



ПРИВОДЫ И КОМПОНЕНТЫ МАШИН



MACHINE DRIVES AND PARTS

International Engineering Journal

Дайджест

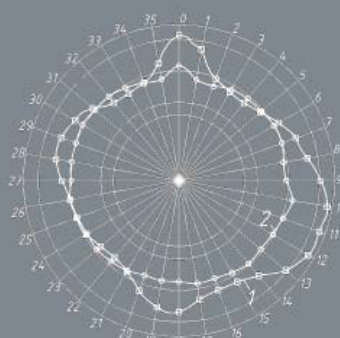
В номере

На вершине машиностроительных технологий



стр. 10

Оценка отклонений от круглости
втулок приводных роликовых
цепей



стр.18

Стенды диагностирования
насосных агрегатов
гидроприводов

стр. 23

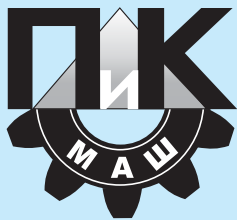
Компоненты современных
приводов на промышленных
выставках



стр. 27

Законы сохранения в
микроэкономике и их
отражение в бухгалтерии.
Часть 3

На острие технического прогресса



4-5.2015
(17)

Учредитель и издатель
ООО НПП "Подъемтранссервис"

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-43681 от 28.01.2011 г.

Главный редактор Н.И. Ивашков

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Председатель Совета Г.А.Тимофеев

Бережной С.Б., д-р техн. наук, профессор,
председатель секции механических передач

Бозров В.М., канд. техн. наук

Вавилов А.В., д-р техн. наук, профессор (Беларусь)

Григорьев О.В., д-р техн. наук, профессор (Украина)

Гуськов А.М., д-р техн. наук, профессор

Ивашков Н.И., канд. техн. наук

Ковальский В.Ф., д-р техн. наук, профессор

Костромин А.Д., канд. техн. наук (Молдова)

Лагерева А.В., д-р техн. наук, профессор

Малащенко В.А., д-р техн. наук, профессор (Украина)

Матвиенко Ю.Г., д-р техн. наук, профессор

Мисюрин С.Ю., д-р физ.-мат. наук

Осипов О.И., д-р техн. наук, профессор

Попов Е.В., канд. техн. наук,

председатель секции электроприводов

Сморгонский А.В., д-р физ.-мат. наук,

председатель секции экономики

Сушинский В.А., канд. техн. наук, профессор

Тимофеев Г.А., д-р техн. наук, профессор,

председатель секции конструирования и расчетов

Храмшин В.Р., д-р техн. наук, профессор

РЕДАКЦИЯ:

Авинов А.В., научный редактор, ответственный
секретарь

Апраксина Ю.Н., менеджер по распространению
и рекламе

Израйлевич М.Л., научный обозреватель

Адрес для переписки: 141231, Московская обл.,

Пушкинский р-н, пос. Лесной, ул. Мичурина, 9

Тел/факс: (495) 967-69-83, 993-10-26

E-mail: ptd@npp-pts.ru, pikmash@yandex.ru

Выходит шесть раз в год.

Отпечатан с оригинал-макета заказчика
в типографии ФГБНУ "Росинформагротех".
141261, пос. Правдинский Московской обл.
ул. Лесная, 60 Заказ

При перепечатке или цитировании материалов
ссылка на журнал обязательна.

Позиция редакции не обязательно совпадает
с мнением авторов публикаций.

Редакция не несет ответственности за содержание
и достоверность информации, предоставленной
рекламодателями.

Подписные индексы журнала по каталогам:

Агентства "Роспечать" - 79420

"Пресса России" - 13174

ПРИВОДЫ И КОМПОНЕНТЫ МАШИН

Издается с 2011 года

MACHINE DRIVES AND PARTS

СОДЕРЖАНИЕ

2 приводы и их элементы

Совершенствование гидроприводов ударно-вибрационных машин 2

7 механические передачи

Новый способ бесступенчатого изменения скорости при помощи
зубчатых дифференциальных передач с замкнутой гидросистемой 7

Статистическая оценка отклонений от круглости свертных втулок
приводных роликовых цепей 10

14 соединения, узлы, детали

Повышение точности контроля ответственных деталей машин 14

18 эксплуатация, диагностика, ресурс

Совершенствование стационарных стендов диагностирования
насосных агрегатов гидроприводов грузоподъемных машин 18

Диагностика современных приборов безопасности 20

23 выставки, конференции, конкурсы

Редукторы, мотор-редукторы и исполнительные механизмы на
московских международных промышленных выставках в 2015 году 23

27 экономика, рынки

Законы сохранения стоимости в микроэкономике и их отражение в
правилах ведения бухгалтерского учета. Часть 3 27

