

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ловдар Ю. А. (студент)

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева» Дзержинский политехнический институт (филиал) (606023, Нижегородская обл., г. Дзержинск, б-р Мира, д. 21, кафедра «Автоматизация и информационные системы»), e-mail: avtomat@sinn.ru

В статье рассматривается определение интеллектуальных датчиков, устройство их интеллекта – микропроцессора. Приведен принцип действия датчиков, их структурная схема, возможности хранения информации и особенности их эксплуатации и преимущества использования таких датчиков в системе промышленной автоматизации, а именно в автоматизированных системах управления технологическим процессом (АСУ ТП). Также приведены примеры конкретных российских датчиков давления, разработанных промышленной группой «Метран» (Emerson Process Management), разного года выпуска (Метран-100 и Метран-150). Проанализировав характеристики этих датчиков, выявили недостатки датчиков серии Метран-100 и причины появления на российском рынке новых датчиков серии Метран-150, в которых учтены недостатки предшествующих датчиков, тем самым показали тенденции развития интеллектуальных датчиков. Также рассмотрены принцип действия и виды приведенных датчиков, структурные схемы, схемы их измерительного блока в разном исполнении.

Ключевые слова: интеллектуальные датчики; микропроцессор; давление.

INTELLIGENT SENSORS AND FEATURES OF THEIR OPERATION

Lovdar J. A. (student)

Dzerzhinsky Polytechnic Institute, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, (606023, Nizhegorodskaya obl., Dzerzhinsk, b. World, 21, Department of «Automation and information systems»), e-mail: avtomat@sinn.ru

The article deals with the definition of intelligent sensors, the device of their intelligence - the microprocessor. Is a principle of the sensors, their block diagram storage capabilities and features of their operation and benefits of using these sensors in the industrial automation, namely, automated process control systems. It also shows examples of specific Russian pressure sensors developed by an industry group «Metran» (Emerson Process Management), different year of manufacture (Metran -100 and Metran- 150). After analyzing the characteristics of these sensors, the sensors have identified a series of shortcomings Metran -100 and the causes of the Russian market of new sensors Metran -150 series, which takes into account shortcomings of previous sensors, thus showing a trend of the development of smart sensors. Also examined the function and types of the above sensors, structural diagrams, their measuring unit in a different version.

Keywords: smart sensors, microprocessor; pressure.

Быстрое развитие микропроцессорной техники, рост мощности микропроцессоров при одновременном их резком удешевлении делают экономически выгодным включение их в датчики любых типов. В последние годы за датчиками, в которые встроен микропроцессор, закрепилось название «интеллектуальные датчики».

Интеллектуальный датчик представляет собой электронное устройство, основанное на объединении чувствительных элементов, схем преобразования сигналов и средств микропроцессорной техники.

На рис. 1 представлена структура интеллектуальных датчиков.

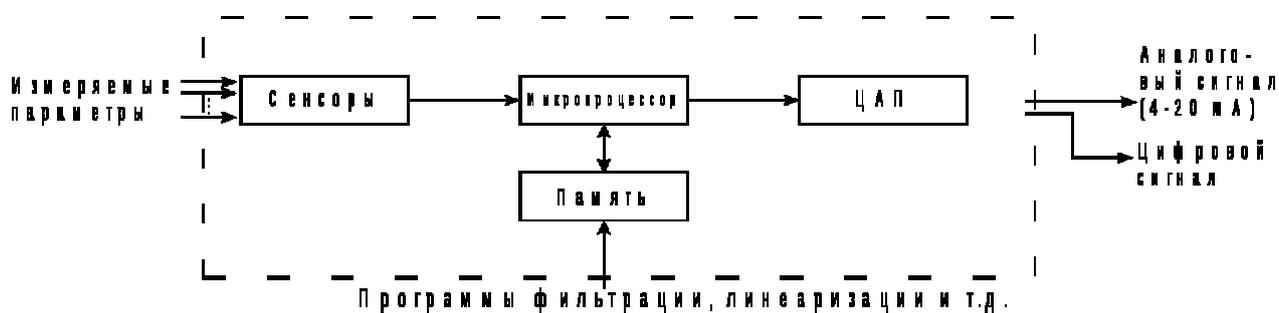


Рис. 1 Структура интеллектуальных датчиков

В очень упрощенном виде работу датчика можно описать по рис. 1 так: сенсор, созданный на основе монокристаллического кремниевого элемента преобразует давление в электрический сигнал, который усиливается и передается в микропроцессор, установленный в самом приборе, а не в центральный контроллер (АСУ ТП), как в классических схемах. Именно поэтому они и называются «интеллектуальные датчики давления».

Устройство интеллекта – микропроцессор, производит математическую обработку информации непосредственно в процессе измерения давления, а также активно управляет процессом измерения. Обработка данных в самом приборе основное отличие интеллектуальных датчиков от других приборов для измерения давления.

