

# **Преобразователи плотности жидкости измерительные Micro Motion 7835/45/47**

Стандартная и усовершенствованная  
электроника



©2011, Micro Motion, Inc. Все права защищены. Логотип Emerson является торговой маркой и знаком обслуживания компании Emerson Electric Co. Марки Micro Motion, ELITE, ProLink, MVD и MVD Direct Connect являются торговыми знаками одной из групп компаний Emerson Process Management. Все прочие марки являются собственностью их обладателей.

Micro Motion придерживается политики постоянного развития и совершенствования продукции. Технические условия, представленные в данном документе, могут быть изменены без предупреждения. Насколько мы осведомлены, информация, приведенная в данном документе, является точной. Micro Motion не несет ответственность за ошибки, опущения и прочую дезинформацию, если таковая имеется в данном документе. Запрещается фотокопировать или воспроизводить какую-либо часть данного документа без письменного разрешения Micro Motion.

# Содержание

<b>Глава 1</b>	<b>Введение</b> .....	<b>1</b>
1.1	Правила техники безопасности .....	1
1.2	Описание изделия.....	1
1.3	Модельный ряд .....	2
1.4	Модельный ряд электроники .....	2
1.5	Усовершенствованная электроника .....	3
1.4.1	Материнская плата .....	4
1.4.2	Оptionальная плата .....	4
1.4.3	Выносной дисплей .....	4
1.6	Применение Директивы 2004/22/EC (MID) о средствах измерений .....	4
<b>Глава 2</b>	<b>Технология установки</b> .....	<b>7</b>
2.1	Общая информация.....	7
2.2	Информация по технике безопасности .....	7
2.2.1	Общие сведения, относящиеся ко всей системе .....	7
2.2.2	Детали находящиеся под давлением .....	8
2.3	Планирование установки.....	9
2.4	Монтаж и обвязка преобразователя .....	9
2.5	Перепад давления в преобразователе .....	13
2.6	Расчет перепада давления в преобразователе .....	13
2.7	Особые положения, касающиеся работы в гигиенических условиях (только для преобразователя 7847) .....	14
2.8	Измерительные преобразователи плотности жидкости с выносным усилителем – 7845/47 (в том числе с опцией измерения плотности газожидкостной смеси) .....	14
2.9	Проверки после установки .....	16
2.10	Монтажные чертежи .....	17
<b>Глава 3</b>	<b>Электрические соединения (стандартная электроника)</b> .....	<b>21</b>
3.1	Общая информация.....	21
3.2	Требования директивы 2004/22/EC (MID) о средствах измерений .....	21
3.2.1	Защита преобразователя согласно директиве о средствах измерений (MID).....	21
3.3	Заземление.....	22
3.4	Использование преобразователей (конвертеров) сигнала Micro Motion .....	22
3.4.1	Системные соединения (только для опасной зоны).....	22
3.4.2	Системные соединения (только для безопасной зоны).....	22
3.5	Использование преобразователя с оборудованием заказчика .....	23
3.5.1	Системные соединения (только для безопасной зоны).....	23
3.5.2	Системные соединения (только для опасной зоны).....	25
3.6	Проверки после установки .....	27
<b>Глава 4</b>	<b>Электрические соединения (усовершенствованная электроника)</b> .....	<b>29</b>
4.1	Общая информация.....	29
4.2	Требования директивы 2004/22/EC (MID) о средствах измерений (только для 7835/7845) .....	29
4.2.1	Защита преобразователя согласно Директиве о средствах измерений .....	30
4.3	Планирование установки.....	31
4.4	Электрическая установка в безопасных зонах.....	31

4.4.1	Установка электрических соединений с использованием конвертера сигнала ..	33
4.5	Установка электрических соединений в опасных зонах .....	34
4.5.1	Выбор защитного барьера и гальванического изолятора .....	34
4.5.2	Электрические соединения в опасной зоне .....	36
4.6	Конфигурация материнской платы .....	41
4.7	Материнская плата плюс опциональная плата HART® .....	42
4.7.1	Электрические подключения к линии связи HART® .....	42
4.8	Проверки преобразователя плотности с усовершенствованной электроникой после установки .....	43
<b>Глава 5</b>	<b>Электрические соединения (с опцией измерения плотности газожидкостной смеси) .....</b>	<b>45</b>
5.1	Общая информация .....	45
5.2	Заземление .....	45
5.3	Использование преобразователей (конвертеров) сигнала .....	45
5.3.1	Системные соединения .....	45
5.4	Использование преобразователя с оборудованием заказчика .....	46
5.4.1	Системные соединения (только для безопасной зоны) .....	46
5.5	Проверки после установки .....	48
<b>Глава 6</b>	<b>Калибровка и эксплуатационные параметры .....</b>	<b>49</b>
6.1	Общая информация .....	49
6.1.1	Для приборов со стандартной электроникой .....	49
6.1.2	Для приборов с усовершенствованной электроникой .....	49
6.2	Разъяснение свидетельства о калибровке .....	50
6.2.1	Общее уравнение плотности .....	50
6.2.2	Температурная поправка .....	50
6.2.3	Поправка на давление .....	50
6.2.4	Поправка на скорость звука .....	55
6.3	Калибровка .....	56
6.3.1	Заводская калибровка .....	56
6.3.2	Калибровка эталонных инструментов .....	56
6.3.3	Свидетельство о калибровке контрольно-измерительного прибора .....	57
6.3.4	Испытание под давлением .....	57
6.3.5	Испытание изоляции .....	57
6.3.6	Методы калибровки .....	57
6.4	Эксплуатационные параметры .....	59
<b>Глава 7</b>	<b>Выносной дисплей и оборудование цифровой связи .....</b>	<b>61</b>
7.1	Введение .....	61
7.2	Механическая установка выносного дисплея 7965 .....	61
7.3	Электроустановка в безопасной зоне .....	63
7.4	Электроустановка в опасной зоне .....	63
7.5	Конфигурирование материнской платы с помощью выносного дисплея .....	63
7.5.1	Включение питания .....	63
7.5.2	Адрес ведомого устройства .....	64
7.5.3	Демо-режим .....	64
7.5.4	Навигация по структуре меню .....	64
7.5.5	Структура меню .....	66
7.6	Многоточечная установка .....	68
7.7	Электрическое подключение компьютерных устройств .....	68
7.7.1	Соединение с помощью конвертера RS-232/485 .....	69

<b>Глава 8</b>	<b>Работа с ADView и ProLink II .....</b>	<b>73</b>
8.1	Работа с программным обеспечением ADView.....	73
8.1.1	Описание ADView .....	73
8.1.2	Установка ADView.....	73
8.1.3	Запуск ADView.....	74
8.1.4	Особенности программного пакета ADView .....	75
8.2	Работа с программным обеспечением ProLink II .....	80
8.2.1	Обзор .....	80
8.2.2	Требования.....	80
8.2.3	Подключение программы от ПК к датчику .....	80
8.2.4	Разгрузка/загрузка конфигурации ProLink II .....	81
8.2.5	Язык ProLink II .....	81
<b>Глава 9</b>	<b>Общее техническое обслуживание.....</b>	<b>83</b>
9.1	Общая информация.....	83
9.2	Анализ неисправностей.....	83
9.3	Процедура общего технического обслуживания.....	83
9.4	Фактические проверки .....	83
9.4.1	Проверка калибровки .....	84
9.4.2	Корректирующее обслуживание.....	84
<b>Приложение А</b>	<b>Технические характеристики 7835.....</b>	<b>87</b>
A.1	Эксплуатационные параметры преобразователя плотности .....	87
A.2	Температурные характеристики.....	87
A.2.1	Встроенный сенсор температуры .....	87
A.3	Максимальные значения давления .....	88
A.4	Классификации опасных зон .....	88
A.5	Классификации OIML R117-1 .....	89
A.6	Электромагнитная совместимость.....	89
A.7	Материалы конструкции.....	89
A.8	Удерживание жидкости .....	89
A.9	Вес .....	90
A.10	Электрика .....	90
<b>Приложение В</b>	<b>Технические характеристики 7845/47.....</b>	<b>91</b>
V.1	Эксплуатационные параметры преобразователя плотности .....	91
V.2	Температурные характеристики.....	91
V.2.1	Встроенный датчик температуры .....	91
V.3	Номинальные значения давления .....	92
V.4	Классификации опасных зон .....	92
V.5	Классификации OIML R117-1 (только 7845).....	92
V.6	Общие классификации.....	93
V.6.1	Электромагнитная совместимость.....	93
V.7	Материалы конструкции.....	93
V.8	Защита от протечек среды .....	93
V.9	Вес .....	94
V.10	Электрика .....	94
<b>Приложение С</b>	<b>Технические характеристики электроники .....</b>	<b>95</b>
C.1	Стандартная электроника.....	95

C.1.1	Электропитание измерительного преобразователя .....	95
C.1.2	Выходные сигналы .....	95
C.2	Стандартная электроника с опцией измерения плотности жидкости с содержанием свободного газа.....	95
C.1.1	Электропитание измерительного преобразователя .....	95
C.1.2	Выходные сигналы .....	95
C.3	Усовершенствованная электроника .....	95
C.3.1	Электропитание измерительного преобразователя .....	95
C.3.2	Аналоговый выход (включая выход HART®) .....	96
C.3.3	Выход частоты трубки/сигнала тревоги .....	96
C.3.4	Измерение температуры .....	96
C.3.5	Измерение периода времени .....	96
C.3.6	Выносной дисплей .....	97
C.4	Показатели воздействия на окружающую среду .....	97
C.4.1	Температура.....	97
C.4.2	Степень защиты по IP .....	97

**Приложение D Вычисления и настраиваемые коэффициенты (усовершенствованная электроника) ..... 99**

D.1	Конфигурация материнской платы .....	99
D.2	Диагностика материнской платы.....	100
D.3	Расчеты преобразователя.....	101
D.3.1	Базовая плотность .....	102
D.3.2	Вычисления специальных функций .....	104
D.3.3	Уравнение четвертой степени .....	104

**Приложение E Свидетельства о калибровке ..... 109**

E.1	Образцы свидетельств о калибровке .....	109
-----	---	-----

**Приложение F Линии связи Modbus ..... 117**

F.1	Введение .....	117
F.2	Описание организации связи по протоколу Modbus .....	117
F.3	Режим передачи .....	117
F.4	Настройки языка протокола Modbus .....	118
F.4.1	Размер и содержимое регистра .....	118
F.5	Установление связи Modbus.....	118
F.6	Команды Modbus .....	120
F.7	Присваивание номеров регистрам Modbus.....	120
F.8	Коды указателей и нумерации .....	123
F.8.1	Тип преобразователя .....	124
F.8.2	Единицы измерения плотности, температуры и давления .....	124
F.8.3	Специальная функция .....	124
F.8.4	Коды названий уравнения четвертой степени (специальная функция) .....	125
F.8.5	Коды единиц измерения уравнения четвертой степени (специальная функция).....	125
F.8.6	Время усреднения .....	126
F.8.7	Выбор аналогового выхода.....	126
F.8.8	Задаваемые пользователем переменные сигнала тревоги .....	126
F.8.9	Нормальные состояния сигналов тревоги.....	127
F.8.10	Коды покрытия сигналов тревоги.....	127
F.8.11	Коды гистерезиса сигналов тревоги .....	127
F.8.12	Версия программного обеспечения.....	127
F.8.13	Признаки регистра состояния .....	128

<b>Приложение G Программное обеспечение HART®</b> .....	<b>129</b>
G.1 Введение .....	129
G.2 Основные сведения о HART® .....	129
G.2.1 Физическая форма передачи.....	130
G.2.2 Протокол транзакций.....	130
G.2.3 Структура сообщения .....	130
G.2.4 Формат данных .....	130
G.2.5 Команды.....	130
G.3 Электроустановка.....	130
G.3.1 Соответствие HART® .....	131
G.4 Команды HART®.....	132
G.4.1 Универсальные команды .....	132
G.4.2 Общие команды .....	132
G.5 Структура общих команд передатчика .....	133
G.5.1 Команда 128 .....	133
G.5.2 Команда 129 .....	134
G.5.3 Таблица 1 – Коды идентификации .....	135
G.5.4 Таблица 2 – Ограничения и постоянные .....	135
G.5.5 Таблица 3 – Обозначения переменных выхода / преобразователя .....	136
G.5.6 Таблица 4 – Обозначения переменных преобразователя .....	136
G.6 Краткие сведения о функциональных возможностях HART® .....	136
<b>Приложение H Утвержденные системные чертежи</b> .....	<b>139</b>
H.1 Общая информация .....	139
<b>Приложение I Политика возврата</b> .....	<b>147</b>
I.1 Основные правила .....	147
I.2 Новое и неиспользовавшееся оборудование .....	147
I.3 Бывшее в употреблении оборудование .....	147





# Глава 1

## Введение

### 1.1 Правила техники безопасности

При работе с измерительным преобразователем плотности жидкости модели 7835/45/47 следует соблюдать повышенную осторожность.

- Запрещается бросать преобразователь или подвергать его воздействию сильных механических ударов.
- Запрещается подвергать преобразователь воздействию сильных вибраций.
- Осевая нагрузка от трубопровода не должна превышать ½ тонны.
- Должны соблюдаться все требования электробезопасности.
- Преобразователь и прилегающий трубопровод должны быть испытаны давлением в 1-1/2 от максимального рабочего давления.
- Запрещается использовать жидкости, несовместимые с материалами конструкции.
- Запрещается эксплуатировать преобразователь при давлении выше расчетного.
- Запрещается подвергать преобразователь воздействию сильных вибраций (> 0,5 g в течение длительного времени).
- Запрещается перевозить преобразователь, если в нем находятся опасные вещества. Это касается и тех жидкостей, которые могли попасть в корпус снаружи и остаться в нем.
- Подробная информация о возврате преобразователя и политике возврата компании Micro Motion представлена в Приложении I.

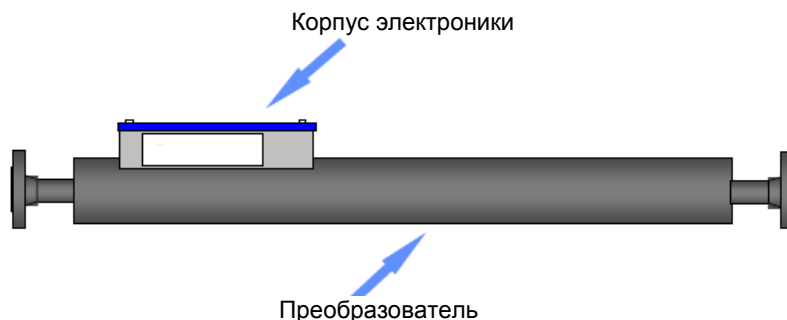
Информация по технике безопасности дается в тексте данного руководства для обеспечения защиты персонала и оборудования. Перед тем как переходить к следующему этапу, необходимо ознакомиться с каждым сообщением по технике безопасности.

### 1.2 Описание изделия

Любые устройства, в состав которых входят механический измеритель и блок электроники, как правило, устанавливаются внутри корпуса электроники измерительного прибора. Электроника и измеритель образуют систему, осуществляющую непрерывное интерактивное измерение плотности и температуры жидкости.

Если согласно условиям применения температура в трубопроводе не должна превышать 110 °C (230 °F), блок электроники необходимо устанавливать внутри корпуса удаленного усилителя (см. подробности в Главе 3 и Главе 4).

Рисунок 1-1. Измерительный преобразователь плотности жидкости 7835/45/47



Плотность жидкости определяется на основании резонансной частоты вибрационной трубки, содержащей жидкость, а температура жидкости определяется с помощью РДТ 100-Ω.

