

МЕТОД И ИЗМЕРИТЕЛЬНО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ

А.П. Пудовкин¹, В.Н. Чернышов¹, А.В. Колмаков², Ю.В. Плужников²

Кафедра “Криминалистика и информатизация правовой деятельности”, ТГТУ (1);
ОАО “Завод подшипников скольжения”, г. Тамбов (2)

Представлена членом редколлегии профессором С.В. Мищенко

Ключевые слова и фразы: геометрические параметры; вкладыши; контроль качества; поле допуска.

Аннотация: Рассмотрены метод и измерительно-управляющая система неразрушающего контроля геометрических параметров вкладышей подшипников скольжения в процессе их изготовления.

Задача существенного улучшения качества промышленной продукции, а следовательно, повышения надежности и долговечности может быть успешно решена при условии совершенствования производства и методов контроля качества продукции [1].

Контроль качества продукции заключается в проверке соответствия показателей ее качества установленным требованиям. Важными критериями высокого качества деталей машин являются физические, геометрические и функциональные показатели, а также технологические признаки качества, например, отсутствие недопустимых дефектов типа нарушения сплошности материала, соответствия физико-механических свойств и структуры основного материала и покрытия, геометрических размеров и чистоты обработки поверхности требуемым показателям технической документации.

В производстве широко применяют неразрушающий контроль, позволяющий проверить качество продукции без нарушения ее годности к использованию по назначению [2-4].

Существующие средства неразрушающего контроля предназначены для:

- выявления дефектов типа нарушения сплошности материала изделий;
- оценки структуры материала изделий;
- контроля геометрических параметров изделий;
- оценки физико-химических свойств материала изделий.

Автоматическим средствам измерения и неразрушающего контроля (АСИиНК) отводится особая роль в повышении эффективности производства и улучшения качества продукции, так как использование измерительной техники предназначено не только для контроля качества изделий, но и для формирования информации по управлению качеством, обеспечивая повышение точности машин и производительности труда.

Развитие АСИиНК размеров, которые составляют 80...90 % от общего объема средств измерений, эксплуатируемых на машиностроительных предприятиях, осуществляется по двум направлениям:

- измерение и контроль размеров в процессе изготовления деталей;
- измерение и контроль размеров вне зоны обработки деталей.

Каждое направление имеет свои тенденции развития, закономерности, особенности применения, достоинства и недостатки, равноправно существуя в различных областях производства.

Контроль и измерение в процессе изготовления деталей имеет ряд существенных преимуществ:

- производительность контроля и измерения равна производительности изготовления изделий;
- в процессе изготовления осуществляется 100% -ный контроль и измерение;
- синхронизация передачи измерительной информации и движения измеренной детали;
- отсутствие системы транспортирования изделия в зону контроля и измерения.

Технологический процесс производства вкладышей подшипников как при массовом, так и при мелкосерийном производстве, должен гарантировать высокую точность изготовления биметаллических вкладышей для обеспечения их взаимозаменяемости и надежной работы [5].

Основными геометрическими параметрами вкладышей (ГОСТ ИСО 12301-95. Подшипники скольжения. Методы контроля геометрических показателей и показателей качества материалов) являются:

- высота вкладышей, например, Д-50Л в пределах шатунных $37 \frac{\pm 0,060}{\pm 0,110}$ мм и

коренных $40,5 \frac{+0,060}{+0,110}$ мм;

- отклонение от параллельности поверхностей разъема вкладыша относительно образующей наружной цилиндрической поверхности в пределах 0,020 мм;
- прилегание наружной цилиндрической поверхности вкладыша к поверхности постели гнезда контрольного приспособления у вкладышей автомобильных и тракторных двигателей должно быть не менее 90 % площади поверхности, а у дизельных двигателей и компрессоров – не менее 80 %;

- разностенность вкладыша не должна превышать 0,01 мм при диаметре его до 100 мм; 0,015 мм – при диаметре от 100 до 220 мм и 0,022 мм – при диаметре выше 220 мм;

- внутренняя поверхность вкладышей должна обрабатываться до чистоты не ниже 8-го класса по ГОСТ 2789-85.

Первые три параметра контролируются на устройстве «Пресс контрольный модели К9.2281800.000 (Россия, Промашэкспорт, рис. 1), содержащем станину 1, пневматический цилиндр в сборе 2, корпус 3, стабилизатор давления с фильтром 4, распределительный кран 5, контрольное гнездо 6, жесткий эталон 7, индикатор контроля высоты 8, индикаторы контроля непараллельности плоскости разъема 9, прижимную неподвижную планку 10, держатель индикаторов 11, манометр 12.

