

## Краткие сообщения

УДК 681.586; 621.3.087.92

### **БИНАРНЫЕ ОПТОМЕХАНИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С РАСШИРЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

***В.А. Зеленский, Д.В. Корбан***

Самарский государственный аэрокосмический университет

443086, г. Самара, Московское шоссе, 34

E-mail: vaz-3@yandex.ru

*Рассмотрены вопросы создания волоконно-оптической системы контроля производственных процессов на основе бинарных оптомеханических датчиков. Базовая конструкция датчика модернизирована с целью расширения функциональных возможностей и улучшения эксплуатационных характеристик.*

**Ключевые слова:** *бинарный оптомеханический датчик, кодирующий элемент, единственный код, трапециевидальный сигнал.*

Современные системы контроля производственных процессов могут быть реализованы с использованием волоконно-оптических датчиков в качестве первичных преобразователей информации и оптических волокон в качестве физической среды передачи сигналов. Надежность и помехоустойчивость таких систем обеспечивается принципами их построения, согласно которым чувствительный к воздействию дестабилизирующих факторов электронный блок выносится за пределы производственной зоны [1, 2]. Оптомеханические компоненты систем в меньшей степени подвержены воздействию внешней среды – перепадам температуры, влажности, давления, электромагнитному и радиационному излучению. В то же время в некоторых случаях требуются дополнительные меры по обеспечению эксплуатационных характеристик рассматриваемых систем. В работе предложено новое конструктивное исполнение бинарного оптомеханического датчика, позволяющего повысить функциональность и надежность системы контроля производственного процесса в целом.

На рис. 1 показана схема движения изделия в процессе изготовления, сборки или ремонта. Перемещение объекта 1 контролируется бинарными датчиками 2, информация с которых поступает и анализируется в интеллектуальном контроллере 3.

Бинарные оптомеханические датчики перемещений достаточно подробно описаны в литературе [3, 4]. Базовая конструкция устройства модернизирована с целью повышения функциональности и расширения эксплуатационных возможностей и представлена на рис. 2. В корпусе 1 датчика находится подвижный цилиндр 2, имеющий внешнюю и внутреннюю резьбу. Внутренняя резьба предназначена для точной фиксации винта 3, головка которого воспринимает осевые  $F1$  и поперечные

---

*Владимир Анатольевич Зеленский (д.т.н.), профессор кафедры «Конструирование радиоэлектронных средств».*

*Дмитрий Владимирович Корбан, аспирант.*

$F_2$  перемещения объекта контроля. Гайка 4 накручивается на внешнюю резьбу цилиндра 2 и удерживает кольцо 5, которое связано с пружиной 6. При этом один конец пружины упирается в кольцо, а другой – в корпус датчика. При нажатии через головку винта 3 на цилиндр 2 пружина сжимается.