### 1.3 Модельный ряд

Преобразователи сходны по механическим параметрам, но отличаются по материалам элементов, контактирующих с рабочей средой, и по материалам фланцев/муфт. Полностью сварная конструкция обеспечивает максимальную надежность в самых тяжелых условиях. Разрывной диск установлен в днище преобразователя, расположенном вдали от корпуса усилителя. Диск разрывается, если в корпусе поднимается давление, благодаря чему утечка в трубке маловероятна. Принцип работы разрывного диска показан на Рисунке 2-2.

Таблица 1-1. Модельный ряд преобразователей

Преобразователь	Материал трубки	Особенности
7835	NI-SPAN-C®	Низкий температурный коэффициент сопротивления и долговременная стабильность, подходит для коммерческого учета.
7845	Нержавеющая сталь 316L	Высокая коррозионная стойкость.
7847	Нержавеющая сталь 316L	Сконструирован в соответствии с гигиеническими требованиями пищевой промышленности. Имеет авторизацию 3А. См. особые требования по очистке и установке в гигиенических условиях в Разделе 2.7.

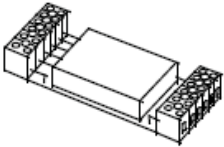
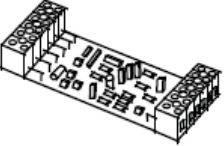
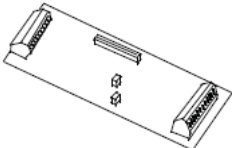

### 1.4 Модельный ряд электроники

Вышеуказанные преобразователи могут быть оснащены следующими вариантами исполнения электроники. Однако не все варианты исполнения электроники являются взаимозаменяемыми, так как **усовершенствованные** электронные платы имеют большую физическую длину, чем **стандартные** электронные платы, и поэтому их можно установить только в длинные корпуса, которые входят в комплект **усовершенствованных** преобразователей.

Следует отметить, что стандартная электроника с опцией для измерения плотности жидкостей с содержанием свободного газа **НЕ** подходит для работы в опасных зонах в отличие от других типов электронных плат.

Подробное описание эксплуатационных свойств различных электронных плат приводится в соответствующих главах.

Таблица 1-2. Модельный ряд электроники

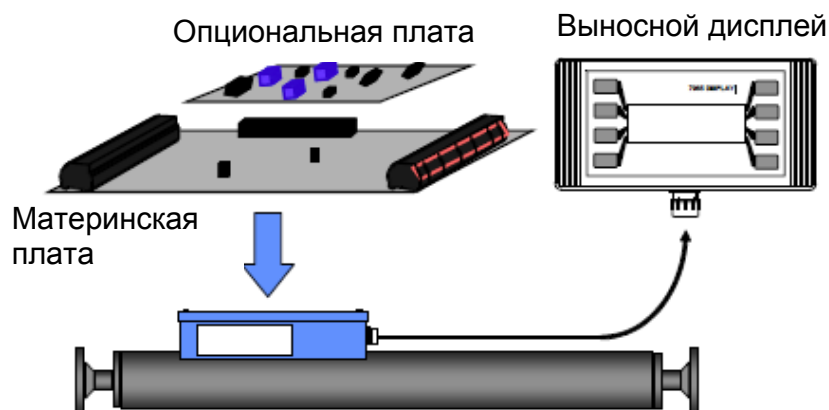
Стандартная электроника	
<p><b>Вариант исполнения для измерения плотности</b></p> 	<p>Основная схема усилителя производит частотный сигнал (показывает плотность жидкости) и сопротивление РДТ (показывает температуру жидкости). Соединяется с преобразователем (конвертером) сигналов.</p>
<p><b>Вариант исполнения для измерения плотности жидкости с содержанием свободного газа</b></p> 	<p>Схема усилителя сходна с вышеописанной, но преобразователь плотности работает при более низкой частоте, которая менее восприимчива к попутному газу. <b>НЕ</b> подходит для работы в опасных зонах.</p>
Усовершенствованная электроника	
<p><b>Вариант исполнения для измерения плотности</b></p> 	<p>Схема с микропроцессорным управлением позволяет выбирать аналоговые или цифровые выходные сигналы и обеспечивает непосредственное измерение плотности и температуры. Также позволяет выбирать вычисляемые параметры и выполняет несколько функций диагностики. Данный прибор сходен с вышеописанным преобразователем плотности. Но данный прибор работает при более низкой частоте, которая больше соответствует жидкостям с содержанием свободного газа. Подходит для работы в опасных зонах.</p>
<p><b>Вариант исполнения для измерения плотности жидкости с содержанием свободного газа</b></p>	
Выносной блок усилителя	
<p><b>Усовершенствованная электроника</b></p> 	<p>Подходит для работы в опасных зонах.  784521A: Утверждение IIB (ATEX)  784522A: Утверждение IIC (ATEX)  784523A: Утверждение CSA  784524A: Не классифицирован (поставляется в качестве запасной детали для установки пользователем).</p> <p>Обратите внимание, что усилитель усовершенствованного типа нельзя устанавливать в выносной блок усилителя стандартного типа.</p>

## 1.5 Усовершенствованная электроника

В отличие от преобразователя, оснащенного стандартной электроникой (для работы которой требуется конвертер сигнала), преобразователь с усовершенствованной электроникой представляет собой полную измерительную систему.

Усовершенствованная материнская плата вместе с преобразователем создают полную систему для измерения плотности и температуры жидкости. Может потребоваться выносной дисплей или одна из опциональных плат, если выходные сигналы требуется настраивать в поле, или если необходимы дополнительные функции.

Рисунок 1-2. Материнская плата усовершенствованной электроники и выносной дисплей



Для удобства работы ниже приводится описание конструкции и особенностей усовершенствованной системы.

### 1.5.1 Материнская плата

Материнская плата является главным компонентом системы. Вместе с измерительным преобразователем плотности жидкости материнская плата образует полную систему измерения плотности и температуры жидкости. Материнская плата выполняет множество полезных вычислений и подает следующие выходные сигналы:

- Два полностью конфигурируемых выходных сигнала 4-20 мА.
- Один импульсный выход, подающий сигнал состояния системной тревоги или сигнал частоты вибрации измерительной трубки.
- Цифровой канал связи RS-485 по протоколу RTU Modbus.

### 1.5.2 Опциональная плата

Опциональная плата устанавливается непосредственно на материнскую плату. В настоящий момент используется одна опциональная плата.

- Плата HART<sup>®</sup> обеспечивает дополнительный выход 4-20 мА и все HART-коммуникации.

За один раз можно установить только одну плату.

### 1.5.3 Выносной дисплей

Выносной дисплей 7965 может быть прикреплен к стене или находиться в руках оператора. Дисплей – это удобное средство отображения вычисляемых параметров, конфигурирования и анализа системных настроек. Дисплей обменивается данными посредством цифровой линии связи RS-485 материнской платы. Один выносной дисплей может быть соединен с несколькими преобразователями, если они объединены одной линией связи RS-485.

## 1.6 Применение Директивы 2004/22/ЕС (MID) о средствах измерений

Компания Mobrey Limited, филиал Emerson Process Management, выполнила исследование измерительных преобразователей плотности жидкости 7835 и 7845 относительно требований стандарта МОЗМ R117-1:2007 и положения 8.8 WELMEC к применению измерительных систем для непрерывного, динамического измерения объемов жидкостей (кроме воды). Данное

## Введение

исследование было проведено в соответствии с приложением MI-005 Европейской директивы о средствах измерений (2004/22/ЕС).

Свидетельство об исследовании измерительных преобразователей плотности жидкости 7835 и 7845 может использоваться с письменного разрешения Mobrey Limited для упрощения порядка получения сертификата испытаний типового образца на соответствие требованиям ЕС всей измерительной системы.



# Глава 2

## Технология установки

### 2.1 Общая информация

В данной главе описывается порядок механической установки измерительного преобразователя плотности жидкости 7835/45/47.



### 2.2 Информация по технике безопасности

#### 2.2.1 Общие сведения, относящиеся ко всей системе

- Инструкции по технике безопасности должны соблюдаться при транспортировке и эксплуатации данного изделия. Работы по механической и электрической установке должен выполнять обученный персонал в соответствии с применимыми местными и государственными нормами и правилами, действующими в каждой области.
- Правила безопасного производства работ со средой и процессом должны соблюдаться во время установки и технического обслуживания оборудования. Перед тем как открутить или убрать какое-либо соединение, необходимо разгерметизировать и изолировать систему.
- Если возможен контакт оборудования с агрессивными веществами, пользователь отвечает за принятие соответствующих мер по предотвращению негативного воздействия на оборудование.
- Установщик/пользователь данного оборудования несет ответственность и гарантирует, что:
  - Данное изделие не используется в качестве опоры для других устройств или для персонала.
  - Данное изделие защищено от ударных воздействий.
- Крайне важно осуществлять транспортировку данного датчика с учетом его веса и чувствительности к ударам; вокруг фланцевых окончаний следует обмотать подъемные ремни.

### 2.2.2 Детали находящиеся под давлением

- Установщик/пользователь данного оборудования несет ответственность и гарантирует, что:
  - Все материалы конструкции пригодны для условий применения.
  - Все соединения трубопровода соответствуют местным и государственным нормам и правилам.
  - Предельные значения температуры и давления, принятые для данного оборудования, не превышены. При необходимости используются соответствующие защитные устройства. См. Таблицу 2-1.

**Таблица 2-1 максимальное давление: нержавеющая сталь 316/316L с двойным запасом прочности**

Технологический фланцевый фитинг	Максимально допустимое давление	
	20°C	110°C
Класс 600	1440,2 psi (99,3 бар)	1203,8 psi (83,0 бар)
Класс 900	2159,6 psi (148,9 бар)	1805,7 psi (124,5 бар)
PN40	580,2 psi (40,0 бар)	539,5 psi (37,2 бар)
PN100	1450,4 psi (100,0 бар)	1348,9 psi (93,0 бар)

- Материал установленных прокладок/уплотнений совместим со средой и технологическим процессом.
- Установленный датчик должным образом защищен от воздействия массы и вибрации.
- Ограждения, теплоизоляция или установление ограниченного доступа обеспечивают защиту персонала от риска получить ожоги. Перед проведением работ по техническому обслуживанию следует подождать, когда оборудование остынет. Рекомендуется закрепить предупреждения с надписью «ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА» рядом с соответствующим оборудованием.
- Регулярно проводятся проверки на наличие внутренних и внешних признаков коррозии и износа.
- Запрещается устанавливать датчик до окончания всех монтажных работ и предпусковых проверок. Запрещается вытаскивать заглушки до того, как будет установлен датчик.
- Монтаж датчика должен осуществляться в соответствии с данным руководством, что гарантирует правильное крепление. Это требование касается всех вариантов исполнения.
- Пользователь не должен проводить работы по ремонту данного оборудования, кроме операций по общему техническому обслуживанию, описанных в данном руководстве.



## 2.3 Планирование установки

Во время планирования установки измерительного преобразователя необходимо учитывать следующие факторы:

Таблица 2-2. Положения, учитываемые при установке

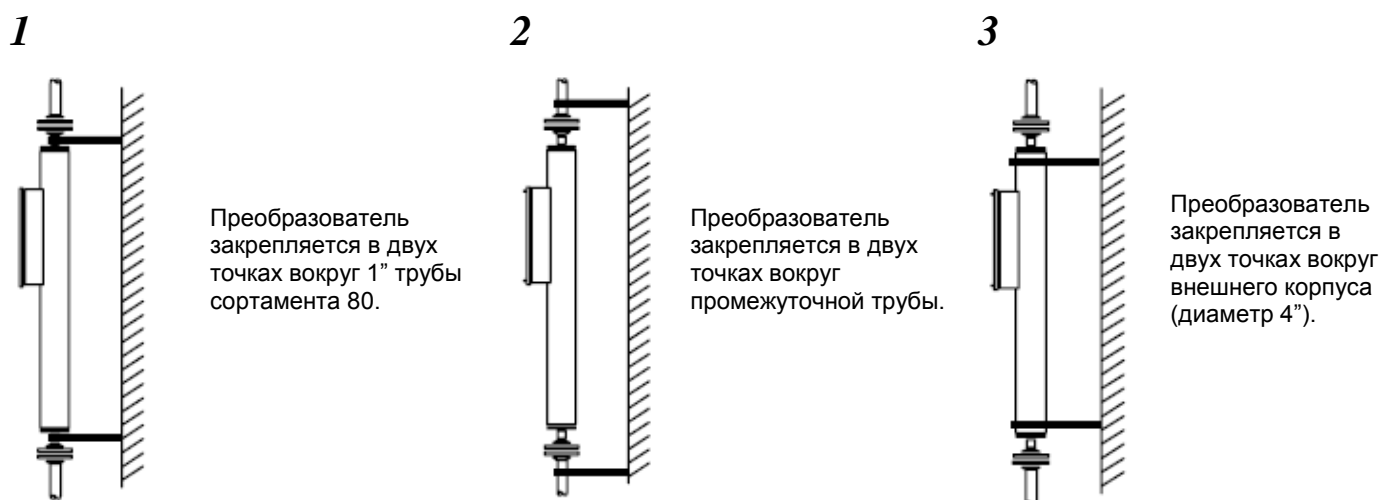
<b>Безопасность</b>	<p>При установке прибора в технологическую линию необходимо, чтобы материалы, из которых изготовлены детали, контактирующие со средой (трубка), не подвергались коррозионному воздействию жидкости, проходящей через прибор. Если данное требование не соблюдено, может произойти разрушение центральной трубки (сильфонов) и потеря точности измерения или даже поломка в случае утечки. Обратитесь к специалистам компании Micro Motion, чтобы получить информацию о том, какая из имеющихся моделей преобразователей соответствует вашим условиям.</p> <p>Материал NI-SPAN-C, из которого изготовлена центральная трубка, не предназначен для работы в агрессивной среде согласно определению спецификации HAIK MR0103-2005. Обратитесь к специалистам компании Micro Motion, чтобы получить информацию о том, какая из моделей соответствует вашим условиям.</p>
<b>Пригодность к эксплуатации</b>	Установка преобразователя в байпасную линию позволяет снимать прибор для обслуживания или калибровки без воздействия на главный трубопровод. Возможные варианты установки в байпасную линию показаны на Рисунке 2-3.
<b>Эксплуатационные параметры</b>	
Напряжение и вибрация трубопровода	Осевая нагрузка не должна превышать ½ тонны, поэтому трубопровод должен обладать определенной степенью гибкости. Следует избегать чрезмерных колебаний труб. Предпочтительные монтажные положения показаны на Рисунке 2-2.
Пузырьки газа	<p>Присутствие пузырьков газа может серьезно повлиять на работу прибора, поэтому должны быть учтены следующие аспекты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Жидкость всегда должна находиться под давлением, значительно превышающим давление ее паров.</li> <li>• Все муфты и стыки трубопровода должны быть воздухонепроницаемыми.</li> <li>• На входе преобразователя не должно наблюдаться завихрений.</li> <li>• Кавитации, вызванные закачиванием, не должны приводить к появлению пузырьков из растворенных газов.</li> <li>• Если используется насос, желательно, чтобы он проталкивал, а не протягивал продукт через преобразователь.</li> </ul>
Ориентация преобразователя	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Если расход достаточно низкий, например, 750 л/ч (2,7 гал./мин.), желательно устанавливать преобразователь вертикально или под углом с движением среды снизу вверх.</li> <li>• Поток жидкости, содержащей твердые частицы, должен быть направлен вверх. Если частицы достаточно большого размера, и поток не может их унести, то он должен быть направлен в обратную сторону.</li> <li>• Электрический кабель преобразователя должен быть направлен вниз, так как это снижает вероятность попадания воды в случае повреждения кабельного сальника.</li> </ul>
Расход	<p>Большой расход, например, 3000 л/ч (11 гал./мин.), позволяет датчику достичь температурного равновесия и выполнить функцию самоочистки.</p> <p>Низкий расход, например, 1000 л/ч (3,7 гал./мин.), рекомендуется в том случае, если продукт содержит частицы, которые могут вызвать эрозию.</p> <p>Преобразователи дают показания плотности в зависимости от расхода. Если расход не превышает 15000 л/ч (55 гал./мин.), и в последующем не предполагается изменение продукта или давления в трубопроводе, максимальное отклонение плотности не будет превышать 0,2 кг/м<sup>3</sup>.</p>
Температурная устойчивость	Для обеспечения теплоустойчивости следует теплоизолировать преобразователь, впускной патрубков и отвод/трубопровод байпасной линии.

