

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Датчики плотности серии L-dens 4X7 поточные

Назначение средства измерений

Датчики плотности серии L-dens 4X7 поточные исполнений 417 Е (Т; TD; F), 427 Е (Т; TD; F), 437 Е (Т; TD; F), далее в тексте - датчики плотности, предназначены для измерений плотности жидкостей и газов при условиях их перекачки по трубопроводам, в том числе во взрывоопасных зонах.

Описание средства измерений

Принцип действия датчика плотности основан на измерении периода резонансной частоты механических колебаний чувствительного элемента в виде U -образной трубки и преобразовании его в электрический импульсный выходной сигнал, пропорциональный плотности потока жидкости, газа, проходящего через чувствительный элемент. Резонансные колебания чувствительного элемента поддерживаются с помощью специальной электромагнитной системы. Период резонансной частоты колебаний зависит от собственных механических характеристик чувствительного элемента, его температуры и плотности среды проходящей через чувствительный элемент. Коэффициенты зависимости индивидуальны для каждого датчика плотности и определяются при его заводской калибровке. Датчики плотности имеют встроенный платиновый термопреобразователь сопротивления с номинальной статической характеристикой Pt100 (Pt1000).

Датчики плотности предназначены для установки на байпасную линию либо для непосредственного подключения к трубопроводу с исследуемой жидкостью, газом при этом часть потока проходит внутри чувствительного элемента, выполняющего роль трубопровода внутри корпуса датчика.

Уравнение измерений плотности в рабочем диапазоне температуры имеет вид:

$$\rho_t = DA \cdot T^2 \cdot (1 + DA1 \cdot t + DA2 \cdot t^2) - DB \cdot (1 + DA3 \cdot t) \quad (1)$$

где:

ρ_t	Плотность с коррекцией влияния температуры, [г/см ³]
T	Период колебаний чувствительного элемента в [мкс]
t	Температура [°C]
DA, DB, DA1, DA2, DA3	Константы датчика, определяемые при калибровке.

Для реализации компенсации влияния давления измеряемой среды на свойства чувствительного элемента, датчики плотности могут применяться совместно с преобразователями давления (в комплект поставки не входят).

Уравнение компенсации влияния давления измеряемой среды имеет вид:

$$\rho_{tp} = \rho_t + DP1 \cdot (P - P_{ref}) + DP2 \cdot (P - P_{ref})^2 + DP3 \cdot \rho_t \cdot (P - P_{ref}) \quad (2)$$

где:

ρ_{tp}	Плотность с коррекцией влияния температуры и давления, [г/см ³]
P	Абсолютное давление измеряемой среды, [бар]
P_{ref}	Атмосферное давление, [бар]
DP1, DP2, DP3	Константы датчика, определяемые при калибровке.

Датчики L-Dens 4X7 выпускаются в различных исполнениях, отличающихся используемыми материалами, типами соединения с линией и интерфейсами связи.

В соответствии с типом материала чувствительного элемента датчики выпускаются в трех исполнениях:

- 417- нержавеющая сталь SST 1.4571;
- 427 - комбинация нержавеющей стали SST 1.4571, хастеллоя C276 и серебряного припоя;
- 437- хастеллой C276.

В соответствии с типом выходного сигнала датчики выпускаются в четырех исполнениях:

E — предназначены для подключения к вторичному преобразователю серии mPDS, производства фирмы Anton Paar (в комплект поставки не входит). Результаты измерений плотности и температуры передаются по протоколу связи PTE5, разработанному фирмой Anton Paar на вторичный преобразователь mPDS1100, который производит обработку полученных данных, компенсацию измеренного значения плотности по температуре и отображает на дисплее измеренные значение температуры и значение плотности, скомпенсированное по влиянию температуры. В случае подключения выходного сигнала преобразователя давления, mPDS может выполнять компенсацию влияния давления среды на чувствительный элемент датчика плотности. Возможна передача измерительной информации на программируемый логический контроллер посредством протоколов обмена данными PROFIBUS, PROFINET IO, EtherNet/IP.