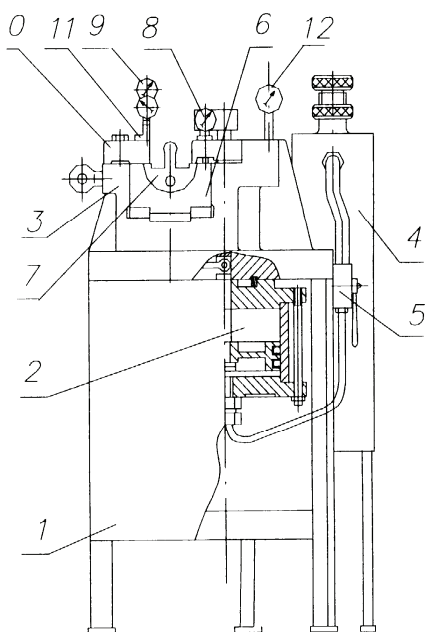


Рис. 1 Пресс контрольный

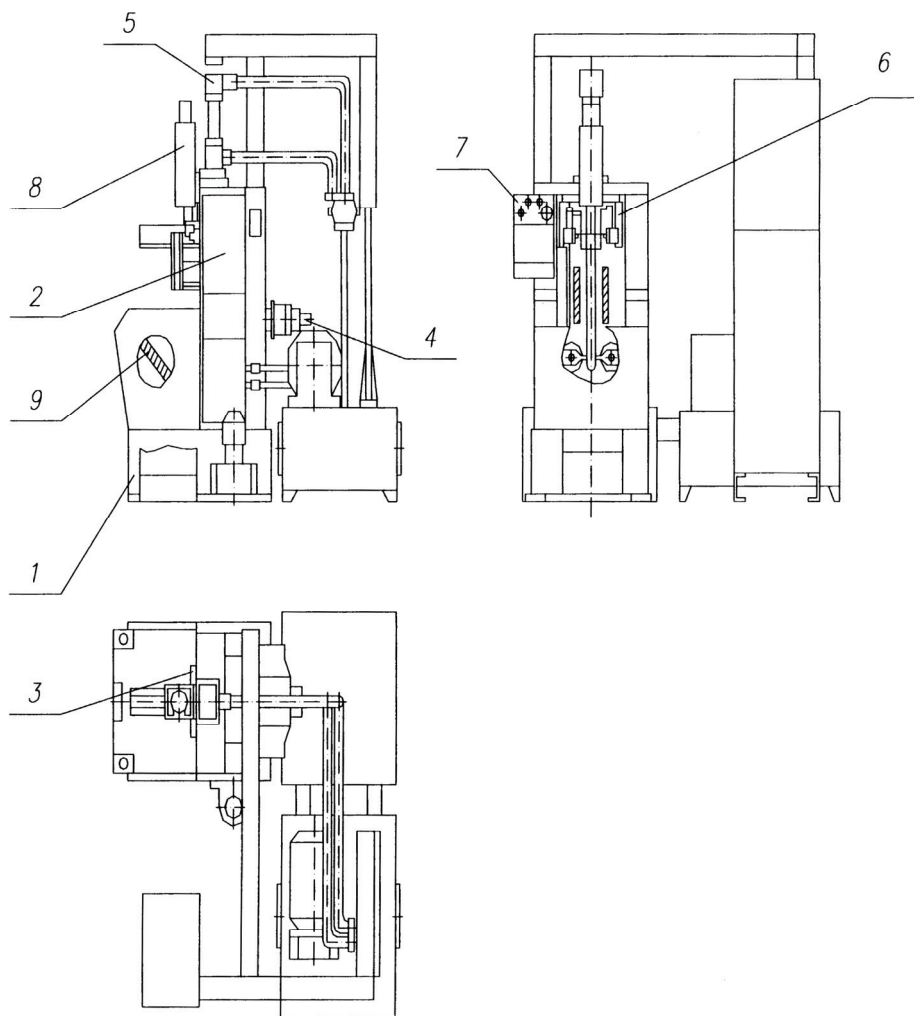


Рис. 2 Расположение составных частей вертикально-протяжного станка

Для повышения производительности контроля геометрических параметров вкладышей и обеспечения профилактики брака предложен метод контроля в процессе их изготовления (в процессе протягивания плоскостей разъема вкладыша на вертикально-протяжном станке). На рис. 2 показано расположение составных частей вертикально-протяжного станка.