## 2.4 Монтаж и обвязка преобразователя

В данном разделе более подробно описывается порядок монтажа преобразователей, конструкция прилегающего трубопровода, а также расчет перепада давления в преобразователе.

Предпочтительные методы закрепления преобразователя показаны на Рисунке 2-1.

Рисунок 2-1 Предпочтительные методы монтажа (крепления) преобразователей



Если расход постоянно увеличивается, монтажное положение выбирается таким образом, чтобы упростить трубопроводную обвязку и минимизировать потери давления и температуры (см. Рисунок 2-2).

Рисунок 2-1 Предпочтительные методы монтажа преобразователей (углы)

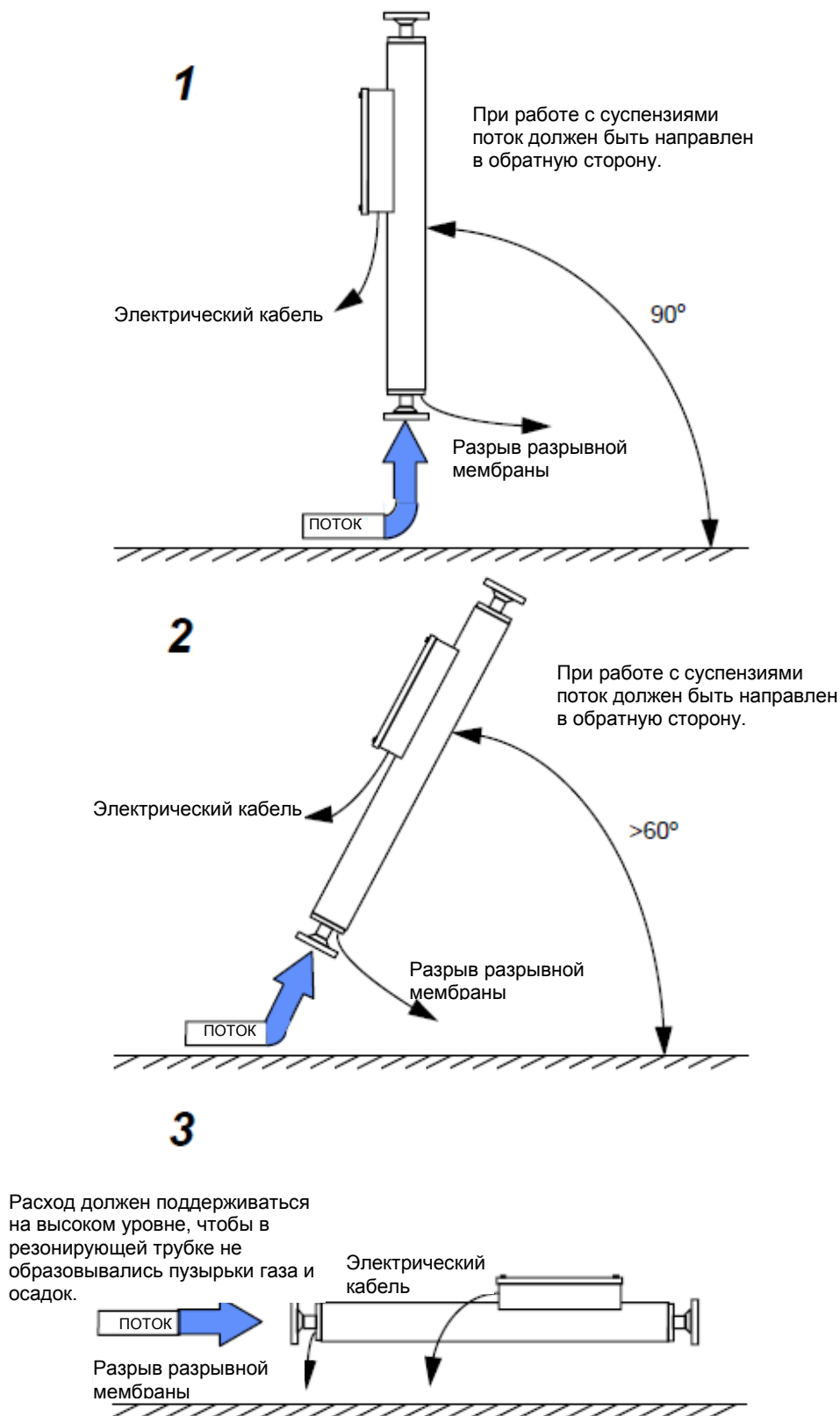
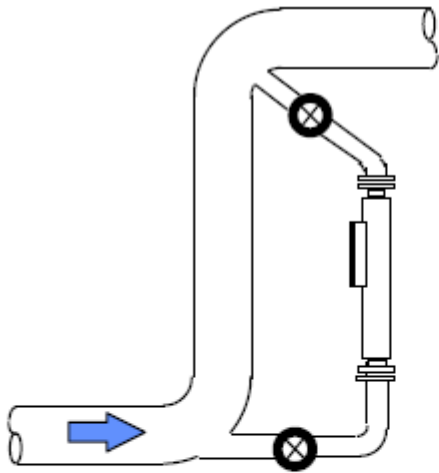
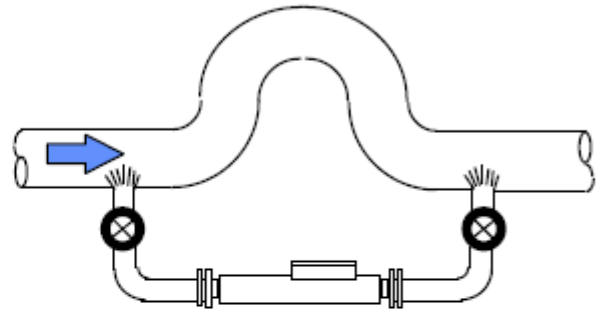


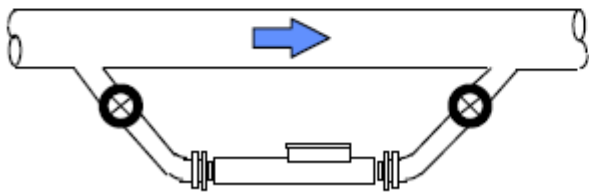
Рисунок 2-3 Типовые конфигурации байпасного трубопровода



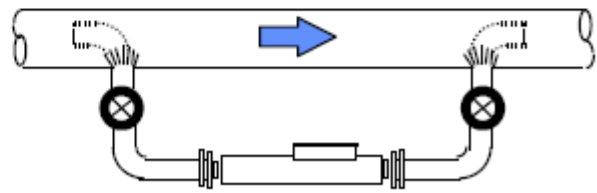
Метод S-образного сгиба



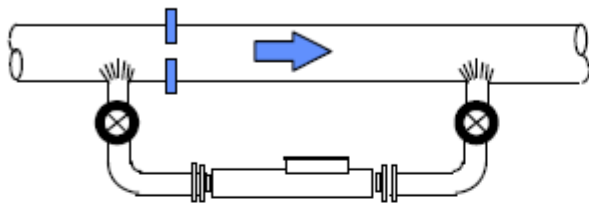
Метод сгиба под давлением



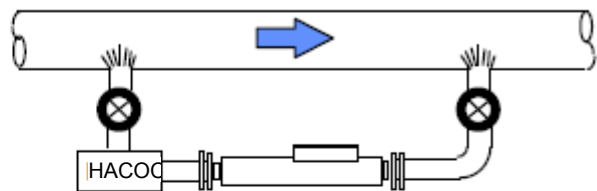
Метод ламинарного течения



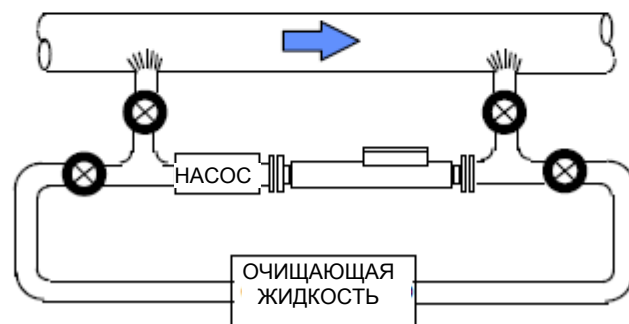
Метод с использованием трубок Пито




Метод с использованием измерительной диафрагмы



Метод с использованием насоса



Встроенная система очистки

 Направление потока

## 2.5 Перепад давления в преобразователе

Перепад давления в преобразователе зависит от:

- Расхода ( $Q$ )
- Кинематической вязкости ( $\nu$ )
- Плотности ( $\rho$ )

Таблица 2-3. Перепад давления при различных значениях расхода

Расход ( $Q$ , л/ч)	Скорость потока ( $V$ , м/с)	Перепад давления ( $h$ , бар)	
		для $\nu = 2$ сСт	для $\nu = 10$ сСт
1000	0,6	0,003	0,004 <sup>(1)</sup>
4000	2,5	0,03	0,048
12000	7,6	0,238	0,345

(1) Обозначает ламинарное течение (плотность жидкости 1,0 г/см<sup>3</sup>)

## 2.6 Расчет перепада давления в преобразователе

Преобразователь следует рассматривать как цилиндрическую трубку с внутренним диаметром 23,6 мм (0,929") и длиной 1,03 м (40,551"). Было доказано, что следующая формула относится к преобразователю с измерениями при 12000 л/ч (44 гал./мин.).

$$h = \frac{200 \times f \times L \times V^2 \times \rho}{g \times D}$$

Где:

- $h$  = Перепад давления (бары)
- $f$  = Коэффициент трения
- $L$  = Длина трубы (м) = 1,03 м
- $D$  = Внутренний диаметр трубы (мм) = 23,6 мм
- $V$  = Средняя скорость жидкости (м/с)
- $\rho$  = Плотность жидкости (г/см<sup>3</sup>)
- $g = 9,81$  (м/с<sup>2</sup>)

Для вязкого или ламинарного течения (число Рейнольдса  $R_e$  менее 2000):

- Коэффициент трения ( $f$ ) =  $16 \div R_e$

Для турбулентного течения ( $R_e$  больше 2500):

- Коэффициент трения ( $f$ ) =  $0,064 \div R_e^{0,23}$

Где  $R_e$  трубы =  $1000000 \times V \times D \div \nu$  [ $\nu$  = кинематическая вязкость (сСт)]

Для  $R_e \geq 2500$ , подставив все константы и пересчитав расход ( $Q$ , л/ч) через скорость ( $V$ , м/с), получим упрощенную формулу:

$$h = (1,232035E-8) \cdot \rho \cdot Q^{1,77} \cdot \nu^{0,23}$$

Помимо перепада давления, вызванного прохождением жидкости по прибору, необходимо вычислить перепад давления в прилежащем пробноотборном трубопроводе, чтобы окончательно сформулировать требования к проектированию системы.

## 2.7 Особые положения, касающиеся работы в гигиенических условиях (только для преобразователя 7847)

Измерительный преобразователь 7847 специально разработан для работы в гигиенических условиях. Во время планирования установки преобразователя в гигиенических условиях необходимо учитывать следующие факторы:

**Таблица 2-4. Положения, учитываемые при установке в гигиенических условиях**

<b>Ориентация преобразователя</b>	Преобразователь 7847 следует устанавливать в вертикальной плоскости, чтобы исключить скопление продукта в складках сильфонов, так как оно может привести к образованию загрязнений, особенно во время окончательной промывки и очистки. Необходимо предусмотреть средства дренажа преобразователя.
<b>Крепление преобразователя</b>	Метод крепления преобразователя должен соответствовать рекомендациям 3-А. Следует использовать технологические уплотнения, совместимые со средой и удовлетворяющие требования 3-А.
<b>Паровая очистка</b>	При необходимости преобразователь стерилизуется с помощью паровой очистки, температура которой не превышает 250°F (121°C), а продолжительность составляет не более 30 минут. При нарушении указанных требований может произойти необратимое повреждение схемы усилителя преобразователя.
<b>Электрооборудование</b>	Чтобы обеспечить уровень экологической безопасности корпуса, используются кабельные сальники и заглушки со степенью защиты не ниже NEMA 4/IP66.
<b>Операции после установки</b>	Убедитесь, что кабельные сальники, заглушки, крышка и уплотнение находятся на месте; затяните их, чтобы не допустить попадания влаги и пыли.