T - результаты измерений скомпенсированной по температуре плотности и температуры среды передаются по протоколу промышленной автоматизации для передачи данных и настроек Hart, Modbus на устройства сбора измерительной информации или промышленный Flow компьютер серии Accuload III или подобный. Также имеется аналоговый выходной сигнал 4-20 мА, пропорциональный плотности. В случае получения информации о давлении измеряемой среды компенсацию влияния давления может выполнять промышленный Flow компьютер;

TD – результаты измерений скомпенсированной по температуре плотности и температуры среды отображаются на дисплее, установленном на передней панели электронного блока датчика и передаются по протоколу Hart, Modbus на устройства сбора измерительной информации или промышленный Flow компьютер серии Accuload III или подобный. В случае получения информации о давлении измеряемой среды компенсацию влияния давления может выполнять промышленный Flow компьютер;

F - имеет частотный выходной сигнал, пропорциональный плотности среды без компенсации по влиянию температуры и давления и 4-х проводной выходной сигнал датчика температуры типа Pt100. Датчики плотности исполнения F предназначены для подключения к промышленным Flow компьютерам, имеющим собственное встроенное программное обеспечение для преобразования частотных входных сигналов и выходных сигналов датчиков температуры в значения плотности и температуры измеряемой среды. Частотный выходной сигнал датчиков плотности исполнения F адаптирован для преобразования в измеренные значения плотности по уравнению измерений преобразователей плотности измерительных моделей 7835/45/47, номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52638-13.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Маркировка взрывозащиты: L-Dens 4X7 – ExiaIICT4/5 X или IExdIICT5.



Рисунок 1 - Внешний вид датчиков плотности L-Dens 4X7

Программное обеспечение

Датчики плотности функционируют под управлением встроенного специального программного обеспечения. Программное обеспечение осуществляет функции сбора, обработки и передачи измерительной информации. В исполнении L-Dens 4X7 F программное обеспечение отсутствует.

Идентификация номера версии встроенного ПО пользователем возможна:

- для исполнения E посредством протокола обмена данными PTE5, разработки Anton Paar GmbH при подключении датчика к вторичному прибору mPDS1100 или посредством на дисплее mPDS при включении питания;

- для исполнения TD на дисплее датчика плотности при включении питания.

Для исполнения T идентификация номера версии встроенного ПО пользователем возможна с применением свободно распространяемого сервисного ПО ModbusReader, версии не ниже 1.6.2 (<http://www.kurysoft.com/download.shtm>) через интерфейс связи Modbus/RS485.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные встроенного ПО(признаки)	Исполнение		
	L-Dens 4X7 E	L-Dens 417 T L-Dens 437 T L-Dens 417 TD L-Dens 437 TD	L-Dens 427T L-Dens 427 TD
Идентификационное наименование ПО	-	-	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V2.03	132	117
Цифровой идентификатор ПО	недоступен	недоступен	недоступен

Степень защиты программного обеспечения от преднамеренных или непреднамеренных изменений, соответствует уровню «средний» по P50.2.077-2014.

Влияние программного обеспечения учтено при нормировании метрологических характеристик.

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон показаний плотности, г/см ³	от 0 до 3
Диапазон измерений плотности газов, г/см ³	от 0,0005 до 0,0050
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газов в калиброванном диапазоне температуры, %	± 2,0*
Предел допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений плотности газов без компенсации влияния избыточного давления газа, % ρ_2 — плотность газа, г/см ³ P — избыточное давление газа в МПа	$\pm \frac{0,1}{\rho_2} \times P$

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений плотности жидкости при компенсации влияния избыточного давления среды, % ρ_2 — плотность газа, г/см ³ ΔP - пределы абсолютной погрешности применяемого преобразователя давления для давления P , МПа	$\pm \frac{0,1}{\rho_2} \times \Delta P$
Диапазон измерений плотности жидкости, г/см ³	от 0,6 до 1,2 (от 0,5 до 1,2 по спецзаказу)**
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений плотности жидкости в калиброванном диапазоне температуры, г/см ³	$\pm 0,0003$
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений плотности жидкости без компенсации влияния избыточного давления среды, г/см ³ P — избыточное давление жидкости, МПа	$\pm 0,001 \cdot P$
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений плотности жидкости при компенсации влияния избыточного давления среды, г/см ³ ΔP - пределы абсолютной погрешности применяемого преобразователя давления для давления P , МПа	$\pm 0,001 \cdot \Delta P$
Диапазон измерений температуры среды, °С	от минус 40 до плюс 125 (кл. Т5: от минус 40 до 70)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в откалиброванном поддиапазоне, °С	$\pm 0,1$
Напряжение питания постоянным током, В	от 12 до 15
Потребляемая мощность, В·А, не более	0,3
Габаритные размеры, мм, не более	226 × 112 × 108
внутренний диаметр чувствительного элемента, мм	6,6
Масса, кг, не более	3,4
Условия эксплуатации: - диапазон температуры окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при 30 °С, % - диапазон атмосферного давления, кПа	от минус 40 до плюс 70 (Т5: до 40 °С) до 90 (без конденсации) от 84 до 105
- максимальная динамическая вязкость измеряемой жидкости при условиях измерений, мПа·с	20
- максимальное рабочее давление среды, МПа: - для датчиков типа L-Dens 417 - для датчиков типа L-Dens 427/437	5,0 12,5
- диапазон температуры измеряемой среды, °С	от минус 40 до плюс 125
- расход жидкости через датчик, м ³ /час	от 0,1 до 0,5
Наработка на отказ, ч	48000