Общая компоновка вертикально-протяжного станка включает вертикально установленную на основании 1 станину 2, жестко скрепленную двумя штангами со столом 3 и гидроцилиндром зажима 4. На верхней части станины 2 закреплен рабочий гидроцилиндр 5, связанный штоком с рабочими салазками 6, пульт управления 7, механизм автоматической выгрузки обработанных деталей 8. К нижней части станины смонтирован механизм загрузки 9.

Станина представляет собой сварную конструкцию с накладными стальными термообработанными постельными направляющими, по которым перемещаются рабочие салазки. Верхние направляющие станины также стальные термообработанные, которые за счет винтовой регулировки обеспечивают безлюфтовые зазоры между направляющими станины и рабочими салазками.

Механизм загрузки крепится с помощью кронштейна к нижней части станины и содержит корпус, поворотную загрузочную часть с двумя сегментными отсекающими, пневмоцилиндр привода поворотной части, приемный магазин. Механизм настраивается с заменой отдельных конструктивных элементов на определенный типоразмер вкладыша.

Механизм выгрузки крепится к верхней части станины и содержит корпус, в котором на оси расположен рычаг выгрузки. Привод рычага выгрузки осуществлен от пневмоцилиндра.

Механизм зажима содержит базовое гнездо, в котором зажимается обрабатываемый вкладыш, прижим, толкатель, выравниватели, а также кронштейн, расположенные на рабочих салазках. Кронштейны образуют площадку, служащую для подачи обрабатываемых вкладышей в зону зажима и обработки. Для переналадки механизма зажима на другой типоразмер вкладыша требуется замена конструктивных элементов.

Салазки рабочие соединены верхней своей частью со штоком рабочего гидроцилиндра и несут на себе две кассеты с протяжками. На салазках размещены также толкатели с выравнивателями, кронштейны для загрузки вкладышей, державки для выгрузки вкладышей, лепестки для конечных выключателей.

Стол жестко крепится на штангах к лицевой стороне станины. В столе вмонтирован пневмоцилиндр с выталкивателем вкладышей, базовое гнездо для вкладышей.

Рабочий цилиндр предназначен для перемещения рабочих салазок. В цилиндре предусмотрено гидравлическое торможение для исключения резких ударов поршня в крышки цилиндра в крайних положениях.

Гидроцилиндр предназначен для выравнивания и зажима обрабатываемых вкладышей и закреплен на штангах с тыльной стороны станины. Гидроцилиндр содержит два последовательно соединенных цилиндра – цилиндр зажима и цилиндр выравнивания. Шток цилиндра выравнивания расположен внутри полого штока цилиндра зажима.

Шток цилиндра выравнивания несет два толкателя, а на конце штока цилиндра зажима имеется паз и резьбовые отверстия для крепления упора, который передает усилие зажима на эластичный прижим.

Обработка вкладышей на станке производится при поступательном перемещении вниз рабочих салазок, несущих режущий инструмент – протяжки 17 и 18, относительно вкладыша сбалансированного и зажатого в гнезде неподвижного стола, жестко закрепленного на штангах станины. Загрузка, выравнивание припуска на обработку, зажим, протягивание, выгрузка и укладка обработанных вкладышей выполняется автоматически.

Система неразрушающего контроля геометрических параметров вкладышей подшипников (рис. 3) содержит программно управляемые по частоте и амплитуде генераторы 19 и 20 синусоидального тока, питающие датчики 10, 11, 12 и 13, а также коммутаторы 21 и 22 для подключения соответственно датчиков 10, 11 и датчиков 12, 13 к усилителям 23 и 24 с программно изменяемыми коэффициентами усиления, выходы которых через коммутатор 25 поочередно подключаются ко входу аналого-цифрового преобразователя 26. Информация с выхода аналого-цифрового преобразователя поступает в микропроцессорное устройство 27, где обрабатывается по заданным программам и выдается на внешнее устройство 28 для отображения и для управления работой вертикально-протяжного станка. Микропроцессорное устройство управляет также работой генераторов, усилителей, коммутаторов и аналого-цифрового преобразователя.