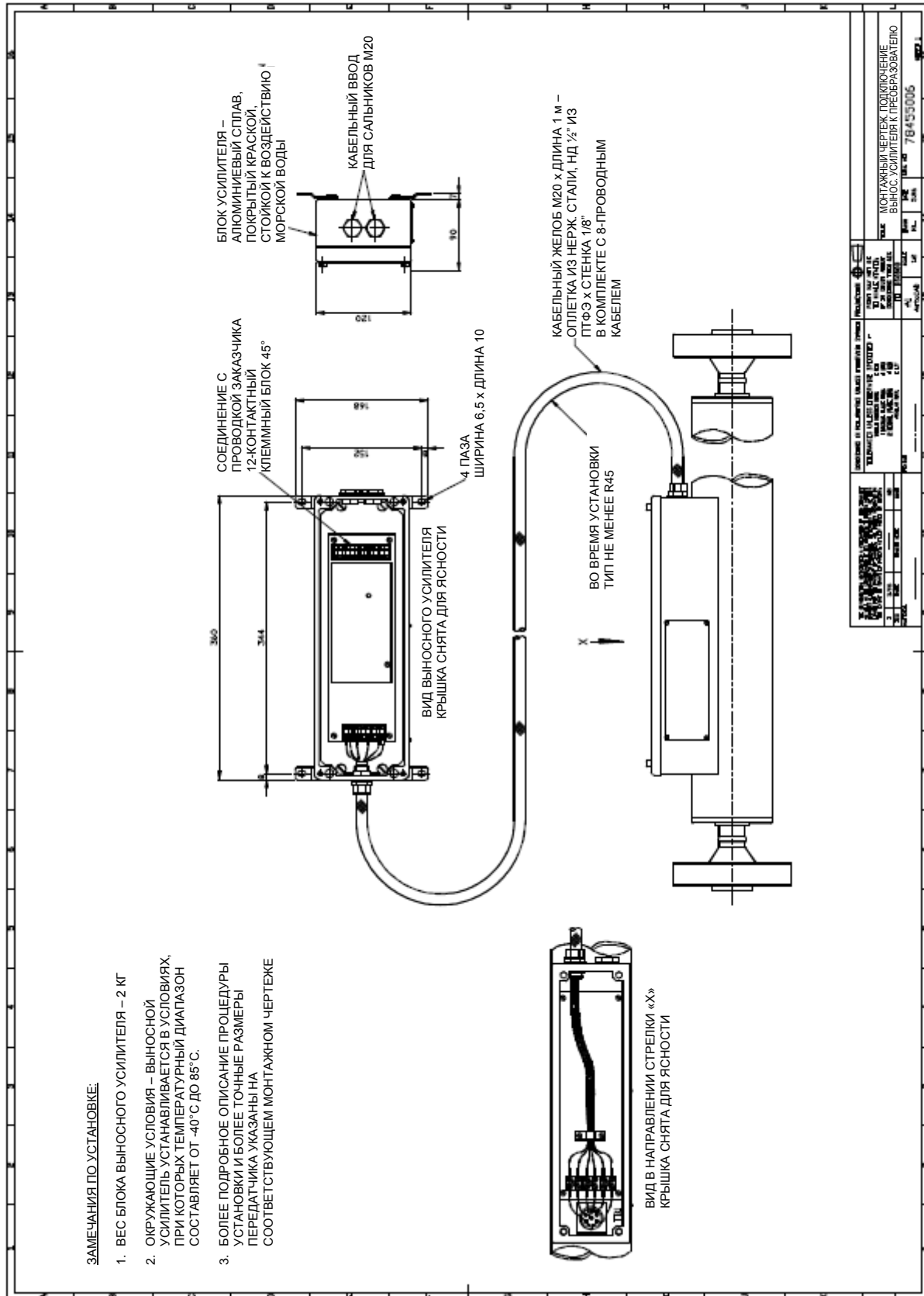
## 2.8 Измерительные преобразователи плотности жидкости с выносным усилителем – 7845/47 и 7845/47 с опцией измерения плотности сред с содержанием свободного газа

При работе с продуктом, температура которого превышает 230°F (110 °C), необходимо оградить блок усилителя от непосредственного контакта с преобразователем, установив усилитель в удаленном месте. Для этого между корпусом усилителя и новым корпусом усилителя прокладывается гибкий кабельный желоб из ПТФЭ с сетчатой оплеткой из нержавеющей стали. Три гофрированные трубы для двужильных кабелей пропускаются через желоб для установления дополнительных соединений между преобразователем/усилителем.

Данный метод установки позволяет закрепить блок усилителя в условиях более высокой температуры, при этом ни в коей мере не нарушая эксплуатационную точность преобразователя. Порядок техобслуживания и калибровки преобразователя с измененной конфигурацией остается прежним.

На Рисунке 2-4 показана установка варианта исполнения 78452 (только для усовершенствованной электроники).

Рисунок 2-4. Установка выносного блока усилителя 7845 с усовершенствованной электроникой



## 2.9 Проверки после установки

После установки преобразователь проверяется давлением, равным 1,5 максимального рабочего давления системы, но не выше значения, указанного на бирке преобразователя.



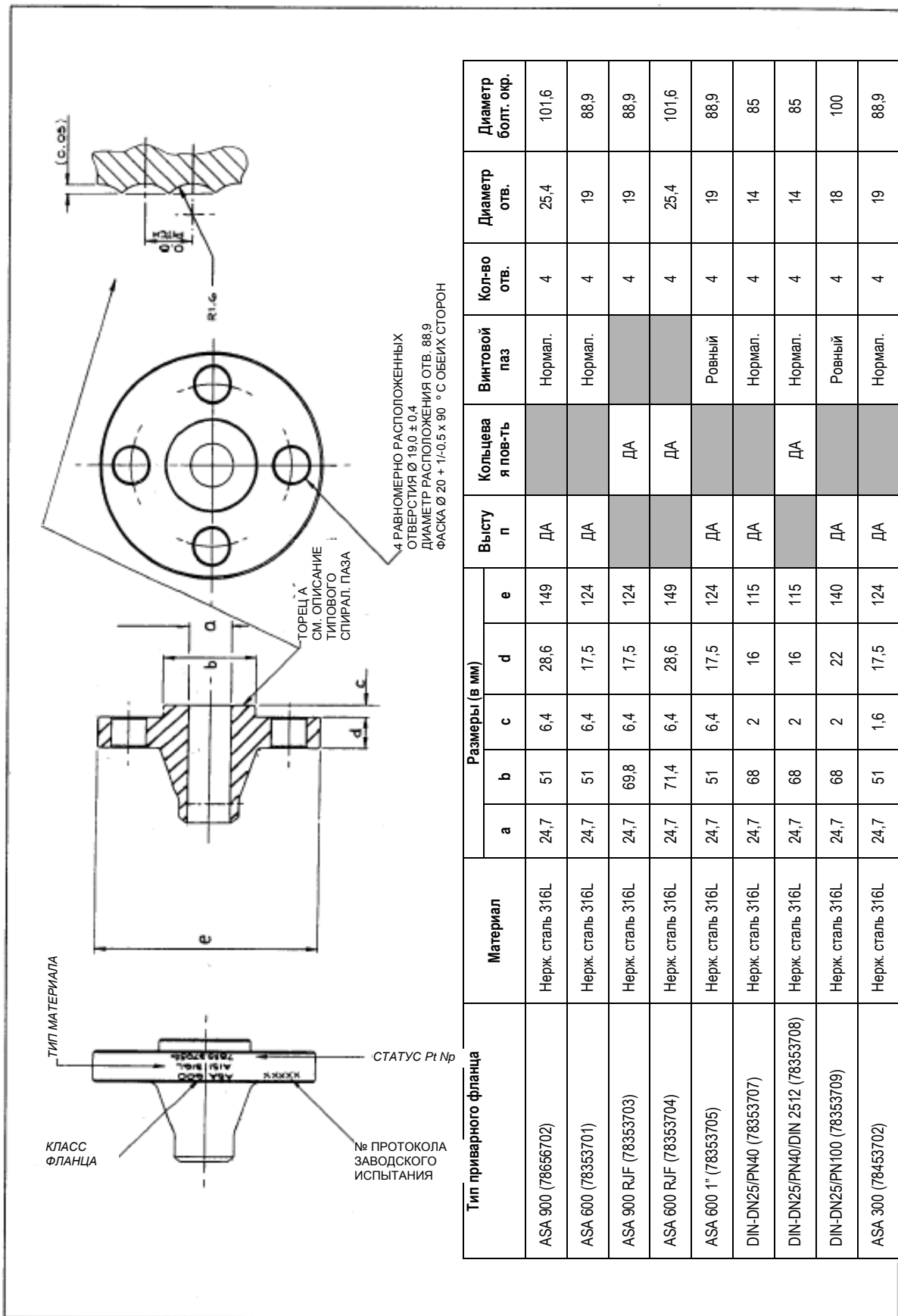
**Если превышено значение испытательного давления, может произойти необратимое повреждение преобразователя.**







Рисунок 2-7 Фланцы, используемые в измерительных преобразователях плотности жидкости 7835/45/47





### 3.1 Общая информация

В данной главе описывается порядок электрического соединения измерительного преобразователя плотности жидкости 7835/45/47 со стандартной электроникой. Устройства идентичны за исключением ситуаций, когда преобразователи 7845 и 7847 эксплуатируются при температуре свыше 110°C (230°F). В этом случае рекомендуется использовать вариант исполнения с выносным усилителем.

### 3.2 Требования директивы 2004/22/ЕС (MID) о средствах измерений

Для соответствия требованиям директивы 2004/22/ЕС (MID) о средствах измерений:

- Линия цифровой связи (Modbus и HART) должна быть отключена во время эксплуатации. Она используется только во время ввода в эксплуатацию и технического обслуживания.
- Неиспользуемые кабельные отверстия должны быть закрыты соответствующими заглушками.
- После ввода в эксплуатацию или технического обслуживания преобразователя следует герметично закрыть крышку корпуса для защиты юридически значимых параметров от несанкционированного изменения.

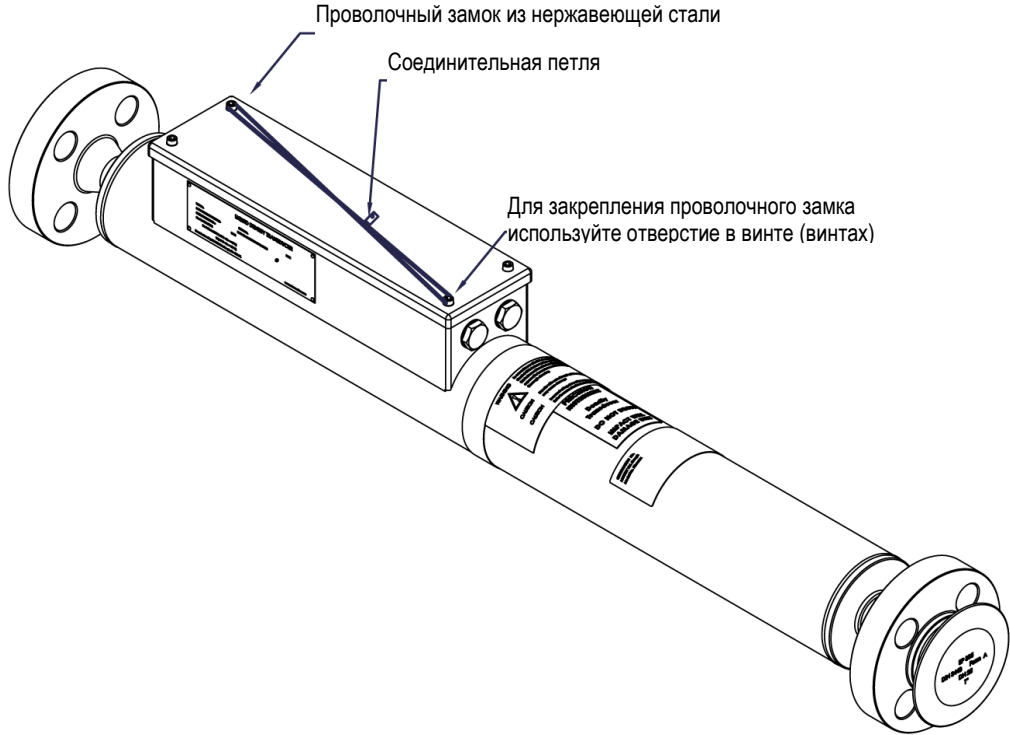
См. более подробную информацию о защите преобразователя от несанкционированного доступа к средствам управления в Разделе 3.2.1.

#### 3.2.1 Защита преобразователя согласно Директиве MID о средствах измерений

Для защиты преобразователя от несанкционированного доступа после ввода в эксплуатацию и технического обслуживания компания Micro Motion предусмотрела дополнительные отверстия в крышке корпуса электроники для прикрепления проволочного замка к крышке передатчика. На защитное приспособление должна быть нанесена отметка по правилам органа государственного надзора. На Рисунке 3-1 показан рекомендуемый способ опломбирования преобразователя.

*Примечание: Во время установки преобразователя в измерительную систему, соответствующую требованиям директивы ЕС о средствах измерений (MID), следует предусмотреть, каким образом будет осуществляться проверка соответствия требованиям данной директивы. Так как во время проверки может быть нарушена конструкция системы измерения, рекомендуется получить разрешение органа государственного надзора на ранних этапах проектирования.*

Рисунок 3-1 Способ опломбирования преобразователя согласно директиве ЕС о средствах измерений (MID)



### 3.3 Заземление

Заземляющие опоры на монтажной поверхности блока усилителя **ДОЛЖНЫ** полностью соприкоснуться с корпусом преобразователя с помощью закладных гаек М3. Заземление преобразователя осуществляется через трубопровод.

Внешняя клемма заземления преобразователя находится внутри обслуживающего корпуса усилителя.

Провод электропитания 0 В заземляется на подающем конце либо на защитном барьере, если таковой имеется.

### 3.4 Использование преобразователей (конвертеров) сигнала Micro Motion

#### 3.4.1 Системные соединения (только для опасной зоны)

Если преобразователь используется в опасной зоне, между преобразователем и аппаратурой обработки сигнала **ДОЛЖЕН** быть расположен защитный барьер (информация о выборе защитного барьера приводится в Главе 3).

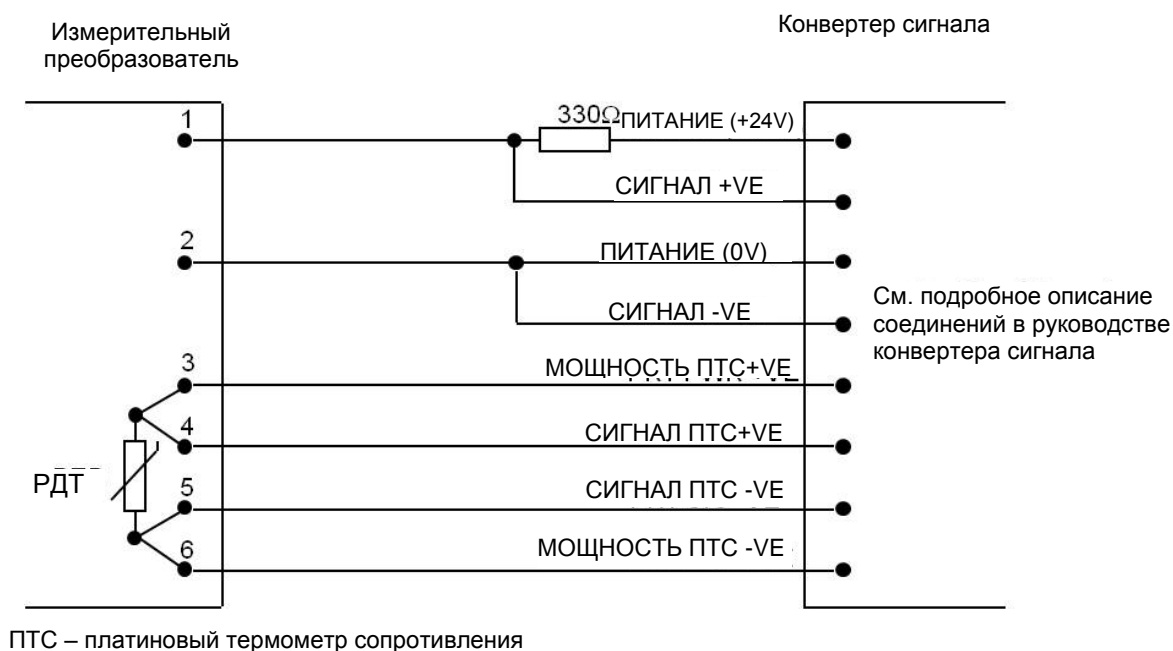


- Порядок установки устройства, сертифицированного CSA, в опасной зоне приводится в Приложении Н.
- Порядок установки устройства, сертифицированного ATEX, в опасной зоне приводится в соответствующей брошюре по технике безопасности, прилагаемой к прибору (также имеется на сайте [www.micromotion.com](http://www.micromotion.com)).

#### 3.4.2 Системные соединения (только для безопасной зоны)

Соединения системы измерения плотности показаны на Рисунке 3-2.

Рисунок 3-2 Схема электрических соединений конвертера сигнала



### 3.5 Использование преобразователя с оборудованием заказчика

#### 3.5.1 Системные соединения (только для безопасной зоны)

- Электропитание плотномера: 15,5 – 33 В пост. тока, не менее 25 мА
- Электропитание РДТ: не более 5 мА

Частота, при которой работает преобразователь, может быть определена с помощью ряда резисторов, установленных в силовую линию +VE. Сопротивление для данного напряжения питания не должно превышать значения, указанного в НОМОГРАММЕ НАГРУЗОК (Рисунок 3-4). Монтируемые электрические соединения показаны на Рисунке 3-3.

