

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Выпуск 6 (25) 2014 ноябрь – декабрь <http://naukovedenie.ru/index.php?p=issue-6-14>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/182TVN614.pdf>

DOI: 10.15862/182TVN614 (<http://dx.doi.org/10.15862/182TVN614>)

УДК 62.531

Базыкин Сергей Николаевич

ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет»

Россия, Пенза¹

Доцент

Кандидат технических наук

E-mail: cbazykin@yandex.ru

Базыкина Нелли Александровна

ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет»

Россия, Пенза

Доцент

Кандидат технических наук

E-mail: nelly.baz@yandex

Кривулин Николай Петрович

ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет»

Россия, Пенза

Доцент

Кандидат технических наук

E-mail: krivulin@bk.ru

Проблемы измерений параметров производственных процессов

¹ 440026, г. Пенза, ул. Красная, дом 40, Пензенский государственный университет, кафедра «Приборостроение».

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы измерений параметров производственных процессов с использованием оптоэлектронных средств линейных перемещений. Точность измерения параметров производственного процесса в значительной степени зависит от используемых методов на основе оптических, электромагнитных, акустических и других видов измерительного преобразования.

Приведен принцип работы информационно-измерительной системы на основе фотоэлектрического преобразователя. Определены преимущества информационно-измерительных систем на основе фотоэлектрических преобразователей перед другими известными системами. Показано, что при использовании информационно-измерительных систем на основе фотоэлектрических преобразователей возникают определенные сложности при их применении. С широким развитием технических систем, использующих достижения в области нанотехнологий, в которых используются информационно-измерительные системы с малым шагом дискретности отсчета, требуется применение современных лазерных интерференционных информационно-измерительных систем.

Перспективным направлением является создание информационно-измерительных систем на основе приборов и устройств, работающих с использованием принципов лазерной интерферометрии. Бесконтактный принцип интерференционных измерений, модульность конструкции, возможность построения многокоординатных информационно-измерительных систем, наличие связи с ЭВМ – все это позволяет современным лазерным интерферометрам органически вписываться в сложные технические системы. Такие информационно-измерительные системы способны не только выполнять измерительные функции, но и решать задачи управления и контроля во время обработки, тем самым гарантируя качество готовой продукции.

Ключевые слова: измерение; производственный процесс; перемещение; информационно-измерительная система; модуляция; коллиматор; фотоэлектрический преобразователь; лазерный интерферометр; интерференция; лазер; когерентность.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Базыкина Н.А., Кривулин Н.П. Проблемы измерений параметров производственных процессов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2014. № 6 <http://naukovedenie.ru/PDF/182TVN614.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/182TVN614

Качество работы системы автоматического управления оборудования существенно зависит от информационного обеспечения и, прежде всего, от метрологических характеристик, применяемых в измерительных системах технических средств, посредством которых в выделенном промежутке времени t_c производится получение первичной информации.

Точность измерения параметров производственного процесса в значительной степени зависит от используемых методов на основе оптических, электромагнитных, акустических и других видов измерительного преобразования в условиях влияющих факторов среды и накладываемых ограничений из-за специфики выполнения производственных процессов приборостроения.

Добиться заданной точности измерения перемещений исполнительных элементов и узлов прецизионного оборудования способны информационно-измерительные системы на основе оптических преобразователей. Такие информационно-измерительные системы (рис. 1) выполняются на основе фотоэлектрических измерительных преобразователей, которые имеют погрешность позиционирования в пределах $\gamma_0 = 0.5...0.05\%$ и $\gamma_0' = 10''...1.0'$ [1,4,8,10].