Система обеспечивает цифровую индикацию результатов контроля, установку различных диапазонов измерений, выдачу команд при достижении границ поля допуска, алгебраическое суммирование сигналов измерительной информации,

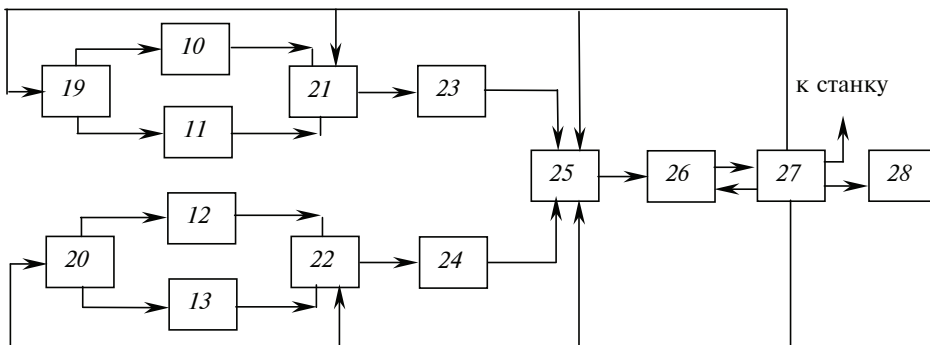


Рис. 3 Схема системы контроля геометрических параметров вкладышей подшипников

возможность подключения периферийных устройств. Данная система учитывает также температурные и упругие деформации обрабатываемых вкладышей, скорость рабочего хода обрабатывающего инструмента и величину начального припуска на обработку, изнашивание режущего инструмента, ведет поднастройку по результатам обработки предыдущего вкладыша.

Сущность метода заключается в следующем.

В режиме наладки настраивают измерительные приборы 10, 11, 12 и 13 по эталонному вкладышу, для чего укладывают в контрольном гнезде 16 (рис. 4) эталонный вкладыш, который выравнивается двумя толкателями и зажимается прижимом 15 неподвижно в контрольном гнезде и регистрируются перемещения индуктивных преобразователей 10 и 11. Далее устанавливают датчики 12 и 13 на фиксированном расстоянии h_0 относительно базового гнезда и регистрируется расстояние ΔH между датчиками 12, 13 и плоскостью разреза эталонного вкладыша (см. рис. 5, а). Затем освобождают эталонный вкладыш, снимают его из контрольного гнезда, производят обработку вкладышей и контроль геометрических параметров вкладышей подшипников.

Вкладыш 14 с помощью механизма загрузки автоматически подается в зону обработки, выравнивается двумя толкателями и зажимается прижимом 15 неподвижно в контрольном гнезде 16, при этом с помощью индуктивных преобразователей перемещений 10 и 11 (см. рис. 4), установленных в контрольном гнезде по образующей на расстоянии 2,5 мм от каждого торца вкладыша, контролируется прилегание образующей поверхности вкладыша к рабочей поверхности контрольного гнезда по образующей. Информация с индуктивных преобразователей перемещений поступает в микропроцессорное устройство. Разница ΔH

$$\delta_1 = l_2 - l_1 \text{ и } \delta_2 = l_1 - l_2 = -(l_2 - l_1), \quad (1)$$

где l_1, l_2 – перемещения соответственно первого и второго индуктивных преобразователей перемещений, указывает не только на

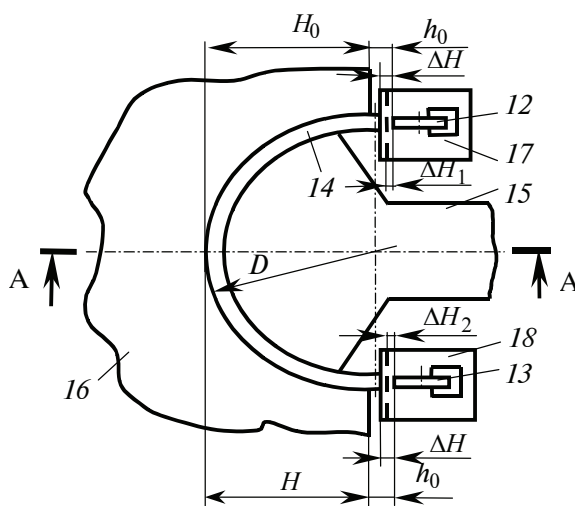


Рис. 4 Контрольное гнездо

неполное прилегание образующей поверхности вкладыша к рабочей поверхности контрольного гнезда, но и на отклонение от параллельности поверхностей разреза вкладыша (рис. 5, б и в).