Рисунок 3-3 Схема электрических соединений с оборудованием заказчика

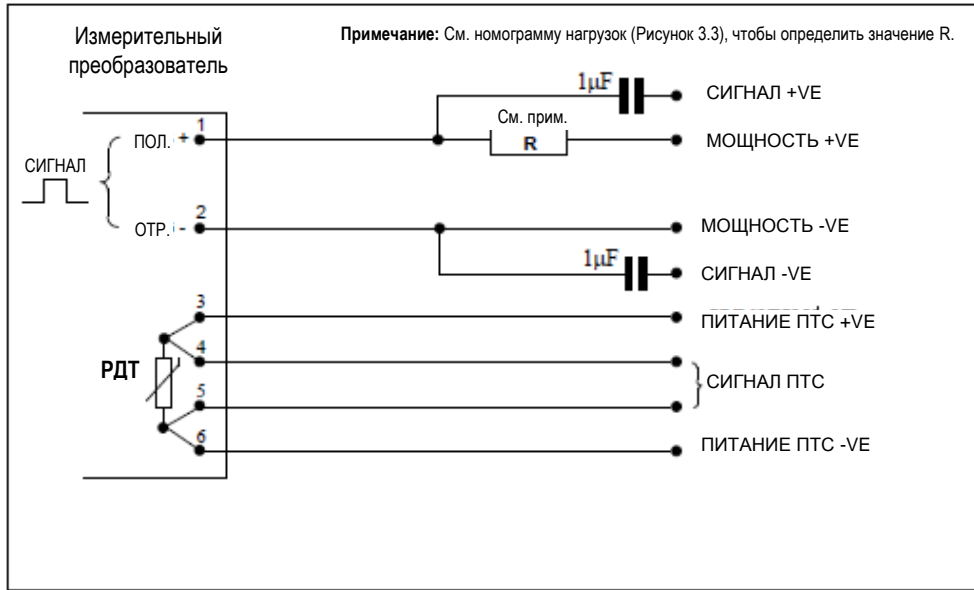
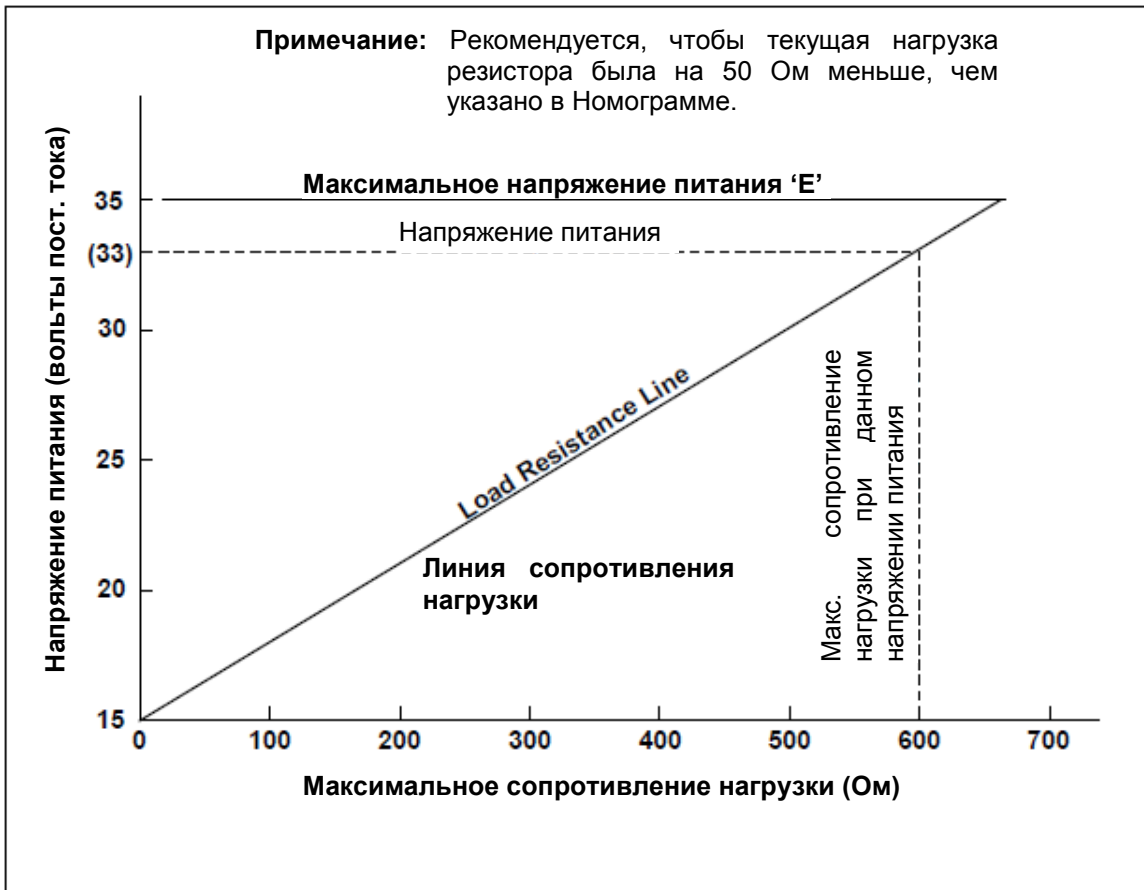


Рисунок 3-4 Сопротивление нагрузки





### 3.5.2 Системные соединения (только опасная зона)

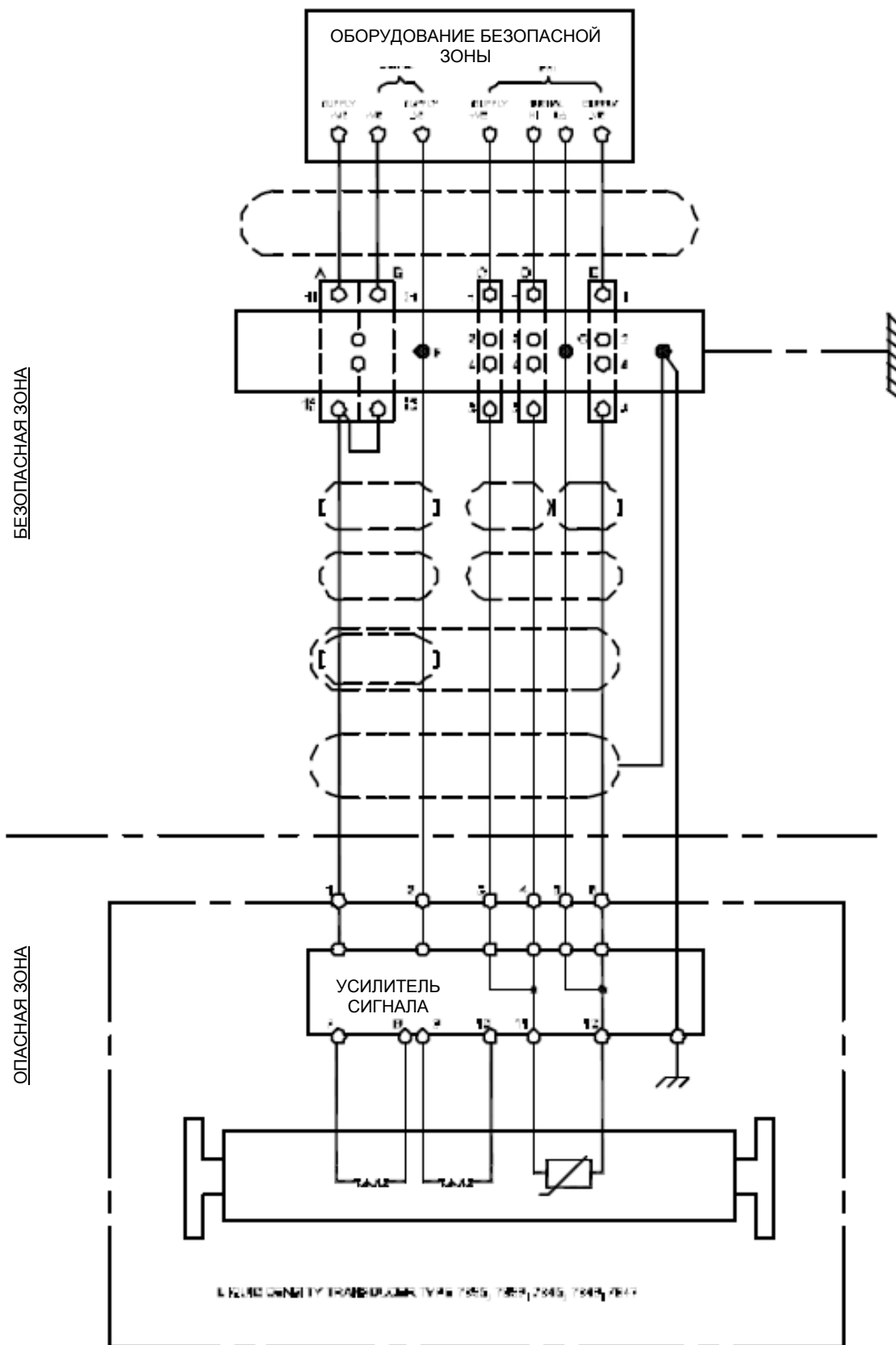
Монтаж преобразователя, защитных барьеров и аппаратуры заказчика для обработки сигнала показан на Рисунке 4.4.



- Порядок установки устройства, сертифицированного CSA, в опасной зоне приводится в Приложении Н.
- Порядок установки устройства, сертифицированного АТЕХ, в опасной зоне приводится в соответствующей брошюре по технике безопасности, прилагаемой к прибору (также имеется на сайте [www.micro-otion.com](http://www.micro-otion.com)).

*Примечание: Если имеется расхождение между особенностями соединения, указанными на рисунках (для опасной зоны), и утвержденными схемами системы, то утвержденные схемы имеют преваляющее значение.*

Рисунок 3-5 Схема электрических соединений преобразователя со стандартной электроникой с оборудованием заказчика (опасные ЗОНЫ)



### 3.6 Проверки после установки

После установки необходимо провести следующие проверки, чтобы достоверно подтвердить, что измерительный преобразователь функционирует правильно.

Измерьте потребление тока и напряжение питания на усилителе преобразователя. Значения должны быть в пределах следующих диапазонов:

- 15,5 – 33 В пост. тока, 17 мА ± 1 мА (в безопасных зонах)
- 15,5 – 21,5 В пост. тока, 17 мА ± 1 мА (в опасных зонах)

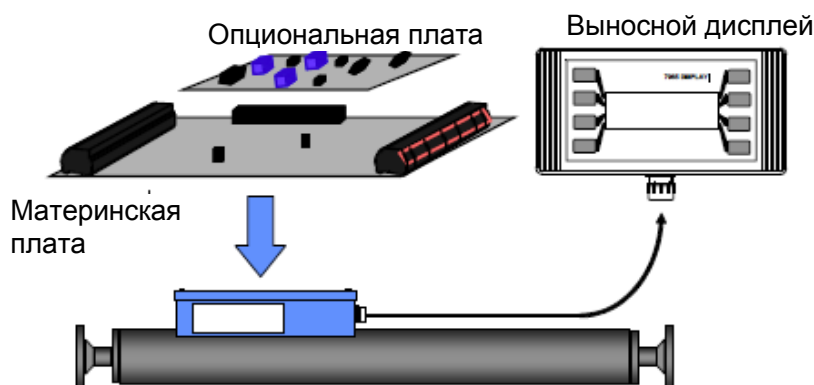
Когда преобразователь будет находиться в пустом, очищенном и сухом состоянии, измерьте частоту подачи выходного сигнала и проверьте, соответствует ли она данным, указанным в свидетельстве о калибровке преобразователя (проверка по плотности воздуха), а также предельным значениям, представленным в следующей таблице.

Тип преобразователя	Предел контроля сигнала при 20°C	Дополнительная температурная погрешность
7835		±10 нс/°C
7845/47		-300 нс/°C



### 4.1 Общая информация

В данной главе описывается порядок **электрического подключения** измерительного преобразователя плотности жидкости 7835 и 7845/7847 с **усовершенствованной электроникой**.



Первый раздел данной главы посвящен установке и конфигурированию **материнской платы усовершенствованного типа**, а последующие разделы касаются **усовершенствованных опциональных плат**. Подробное описание порядка установки выносного дисплея приводятся в «Руководстве по эксплуатации и конфигурированию измерительного преобразователя плотности жидкости *Micro Motion 7835/45/47*».

### 4.2 Требования директивы 2004/22/ЕС (MID) о средствах измерений (только для 7835/7845)

Для соответствия требованиям директивы 2004/22/ЕС (MID) о средствах измерений:

- Линия цифровой связи (Modbus и HART) должна быть отключена во время эксплуатации. Она используется только во время ввода в эксплуатацию и технического обслуживания.
- Неиспользуемые кабельные отверстия должны быть закрыты соответствующими заглушками.
- После ввода в эксплуатацию или технического обслуживания преобразователя следует герметично закрыть крышку корпуса для защиты юридически значимых параметров от несанкционированного изменения.

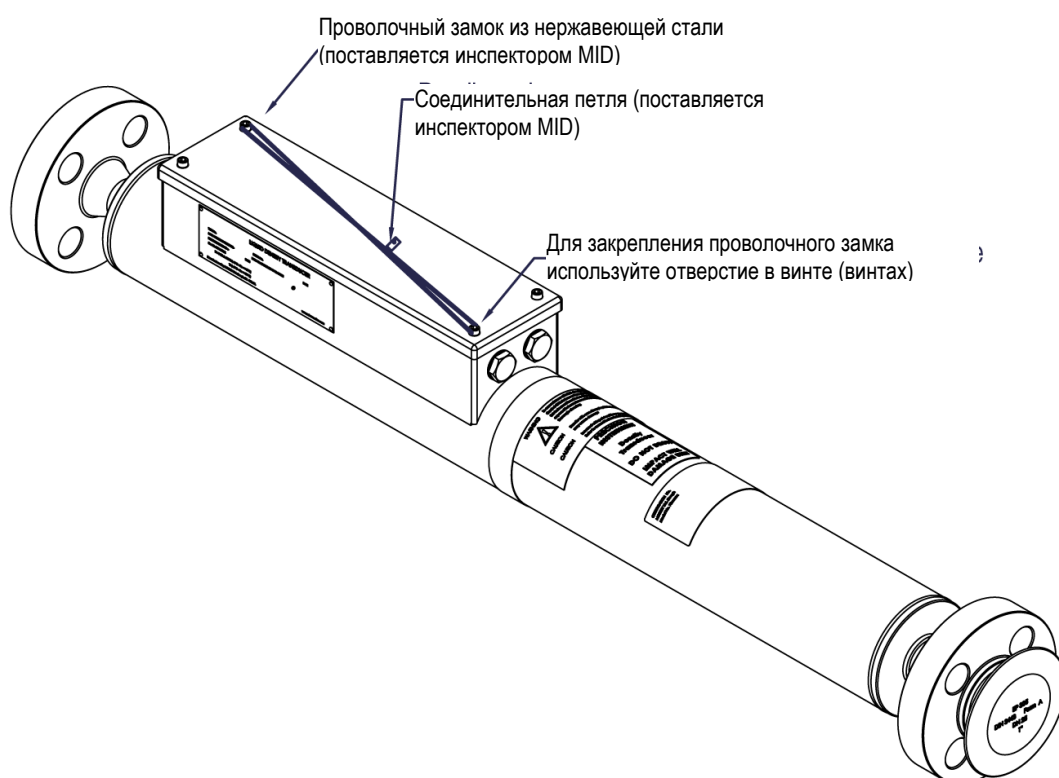
См. более подробную информацию о защите преобразователя от несанкционированного доступа к средствам управления в Разделе 4.2.1.