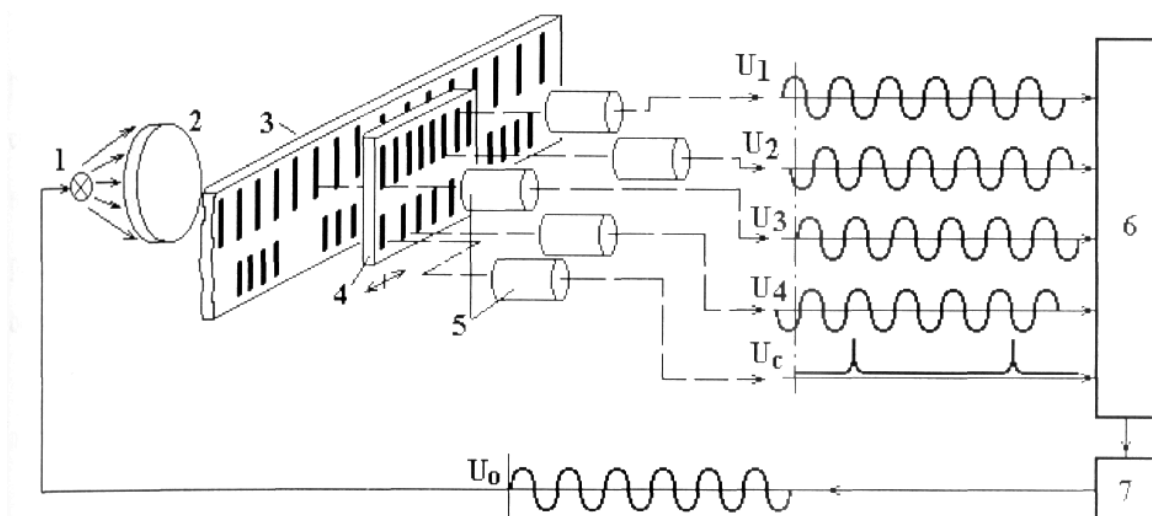


Рис.1. Информационно-измерительная система на основе фотоэлектрического преобразователя: 1 – источник монохроматического излучения, 2 – объектив, 3 –растровая измерительная линейка, 4 – растровая индикаторная линейка, 5 – блок фотоприемников, 6 – блок формирования видеосигналов, 7 – блок обработки видеoinформации.

Принцип действия информационно-измерительных систем на основе фотоэлектрического преобразователя основан на модуляции светового потока через прозрачный динамический штриховой растр, образованный измерительной 3 и индикаторной 4 линейками, одна из которых выполняется подвижной в зависимости от решаемой задачи, позволяя создавать муаровое изображение линейных или угловых перемещений объекта с последующим преобразованием в кодовые импульсные электрические сигналы соответствующего формата. Основным элементом, определяющим метрологические и эксплуатационные характеристики, является растровая измерительная линейка 3 с индикаторным ползуном 4, на которых нанесены штриховые коды в виде равномерно-отстоящих (в большинстве случаев) друг от друга поглощающих или отражающих полос. В

первом случае система работает в проходящем, а во-втором – на отраженном монохромном световом потоке.

Коллиматор (поз. 1...4 рис. 1) формирует поток параллельных лучей, которые проходят через систему подвижного раstra (поз.3,4), несут муаровое изображение относительного перемещения объекта. Оно преобразуется далее блоком 5 фазовых фотоприемников в модулированные квазисинусоидальные электрические сигналы напряжений U , сдвинутые по фазе на угол ($\varphi = 1/4 \cdot T$, где T – период информационного сигнала, относительно опорного сигнала U_0 с последующим усилением и интерполяцией известными способами [2,4].

Для однозначной дешифрации штрихового кода точного (фазового) отсчёта на растровые линейки 3, 4 наносят реперный штриховой код грубого отсчёта, который считывается дополнительным фотоприемником блока 5 с формированием репер-сигнала U_c . Блок 6 формирования видеосигналов выполняет усиление, частотную фильтрацию и преобразование информационных сигналов в форму, удобную для дальнейшей обработки, хранения и передачи измерительной информации. Этот же блок управляет коллиматором. Выполнение измерительного раstra радиальным позволяет проводить идентификацию угловых параметров измеряемого объекта.

Информационно-измерительные системы на основе фотоэлектрических преобразователей имеют ряд преимуществ перед другими известными системами, а именно:

- бесконтактный съём первичной измерительной информации способствует высоким динамическим свойствам системы;
- амплитуда выходного информационного сигнала не является функцией скорости от перемещения измеряемого объекта;
- нечувствительность к электромагнитным помехам.