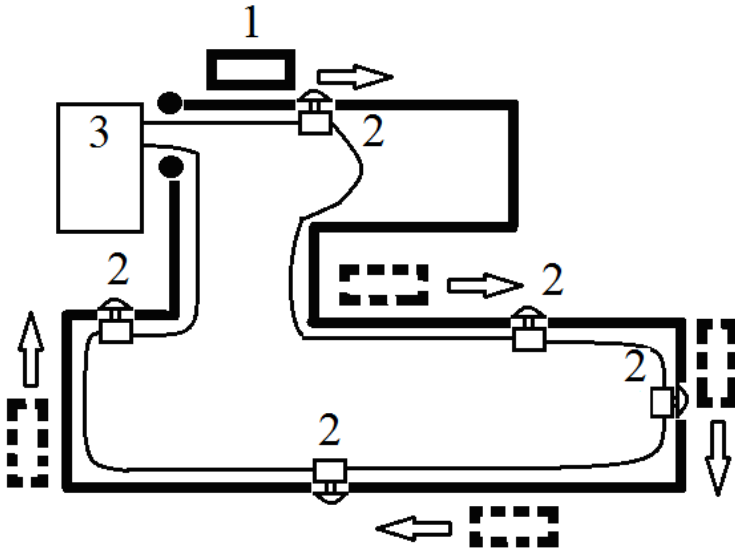


Рис. 1. Волоконно-оптическая система контроля производственного процесса

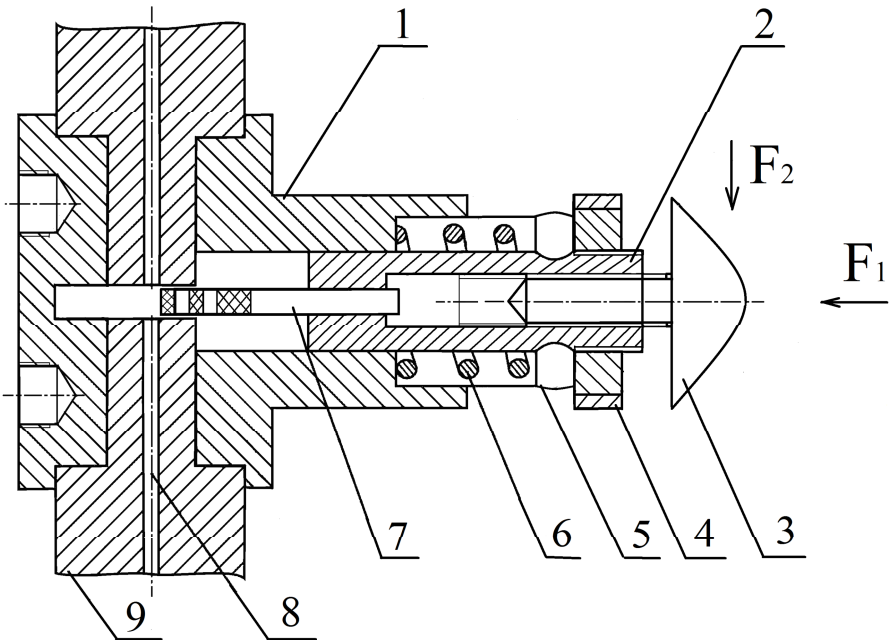


Рис. 2. Бинарный оптомеханический датчик перемещений с кодирующим элементом

В результате закрепленный на противоположном конце цилиндра 2 кодирующий элемент 7 перемещается и попадает в зазор между отрезками оптических волокон 8. Волокна установлены на одной оптической оси в корпусе датчика с помощью юстированных втулок 9.

При этом в соответствии со структурой кодирующего элемента 7 происходит модуляция потока оптического излучения по мощности. Соотношение диаметров оптических волокон 8 с прозрачными и непрозрачными участками кодирующего элемента 7 подбирается таким образом, что при перемещении кодирующего элемента на выходе датчика формируется комбинация треугольного и трапецеидального сигнала [5].

Конструкция датчика отличается от известных устройств тем, что винт 3 позволяет откалибровать сигнал после его установки на объекте, а форма головки винта позволяет реагировать как на осевые, так и на поперечные перемещения объекта, что улучшает функциональные и эксплуатационные возможности устройства.

Бинарные оптомеханические датчики могут отличаться способом кодирования, который зависит от структуры раstra. Рассмотрим вариант с использованием единичного кода для определения номера сработавшего датчика в системе. В качестве признака смены состояния датчика будем использовать специально формируемый старт-стопный сигнал третьего логического уровня. Для определенности примем, что данный сигнал поступает на вход интеллектуального контроллера первым при включении датчика и последним при выключении датчика. Набор кодирующих элементов для рассматриваемого случая представлен на рис. 3.

Для расчета размеров кодовых элементов предлагается ввести безразмерный параметр  $k$ , равный отношению длины кодирующей шкалы  $l$  к длине непрозрачного элемента  $s$ . Будем исходить из того, что  $k$  – целое неотрицательное число, большее 4. Диаметр сердцевины оптического волокна равен  $d$ .