32 информация

Abstracts of published articles 32

АННОТАЦИИ ОПУБЛИКОВАННЫХ СТАТЕЙ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДОВ УДАРНО-ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

А.В. ВАВИЛОВ, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой,
А.Н. СМОЛЯК, канд. техн. наук, доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

Применение роторных гидрораспределителей с гидравлической обратной связью и объемным регулированием скорости вращения в конструкциях ударно-вибрационных машин позволяет повысить энергию удара при высоком коэффициенте полезного действия за счет однонаправленного непрерывного вращения ротора, исключая возникновение режима автоколебаний элементов гидроаппаратов, гидроударов и кавитации. Такое техническое решение для ударно-вибрационных машин обеспечивает их высокую надежность и большую мощность, значительное снижение шума и вибрации во время работы дорожно-строительной техники.

Ключевые слова: гидрофицированная техника, ударно-вибрационные машины, гидропривод, роторный гидрораспределитель, частота ударов.

НОВЫЙ СПОСОБ БЕССТУПЕНЧАТОГО ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ЗУБЧАТЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПЕРЕДАЧ С ЗАМКНУТОЙ ГИДРОСИСТЕМОЙ

В.А. МАПАЩЕНКО, д-р техн. наук, профессор
Национальный университет «Львовская политехника», Украина
О.Р. СТРИЛЕЦ, канд. техн. наук, доцент,
В.Н. СТРЕЛЕЦ, канд. техн. наук, профессор
Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно, Украина

Описан новый способ бесступенчатого управления изменением скорости при помощи дифференциальных передач с замкнутой гидросистемой, для случаев, когда звеньями управления могут быть солнечное зубчатое колесо, водило или эпицикл. В каждом случае звено управления соединено с замкнутой гидросистемой и может двигаться или быть остановленным. Проведены исследования и с помощью компьютерного моделирования получены взаимные графические зависимости скоростей ведущих, управляющих и ведомых звеньев.

Ключевые слова: управление изменениями скорости, зубчатая дифференциальная передача, замкнутая гидросистема, звено управления.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОТКЛОНЕНИЙ ОТ КРУГЛОСТИ СВЕРТНЫХ ВТУЛОК ПРИВОДНЫХ РОЛИКОВЫХ ЦЕПЕЙ

В.А. ДЗЮРА, канд. техн. наук, доцент
Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, Украина

Предложен новый метод оценки отклонений от круглости внутренних цилиндрических поверхностей свертных втулок, собранных во внутренние звенья приводных роликовых и втулочных цепей. Отклонения представлены как случайные величины, подчиняющиеся нормальному закону распределения. С использованием метода итераций на основании теории малой выборки найдены выборочные значения математических ожиданий и дисперсий отклонений перпендикулярных сечений внутренних цилиндрических поверхностей втулок. В качестве статистической оценки отклонений предложено максимальное значение, равное сумме математического ожидания и трех значений среднего квадратического отклонения.

Ключевые слова: свертная втулка, внутренняя цилиндрическая поверхность, отклонения от круглости, математическое ожидание, дисперсия рассеивания.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ КОНТРОЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Н.Н. БАРБАШОВ, канд. техн. наук, доцент,
А.С. ЛОПАТИНА, инженер,
Е.О. ПОДЧАСОВ, инженер
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия

Рассмотрена методика уменьшения времени контроля деталей машин, позволяющая сократить число измерений, для реализации которой применяется метод последовательного анализа. Его использование показано на математической модели и в производственном примере.

Ключевые слова: машиностроение, ответственные детали, точность изготовления и измерений, контроль, автоматизация.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ СТЕНДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ГИДРОПРИВОДОВ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

С.А. ЛАРИОНОВ, канд. техн. наук, директор
ООО фирма «Техносинтез», г. Томск
В.П. ФОМИН, генеральный директор, эксперт
Г.Н. ПОНЯТОВ, заместитель генерального директора, эксперт
Д.А. КУДРЯВЦЕВ, начальник службы ремонта, эксперт
С.Г. ПОНЯТОВ, начальник лаборатории приборов безопасности, эксперт
А.В. ЕВДОКИМОВ, начальник лаборатории неразрушающего контроля, эксперт
Д.А. СЕНДОВ, начальник бюро экспертизы, эксперт
ООО «Тюменский экспертный центр»

Представлена структура автоматизированного стационарного стенда для испытания насосных агрегатов мощностью до 45 кВт. Рассмотрена возможность модернизации стенда с применением переносных электронно-механических гидротестеров. Представлены результаты испытаний гидронасосов.

Ключевые слова: грузоподъемные машины, гидроприводы, диагностика технического состояния, испытательные стенды, электронно-механические гидротестеры.

ДИАГНОСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ПРИБОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ

А.А. ЗЕНКИН, наладчик приборов безопасности
В.П. ФОМИН, генеральный директор, эксперт
Г.Н. ПОНЯТОВ, заместитель генерального директора, эксперт
Д.А. КУДРЯВЦЕВ, начальник службы ремонта, эксперт
С.Г. ПОНЯТОВ, начальник лаборатории приборов безопасности, эксперт
А.В. ЕВДОКИМОВ, начальник лаборатории неразрушающего контроля, эксперт
Д.А. СЕНДОВ, начальник бюро экспертизы, эксперт
ООО «Тюменский экспертный центр»

Рассматривается новое оборудование для диагностики приборов безопасности и элементов электросхем грузоподъемных механизмов.

Ключевые слова: грузоподъемная техника, приборы безопасности, диагностические стенды, функции и возможности, диагностический комплекс.

Продолжение см. на стр. 6

ABSTRACTS OF PUBLISHED ARTICLES

ENHANCEMENT OF HYDRAULIC ACTUATORS FOR SHOCK-AND-VIBRATION MACHINES¹

A.V. VAVILOV, Dr. Tech. Sci., Professor, Head of Department,
A.N. SMOLYAK, Cand. Tech. Sci., Associate professor
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

The use of rotary valves with hydraulic feedback and volume control of the rotational speed in the construction of the shock-and-vibration machines can increase the impact energy at high efficiency due to the continuous unidirectional rotation of the rotor, precluding the occurrence of self-oscillation mode of hydrodevices elements, water hammer and cavitation. This solution for the shock-and-vibration machines provides high reliability and larger capacity, significant reduction in noise and vibration during operation of road-building equipment.

Keywords: hydroficated appliances, shock-vibration machines, hydraulic drive, rotary valve, blow frequency.

NEW METHOD OF CONTINUOUSLY VARIABLE SPEED CHANGE VIA DIFFERENTIAL GEAR WITH CLOSED HYDROSYSTEM²

V.A. MALASHCHENKO, Dr. Tech. Sci., Professor
Lviv Politechnic National University, Ukraine
O.R. STRILETS, Cand. Tech. Sci., Associate professor,
V.N. STRILETS, Cand. Tech. Sci., Professor
National University of Water Management and Nature Resources Use,
Rivne, Ukraine

The article considers processes of continuously variable speed change management via differential transmission with a closed hydrosystem, when the control element is either solar gear or the carrier or epicycle. In each case, the control element is connected to closed hydrosystem and can be in motion or immovable depending on the bandwidth of hydrosystem regulating throttle. We had held theoretical research and received graphic dependences between velocities of driving, control and driven elements by means of computer programming.

Key words: speed management, differential gear, closed hydrosystem, control element.

STATISTICAL ESTIMATION OF CIRCULARITY DEVIATION OF ROLLED SLEEVES OF DRIVE ROLLER CHAINS³

V.A. DZYURA, Cand. Tech. Sci., Associate Professor
Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

The new method of estimating the circularity deviation of inner cylindrical surfaces of rolled sleeves joined into inner links of drive roller and sleeve-type chains is suggested. The circularity deviations are considered random variables subjected to the normal distribution law. Having used the process of iteration based on the theory of small sample, the random variables of mathematical expectations and dispersions of circularity deviations of perpendicular sections of sleeves' cylindrical surfaces are obtained. As statistical estimation of circularity deviation is suggested its largest observation, which equals the sum of mathematical expectation and three values of medium quadratic deviation.

Key words: rolled sleeve, inner cylindrical surface, circularity deviation, mathematical expectation, dispersion of scattering.

INCREASING ACCURACY OF PRECISION PARTS CONTROL⁴

N.N. BARBASHOV, Cand. Tech. Sci., Associate Professor,
A.S. LOPATINA, engineer,
E.O. PODCHASOV, engineer
Bauman Moscow State Technical University, Russia

The article presents the method to reduce time required for control of machine parts by means of measurement amount reduction. The method of sequential analysis is used for this purpose. Its usage is shown with

mathematical modeling and manufacturing example.

Key words: mechanical engineering, precision parts, machining and control accuracy, control, automation.

IMPROVEMENT OF STATIONARY DIAGNOSING STANDS OF PUMPING UNITS OF HOISTING MACHINES HYDRODRIVES⁵

S.A. LARIONOV, Cand. Tech. Sci., Director
TechnosynteZ, Tomsk, Russia
V.P. FOMIN, General Director, Expert,
G.N. PONYATOV, Deputy General Director, Expert,
D.A. KUDRYAVTSEV, Head of the repair service, Expert,
S.G. PONYATOV, Head of security instruments laboratory, Expert,
A.V. EVDOKIMOV, Head of nondestructive testing laboratory, Expert,
D.A. SENDOV, Head of examination bureau, Expert
Tyumen Expert Center, Russia

The article presents the structure of stationary automated test bench for pumps with power up to 45 kW. The possibility of upgrading the bench using portable electro-mechanical gidrotesters is examined. The results of hydraulic pumps tests are performed.

