

Специальные датчики давления промышленной группы «МИДА»

Владимир СТУЧЕБНИКОВ,
д. т. н., профессор
Юрий ВАСЬКОВ
Евгений САВЧЕНКО
info@midaus.com

Кроме линейки общепромышленных датчиков МИДА-13П и МИДА-15, в ПГ «МИДА» разработан и выпускается ряд специализированных датчиков давления. В статье речь пойдет о следующих приборах ПГ «МИДА»: эталонные датчики давления МИДА-15-Э, высокотемпературные датчики давления-температуры расплавов МИДА-12П-082, криогенные датчики давления МИДА-12П-12-КР, датчики абсолютного давления для вакуумной техники МИДА-ДА-15, погружные гидростатические уровнемеры МИДА-ДИ-15-П.

Промышленная группа «Микро-электронные датчики» (ПГ «МИДА») разрабатывает и выпускает датчики давления на основе структур «кремний на сапфире» (КНС) [1].

Помимо линейки общепромышленных датчиков МИДА-13П [2] и МИДА-15 [3], представленных на рис. 1, в ПГ «МИДА» разработан и выпускается ряд специализированных датчиков давления.

Эталонные датчики давления

В настоящее время в промышленной группе «МИДА» серийно производятся сертифицированные эталонные датчики давления МИДА-15-Э (рис. 2) с основной погрешностью не хуже 0,05%, с цифровым выходным сигналом. Эталонные датчики обеспечивают суммарную погрешность <0,05% в диапазоне температур +10...+35 °С.

Для изготовления датчиков класса 0,05% и лучше модули давления специальным образом отбираются, а калибровка проводится на более прецизионном оборудовании (класс погрешности не хуже 0,015%) в отличие от серийных общепромышленных датчиков МИДА-15. Типичные результаты испытаний эталонных датчиков приведены на рис. 3–5.

Как видно на рис. 3, 4, реальная погрешность датчиков может составлять вплоть до 0,01% относительной погрешности к измеряемой величине (ИВ). Добиться таких

результатов, помимо оптимизации конструкции и технологических процессов при производстве первичных тензопреобразователей для данных датчиков, помог переход на АЦП большей разрядности (24 вместо 16 бит). Такие характеристики позволяют использовать эти датчики в качестве эталона первого разряда при калибровке и поверке датчиков избыточного давления в производственном процессе, заменяя обычно ис-

пользуемые грузопоршневые манометры и измерительные преобразователи ИПД. Непосредственная связь таких датчиков с автоматизированным рабочим местом испытателя уменьшает влияние человеческого фактора на задание давления и повышает точность калибровки датчиков. Опытная эксплуатация эталонных датчиков в производстве ПГ «МИДА» показала хорошие результаты. Датчики МИДА-15-Э (таблица)



Рис. 1. Общепромышленные датчики давления серий: а) МИДА-13П; б) МИДА-15

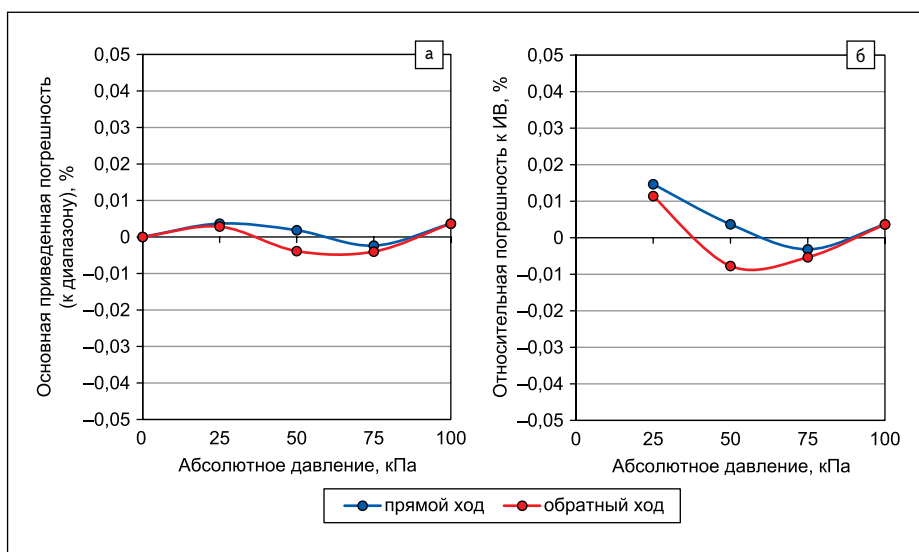


Рис. 3. Погрешность датчика абсолютного давления МИДА-ДА-15-Э-0,05/100 кПа: а) основная приведенная к диапазону измерения; б) относительная к измеряемой величине



