



# Концепция систем контроля качества средств измерений абсолютного давления



**А.В. МАРКОВ,**  
доцент, профессор кафедры  
«Инжиниринг и менеджмент  
качества» Балтийского  
государственного технического  
университета «ВОЕНМЕХ»  
им. Д.Ф. Устинова, д.т.н.  
(Markov-av@mail.ru)

Современная практика измерения абсолютного давления предъявляет все более высокие требования к погрешности, автоматизации и производительности систем контроля качества. Следует отметить, что в подавляющем большинстве случаев эти требования противоречивы, то есть улучшение одних характеристик, как правило, достигается в ущерб другим. Например, увеличение функциональных возможностей системы, сопровождающееся ее усложнением, снижает надежность вследствие возрастания интенсивности отказов элементов. Вот почему разработка систем контроля должна сопровождаться постоянным поиском компромисса между реализуемыми свойствами, техническими возможностями и экономической целесообразностью.

Развитие техники измерений, постоянное совершенствование конструктивных, технологических и функциональных характеристик средств измерений, широкое внедрение информационных технологий приводят к изменению содержания контрольных операций, повышению их сложности и ответственности и, как следствие, к новым, повышенным требованиям к системам контроля качества. Главной метрологической проблемой развития систем контроля средств измерений была и остается проблема планомерного повышения их точности при сохранении высокой производительности контрольных операций.

В статье рассматривается концепция систем контроля качества средств измерений абсолютного давления газа. Предложена структура системы контроля качества. Приведены пути развития методики повышения достоверности контроля средств измерений абсолютного давления.

## Concept of quality systems monitoring of measuring instruments of absolute pressure

#  
#  
#  
#  
#  
#  
#

## Структура системы

Анализ требований к структуре системы контроля качества средств измерений абсолютного давления проводился исходя из того, что их основными показателями качества являются: метрологические характеристики (диапазон, точность, быстродействие), стабильность показаний, метрологическая надежность. В результате было установлено, что для достижения приемлемой точности и производительности система должна включать в себя несколько эталонных средств измерения давления, обеспечивающих достаточно точные и надежные совместные измерения различными методами [1, 2]. Исходя из требований, предъявляемых к точности и производительности измерений, структура автоматизированной системы для контроля качества средств измерений абсолютного давления должна состоять из [3, 4]:

- ⇒ автоматизированной системы задания давления (АСЗД) воздуха, куда входят автоматический регулятор давления и эталонный частотный датчик давления;
- ⇒ ресивера;
- ⇒ эталонного грузопоршневого манометра.

С помощью АСЗД в рабочей полости ресивера и контролируемого прибора задается абсолютное давление с предельно допустимой погрешностью 20 Па в диапазоне от 0,7 до 100 кПа и 0,015% в диапазоне от 100 до 285 кПа.



### Ключевые слова:

система контроля качества,  
достоверность контроля,  
средство измерения абсолютного давления.



### Key words:

Это позволяет использовать АСЗД в качестве прецизионного инструмента при контроле качества средств измерений давления. Эталонный частотный датчик давления нуждается в периодической поверке. С этой целью в состав структуры автоматизированной системы для контроля качества средств измерений абсолютного давления включен эталонный грузопоршневой манометр со следующей предельно допускаемой погрешностью: 7 Па в диапазоне 0,7–100 кПа и 0,005% в диапазоне 100–720 кПа.

## Методика контроля

Применение на практике предложенной структуры системы контроля качества средств измерений абсолютного давления требует усовершенствования методики контроля. Это обусловлено тем, что существующие методики и рекомендации не всегда учитывают автоматизированный характер контроля, а также тем, что требования к точности контролируемых приборов достаточно сложно выполнить с помощью необходимого запаса по точности эталонных средств измерений, входящих в состав автоматизированной системы контроля качества. Достоверность контроля приборов приходится обеспечивать усложнением организации контрольных операций, введением жестких приемочных допусков, усложнением технических средств [5, 6].