Keywords: hoisting machines, hydraulic drives, technical condition diagnostics, test equipment, electronic and mechanical gidrotesters.

MODERN SAFETY DEVICES DIAGNOSTIC⁶

A.A. ZENKIN, Safety devices Adjuster,
V.P. FOMIN, General Director, Expert,
G.N. PONYATOV, Deputy General Director, Expert,
D.A. KUDRYAVTSEV, Head of the repair service, Expert,
S.G. PONYATOV, Head of security instruments laboratory, Expert,
A.V. EVDOKIMOV, Head of nondestructive testing laboratory, Expert,
D.A. SENDOV, Head of examination bureau, Expert
Tyumen Expert Center, Russia

New equipment for the diagnosis of safety devices and electrical circuit elements of hoisting devices is considered.

Keywords: hoisting equipment, safety devices, diagnostic systems, functions and features, diagnostic equipment.

GEARS, GEARMOTORS AND ACTUATORS AT THE MOSCOW INTERNATIONAL INDUSTRIAL EXHIBITION IN 2015⁷

Mir L. IZRAILEVICH, Scientific Analyst

Components which are commonly used in today's drive systems and were presented at the industrial exhibitions in Moscow in 2015 are observed.

THE MICROECONOMICS LAWS OF ASSETS VALUE CONSERVATION AND ITS REPRESENTATION IN ACCOUNTING. Part 3⁸

A.V. SMORGONSKIY, Dr. Phys.-Math. Sci., vice general director
JV «Accumulator Company «Rigel», Moscow, Russia

The subject of research, in the article presented, is a universal accounting model of an enterprise, which acquires necessary factors of production, processes them, and sells finished goods. The detailed analysis of the main economic transactions shows that there are some parameters (measures), pertinent to the company under investigation, that remain constant at each stage, and hence during the whole production cycle. Assuming the factor's prices remain unchanged, the formulated microeconomics properties hold as strictly as laws of conservation in Physics do. We also show that in case of inflation when the prices change during the production cycle (what is equal to change of standards), the formulated laws still apply as long as the corresponding corrections are made.

Keywords: assets, net assets, the laws of assets value, conservation, microeconomics.

48/00. Зубчастий диференціал з пристроєм для керування змінами швидкості / Стрілець В.М., Ріло І.П., Шинкаренко І.Т., Стрілець О.Р.; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. – u №200604863; заявл. 03.05.2006; опубл. 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

12. Пат. 18587 Україна, МПК F16 H 48/00. Зубчастий диференціал з пристроєм для керування змінами швидкості / Стрілець О.Р., Стрілець В.М., Шинкаренко І.Т.; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. – u №200605205; заявл.

12.05.2006; опубл. 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

13. Пат. 28489 Україна, МПК В 60 К 17/06. Планетарна коробка передач / Стрілець О.Р.; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. – u №2007 09132; заявл. 09.08.07; опубл. 10.12.07, Бюл. №20, 2007р.

14. Пат. 48608 Україна, МПК F16 H 48/00. Зубчастий диференціал з пристроєм для керування змінами швидкості / Стрілець О.Р., Стрілець В.М.; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. – u № 200910172; заявл. 07.10.2009; опубл.

25.03.2010, Бюл. № 6., 2010 р.

15. **Кіницький Я.Т.** Теорія механізмів і машин: Підруч. / Я.Т. Кіницький; НАН України. – К.: «Наук. Думка», 2002. – 660 с.

16. **Левитський Н.И.** Теория механизмов и машин / Н.И. Левитский. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 576 с.



В.А. Малащенко.

E-mail: v.o.malash@mail.ru

О.Р. Стрілець.

E-mail: ua_oleg@hotmail.com



СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОТКЛОНЕНИЙ ОТ КРУГЛОСТИ СВЕРТНЫХ ВТУЛОК ПРИВОДНЫХ РОЛИКОВЫХ ЦЕПЕЙ

Владимир Алексеевич ДЗЮРА, канд. техн. наук, доцент

Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, Украина

Предложен новый метод оценки отклонений от круглости внутренних цилиндрических поверхностей свертных втулок, собранных во внутренние звенья приводных роликовых и втулочных цепей. Отклонения представлены как случайные величины, подчиняющиеся нормальному закону распределения. С использованием метода итераций на основании теории малой выборки найдены выборочные значения математических ожиданий и дисперсий отклонений перпендикулярных сечений внутренних цилиндрических поверхностей втулок. В качестве статистической оценки отклонений предложено максимальное значение, равное сумме математического ожидания и трех значений среднего квадратического отклонения.

Ключевые слова: свертная втулка, внутренняя цилиндрическая поверхность, отклонения от круглости, математическое ожидание, дисперсия рассеивания.