Рис. 2. Эталонный датчик давления МИДА-15-Э

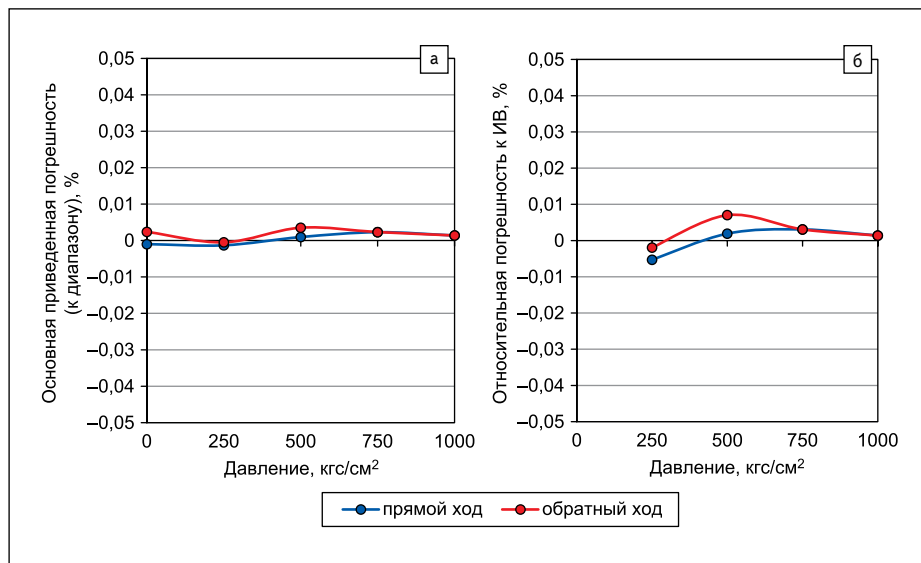


Рис. 4. Погрешность датчика избыточного давления МИДА-ДИ-15-Э-0,05/100 МПа: а) основная приведенная; б) относительная

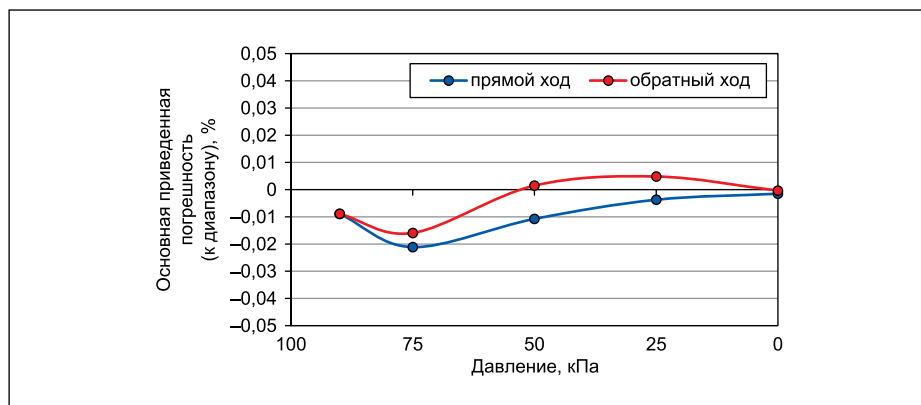


Рис. 5. Основная приведенная погрешность датчика разрежения МИДА-ДВ-15-Э-0,05/-100 кПа

также могут применяться в качестве цифровых манометров при подключении к компьютеру с операционной системой Windows или к смартфону с операционной системой Android через адаптер USB. Управление работой датчика и регистрация показаний выполняется с помощью ПО MIDA [4]. Датчики могут быть аттестованы как эталоны 1-го или 2-го разряда.