#### 4.2.1 Защита преобразователя согласно Директиве MID о средствах измерений

Для защиты преобразователя от несанкционированного доступа после ввода в эксплуатацию и технического обслуживания компания Micro Motion предусмотрела дополнительные отверстия в крышке корпуса электроники для прикрепления проволочного замка к крышке передатчика. На защитное приспособление должна быть нанесена отметка по правилам органа государственного надзора. На Рисунке 4-1 показан рекомендуемый способ опломбирования преобразователя.

*Примечание: Во время установки преобразователя в измерительную систему, соответствующую требованиям директивы ЕС о средствах измерений (MID), следует предусмотреть, каким образом будет осуществляться проверка соответствия требованиям данной директивы. Так как во время проверки может быть нарушена конструкция системы измерения, рекомендуется получить разрешение органа государственного надзора на ранних этапах проектирования.*

**Рисунок 4-1** Способ опломбирования преобразователя согласно директиве ЕС о средствах измерений (MID)



### 4.3 Планирование установки

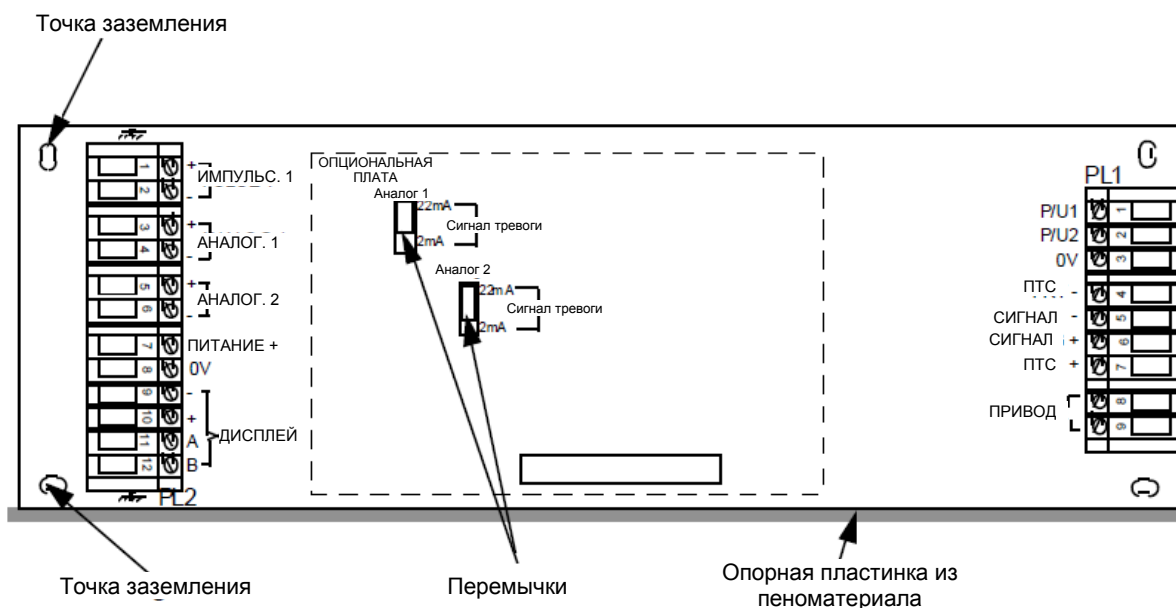
Во время планирования электрического подключения усовершенствованного преобразователя необходимо учитывать следующие факторы:

- Безопасность**
- Во время монтажа электрооборудования в **опасных** зонах требуется строгое соблюдение местных норм и правил.
  - Порядок установки **устройства, сертифицированного CSA**, в опасной зоне описан в Приложении Н.
  - Порядок установки **устройства, сертифицированного АТЕХ**, в опасной зоне описан в соответствующей брошюре по технике безопасности, прилагаемой к прибору (также имеется на сайте [www.micromotion.com](http://www.micromotion.com)).
- Источник питания**
- Усовершенствованная электроника работает от номинального напряжения питания 24 В, однако она может работать от любого напряжения в диапазоне от 9,5 В до 28 В, измеренного на клеммах питания материнской платы.
  - Все выходные схемы на материнской плате с питанием от контура изолированы от основной схемы. При необходимости основная схема и выходные схемы могут получать питание от одного источника.
  - При выборе подходящего напряжения питания должны учитываться перепады напряжения, которые появляются из-за соединительного кабеля (см. ниже), а также возникают в опасных зонах при прохождении через зереновские барьеры или гальванические изоляторы.
- Заземление**
- Заземляющие опоры на материнской плате должны полностью соприкасаться с корпусом преобразователя с помощью болтов М3.
  - Если используется опциональная плата HART<sup>®</sup>, данные заземляющие опоры должны плотно соприкасаться с заземляющими опорами материнской платы.
  - Провод электропитания 0 В заземляется на подающем конце либо на защитном барьере, если таковой имеется.
- Характеристики кабеля**
- При использовании длинных кабелей следует учитывать сопротивление кабеля. Для работы в безопасных зонах от источника питания 24 В действуют следующие ограничения:
    - Максимальное линейное сопротивление (Ω)
      - Источник питания 260
      - Выносной дисплей 60
      - Выходы 500Более подробные сведения о наибольшем линейном сопротивлении приводятся в Приложении D.
  - При расчете максимальной длины кабеля следует учитывать, что длина токовой петли в два раза превышает длину кабеля, и поэтому сопротивление кабеля рассчитывается следующим образом:  $2 \times (\text{сопротивление пост. тока на единицу длины}) \times (\text{длина кабеля})$ .
  - Типовые кабели соответствуют Типу 1 или 2 BS5308.
- Электромагнитная совместимость**
- Чтобы обеспечить соответствие требованиям директивы ЕС по электромагнитной совместимости, рекомендуется выполнять соединения преобразователя с помощью подходящего кабеля КИПиА. Кабель КИПиА должен иметь индивидуальный экран(-ы), каждая витая пара должна быть изолирована фольгой или оплеткой, и все сердечники должны быть закрыты общим экраном. Там, где допустимо, **общий экран** должен быть заземлен с обоих концов (на 360° закрыт с *обоих концов*). **Внутренний индивидуальный экран(-ы)** должен быть подключен *только с одного конца*, со стороны контроллера (например, конвертера сигнала).
  - Обратите внимание, что в целях искробезопасности концевая заделка внутренних индивидуальных экранов на землю в опасных зонах, как правило, НЕ допускается.
  - В местах входа кабелей в блок усилителя преобразователя следует использовать металлические кабельные сальники. Неиспользуемые кабельные отверстия должны быть закрыты металлическими заглушками.
  - Когда используется усовершенствованный выносной усилитель 78452, вокруг соединительного кабеля необходимо установить ферритовое кольцо, которое входит в комплект. Порядок установки в опасных зонах описан на утвержденных чертежах системы (Приложение Н) и в брошюре по технике безопасности, прилагаемой к прибору (также имеется на сайте [www.micromotion.com](http://www.micromotion.com)).

### 4.4 Электрическая установка в безопасных зонах

Все соединения материнской платы выполняются на клеммах 1 – 12 клеммного блока PL2 согласно Рисунку 4-2.

Рисунок 4-2 Схема материнской платы

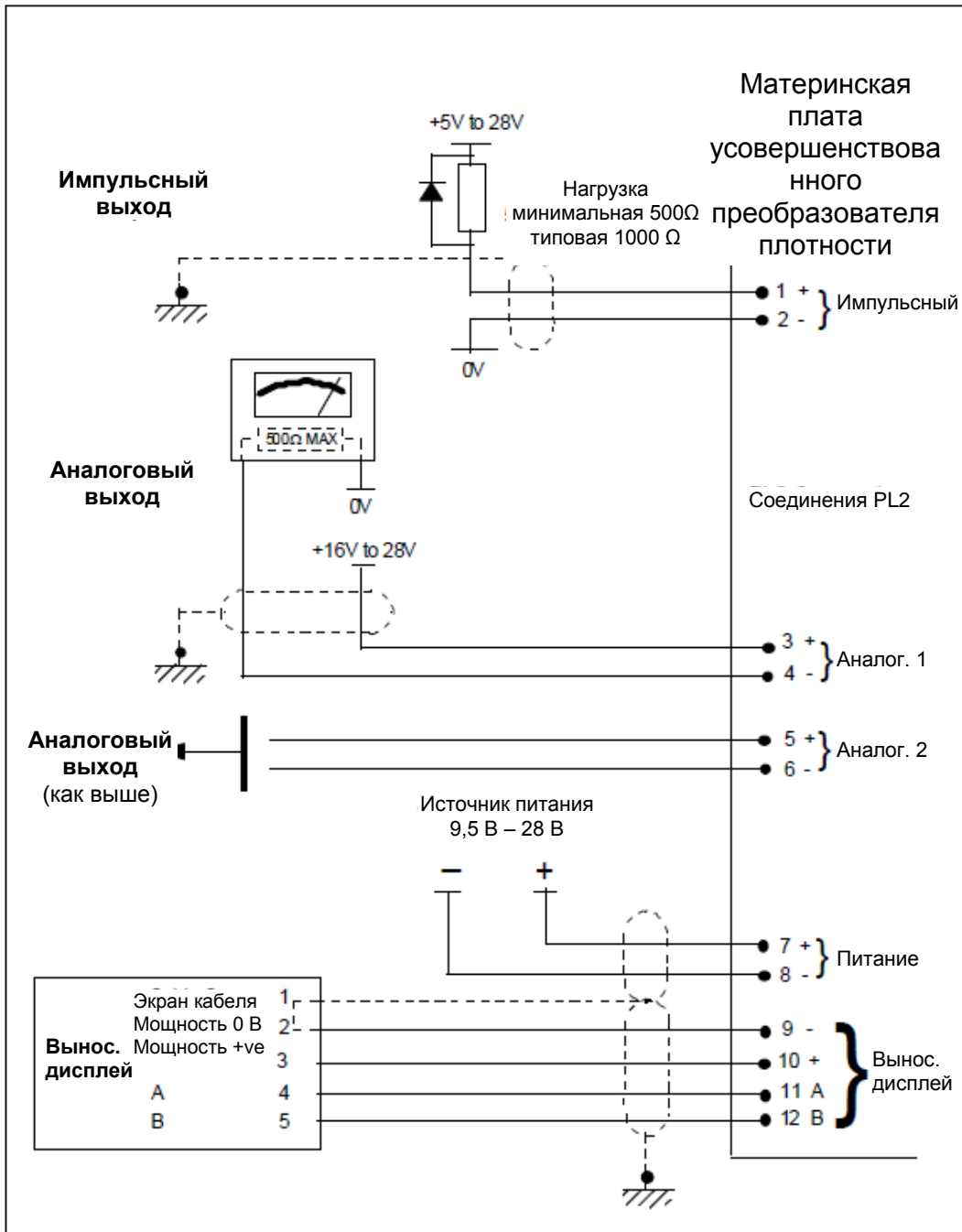


*Примечание: При нормальных условиях не требуется убирать материнскую плату. Однако, если это необходимо, необходимо соблюдать осторожность во время установки платы на место. Следует плотно прижать плату к пластине из пеноматериала, чтобы не допустить чрезмерного изгиба платы.*

На Рисунке 4-3 изображена схема электрических соединений усовершенствованной материнской платы и выносного дисплея в безопасных зонах. Данный пример демонстрирует, что импульсный выход приводит в действие сигнальное устройство, например реле.



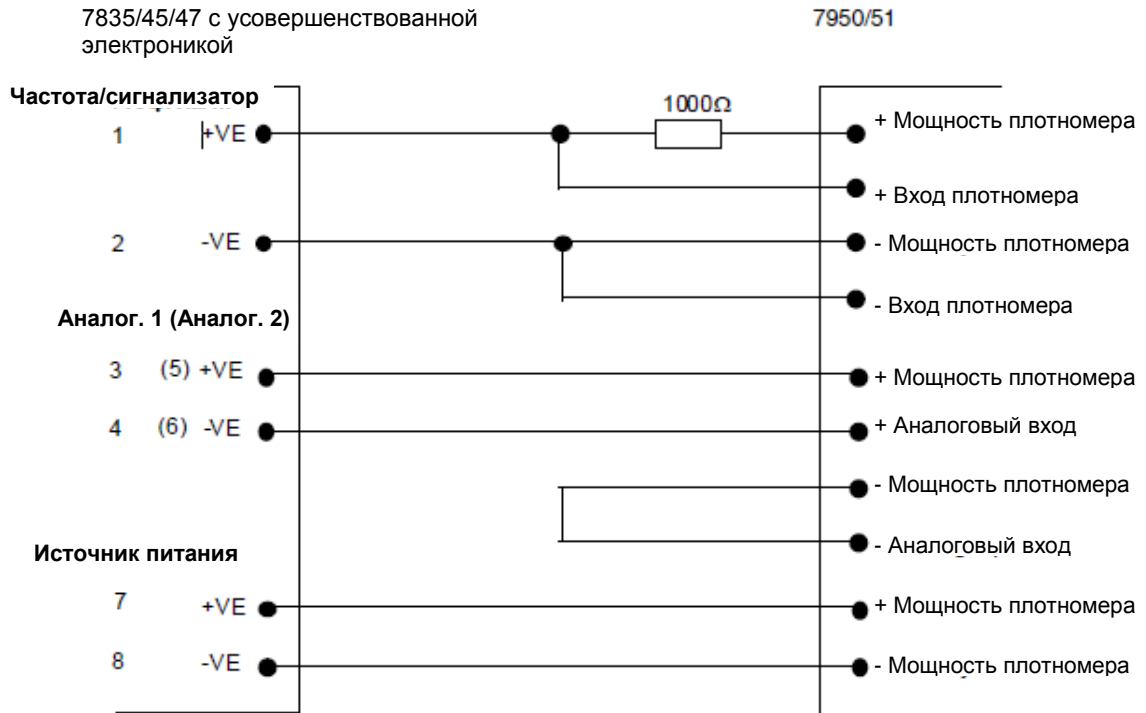
Рисунок 4-3 Схема соединений (безопасные зоны)



#### 4.4.1 Установка электрических соединений с использованием конвертера сигнала

На Рисунке 4-4 показана типовая схема электрических соединений с конвертерами сигналов в безопасных зонах.

Рисунок 4-4 Схема электрических соединений с использованием конвертера сигнала (безопасные зоны)



#### 4.5 Установка электрических соединений в опасных зонах

Когда преобразователь используется в **опасных** зонах, между преобразователем и аппаратурой обработки сигнала **ДОЛЖНЫ** быть расположены защитные барьеры. Некоторые типы защитных барьеров не подходят для определенных установок, как описано далее.



- Порядок установки устройства, сертифицированного CSA, в опасной зоне приводится в Приложении Н.
- Порядок установки устройства, сертифицированного ATEX, в опасной зоне приводится в соответствующей брошюре по технике безопасности, прилагаемой к прибору (также имеется на сайте [www.micromotion.com](http://www.micromotion.com)).

##### 4.5.1 Выбор защитного барьера и гальванического изолятора

###### Источник питания (клеммы 7 и 8 клеммного блока PL2)

По общему правилу следует использовать **защитный барьер ПВ**, так как он обеспечивает максимальную подачу питания в преобразователь и может применяться в различных установках и конфигурациях системы.