Одним из важнейших показателей качества свертных втулок приводных роликовых и втулочных цепей (ПРВЛ) является отклонения от круглости поперечных сечений их внутренних цилиндрических поверхностей (ВЦП). Такие отклонения с одной стороны снижают точность взаимного располо-

жения валиков ПРВЛ в их шарнирах, а с другой – способствуют повышению интенсивности износа из-за нарушения целостности смазочной пленки и локального увеличения контактных напряжений, а также негативно влияют на прочность прессовых соединений и уровень шума в процессе экс-

плуатации.

Согласно ГОСТ [1] отклонение от круглости Δ_{max} есть максимальное расстояние от реальной точки профиля к прилегающей окружности. Вполне оправдано предположить, что такие отклонения Δ_i (i – номер детали, реализации) для различных деталей партии, полученные в технологическом процессе изготовления свертных втулок, будут разными и не превышающими максимального значения Δ_{mc} а их значения будут случайными величинами с определенным законом распределения.

Поэтому предложенный метод статистической оценки отклонений от круглости в вероятностном аспекте использованием гармонического анализа и усовершенствованного метода прямоугольных вкладов (метода итераций) на основании теории малой выборки является, на наш взгляд, новым и бесспорно актуальным.

Анализ исследований и публикаций. Исследованию отклонений от круглости в настоящее время посвяща-

значительное количество научных работ [2, 3, 5-7, 12], в которых теоретически обоснованы разные возможности определения их величины. Анализ показал, что можно выделить два метода такого определения.

Первый [4] заключается в том, что цилиндрическую деталь (валик, втулку) устанавливают в приспособление, обеспечивая при этом соответствующие базирование, например, в призмах или в центрах, а регистрирующий прибор, например, индикатор часового типа или вертикальный длинномер размещают так, чтобы вертикальная ось щупа прибора соосно контактировала с наружной цилиндрической поверхностью. Исследуемую деталь проворачивают на определенный угол и по отклонению стрелки регистрирующих приборов устанавливают величину отклонения от круглости. Метод достаточно производительный и его как правило используют в цехах на участках технического контроля качества.

Второй метод [8] предусматривает использование специальных приборов – кругломеров, когда при ощупывании цилиндрической поверхности идеально вращающимся щупом снимают круглограмму, по которой определяют максимальное отклонение от круглости Δ_{max} . Ряд исследователей [2, 5] эти отклонения, полученные в заданных положениях, на основании круглограмм представляют в интервале $[0; 2\pi]$ как стационарные или нестационарные периодические случайные функции, которые аппроксимируют тригонометрическим рядом Фурье.

В случае, когда формирование свертных втулок происходит путем периодического или последовательного деформирования заготовок-карточек с последующим их калиброванием в фильерах, отклонения в интервале $[0; 2\pi]$ от круглости поперечных сечений ВЦП представлены нестационарной случайной периодической функцией [3]. Стыковые швы таких свертных втулок принимали за начало и конец интервала $[0; 2\pi]$.

Рассматривая каждую круглограмму как отдельную реализацию для получения действительных результатов, авторы работ [2, 3] при исследовании отклонений от круглости свертных втулок ПРВЛ с шагами 9,252; 12,7; 15,875; 19,05 и 25,4 мм использовали выборку объемом 40 круглограмм. Воспользовавшись методом Спрега [1, 6], получали усредненную круглограмму отклонений, которые аппроксимировали тригонометрическим рядом Фурье. В результате получали усредненное значение отклонений от круглости, значения амплитуд гармоник и дисперсию рассеивания величины Δ .

Полученные результаты позволили, проанализировав величину гармоник, определить влияние каждой из них или определенного их количества на общую дисперсию. Такой подход с одной стороны представляет возможность корректировать профили деформирующих инструментов и технологических процессов изготовления свертных втулок в направлении, обеспечивающем повышение качества исследуемых деталей.

Но с другой стороны, при оперировании усредненной круглограммой возникает опасность получить неадекватную модель физического контакта ВЦП свертной втулки с валиком, что является существенным недостатком такого подхода.

Основное содержание работы. Объектами экспериментальных исследований были свертные втулки для ПРВЛ с шагами 9,525; 12,7; 15,875 мм (Даугвпилского завода приводных цепей, Латвия), 19,05 мм (Новосибирского завода низковольтной аппаратуры, Российская Федерация) и 25,4 мм (Днепропетровского завода цепей и электродов, Украина).

Сущность предложенного метода состоит в следующем. Образовав малую выборку, например, из 10-ти круглограмм (10 реализаций), для каждой из них определили отклонения от круглости в перпендикулярных сечениях ВЦП свертных втулок, собранных во внутренние звенья цепи. Отклонения Δ_j ($j = 1, 2, 3 \dots 36$) определяли в каждом из 36-ти равномерно расположенных по окружности положений, как кратчайшие расстояния от соответствующих точек реального профиля до вписанной прилегающей окружности.