Информационно-измерительные системы на основе фотоэлектрических преобразователей чувствительны к загрязнению оптического канала, влаге, вибрациям, температуре, засветке фотоприемников, нуждаются в использовании фокусирующих оптических системах и т.д. Но в тоже время они являются высокоинформативными информационно-измерительными системами и нашли применение в обрабатывающем технологическом оборудовании, а также в поверочных устройствах.

Разновидностью информационно-измерительных систем на основе фотоэлектрических преобразователей являются кодовые позиционные системы, в которых используются кодовые измерительные преобразователи [4]. В них, как и в фотоэлектрических преобразователях, используется металлическая измерительная линейка с кодовой шкалой. Последняя имеет одну или несколько кодовых дорожек в форме перфорированных отверстий прямоугольной формы, расположенных по закону кодового числа (двоичного, двоично-десятичного, кода Грея) и может иметь линейное или круговое исполнение по виду контролируемого перемещения.

Кодовые информационно-измерительные системы нашли применение в системах позиционирования металлорежущих станков с числовым программным управлением [2,4] из-за простоты выполнения аналого-цифрового преобразования измерительной информации и высокой надежности, но имеют ограниченную разрешающую способность линейных и угловых перемещений, равную $S_{xy} = 0,02...0,05$ мм и $S_{xy} = 1' ... 10'$ соответственно. Повышение разрешающей способности сопряжены с усложнением конструкции первичного измерительного преобразователя, увеличением массогабаритных показателей, уменьшением зоны неоднозначности оптического считывания и ширины светового луча, что вызывает дополнительные погрешности.

В качестве кодовых источников и приемников проходящих световых потоков используются полупроводниковые фотоэлектрические приборы. Кодовые информационно-измерительные системы с иными способами считывания информации (щеточные, магнитоуправляемые, электрохимические) имеют меньшие разрешающую способность, помехозащищенность и срок эксплуатации.

Добиться требуемой точности измерения перемещений исполнительных элементов и узлов прецизионного технологического оборудования способны оптические информационно-измерительные системы с когерентным источником излучения и длиной электромагнитной волны $\lambda_b = 0,63$ мкм. Основой таких информационно-измерительных систем служит лазерный интерферометр линейных и угловых перемещений, принцип работы которого основан на явлении интерференции светового потока. Он позволяет иметь погрешности позиционирования (перемещений) в пределах $y_0 = (0.1...0.01)$ %, что делает оптические информационно-измерительные системы самыми точными и чувствительными. Обладая широким диапазоном преобразования $L_x > 60$ м и линейной выходной характеристикой, лазерные интерферометры надежно функционируют при линейных скоростях $K_d = 25$ м/мин исполнительных органов прецизионного оборудования и разрешающей способности в 5 нм [1,8].

Бесконтактный метод оптического измерения параметров движения объекта имеет бесспорные преимущества перед контактными методами, позволяет получить низкую динамическую погрешность лазерных информационно-измерительных систем. Вместе с тем, лазерные интерферометры (одно- и двухчастотные, одно- и двухкоординатные, со сканированием луча, одноканальные и многоканальные и др.) являются достаточно сложными и дорогостоящими приборами, требующими частых операций юстировки [7,9].

Имея открытый оптический измерительный канал, приборы при высокой разрешающей способности обладают повышенной чувствительностью к дестабилизирующим факторам рабочей среды: вибрациям, влажности, давлению (атм.), температуре, запыленности и турбулентности воздушной среды, загрязненности. Поэтому преимущественное использование лазерных информационно-измерительных систем характерно для высокоточного обрабатывающего и поверочного оборудования, для которого создаются специальные рабочие условия [5,6].

Перспективным направлением является создание информационно-измерительных систем на основе приборов и устройств, работающих с использованием принципов лазерной интерферометрии.