Следует отметить, что недостаток точности эталонных средств измерений отражен в методиках поверки рабочих средств измерения давления МИ 2124–90 ГСИ «Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры показывающие и самопишущие. Методика поверки». В нормативных документах предлагается вводить более жесткий приемочный допуск, чем паспортное значение погрешности контролируемого прибора. Величина приемочного допуска рассчитывается на основе статистической модели, обеспечивающей требуемую достоверность контроля при соотношении погрешностей поверяемого и эталонного приборов до  $\alpha_p \leq 0,5$  в соответствии с рекомендациями МИ 187–86 ГСИ «Достоверность и требования к методикам поверки средств измерений» и МИ 188–86 ГСИ «Средства измерений. Установление значений параметров методик поверки».

При периодической калибровке датчика давления АСЗД и контроле качества средств измерений абсолютного давления предлагается соблюдать следующее условие:

$$(\Delta_0/D)100 \leq \alpha_p \gamma, \quad (1)$$

где  $\Delta_0$  – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного прибора;  $D$  – диапазон показаний калибруемого (контролируемого) средства измерений абсолютного давления;  $\alpha_p$  – отношение предела допускае-

мого значения погрешности эталонного прибора к пределу допускаемого значения основной погрешности калибруемого (контролируемого) средства измерений абсолютного давления;  $\gamma$  – предел допускаемой основной погрешности прибора в процентах от нормированного значения. Это изменяет статистический подход к выбору эталонной меры, в качестве которой выступает АСЗД, при контроле датчика давления, позволяя выбирать  $\alpha_p$  большего значения ( $\alpha_p \leq 0,5$ ). При этом высокое качество контроля обеспечивается введением так называемого приемочного допуска  $\Delta_{пр.}$ , меньшего, чем предел допустимой основной погрешности  $\Delta_{max}$  калибруемого (контролируемого) средства измерений абсолютного давления.

$$\Delta_{пр.} < \Delta_{max}. \quad (2)$$

Системы контроля качества датчиков абсолютного давления предлагаемой в статье структуры имеют в своем составе два эталонных прибора с разными принципами измерений. АСЗД воспроизводит давление воздуха, которое измеряется контролируруемыми средствами. Наличие грузопоршневого манометра, реализующего прямой метод измерения давления, позволяет обеспечить высокую достоверность метрологических характеристик градуируемых и калибруемых средства измерений абсолютного давления.

В рамках предлагаемой концепции могут быть созданы автоматизированные и высокопроизводительные прецизионные системы контроля качества средств измерений абсолютного давления, которые позволяют накапливать большие массивы данных, сопоставлять результаты периодических поверок и контроля средств измерений, анализировать причины их отказов, рассчитывать показатели метрологической надежности и оперативно корректировать межповерочные интервалы. ■

## Литература

1. Марков А.В. Проблемы и пути модернизации систем контроля качества датчиков абсолютного давления // Век качества. 2014. № 4. С. 30–32.
2. Марков А.В. Проектирование многоуровневой системы контроля // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Фундаментальные основы баллистического проектирования». СПб., БГТУ, 2010. С. 136–139.
3. Лопарев В.К., Марков А.В., Степанян Н.М., Дрюк В.А. Структура автоматического поверочного комплекса приборов измерения давления воздуха // Информационные технологии на транспорте: Сб. науч. тр. СПб.: Политехника, 2003. С. 220–222.
4. Марков А.В. Проблемы метрологического обеспечения средств измерения давления // Тезисы докладов 61-й научно-технической конференции, посвященной Дню радио. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2006. С. 226–228.



5. Лопарев В.К., Марков А.В., Спиридонов Э.И., Степанян Н.М. Организация поверки частотного датчика давления при соотношении погрешностей поверяемого и эталонного приборов // Методы прикладной математики в транспортных системах: Вып. 6, Сб. науч. тр. СПб.: СПбГУВК, 2002. С. 137–139.

6. Лопарев В.К., Марков А.В., Петров В.М., Степанян Н.М. Выбор точностных характеристик эталонного манометра, используемого при поверке частотного датчика давления // Методы прикладной математики в транспортных системах: Вып. 7, Сб. науч. тр. СПб.: СПбГУВК, 2002. С. 198–199.