Наименование характеристики	Значение характеристики
Средний срок службы, лет	5
<p>Примечания:</p> <p>*- заводская калибровка чувствительного элемента выполняется для диапазона измерений плотности газов от 0,0005 до 0,0050 г/см³ в диапазоне температуры жидкости, установленном при калибровке без компенсации влияния избыточного давления измеряемой среды. По спец-заказу калибровка датчиков может быть выполнена с компенсацией влияния избыточного давления измеряемой среды;</p> <p>** - заводская калибровка чувствительного элемента выполняется для диапазона измерений плотности жидкости от 0,6 до 1,2 г/см³ в диапазоне температуры жидкости, установленном при калибровке без компенсации влияния избыточного давления измеряемой среды. По спец-заказу калибровка датчиков может быть выполнена с компенсацией влияния избыточного давления измеряемой среды, а также для диапазона измерений плотности от 0,5 до 1,2 г/см³ с компенсацией влияния избыточного давления измеряемой среды.</p>	

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист эксплуатационной документации типографическим способом и на корпус датчика плотности в виде наклейки.

Комплектность средства измерений

Основной комплект включает:

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Количество
Датчик плотности	L -dens 417 E/T/TD/F, (L -dens 427 E/T/TD/F, L -dens 437 E/T/TD/F)	1 шт.
Руководство по эксплуатации	РЭ	1 экз.
Методика поверки	МП 2302-085- 015	1 экз.

Поверка

осуществляется по документу МП 2302-085-2015 «Датчики плотности L-dens 4X7 поточные. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в октябре 2015 г.

Основное поверочное оборудование:

- установка пикнометрическая, рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.024-2002;
- стандартные образцы плотности сжиженных углеводородов ГСО 10209-2013, ГСО 10210-2013, ГСО 10211-2013;
- Азот газообразный особой чистоты по ГОСТ 9293-74, содержание основного компонента 99,999 %;
- Аргон газообразный высокой чистоты по ТУ 2114-005-05798345-2009 содержание основного компонента 99,998 %;
- эталонный термопреобразователь сопротивления типа ЭТС- 100, диапазон измерений температуры от минус 50 до 200 °С по ГОСТ 8.558-2009, абсолютная погрешность $\pm 0,02$ °С;
- преобразователь сигналов ТС и ТП «Теркон», $\pm [0,0002 + 1 \cdot 10^{-5} \cdot R_{\text{измер}}]$ Ом;
 $\pm [0,0005 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot U_{\text{измер}}]$ мВ;
- измерительные преобразователи абсолютного давления, РЭ 2-го разряда в соответствии с ГОСТ Р 8.840-2013, относительная погрешность $\pm 0,025$ %, диапазоны измерений от 0,0 МПа до 10,0 МПа и от 0,0 МПа до 0,3 МПа.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в руководстве по эксплуатации «Датчики плотности L-dens 4X7 поточные».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к датчикам плотности L-dens 4X7 поточным

1. ГОСТ 8.024-2002 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности»;
2. ГОСТ 8.558- 2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.
3. Техническая документация компании «Anton Paar GmbH», Австрия

Изготовитель

Компания «Anton Paar GmbH», Австрия
Адрес: Anton-Paar-Str. 20, A-8054 Graz / Austria - Europe
Телефон: +43 316 257-0, Факс: +43 316 257-257
E-mail: info@anton-paar.com , Адрес Web-сайта: www.anton-paar.com

Заявитель

АО «АВРОРА Лаб», г. Москва
Адрес: РФ, 117628, г. Москва, ул. Грина, д.42
Тел. (495) 258-83-05/-06/-07

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП "ВНИИМ им. Д. И. Менделеева"
Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
тел.: (812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14
E-mail: info@vniim.ru, <http://www.vniim.ru>
Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30001-10 от 20.12.2010 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « ____ » _____ 2016 г.