.ru