Высокотемпературные датчики давления и температуры

Высокотемпературные датчики давления и температуры расплавов полимеров МИДА-12П-082 (рис. 6) отличаются тем, что в них отсутствуют капилляры с жидкостью, передающие давление от измеряемой среды к датчику давления.



Рис. 6. Датчик давления-температуры расплава полимера

Таблица. Основные характеристики эталонных датчиков давления МИДА-15-Э

Диапазон измеряемых давлений, МПа	от 0–0,04 до 0–250 (ДИ) от 0–0,04 до 0–4 (ДА) 0,1–0 (ДВ) от ±0,02 до –0,1...+2,5 (ДИВ)
Выходной сигнал	RS-485 /ModbusRTU
Диапазон рабочих температур	+10...+35 °С
Основная погрешность	<0,05%
Напряжение питания, В	3–12
Степень защиты	IP65
Металл, контактирующий с измеряемой средой	титановый сплав, нержавеющая сталь
Номер в Государственном реестре средств измерения РФ	50730-17
Межповерочный интервал	1 год

Первичный преобразователь и выносной электронный блок соединены электрическим кабелем, что существенно повышает точность измерения (не более 0,5% в интервале температур +20...+300 °С) и значительно увеличивает надежность датчика и упрощает его монтаж. Термочувствительным элементом является мостовая измерительная схема ТП, то есть и давление, и температуру измеряет один чувствительный элемент. Значения измеряемых параметров могут выводиться одновременно на компьютер (рис. 7). Точность измерения температуры (в датчиках с цифровым выходным сигналом) составляет около 0,5 °С.

Датчики могут иметь также выходной сигнал 4–20 мА (без индикации температуры). Результаты сравнительных испытаний показали, что приборы МИДА-12П-082 могут успешно конкурировать с лучшими мировыми разработками в области измерения давления расплавов полимеров [6].

Датчики давления для криогенных сред

Как было показано ранее [7], на основе структур КНС можно изготавливать датчики давления криогенных сред, работающие вплоть до температуры жидкого гелия (–270 °С). В Промышленной группе «Микроэлектронные датчики» разработаны и серийно выпускаются датчики давления для криогенных сред (рис. 8), не имеющие аналогов в России, а также не имеющие ана-

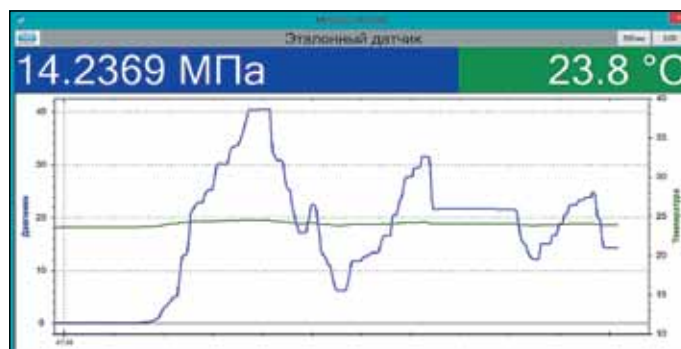


Рис. 7. Интерфейс программы MIDA15Tool с функцией одновременной индикации давления и температуры

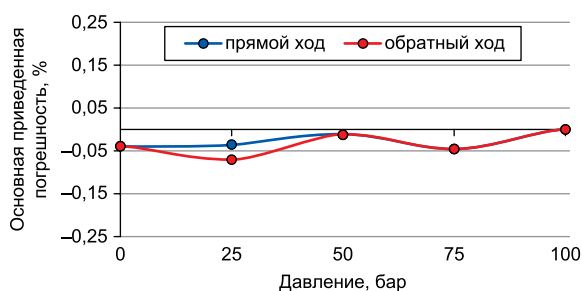


Рис. 8. Датчик давления для криогенных температур и его основная погрешность при температуре жидкого азота ($-197\text{ }^{\circ}\text{C}$)

логов в мире по части возможности одновременного измерения давления и температуры криогенной среды. Следует отметить, что и заявленные точности датчиков американского производства [8–10] в 1,5–2 раза хуже, чем у датчика МИДА. В настоящее время датчик МИДА-12П-12-КР успешно прошел сертификационные испытания и внесен в свидетельство об утверждении типа средств измерений.

