

УДК 62-97/98

СТЕНД НАСТРОЙКИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ

Вернин Роман Викторович⁽¹⁾, Иванов Сергей Витальевич⁽²⁾, Лябегин Павел Андреевич⁽³⁾

*(1, 2) Студенты 6 курса, (3) студент 5 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Рябов В.Т.,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

Аннотация

Показано, что для проведения аналогово-цифровой и цифроаналоговой коррекции сигнала кремниевых датчиков давления необходим автоматизированный стенд для программирования настраиваемых датчиков. Авторами предложен вариант такого стенда.

Давление входит в качестве одной из переменных величин в описание явлений, связанных с поведением жидких или газообразных сред. Почти 70 % всех измерений, выполняемых в науке, промышленности и сельском хозяйстве, связаны с измерениями давления, расхода, количества или уровня веществ. Это основные рабочие параметры, точность и надёжность измерения которых определяет ценность результатов исследований, качество технологических процессов, оптимальные режимы работы в различных отраслях науки и техники.

Первичным звеном систем контроля и управления, определяющих надлежащее функционирование машин, механизмов или систем, являются датчики давления. Общепромышленные датчики используются для измерения не только различных видов давления (абсолютного, избыточного или разности давлений), но и для измерения уровня жидкости, расхода различных сред.

Основным материалом для таких датчиков является кремний и его соединения. При изготовлении чувствительных элементов давления из монокристаллического кремния удаётся получить уникальные параметры изделий. В их число входят конструктивная простота, малые габариты и масса, высокая прочность, идеальная упругая характеристика, большой срок службы, стабильность электрофизических характеристик в течение длительного времени. Пьезорезистивные свойства кремния превышают по чувствительности свойства других материалов более чем в 20 раз.

Однако применение кремниевых датчиков в широком диапазоне температур без средств коррекции проблематично, так как чувствительность сильно зависит от температуры и уменьшается на 15..25% при повышении температуры на 100 °С.

Различают аналоговый, аналоговоцифровой и цифроаналоговый способы обработки сигнала чувствительного элемента с целью устранения погрешностей и формирования унифицированного выходного сигнала.

При аналоговой обработке обычно корректируют напряжение или ток питания пьезорезистивного моста в зависимости от температуры чувствительного элемента. Датчик температуры формируется на том же кристалле, что и диафрагма. Недостатки аналогового способа обработки:

- трудоемкость настройки, необходимость лазерной пригонки резисторов;
- трудности компенсации нелинейностей.

Обычно аналоговой обработкой можно получить класс точности 0.5 во всем заданном диапазоне температур сигнала и давлений[1].

Аналогово-цифровой способ реализован в серии интегральных схем, первоначально выпущенных фирмой Maxim [2]. В них имеется схема аналогового усиления сигнала измерительного моста и датчика температуры. Сигнал датчика температуры и датчика давления оцифровывается цифроаналоговым преобразователем. Этот цифровой сигнал используется как адрес репрограммируемого запоминающего устройства (РПЗУ). РПЗУ входит в комплект схемы, либо подключается снаружи. В этом РПЗУ хранится цифровой код напряжения или тока, который нужно подать на измерительный, чтобы его сигнал, мост, усиленный аналоговым прецизионным усилителем, после преобразования соответствовал требуемому значению унифицированного выходного сигнала. Сигнал РПЗУ, считываемый с ячейки памяти (адрес которой определяется температурой) преобразуется в аналоговый вид и поступает на встроенный источник тока питания измерительного моста. Имеются модификации таких микросхем, позволяющие получить датчик класса 0.1%. РПЗУ программируется индивидуально для каждого датчика. При этом датчик прогоняется по заданному диапазону температур и давлений. Процесс программирования поддается автоматизации.