На выходе интеллектуальные датчики давления дают аналоговый электрический сигнал и цифровой сигнал совместимый с протоколами HART (наиболее распространенный), Modbus, FieldBus и другими. Либо выходной сигнал может быть как аналоговым, так и цифровым.

Особенностью интеллектуальных датчиков является то, что давления могут быть запрограммированы в зависимости от требований конкретного производства с учетом его динамики. Наличие микропроцессора позволяет не только повысить точность измерений, но и значительно расширить функции прибора. Такие датчики давления могут обрабатывать и хранить в памяти большие массивы информации, работать в автономном режиме значительный период времени, (до нескольких месяцев), проводить самостоятельную диагностику работы сенсора и самостоятельно корректировать возникающие погрешности.

Наиболее известными производителями интеллектуальных датчиков давления являются такие отечественные производители как промышленная группа «Метран» (Emerson Process Management), «Манометр», «Элемер» и зарубежные компании «Endress & Hauser», «Valcom», «Honeywell», «Yokogawa», «Fisher–Rosemount». Популярными моделями

являются «Метран – 150», датчики высокой технологии DPharEJX («Yokogawa»), датчики серии АИР («Элемер»), комплексы «САПФИР» («Манометр») и другие.

Датчики Метран-100(150) принадлежат промышленной группе «Метран» город Челябинск (Emerson Process Management).

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-100 и Метран-150 предназначены для измерения и непрерывного преобразования в унифицированный аналоговый токовый сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART, или цифровой сигнал на базе интерфейса RS485 следующих входных величин: избыточного давления, абсолютного давления, разрежения, давления-разрежения, разности давлений, гидростатического давления.



Рис. 2 Метран-100



Рис. 3 Метран-150

Характеристики датчиков Метран-100 и Метран-150 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики датчиков Метран-100 и Метран-150

Характеристика	Метран-100	Метран-150
1	2	3
Измеряемые среды	жидкости, пар, газ, в т.ч.газообразный кислород и кислородосодержащие газовые смеси; пищевые продукты.	жидкости, в т.ч. нефтепродукты; пар, газ, газовые смеси.

1	2	3
Диапазоны измеряемых давлений	минимальный 0-0,04 кПа; максимальный 0-100 МПа	минимальный 0-0,025 кПа; максимальный 0-60 МПа
Основная погрешность измерений	до $\pm 0,1$ % от диапазона	до $\pm 0,075$ %; до $\pm 0,2$ % (опция)
Диапазон перенастроек пределов измерений	25 : 1	50 : 1
Управление параметрами датчика:	– кнопочное со встроенной панели; – с помощью HART-коммуникатора или компьютера; – с помощью программы ICP-Master и компьютера или программных средств АСУ ТП.	– с помощью HARTкоммуникатора; – удаленно с помощью программы HARTMaster, HART – модема и компьютера или программных средств АСУТП; – с помощью клавиатуры и ЖКИ.

Датчики Метранн-100 имеет: встроенный фильтр радиопомех; внешнюю кнопку установки "нуля"; непрерывную самодиагностику.

Принцип действия датчиков Метран-100 основан на использовании тензоэффекта.

Мембранный тензопреобразователь 3 размещен внутри корпуса 4. Измеряемое давление подается в камеру 5 и воздействует на мембрану тензопреобразователя, вызывая ее прогиб и изменения сопротивления тензорезисторов. Полость 2 сообщена с окружающей атмосферой. Электрический сигнал от тензопреобразователя передается из измерительного блока в электронный преобразователь 1. Конструкция датчика Метран -100 - ДИ показана на рис. 4.

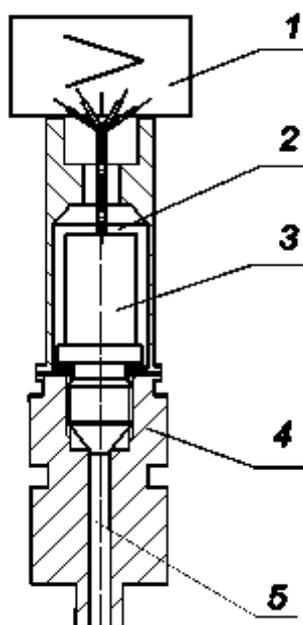


Рис. 4 Метран – 100 – ДИ

Упрощенная блок-схема преобразователя "Метран 100" представлена на рис. 5.