В качестве примера на рис. 1 представлен ансамбль из пяти реализаций отклонений от круглости на интервале $[0; 2\pi]$ свертных втулок цепи шага 9,525 мм, а на рис. 2 – отдельные круглограммы отклонений от круглости ВЦП свертных втулок для цепей с шагами 9,525 и 19,05 мм. Каждую отдельную реализацию представляли как нестационарную периодическую функцию на интервале $[0; 2\pi]$. Ограничившись 10-ю первыми гармониками $k_0 = [1, 2, 3 \dots 10]$ полученную функцию аппроксимировали тригонометрическим рядом Фурье

$$f(\Delta_i) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k_0=1}^{10} (a_{k_0} \cdot \cos k_0 \Delta_i + b_{k_0} \cdot \sin k_0 \Delta_i), \quad (1)$$

где i – порядковый номер круглограмм. На основании этого получили математическое ожидание $M(\Delta_k)$, которое приблизительно равно среднему значению отклонений $M(\Delta_k) \approx \bar{\Delta}_k = \frac{a_0}{2}$, значения амплитуд $A_{k_i} = \sqrt{a_{k_0}^2 + b_{k_0}^2}$, где a_{k_0} и b_{k_0} – коэффициенты ряда Фурье, а также дисперсию $D(\Delta_k) = \sum_{k_0=1}^{10} A_{k_0}^2 / 2$ [5].

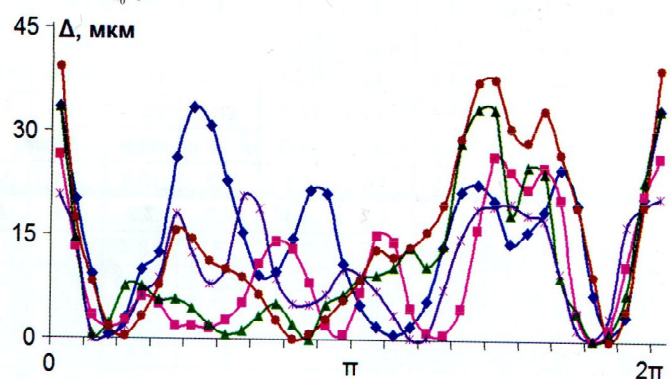


Рис. 1. Ансамбли из пяти реализаций отклонений от круглости ВЦП свертных втулок к цепи с шагом 9,525 мм

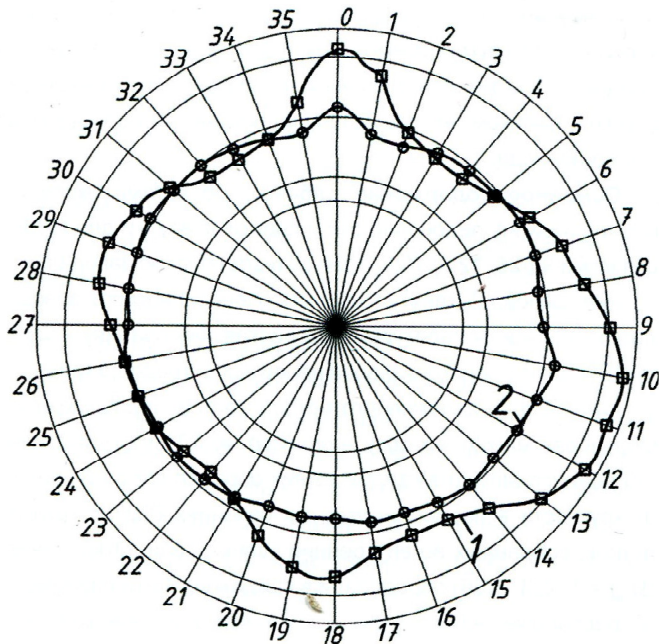


Рис. 2. Круглограммы отклонений от круглости ВЦП втулок к цепям с шагами: 1 – 9,525 мм; 2 – 19,05 мм

Полученные значения $M(\Delta k)$ и $D(\Delta k)$ для каждой i -ой круглограммы представляли как случайные величины, формирующие определенные статистические ряды. Используя метод «трех арбитров» за критериями Греббса, Ирвина и Романовского определяли наличие в статистических рядах значений $M(\Delta k)$ и $D(\Delta k)$, которые резко выделялись. Применив «принцип большинства» (двух против одного) такие значения отбрасывали и дополнительно добавляли новые круглограммы, их исследовали и оставляли в выборке, обеспечивая ее величину в 10 реализаций. Критерием W согласования распределения [10] подтверждали нормальность распределения этих величин.