В цифроаналоговой обработке участвует микроконтроллер. Обычно он имеет несколько каналов аналогово-цифрового и цифро-аналогового преобразования. Сигналы с датчика температуры, дифференциального чувствительного элемента и, если нужно, сигнал чувствительного элемента абсолютного давления, оцифровываются и обрабатываются в цифровом виде. Результат обработки может преобразовываться в аналоговый вид, аналоговоцифровой (Hart-протокол), либо передаваться по последовательным каналам, используя различные протоколы связи. Это наиболее универсальный способ обработки, он легко поддается автоматизации при программировании, имеется широкая гамма недорогих подходящих микроконтроллеров.

Следует отметить, что процесс программирования датчиков с цифровой и аналого-цифровой обработкой сигнала достаточно длителен. Он требует значительного времени для «прогона» датчиков по всему диапазону рабочих температур, составляющего для общепромышленных датчиков от -40 до +85°C и более. Поэтому разработка стендов программирования, позволяющих вести этот процесс полностью автоматически без участия оператора, является актуальной

В данный момент на рынке существует такое оборудование, предлагаемое различными фирмами. Но оно не лишено недостатков. Так грузопоршневые задатчики давления, используемые в большинстве стендов, могут устанавливать давление с очень высокой точностью, но трудно поддаются автоматизации. Существующие контроллеры давления могут автоматически точно задавать давление, но являются «вещью в себе» и впоследствии не могут быть доработаны как алгоритмически, так и механически.

Авторами статьи предлагается вариант конструкции стенда для настройки датчиков давления, позволяющий полностью автоматизировать этот процесс. Оператору необходимо установить партию настраиваемых датчиков в камеру тепло – холод и задать программу настройки. Далее процесс программирования проходит без участия человека.

Функциональная схема стенда представлена на рис.1 . Он состоит из блока клапанов ВК, баллонов- ресиверов RSV1 и RSV2, камеры тепло – холод ТН, и блока энергоавтоматики ВЕ. Для контроля задаваемого давления используются эталонные датчики абсолютного DA, избыточного DI и перепада давления DR высокой точности. Основная идея, отличающая предлагаемый стенд от существующих аналогов в том, что он не задает давление с точностью выше 0.01%, а точно измеряет давление эталонными датчиками. Такая конструкция позволяет существенно упростить блок пневмоавтоматики, в частности обойтись более дешевыми решениями для задания

давления в камерах – ресиверах, а также позволяет изменять и дорабатывать как механическую часть стенда, так и его систему управления.