С помощью режущего инструмента – протяжек 17, 18 с косыми зубьями – производится протягивание плоскостей разреза вкладыша (стыка). Бесконтактные индуктивные датчики 12 и 13, установленные выше режущего инструмента на рабочих салазках вертикально-протяжного станка на фиксированном расстоянии h_0 относительно базового гнезда, при их перемещении относительно плоскостей разреза в процессе протягивания фиксируют расстояния $(\Delta H^1, \Delta H^2)$ и $(\Delta H^3, \Delta H^4)$ соответственно между датчиками 12 и 13 и плоскостями разреза вкладыша. Расстояния ΔH^1 и ΔH^3 фиксируются соответственно датчиками 12 и 13 в крайнем верхнем положении их на расстоянии 2,5 мм от верхнего торца вкладыша, а расстояния ΔH^2 и ΔH^4 – в крайнем нижнем положении датчиков 12 и 13 на расстоянии 2,5 мм от нижнего торца вкладыша. Высота обработанного вкладыша H определяется как

$$H = (H_0 + h_0) - (\Delta H_1 + \Delta H_2)/2, \quad (2)$$

где $H_0 = (D - 1)$; D – диаметр контрольного гнезда; h_0 – расстояние между бесконтактным датчиком и гнездом; $\Delta H_1 = (\Delta H^1 + \Delta H^2)/2$; $\Delta H_2 = (\Delta H^3 + \Delta H^4)/2$.

Изменение расстояния $\Delta H = (\Delta H_1 + \Delta H_2)/2$ между датчиками 12, 13 и плоскостями разреза вкладыша указывает на отклонение высоты вкладыша. Отклонение высоты обработанного вкладыша возможно и за счет неравномерного износа режущего инструмента (см. рис. 4):

$$\delta_3 = \Delta H_3 - \Delta H_1; \delta_4 = \Delta H_3 - \Delta H_2, \quad (3)$$

где ΔH_3 – расстояние между датчиками 12, 13 и плоскостью разреза эталонного вкладыша; ΔH_1 и ΔH_2 – расстояния соответственно между датчиками 12, 13 и плоскостями разреза обработанного вкладыша.

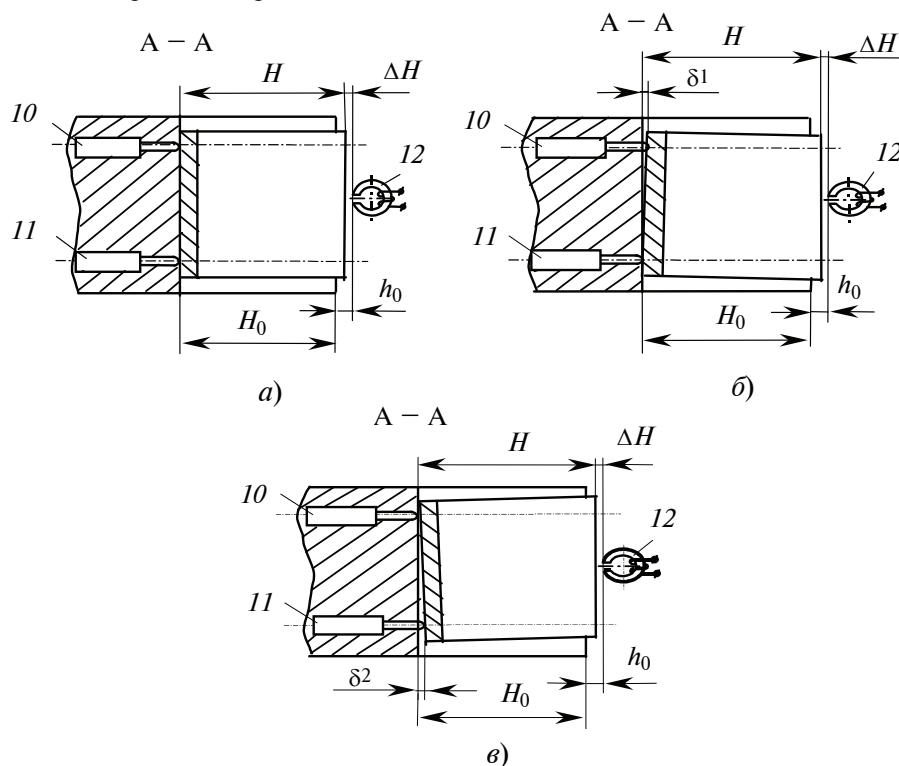


Рис. 5 Схема расположения датчиков

Непараллельность каждой плоскости разъема вкладыша относительно образующей наружной цилиндрической поверхности определяется как разница расстояний между плоскостями разъема вкладыша и датчиками 12 и 13 в крайнем верхнем и крайнем нижнем положениях датчиков относительно разъема вкладыша, т.е.