Если требуется установить **защитный барьер ПС**, необходимо проверить, подается ли в преобразователь и другие компоненты достаточное питание. В следующей таблице перечислены максимальные значения линейного сопротивления, допустимые для основных конфигураций системы, при условии, что питание составляет 24 В, и минимальное питание на клеммах питания материнской платы составляет 9,5 В.

Таблица 4-1 Максимальные значения линейного сопротивления для основных конфигураций системы

Комбинация усовершенствованной системы	Максимальное линейное сопротивление (Ω) (барьер + кабель)
Материнская плата	340
Материнская плата + выносной дисплей	260
Материнская плата + выносной дисплей с местным питанием	280
Материнская плата + плата HART®	270
Материнская плата + дисплей HART®	250

### Зенеровские защитные барьеры

Питание может подаваться в основную схему через простой барьер 164Ω, через два барьера 300Ω 28 В, установленных параллельно (для условий применения ПВ), или через одиночный барьер 300Ω 28 В (для применения ПС).

Основные характеристики защитных барьеров представлены в Таблице 4-2. С помощью информации, приведенной в данной таблице и Таблице 4-1, можно выбрать наиболее подходящие барьеры для конкретных условий применения.

Таблица 4-2 Характеристики защитных барьеров

Тип для примера	Группа	Безопасность (Ω)	Макс. сопротивление (Ω)
MTL 729P	IIB	164	184
MTL 728P	IIC	234	253
P&F Z728H	IIC	240	250

*Примечание: Вход источника питания защищен изнутри фиксирующим диодом 8,2 В ±5% и резистором 1 Ω. Эти устройства ограничивают максимальный ток, который может пройти в преобразователь:*

$$I_{\max} = \frac{\text{Максимальное напряжение на барьере} - \text{Минимальное напряжение на входе}}{\text{Минимальное сопротивление барьера/входа}}$$

Например, если используется два параллельных барьера 28 В, 300Ω, активное сопротивление равно 150 Ω.

Максимальный ток равен:

$$I_{\max} = \frac{28 - (8,2 \times 0,95)}{150 + 1} = 134 \text{ мА}$$

а не 185 мА, как можно предположить, если бы не использовался защитный диод на входе.

### Гальванические изоляторы

Гальванические изоляторы используются для питания главной платы в условиях применения ПВ, но НЕ подходят для питания главной платы в условиях применения ПС. Кроме того, изоляторы ПС **нельзя** использовать, если требуется линия связи Modbus.

Основные характеристики гальванических изоляторов представлены ниже. С помощью информации, приведенной в данной таблице и в таблице выше, можно выбрать гальванические изоляторы, наиболее подходящие для конкретных условий применения

Таблица 4-3 Характеристики гальванических изоляторов

Тип для примера	Группа	Макс. выходное полное сопротивление ( $\Omega$ )
MTL 3022	IIB	165
P&F KFD2-SD-Ex1.36	IIB	160
P&F KFD2-SL-Ex1.36	IIB	160
MTL 5022	IIB	143

#### Аналоговые выходы (4 – 20 мА), включая протокол HART®

(клеммы 3 и 4, 5 и 6 блока PL2 и клеммы 3 и 4 блока PL3 HART)

Все зенеровские защитные барьеры, перечисленные в сертификатах системы, пригодны для работы с аналоговыми выходами усовершенствованного плотномера. Некоторые гальванические изоляторы не способны приводить в действие состояния тревоги при выходе из диапазона 2 мА – 22 мА, возникающие в системах усовершенствованных преобразователей плотности. За более подробной информацией обратитесь к поставщику барьеров.

#### Импульсные выходы

(клеммы 1 и 2 блока PL2)

Импульсный выход может быть настроен на подачу выходного сигнала состояния / сигнала тревоги или резонансной частоты измерительного преобразователя плотности. В последнем случае для поддержания диапазона частот в пределах 1 кГц требуется защитный барьер.

В следующей таблице описывается, какие гальванические изоляторы могут использоваться для подачи импульсных выходных сигналов, настроенных на частоту. Любая конфигурация может включать зенеровские барьеры.

Таблица 4-4 Конфигурации импульсных выходов

Тип для примера	Описание выхода	Конфигурация импульсного выхода
MTL 3011	Реле	Состояние / тревога
MTL 3012	Полупроводник (пост. ток до 2 кГц)	Все
MTL 4013	Полупроводник (пост. ток до 5 кГц)	Все
MTL 4014	Реле	Состояние / тревога
MTL 5011	Реле	Состояние / тревога
MTL 5016	Реле	Состояние / тревога
MTL 5017	Реле	Состояние / тревога

#### 4.5.2 Электрические соединения в опасной зоне

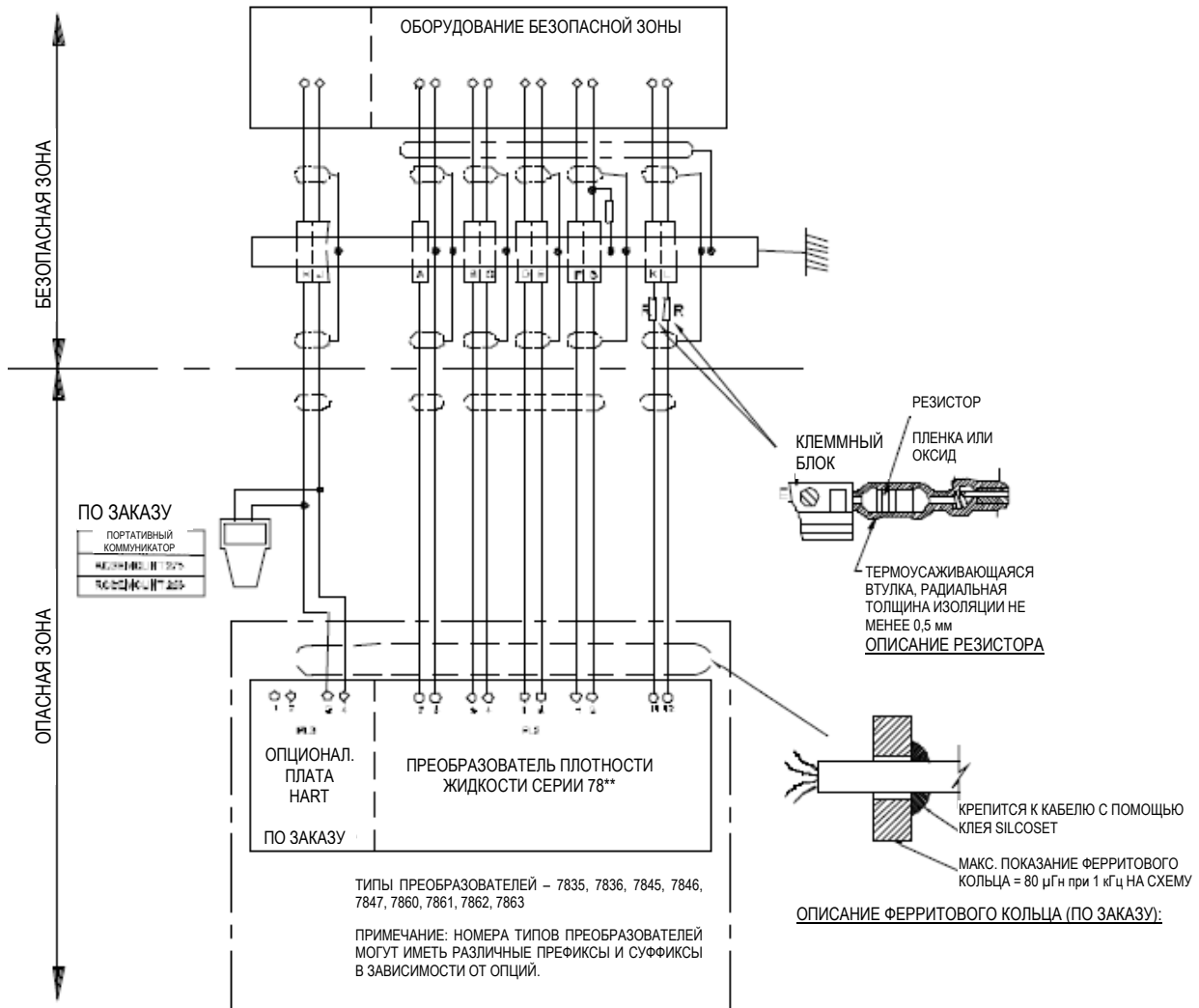
Таблица 4-5 Электрические соединения в опасных зонах

Справочный чертеж	Описание
	Усовершенствованная электроника, HART, MODBUS и зейнеровский барьер (группы газа А, В, С и D)
	Усовершенствованная электроника, HART, MODBUS, выносной дисплей и зейнеровский барьер (группы газа А, В, С и D)

Таблица 4-5 Электрические соединения в опасных зонах

Усовершенствованная электроника, многоточечное подключение HART и зейнеровский барьер (группы газа C и D)
Усовершенствованная электроника, многоточечное подключение HART, выносной дисплей и зейнеровский барьер (группы газа C и D)
Усовершенствованная электроника, многоточечное подключение HART, выносной дисплей и гальванический изолятор (группы газа C и D)

Рисунок 4-5 Схема электрических соединений при использовании усовершенствованной электроники, HART, MODBUS и зейнеровского барьера в опасной зоне (группы газа A, B, C и D)



Введение

Технология установки

Электрические соединения (стандартные)

Электрические соединения (усовершенствованные)

Рисунок 4-6 Схема электрических соединений при использовании усовершенствованной электроники, HART, MODBUS, выносного дисплея и зейнеровского барьера в опасной зоне (группы газа А, В, С и D)

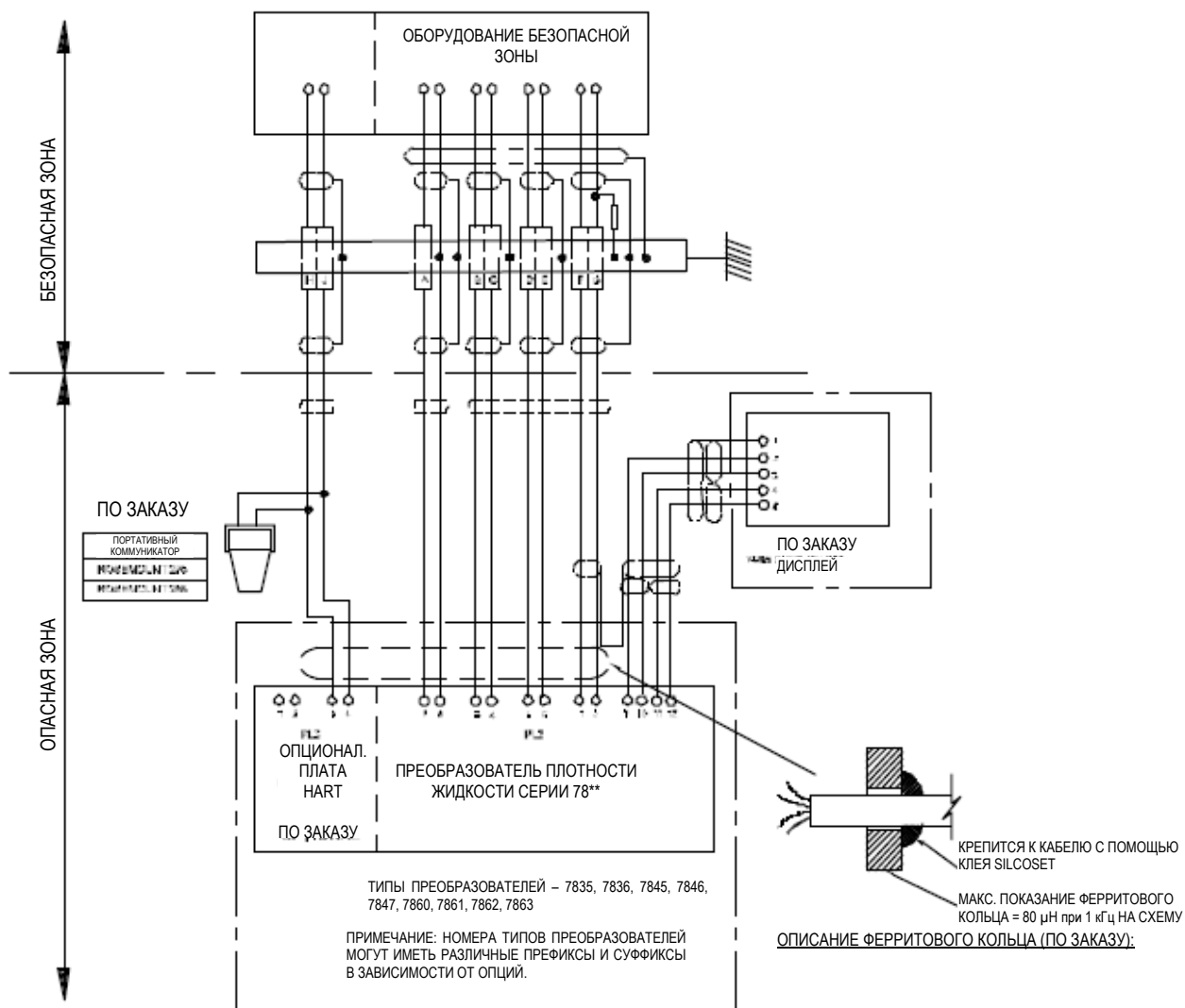


Рисунок 4-7 Схема электрических соединений при использовании усовершенствованной электроники с многоточечным подключением HART и зейнеровским барьером в опасной зоне (группы газа C и D)