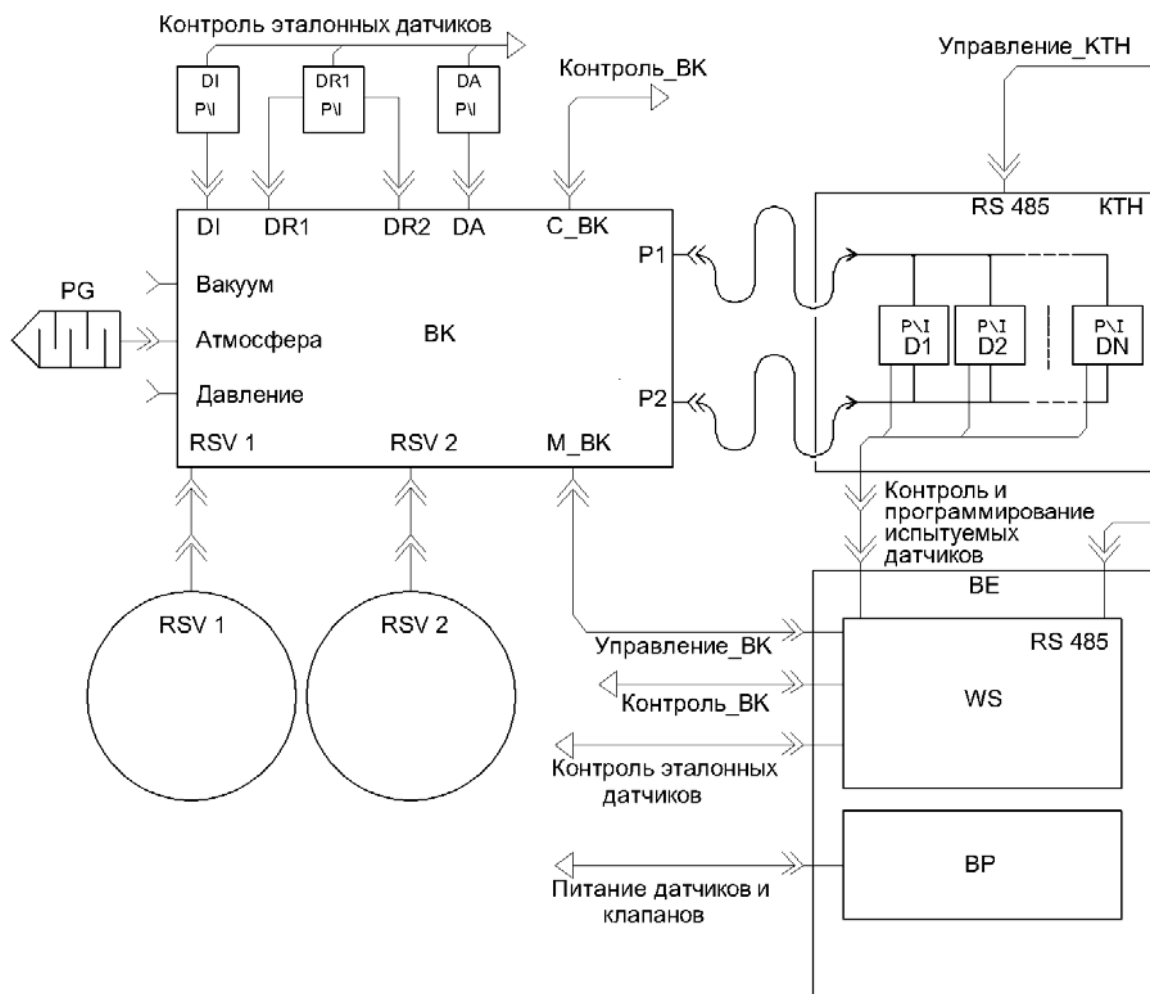


Рис. 1 . Схема стенда.

Предложенный стенд является универсальным, т.е. позволяет программировать различные типы датчиков (абсолютного, избыточного и перепада) давления. Универсальность обеспечивается оригинальной конструкцией блока клапанов ВК. Он имеет входы для подключения средств создания вакуума, высокого давления и соединения с атмосферой. Конструкция блока клапанов позволяет независимо устанавливать давление в ресиверах в импульсном режиме. Имеется два режима регулировки подачи давления в камеры - «грубо» и «плавно». Плавная подача осуществляется за счет дросселирования одного из клапанов специальным образом. Установка давления контролируется эталонными датчиками абсолютного и перепада давления. Блок клапанов имеет два перекрываемых выхода от ресиверов RSV1 и RSV2. Имеется три модификации блока клапанов для задания давлений от нуля до 1 МПа, 2,5 МПа и 25 МПа.

Блок энергоавтоматики ВЕ включает вычислительный узел WS и блок питания ВР. Блок питания подает рабочее напряжение на блок клапанов, эталонный и настраиваемые датчики. Вычислительный узел размещается в 19" стойке и состоит из сенсорного монитора и станции технологического управления IPC-SYS2-1, в которую установлены плата релейных выходов PCL735AE и многофункциональная плата PCI-1741S. Процесс программирования датчиков выполняется по заданной оператором программе настройки. Вычислительный узел управляет установкой давления в баллонах-ресиверах, температурой в камере тепло – холод, собирает и обрабатывает

сигналы с датчиков. В конце «прогона» по всему диапазону давлений и температур программируется РПЗУ каждого датчика. На этом процесс настройки датчиков заканчивается.

Литература

1. *Рябов В.Т., А.Н. Козлов.* Возможности аналоговой обработки сигнала типовых чувствительных элементов кремниевых датчиков давления. Электроника и электрооборудование транспорта, 2004. 32 с.
2. *В. Алексеев, Е. Ламберт.* Аналоговые устройства фирмы Maxim Integrated Products для нормирования сигналов датчиков. «Компоненты и технологии», 01, 2003.