Основы теории и принципы построения лазерных интерферометров с внешней модуляцией в нашей стране разрабатывались группой специалистов в Московском государственном технологическом университете СТАНКИН, Новосибирском институте автоматики и электрометрии. В результате этих работ был осуществлен выпуск промышленных образцов лазерных интерферометров ИПЛ-30К, ИПЛ-МП. За рубежом разработкой и выпуском лазерных интерферометров занимаются фирмы «Hewlett-Packard» (США), «Carl Zeiss» (Германия), «Метра Бланско» (Чехия) и т.д. При этом схема построения этих интерферометров зависит от типа имеющегося источника оптического излучения.

Информационно-измерительной системе контроля за перемещениями рабочих органов станка необходимо несколько (до 5 ÷ 6 и более) измерительных координат. При этом функционирование информационно-измерительных систем должно быть возможно при максимально допустимой скорости перемещения подвижных органов станка 20 ÷ 25 м/мин. При использовании лазерного интерферометра для формирования нескольких оптических каналов и в условиях ограниченного энергетического потенциала источника оптического

излучения возникает проблема повышения помехоустойчивости, поскольку значение этого параметра определяет уровень функциональных возможностей лазерных интерферометров.

С широким развитием технических систем, использующих достижения в области нанотехнологий, в которых используются информационно-измерительные системы с малым шагом дискретности отсчета (порядка 0,01 мкм и менее), требуется модернизация лазерных интерференционных систем. Использование в информационно-измерительных систем перемещений в качестве источников света лазеров, обладающих большой пространственной и временной когерентностью, открывает возможность обеспечить диапазоны измерения, необходимые для таких систем.

Бесконтактный принцип интерференционных измерений, модульность конструкции, возможность построения многокоординатных информационно-измерительных систем, наличие связи с ЭВМ – все это позволяет современным лазерным интерферометрам органически вписываться в сложные технические системы, например, в информационно-измерительные системы многокоординатных станков и измерительных машин, осуществлять не только измерительные функции, но и решать задачи управления и контроля во время обработки, тем самым гарантируя качество готовой продукции [3,5].

Информационно-измерительные системы на основе лазерных интерферометров могут конкурировать с традиционными измерительными средствами, если измерения проводятся в диапазонах с верхним пределом измерения до 1 м. Если верхний предел диапазона измерения превышает 1 м, то информационно-измерительные системы на основе акустооптических лазерных интерферометров по производительности, метрологическим и экономическим критериям превосходят традиционные измерительные системы. Этот вывод подтверждает практика промышленного выпуска металлорежущих станков и измерительных машин, оснащенных информационно-измерительными системами на основе лазерных интерферометров [1,2]. В настоящее время насчитывается не один десяток машин такого типа, включая прецизионные станки для алмазной обработки, токарные, фрезерные, шлифовальные станки, измерительные машины для контроля ходовых винтов, штриховых шкал, зубчатых колес и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базыкин, С.Н. Информационно-измерительные системы на основе интерферометров : моногр. / С.Н Базыкин; под ред. д-ра техн. наук, проф. В.А. Васильева. – Пенза : изд-во ПГУ, 2014. – 132 с.
2. Базыкин, С.Н. Проблемы информационного обеспечения систем с использованием оптоэлектронных средств измерения линейных перемещений // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/120-16173>.
3. Базыкин, С.Н. Лазерный интерферометр для измерения угловых перемещений / С.Н. Базыкин. Н.А. Базыкина // Датчики и системы. – 2005. - №8. – С. 8-9.
4. Демин, С.Б. Информационные измерительные системы с использованием магнитострикционных приборов: дис. ... д-ра техн. наук / Демин С.Б. – Пенза, 2003. – 443 с.
5. Застрогин, Ю. Ф. Прецизионные измерения параметров движения с использованием лазера / Ю.Ф. Застрогин. – М. : Машиностроение, 1986. – 272 с.
6. Капезин, С.В. Пространственные реперные точки в гетеродинных лазерных интерферометрах / С.В. Капезин, С.Н. Базыкин. Н.А. Базыкина // Датчики и системы. – 2005. - №10. – С. 19-20.
7. Коронкевич, В.П. Современные лазерные интерферометры перемещений / В.П. Коронкевич, В.А. Ханов. – Новосибирск: Наука, 1985. – 181 с.
8. Порфирьев, Л.Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах / Л.Ф. Порфирьев. – С-Петербург. : Лань, 2013.
9. Телешевский. В.И. Основы теории и принципы построения акустооптических измерительных систем высокоточных станков : автореф. дис. ... д-ра техн. науку / Телешевский В.И. – М., 1980.
10. Якушенков, Ю.Г. Основы оптико-электронного приборостроения / Ю.Г. Якушенков. – М. : Логос, 2013.