Максимально допустимое количество датчиков  $N$  при размере считывающего окна  $S=d/2$  для четных значений параметра  $k$  определяется по формуле

$$N_q = p/2;$$

для нечетных  $k$

$$N_q = (p-1)/2.$$

Очевидно, для данного метода несущественна скорость перемещения кодирующего элемента, так как идентификация состояния оптомеханического бинарного датчика происходит путем простого подсчета количества импульсов безотносительно к их длительности и интервалу между ними. Метод инвариантен также и к изменениям скорости в момент смены логического состояния.

Пример временной диаграммы приведен на рис. 4. На выходе датчика формируется комбинация треугольного и трапецеидального оптического сигнала. Треугольный сигнал формируют информационные импульсы, по которым определяется номер датчика в системе, а трапецеидальный сигнал образуется импульсами «старт-стоп», очередность которых индицирует характер смены логического состояния датчика.

В схеме два уровня принятия решений –  $C1$  и  $C2$ . Информационные и старт-стоповые импульсы определяются с помощью логической операции конъюнкции  $U1 \cap U2$ . Если  $U1 = 1$ , а  $U1 \cap U2 = 1$ , принимается решение о приеме информационного импульса, если  $U1 = 1$ , а  $U1 \cap U2 = 0$ , принимается решение о приеме старт-стопового импульса. При включении датчика серия информационных импульсов предваряется сигналом «Старт», при выключении датчика серию информационных

импульсов завершает сигнал «Стоп». Номер датчика определяется подсчетом количества поступивших информационных импульсов.

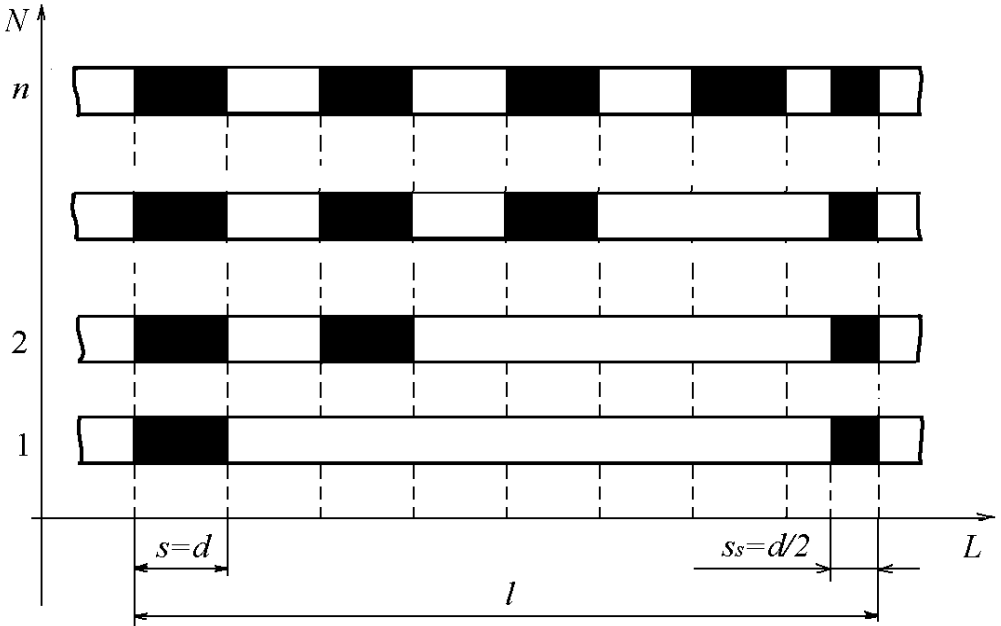


Рис. 3. Набор кодирующих элементов для бинарных датчиков с единичным выходным кодом и старт-стопным сигналом