Датчик абсолютного давления для вакуумной техники

На основе эталонных датчиков абсолютного давления разработан и датчик абсолютного давления для вакуумной техники (рис. 9), который при диапазоне измерения до 100 кПа имеет разрешение не хуже 0,5 Па. Следует отметить высокое быстродействие таких датчиков, достигаемое за счет применения производительного микроконтроллера и высокоскоростного АЦП. Так, минимальное время измерения (с момента получения команды датчиком и до момента выдачи сообщения с результатом) для датчиков МИДА-15 равно 25 мс. Максимальное время ответа зависит от таких настроек, как количество точек усреднения, использование аппаратного фильтра, интервал проведения измерений. Разрешающую способность прибора удалось улучшить до 0,5 Па по сравнению с разрешением около 2–5 Па у более ранних моделей.

Эти датчики внесены в Реестр средств измерений РФ. В конце 2019 года произошло расширение аккредитации метрологической службы ООО «МИДАУС», и теперь предприятие имеет право на самостоятельную первичную и периодическую поверку приборов давления класса 0,05%. Такой датчик можно использовать вместо термобарного вакуумметра при повышенной точности измерения и успешно заменять дорогостоящие импортные датчики.

Сегодня датчики МИДА-ДА-15-Э успешно прошли предварительную проверку для контроля вакуума в термобарокамере и эксплуатируются у одного из наших заказчиков (ООО «СТИКС»). Также были получены по-

ложительные отзывы о работе датчиков с камерой бесконтактных вакуумных насосов Казанского национального технологического университета.

Погружной гидростатический уровнемер МИДА-ДИ-15-П

Погружной гидростатический уровнемер МИДА-ДИ-15-П (рис. 10) основан на датчике избыточного давления, который измеряет гидростатическое давление. В соответствии с законом Паскаля гидростатическое давление зависит только от высоты столба и плотности жидкости, а форма и общий

объем резервуара никак на эту величину не влияют.

С помощью гидростатического уровнемера можно измерить столб жидкости при глубине погружения до 100–250 м. Важно учитывать, что с его помощью удастся с высокой точностью измерять уровень жидкостей с постоянной плотностью. В уровнемерах МИДА кабель имеет встроенный капилляр для компенсации влияния атмосферного давления. В настоящее время ведется разработка погружного гидростатического уровнемера на базе датчика абсолютного давления, что позволяет не использовать капилляр в кабеле, а для компенсации влияния атмосферного



Рис. 9. Датчик абсолютного давления для вакуумной техники



Рис. 10. Погружной гидростатический уровнемер МИДА-ДИ-15-П

давления будет установлен миниатюрный датчик атмосферного давления во вторичном блоке прибора, находящемся на поверхности. ■

Литература

1. Стучебников В. М. Структуры кремний-на-сапфире как материал для тензопреобразователей механических величин // Радиотехника и электроника. 2005. Т. 50. № 6.
2. www.midaus.com/dokumentatsiya/publikatsii/preobrazovateli-i-datchiki-pg-mida/15-obshchepromyshlennye-datchiki-davleniya-mida-13p.html
3. www.midaus.com/dokumentatsiya/publikatsii/preobrazovateli-i-datchiki-pg-mida/20-osobennosti-tsifrovyykh-obshchepromyshlennykh-datchikov-davleniya-mida-15.html
4. www.midaus.com/dokumentatsiya/programmnoe-obespechenie-dlya-priborov-mida.html
5. Васьков Ю. А., Савченко Е. Г., Стучебников В. М. Цифровые датчики давления МИДА на основе структур «кремний на сапфире» // ИСУП. 2020. № 6.
6. www.midaus.com/dokumentatsiya/publikatsii/preobrazovateli-i-datchiki-pg-mida/49-preimushchestva-datchikov-davleniya-rasplava-mida.html
7. Лурье Г. И., Стучебников В. М. Измерение давления в криогенных средах // ИКА. 1989. № 2.
8. www.gp50.com
9. www.pcb.com
10. www.kulite.com
11. www.midaus.com