В качестве примера в табл. 1 представлены характери-

Значения характеристик распределения и амплитуд гармоник сверточных втулок с шагами 19,05 мм

Характеристики распределения Δ и значения амплитуд A , мм	Значения отклонений отдельных реализаций для порядковых номеров круглограмм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M(\Delta k)$, мкм	7,3	4,02	3,13	4,6	4,44	4,21	4,3	4,35	6,62	4,84
$D(\Delta k)$, мкм ²	36,4	3,62	6,00	10,12	11,22	4,09	11,68	4,47	16,51	9,9
A_1	31,4	11,7	11,7	41,4	23,9	31,9	23,5	29,9	23,1	3,06
A_2	16,4	34,5	34,5	17	13,9	7,5	12,3	7,8	49,6	0,62
A_3	10,5	3,4	3,4	6,3	16,2	8,1	14,8	8,3	5,4	0,32
A_4	11,0	4,3	4,3	4,9	7,3	5,1	8,4	4,9	1,5	0,63
A_5	12,9	3,2	3,2	8	18,4	8,9	18,9	9,1	4,3	0,84
A_6	4,9	9,6	9,6	2,4	6,9	8,3	7,6	8,6	3,1	1,25
A_7	5,6	14,3	14,3	6,3	2,6	9,3	2,8	9,3	6,5	1,58
A_8	3,9	6,4	6,4	6,6	2,4	7,4	3,6	7,7	1,8	1,1
A_9	1,9	1,8	1,8	3,7	4,9	9,4	4,9	9,8	3,5	1,55
A_{10}	1,5	10,8	10,8	3,1	3,3	4,1	3,2	4,1	1,2	1,07

Таблица 1

стики распределения величин $M(\Delta k)$ и $D(\Delta k)$ и амплитуд гармоник $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{10}$ для исследуемых сверточных втулок цепи ПР-19,05-31,8 ГОСТ 13568-97.

Воспользовавшись зависимостями для определения выборочных характеристик $M(\Delta_g)$ и $D(\Delta_g)$, полученными авторами [11], для выборок объемом 10 будем иметь

$$M(\Delta_g) = \frac{a+b}{2} \prod_{k=1}^{10} c_k + \sum_{k=1}^{10} \prod_{i=k}^{10} c_k \left\{ \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{z_{1k}^2}{2}} - \frac{z_{2k}^2}{2} \right) + \Delta_k [\Phi(z_{2k}) - \Phi(-z_{1k})] \right\} \quad (2)$$

$$D(\Delta_g) = \frac{a^2 + ab + b^2}{3} \prod_{k=1}^{10} c_k + \sum_{k=1}^n \prod_{j=1}^{10} c_k \left\{ \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \left[(\sigma \cdot z_{1k} + 2\Delta_k) e^{-\frac{z_{1k}^2}{2}} - (\sigma \cdot z_{2k} + 2\Delta_k) e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} + (\sigma^2 + \Delta^2) [\Phi(z_{2k}) - \Phi(z_{1k})] \right] \right\} - M^2(T) \quad (3)$$

где a и b – соответственно границы интервалов; σ_0 – среднее квадратическое отклонение.

$$c_k = \frac{1}{1 + \Phi\left(\frac{b - \Delta_k}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a - \Delta_k}{\sigma}\right)}, \quad k = 1, 2, 3, \dots, 10.$$

$$z_{1k} = \frac{a - \Delta_k}{\sigma}; \quad z_{2k} = \frac{b - \Delta_k}{\sigma}; \quad \sigma = \frac{b - a}{6},$$

$$\Phi = \frac{b - \Delta_k}{\sigma}, \quad \Phi = \frac{a - \Delta_k}{\sigma} \text{ – значения функций Лапласа.}$$

Используя зависимости (2), (3) получили выборочные характеристики рассеивания величины Δ . Для примера, приведенного в табл. 1, $M(\Delta_g) = 5,08$ мкм, $D(\Delta_g) = 12,45$ мкм².

Существенность отличия средних $\bar{\Delta}_1, \bar{\Delta}_2, \bar{\Delta}_3, \bar{\Delta}_4, \bar{\Delta}_5$ отклонений от круглости различных сверточных втулок исследуемых ПРВЛ проверяли по критерию Стюдента, а дисперсий $D(\Delta_1), D(\Delta_2), D(\Delta_3), D(\Delta_4)$ по критерию Фишера.

В качестве статистической оценки отклонений от круглости рекомендовано принимать максимальное значение

$$\Delta_{\max} = M(\Delta_i) + 3\sqrt{D(\Delta_i)}. \quad (4)$$

Полученные для втулок исследованных ПРВЛ значения характеристик распределения значения Δ_{\max} представлены табл. 2.