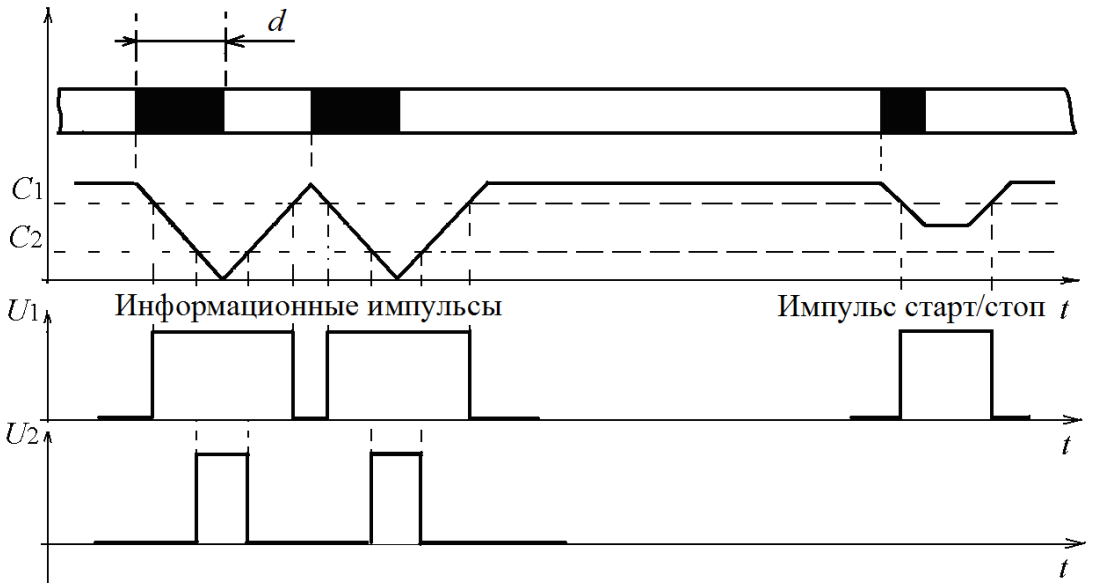


Рис. 4. Временная диаграмма работы датчика с единичным выходным кодом

Таким образом, предлагаемые конструкция датчика и способ кодирования выходного сигнала позволяют объединить несколько устройств в единую волоконно-оптическую систему передачи данных с возможностью идентификации номера каждого устройства. Данное техническое решение позволяет повысить функциональность, надежность и расширить эксплуатационные возможности системы контроля производственного процесса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Убайдуллаев Р.Р.* Волоконно-оптические сети. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 268 с.
2. *Гиниятулин Н.И.* Волоконно-оптические преобразователи информации. – М.: Машиностроение, 2004. – 328 с.
3. *Голубятников И.В., Зеленский В.А., Шатерников В.Е.* Системы мониторинга сложных объектов. – М.: Машиностроение, 2009. – 172 с.
4. *Зеленский В.А.* Волоконно-оптические информационно-измерительные системы с мультиплексированными каналами передачи бинарных сигналов. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2009. – 124 с.
5. *Корбан Д.В.* Волоконно-оптические датчики механических перемещений // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: Тр. Всерос. науч. конф. – Самара: Изд-во СГАУ, 2012. – С. 200-204.

*Статья поступила в редакцию 26 февраля 2013 г.*

## **BYNARY OPTICAL-MECHANICAL SENSORS OF FIBER-OPTICS SYSTEMS WITH EXTENDED FUNCTIONAL**

***V.A. Zelenskiy, D.V. Korban***

Samara State Aerospace University  
34, Moscow highway, Samara, 443086

*Problem of creating and developing fiber-optics systems of operating cycle control based on binary optic-mechanical sensor is reviewed. Basic design concept of sensor is modernized to extend functional possibility and to improve performance specification.*

***Keywords:*** *binary optic-mechanical sensor, coding unit, monadic code, trapezium signal.*

---

*Vladimir A. Zelenskiy (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.  
Dmitry V. Korban, Aspirant.*