$$\delta_5 = \Delta H^1 - \Delta H^2 \text{ и } \delta_6 = \Delta H^3 - \Delta H^4. \quad (4)$$

Таким образом, по информации, снимаемой с помощью двух индуктивных преобразователей перемещений, установленных в контрольном гнезде по образующей на расстоянии 2,5 мм от каждого торца вкладыша, судят о прилегании образующей поверхности вкладыша к рабочей поверхности гнезда, а отклонения высоты вкладышей и непараллельность плоскостей разъема вкладышей относительно образующей наружной цилиндрической поверхности контролируется двумя бесконтактными индуктивными датчиками, установленными на рабочих салазках вертикально-протяжного станка.

Работоспособность предлагаемого технического решения проверялась на ОАО «Завод подшипников скольжения» (г. Тамбов). Контроль геометрических параметров вкладышей подшипников двигателя Д-50 проводился в процессе обработки плоскостей разъема на вертикально-протяжном станке МП7-1490-003. Результаты проверки показали, что погрешность измерения не превышает 5 % от погрешности измерений, проведенных на установке «Пресс контрольный». Производительность контроля равна производительности станка, которая составляет 1200...1350 деталей/час, что в два раза превышает производительность контроля на установке «Пресс контрольный». При отклонении геометрических параметров вкладыша выше допустимых производится останов станка и выявляются причины брака, т.е. данный способ контроля практически полностью исключает получение бракованных вкладышей.

Список литературы

1. Неразрушающий контроль металлов и изделий. Справочник / Под ред. Г.С. Самойловича. – М.: Машиностроение, 1976.- 456 с.
2. Сорочкин Б.М. Автоматизация измерений и контроля размеров деталей. – Л.: Машиностроение, 1990. – 365 с.
3. Кривенков В.В. Автоматический контроль и поверка преобразователей угловых и линейных величин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 247 с.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В.В. Клюева, М.: Машиностроение, 1995. – 488 с.
5. Буше Н.А. и др. Подшипники из алюминиевых сплавов. – М.: Транспорт, 1974. – 256 с.
6. ГОСТ ИСО 12301-95. Подшипники скольжения. Методы контроля геометрических показателей и показателей качества материалов.
7. Пудовкин А.П., Колмаков А.В., Насакин Н.В. Методы бесконтактного контроля и измерения геометрических величин // V научн. конф. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2000. – С. 255.
8. Плужников Ю.В., Колмаков А.В., Пудовкин А.П., Чернышов В.Н. Выбор параметров датчика для бесконтактных измерений толщины биметаллов методом вихревых токов // VII научн. конф. Ч. 1. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – С. 99.
9. Бурдин Г.Д. Регулирование качества продукции средствами активного контроля. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 252 с.

Method and Measure Controlling System of Non-destructive Control of Geometrical Parameters of Shells

A.P. Pudovkin¹, V.N. Chernyshov¹, A.V. Kolmakov², Yu.V. Pluzhnikov²

*Departments "Criminal Law and Legal Activity Informatization", TSTU (1);
Plain Bearing Factory PLC, Tambov (2)*

Key words and phrases: geometrical parameters; quality control; shells; tolerance field.

Abstract: Method and measure controlling system of non-destructive control of geometrical parameters of shells in the process of their production are considered.

Methode und Meßsteuersystem der nicht zerstörenden Kontrolle der geometrischen Parameter der Lagerbeilagen

Zusammenfassung: Es sind die Methode und das Meßsteuersystem der nicht zerstörenden Kontrolle der geometrischen Parameter der Beilagen der Gleitlager im Laufe ihrer Herstellung untersucht.

Méthode et système de la gestion et de la mesure pour le contrôle non-destructif des paramètres géométriques des coquilles de paliers

Résumé: Sont examinés la méthode et le système de la gestion et de la mesure pour le contrôle non-destructif des paramètres géométriques des coquilles de paliers lors de la fabrication.