На основании полученных данных предложено за эталон точности формы отклонения от круглости принять характеристики распределений отклонений от

Значения характеристик распределения отклонений от круглости и их максимальные значения

Таблица 2

Характеристики распределения	Значения характеристик распределения отклонений от круглости и Δ_{\max} для ПРВЛ с шагами, мм				
	9,525	12,7	15,875	19,0	25,4
Математическое ожидание $M(\Delta i)$, мкм	20,25	4,63	1,44	0,96	8,66
Дисперсия $D(\Delta i)$, мкм ²	226,00	620,01	15,4	30,47	43,68
Максимальное значение Δ_{\max} , мкм	65,35	34,02	37,85	15,66	28,48

круглости ВЦП втулок цепи ПР-19,05-31,8 ГОСТ 13568-97.

Установлено, что точность формы свертных втулок для ПРВЛ с шагами 9,525; 12,7 и 15,875 мм по средним значениям $\bar{\Delta}$ по критерию Стюдента существенно отличаются от точности формы свертных втулок ПРВЛ с шагом 19,05 мм. Оценка существенности различия точности формы свертных втулок по дисперсиям показала, что втулки, изготовленные на Даугапилском и Днепропетровском заводах, имеют существенное различие по отношению к таким же параметрам втулок новосибирского производства.

Таким образом, предложенный метод статистического оценивания отклонений от круглости с использованием теории малой выборки может быть полезным для определения не только качественных показателей, но и направлений совершенствования существующих технологических процессов изготовления свертных втулок ПРВЛ.

Литература

1. Допуски формы и расположения поверхностей. ГОСТ 24642-81. [действителен от 1981.03.18]. – Международный стандарт СССР. Группа Г06. – М.: Изд.-во ГОСТстандарт. – 1989. – 45 с.

2. **Кривый Петр Дмитриевич.** Работоспособность приводных роликовых и втулочных цепей с ориентированными свертными втулками: дис... канд. техн. наук: 05.02.02 / Кривый Петр Дмитриевич; Львовский политехнический институт. – Львов. – 1990. – 252 с. – библиогр.: 234-252.

3. P. Kryvyi, P. Kryvinskyi, V. Bodnar, I. Sotnyk, A. Senyk. «Theoretical and Experimental Substantiation of Angle Orientation of Rolling Bushings of Roller and Bushing Chains». Paper no. MSEC 2007-31211 International Manufacturing Science and Engineering conference. October 15-18, 2007, Atlanta, Georgia, USA, pp. 623-627.

4. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./ В.Д. Мягков, М.А. Палей. – 6 изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. – 543 с.

5. **Сухов М.Ф.** Статистическая оценка точности опорных валков станов холодной прокатки на основе гармонического анализа. / Изв. вузов: Машиностроение, 1973, №7, С. 145-149.

6. Функциональная взаимозаменяемость в машиностроении [Текст]: научное издание / Ю. Н. Ляндон; общ. ред. А. И. Якушев. М.: Машиностроение, 1967. 219 с.

7. **Жебровская-Луцик С.** Методы определения формы цилиндрических деталей // Вестник машиностроения,

1980. № 12. – С. 41-49.

8. **Якушев А.И.** Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник. – 5-е изд. перераб. и доп. / А.И. Якушев – М.: Машиностроение, 1979. – 343 с.

9. Точность производства в машиностроении и приборостроении [Текст]: научное издание / ред. А. Н. Гаврилов. – М.: Машиностроение, 1973. – 567 с.

10. **Хан Г., Шапиро С.** Статистические модели в инженерных задачах [Текст] / Г. Хан, С. Шапиро. М.: Мир, 1969. – 395 с.

11. Kryvyi P. Technological heredity and accuracy of the cross-section shapes of the hydro-cylinder cylindrical surfaces / P. Kryvyi, V. Dzyura, N. Tymoshenko, V. Krupa // Canadian Journal of Science, Education and Culture / "Toronto Press". – Toronto, 2014. – No.2. (6), (July - December). Volume I. – p. 301-310.

12. **Кривый П.Д.** Проблемы современной технологии изготовления передач с гибкой связью / П.Д. Кривый // Приводы и компоненты машин. Международный инженерный журнал / НПП Подъемтранссервис. – М.: ФГБНУ Росинформротех, 2012. – № 2-3. – С. 21-22.



В.А. Дзюра. E-mail: volodymyr-dzyura@rambler.ru.

www.npp-pts.ru

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВО

ТОРМОЗА ТОЛКАТЕЛИ МАГНИТЫ

НПП "ПОДЪЕМТРАНССЕРВИС" (495) 993-06-13 967-10-25

www.npp-pts.ru

ВСЕ ЦЕПИ ПЛАСТИНЧАТЫЕ КРУГЛОЗВЕННЫЕ

НПП "ПОДЪЕМТРАНССЕРВИС" (495) 993-06-14 967-10-26