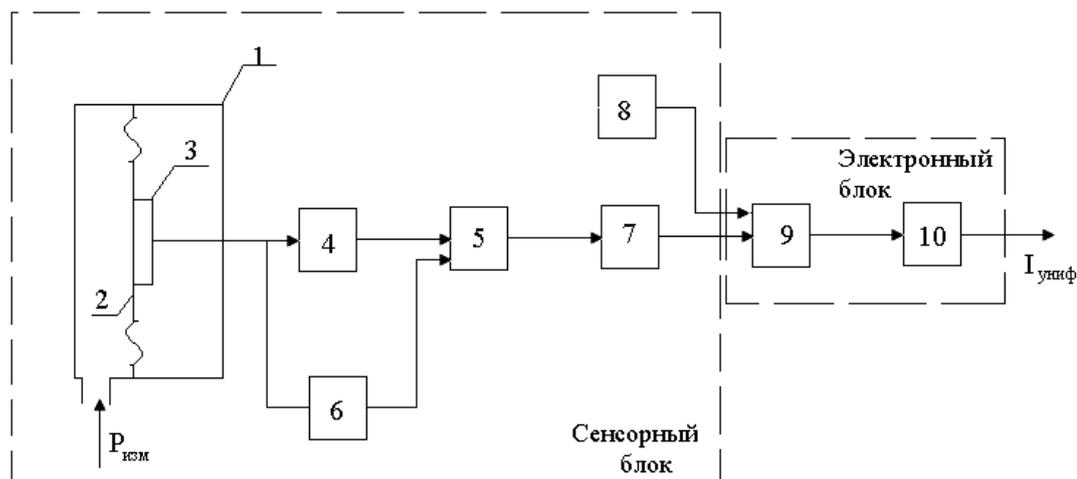


Рис. 5 Упрощенная блок-схема преобразователя "Метран 100"

- 1 – корпус; 2 – измерительная мембрана; 3 – тензопреобразователь; 4 – тензомост;
 5 – дифференциальный усилитель; 6 – устройство термокоррекции; 7 – АЦП;
 8 – энергонезависимая память; 9 – микроконтроллер; 10 – ЦАП

Измеряемое давление подается в рабочую полость датчика и непосредственно воздействует на измерительную мембрану 2 тензопреобразователя 3 (пластину монокристаллического сапфира с кремниевыми пленочными тензорезисторами, соединенную с металлической мембраной тензопреобразователя). Ее деформация приводит к пропорциональному изменению сопротивления тензорезисторов и разбалансу тензомоста 4. Электрический сигнал с выхода тензомоста поступает в дифференциальный усилитель 5. Встроенный в него регулятор коэффициента усиления обеспечивает перенастройку диапазонов измерений. Устройство термокоррекции 6 компенсирует влияние температурных воздействий на тензомост.

В памяти 8 сенсорного блока хранятся в цифровом формате результаты калибровки сенсора во всем рабочем диапазоне давлений и температур. Эти данные используются микропроцессором для расчета коэффициентов коррекции выходного сигнала при работе датчика.

Цифровой сигнал с платы АЦП 7 сенсорного блока вместе с коэффициентами коррекции поступает на вход электронного блока, микроконтроллер 9 которого производит коррекцию и линеаризацию характеристики сенсорного блока, вычисляет скорректированное значение выходного сигнала датчика и передает его в цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) 10, который преобразует его в аналоговый выходной сигнал (унифицированный токовый сигнал 4 - 20 мА).

Цифровые значения сигнала датчика выводятся на жидкокристаллический дисплей цифрового индикатора (ЦИ), встроенного в корпус электронного блока. ЦИ может также выполняться в виде выносного индикатора (ВИ), подключаемого к датчику через специальный разъем.

Метран-100 был первый серийно выпускаемый микропроцессорный датчик, что позволило повысить конкурентоспособность позиции компании «Метран» на Российском рынке датчиков давления. Просуществовав всего 8 лет, датчик давления Метран- 100 руководство компании рекомендовано заменить на серию Метран- 150, одной из причин замены стала «нестабильность нуля» на датчиках перепада давления.

Датчики Метран-150 обладают рядом отличий от традиционных датчиков: стабильность метрологических характеристик, которая обеспечивается не только применением сенсора Rosemount, но и разработанной в ПГ «Метран» конструкцией модуля, исключающей влияние температуры, статического давления, вибраций, а также применением современных схемотехнических решений и радиоэлектронных компонентов в электронном блоке и использованием самодиагностики; датчики давления Метран-150 обладают высокой перегрузочной способностью: Метран-150 способен работать при любых погодных условиях. Диапазон рабочих температур составляет от $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$, а степень защиты от воздействия пыли и влаги - IP 66, что означает полную пыленепроницаемость и стабильную работоспособность даже при сильном воздействии струи жидкости.

Также датчики этой серии обладают улучшенным дизайном и компактной конструкцией, поворотным электронным блоком и ЖКИ.

Датчик Метран-150 состоит из сенсора и электронного преобразователя. Сенсор состоит из измерительного блока и платы аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Давление подается в камеру измерительного блока, преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сигнала.