Рецензия: Мурашкина Татьяна Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры «Приборостроение» Пензенского государственного университета.

Bazykin Sergey Nikolaevich

Penza State University
Russia, Penza

E-mail: cbazykin@yandex.ru

Bazykina Nelly Aleksandrovna

Penza State University
Russia, Penza

E-mail: nelly.baz@mail.ru

Krivulin Nikolay Petrovich

Penza State University
Russia, Penza

E-mail: krivulin@bk.ru

Problems of the measurements parameter production processes

Abstract. Problems of the measurements parameter production processes are considered in article with use optometrist-electronic facilities of the linear displacement. Accuracy of the measurement parameter production process to a considerable extent depends on used methods on base optical, electromagnetic, acoustic and the other type of the measuring transformation.

The brought principle of the work information-measuring system on base of the photoelectric converter. The certain advantage information-measuring systems on base of the photoelectric converters before other known system. It is shown that when use information-measuring systems on base of the photoelectric converters appear the certain difficulties under their using. With broad development of the technical systems, using achievements in the field of technology will made, in which are used information-measuring systems with small at a walk step counting out, is required using modern laser interference information-measuring systems.

The perspective direction is a creation information-measuring systems on base instrument and device, working with use principle laser interference. The noncontact principle interference measurements, modularity to designs, possibility of the building much coordinate information-measuring systems, presence relationship with computer - all this allows the modern laser interferometer organic be inserted in complex technical systems. Such information-measuring systems capable not only to execute the measuring functions, but also solve the problems of control and checking during processing, hereunder guaranteeing quality to finished products.

Keywords: the measurement; production process; displacement; information-measuring system; inflexion; collimation; photoelectric converter; laser interferometer; interference; laser; coherent.

REFERENCES

1. Bazykin, S. Information-measuring systems on base interferometer : monogr. / S. Bazykin; under editing of the doctor of the technical sciences, prof. V. Vasiliev. - Penza : publishers PGU, 2014. - 132 s.
2. Bazykin, S. The problems of the dataware of the systems with use optometrist-electronic facilities of the measurement of the linear displacement // Modern problems of the science and formation. - 2014. - 6; URL: <http://www.science-education.ru/120-16173>.
3. Bazykin, S. The lazer interferometer for measurement of the angular displacement / S. Bazykin. N. Bazykina // Sensors and systems. - 2005. - 8. - s. 8-9.
4. Demin, S. The information measuring systems with use magnetic instrument: dis doctor of the technical sciences / Demin S. - Penza, 2003. - 443 s.
5. Zastrogin, Y. Exact measurements parameter motion with use the lazer / Y. Zastrogin. - M.: Machine building, 1986. - 272 s.
6. Kapezin, S. The spatial supporting of the point in mixer of the frequency lazer interferometer / S. Kapezin, S. Bazykin. N. Bazykina // Sensors and systems. - 2005. - 10. - s. 19-20.
7. Koronkevich, V. The modern lazer interferometers of the displacement / V. Koronkevich, V. Hanov. - Novosibirsk: Science, 1985. - 181 s.
8. Porfiriev, L. The bases to theories of the transformation signal in optometrist-electronic system / L. Porfiriev. - S-Peterburg. : Fallow deer, 2013.
9. Teleshevskiy. V. The bases to theories and principles of the building acoustics-optical measuring systems high-exact tool : abstract dis. doctor of the technical sciences / Teleshevskiy V. - M., 1980.
10. Yakushenkov, Y. The bases optometrist-electronic instrument-construction / Y. Yakushenkov. - M.: Logos, 2013.