В датчике Метран-150 фланцевого исполнения (рис. 6) измерительный блок состоит из корпуса 1 и емкостной измерительной ячейки Rosemount 2. Емкостная ячейка изолирована механически, электрически и термически от измеряемой и окружающей сред. Измеряемое давление передается через разделительные мембраны 3 и разделительную жидкость 4 к измерительной мембране 5, расположенной в центре емкостной ячейки. Воздействие давления вызывает изменение положения измерительной мембраны 5, что приводит к появлению разности емкостей между измерительной мембраной и пластинами конденсатора 6, расположенным по обеим сторонам от измерительной мембраны. Разность емкостей измеряется АЦП и преобразуется электронным преобразователем в выходной сигнал.

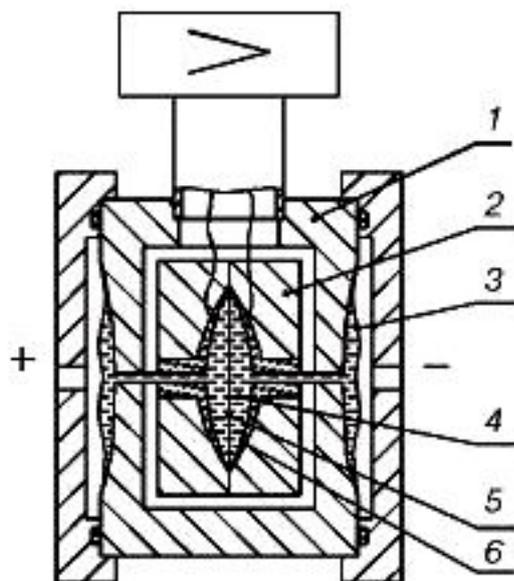


Рис. 6 Метран-150 фланцевого исполнения

В измерительных блоках моделей TG, TA датчиков Метран-150 штуцерного исполнения (рис. 7) используется тензорезистивный тензомодуль на кремниевой подложке. Чувствительным элементом тензомодуля является пластина 1 из кремния с пленочными тензорезисторами (структура КНК-кремний на кремнии). Давление через разделительную мембрану 3 и разделительную жидкость 2 передается на чувствительный элемент тензомодуля. Воздействие давления вызывает изменение положения чувствительного элемента, при этом изменяется электрическое сопротивление его тензорезисторов, что приводит к разбалансу мостовой схемы. Электрический сигнал, образующийся при разбалансе мостовой схемы, измеряется АЦП и подается в электронный преобразователь, который преобразует это изменение в выходной сигнал. В модели 150ТА полость над чувствительным элементом вакууммирована и герметизирована.

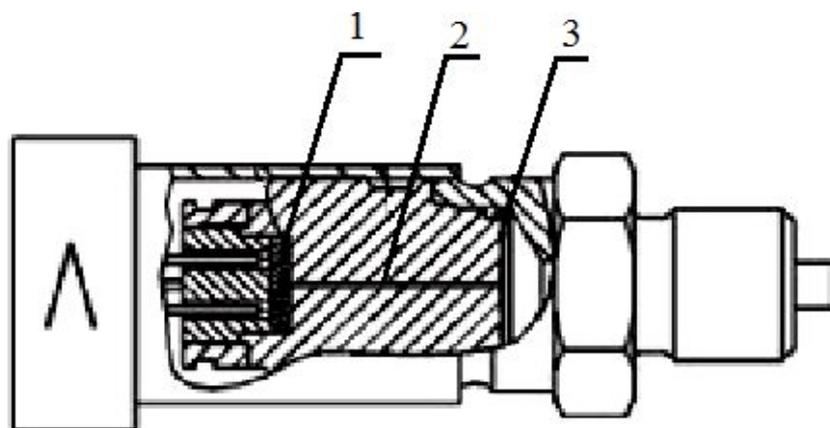


Рис. 7 Метран-150 штуцерного исполнения

Таким образом, в АСУ ТП получили широкое распространение интеллектуальные датчики давления, температуры и другие. Именно интеллектуальные датчики

соответствуют постоянно возрастающим требованиям к качеству и надежности управления технологическими процессами.

Список литературы

1. Алейников А.Ф. Датчики (перспективные направления развития): учеб. пособ. / А.Ф. Алейников, В.А. Гридчин, М.П. Цапенко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. – 176 .
2. Ицкович Э.Л. Современные интеллектуальные датчики общепромышленного назначения на рынке СНГ. - М., 2005.
3. Раннев Г.Г. Интеллектуальные средства измерений: учебник , для студ. высш. учеб. заведений/ Г.Г. Раннев. — М.: Издательский центр «Академия». 2010. - 272 с.
4. Романов В.Н., Соболев В.С., Цветков Э.И. Интеллектуальные средства измерений. – М.: РИЦ «Татьянин день», 1994.
5. <http://www.metran.ru>