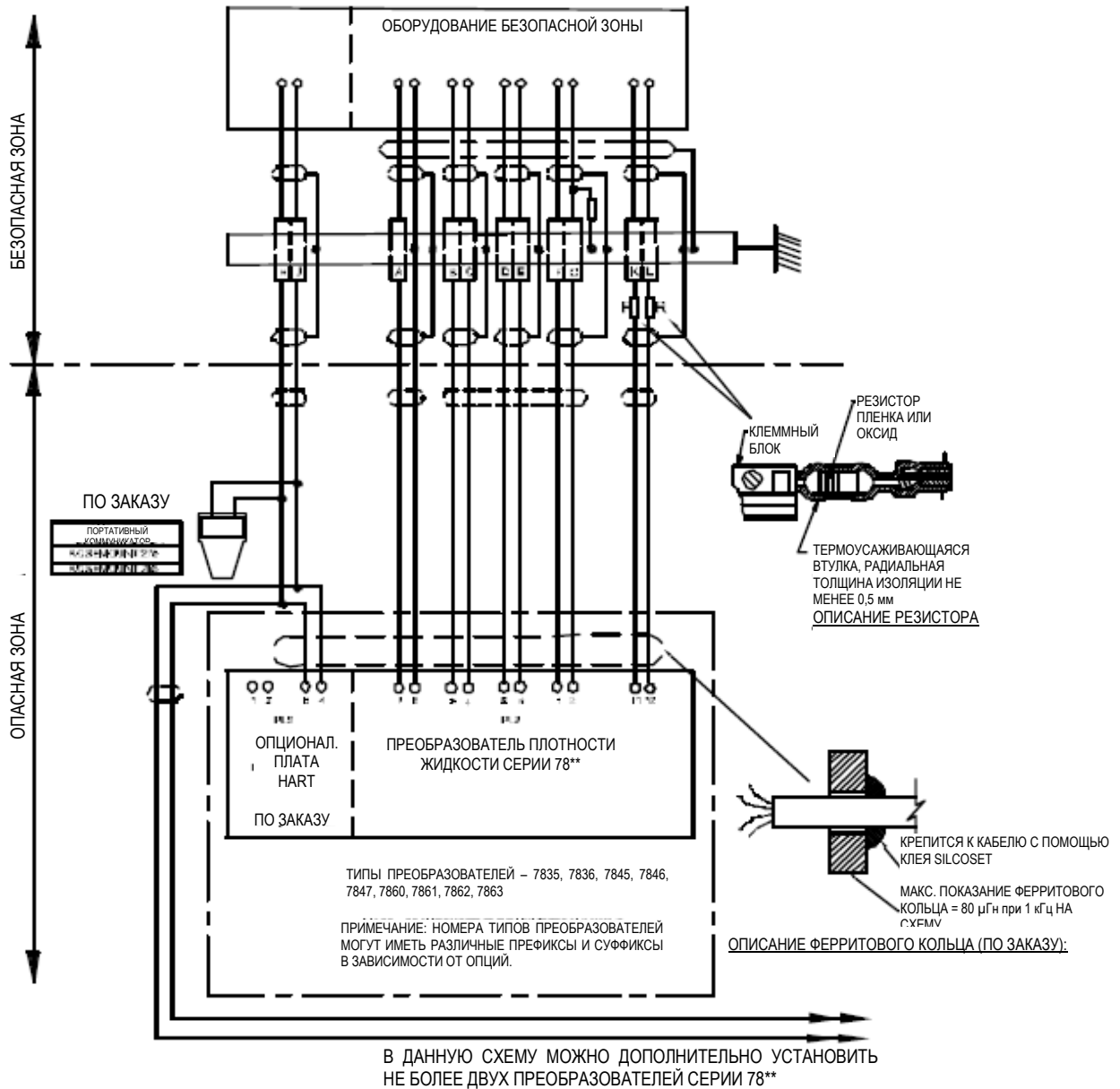


Рисунок 4-8 Схема электрических соединений при использовании усовершенствованной электроники с многоточечным подключением HART, выносным дисплеем и зейнеровским барьером в опасной зоне (группы газа C и D)

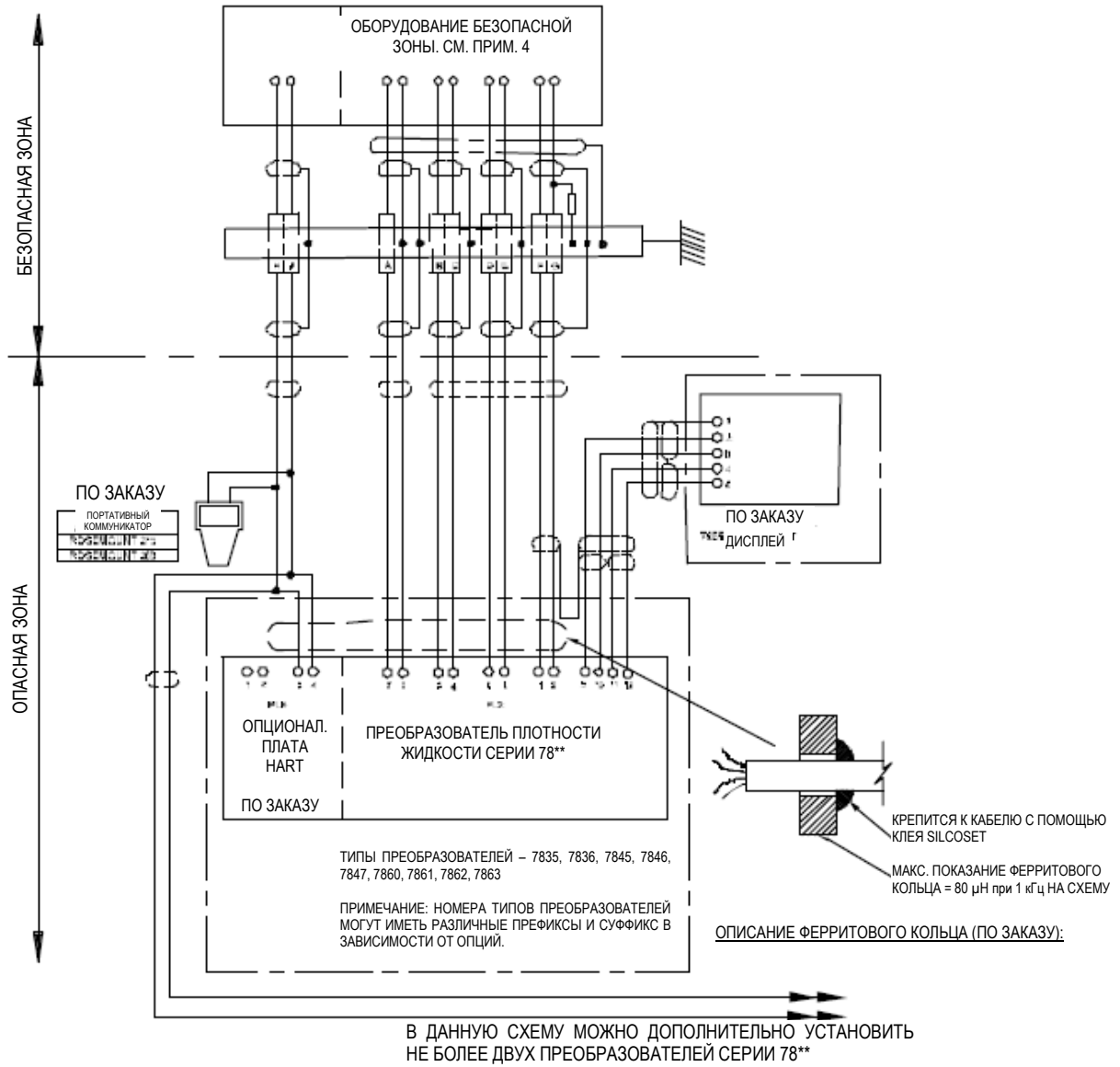
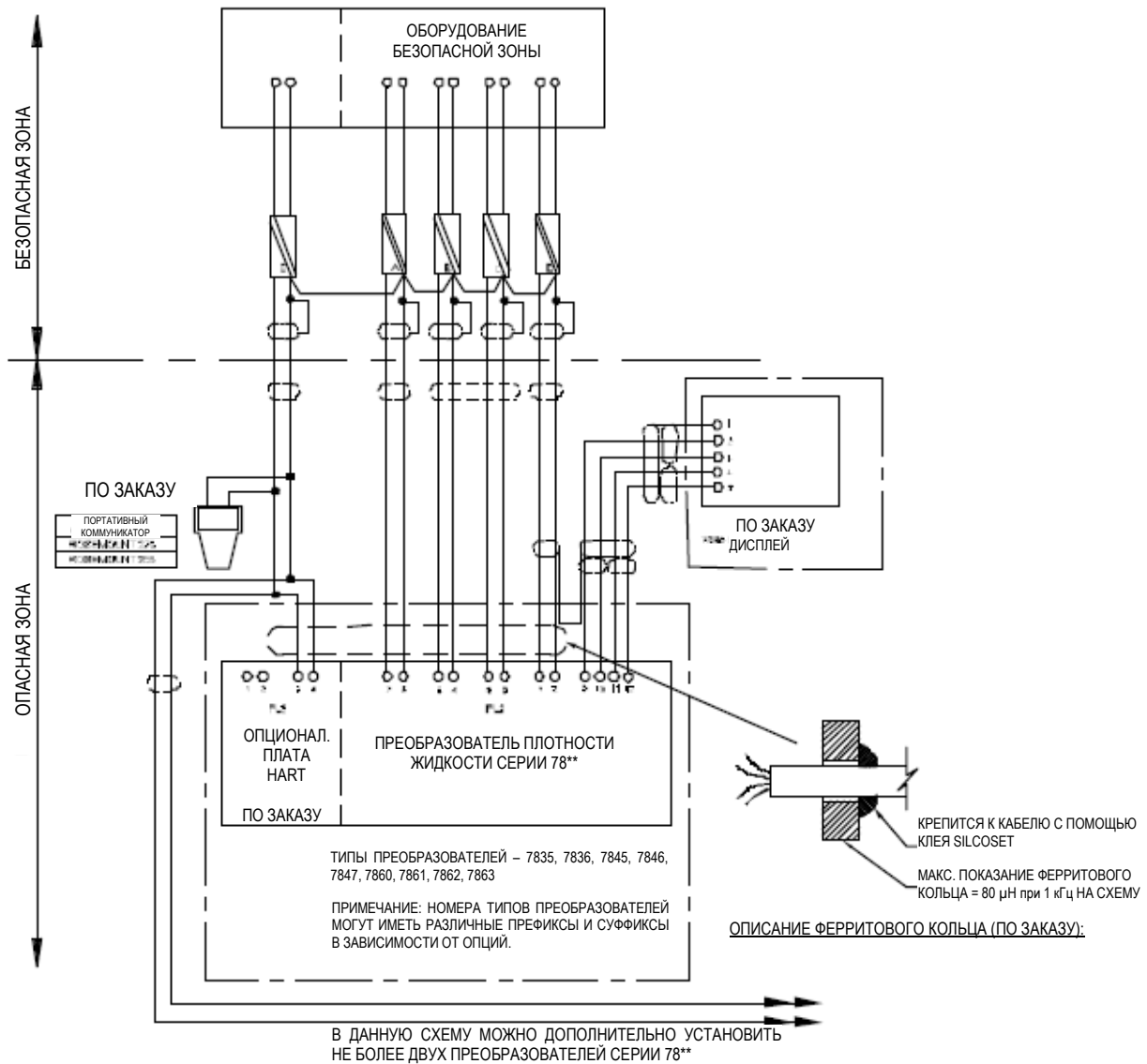




Рисунок 4-9 Схема электрических соединений при использовании усовершенствованной электроники с многоточечным подключением HART, выносным дисплеем и гальваническим изолятором в опасной зоне (группы газа C и D)



#### 4.6 Конфигурация материнской платы

Материнская плата поставляется в комплекте с одной из следующих версий программного обеспечения:

- **ПО для общего применения** – как правило, используется в пищевой и обрабатывающей промышленности.
- **ПО для коммерческого учета** – как правило, используется для работы с сырой нефтью или рафинатом.

Единственное различие между двумя этими версиями состоит в имеющихся вычислениях.

Независимо от того, какая версия ПО используется, при получении прибора с завода необходимо предварительно настроить его на подачу следующих сигналов:

Выход	Параметры выходного сигнала
Аналоговый 1 (4-20 мА)	Линейная плотность (700 – 1000 кг/м <sup>3</sup> )
Аналоговый 1 (4-20 мА)	Температура (0 – 100 °С)
Импульсный выход	Частота (по умолчанию) Сигнал тревоги: Отключен – Высокий (по умолчанию)

Во многих ситуациях заводская конфигурация (по умолчанию), описанная выше, является вполне приемлемой. Однако если необходимо вычислить какие-либо дополнительные параметры, или если требуются другие выходные диапазоны, то с помощью выносного дисплея или ПК можно выполнить простую перенастройку материнской платы.

### 4.7 Материнская плата плюс опциональная плата HART®

Опциональная плата HART® подключается к материнской плате с помощью 40-точечного соединителя, установленного на двух пластиковых ножках. Для соединения с массой заземления материнской платы имеется бирка.

Опциональная плата HART® получает питание от контура и подает выходной сигнал 4-20 мА, который поддерживается линией связи HART® или может использоваться для подачи третьего аналогового сигнала. Прибор всегда обозначается как подчиненный узел HART®, то есть он соединяется только тогда, когда ему приходит сообщение с соответствующей командой включения.

В линии связи HART® выход опциональной платы считается первичным выходом, а выходы материнской платы – вторичными и третичными.

#### 4.7.1 Электрические подключения к линии связи HART®

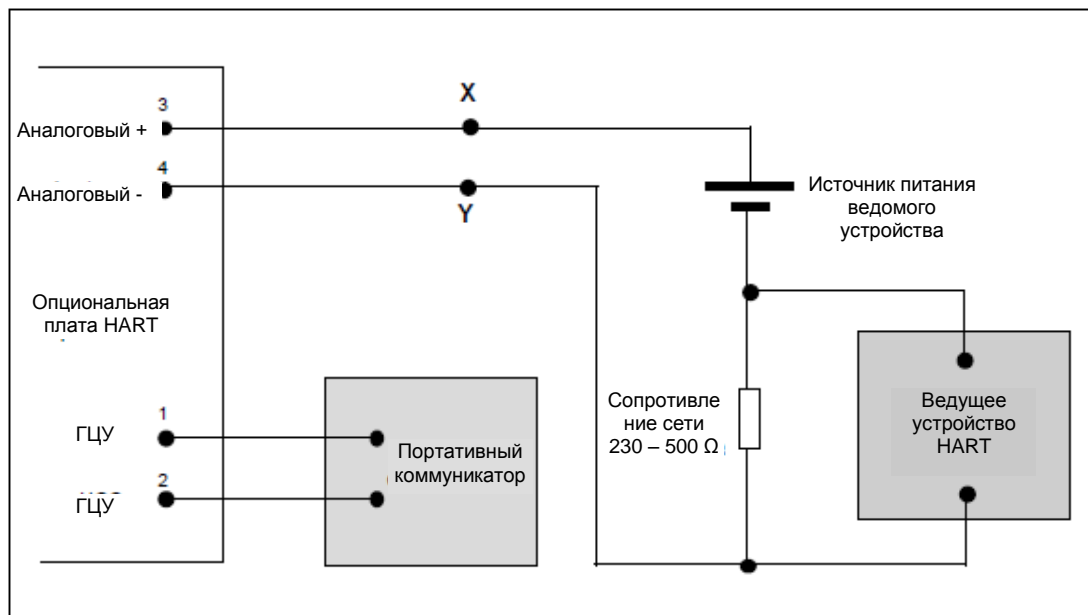
Для установки в безопасной зоне электрические соединения с опциональной платой HART® показаны на Рисунке 4-10.



- Порядок установки устройства, сертифицированного CSA, в опасной зоне приводится в Приложении Н.
- Порядок установки устройства, сертифицированного ATEX, в опасной зоне приводится в соответствующей брошюре по технике безопасности, прилагаемой к прибору (также имеется на сайте [www.micromotion.com](http://www.micromotion.com)).

В безопасных зонах на одной линии связи HART® может быть установлено до 15 подчиненных узлов HART®. Эти узлы подключаются параллельно к двум точкам, обозначенным на Рисунке 4-10 как X и Y. Если в одну линию связи HART® подключается более одного усовершенствованного узла HART®, каждому из них присваивается уникальный адрес ведомого устройства в диапазоне от 1 до 15. Если адрес устройства HART® имеет ненулевое значение, выходной ток автоматически устанавливается на 4 мА.

Рисунок 4-10 Схема электрических соединений опциональной платы HART®



#### 4.8 Проверки усовершенствованного преобразователя плотности после установки

После установки необходимо провести следующие проверки, чтобы достоверно подтвердить, что измерительный преобразователь и усовершенствованная система функционируют правильно.

1. Измерьте напряжение питания на усилителе преобразователя (PL2, штырьки 7 и 8). Это значение должно быть в пределах диапазон 9,5-24 В пост. тока (для безопасных зон) и 9,5-20 В пост. тока (для опасных зон). В безопасных зонах сила тока, поступающего на материнскую плату, не должна превышать 80 мА.
2. Когда преобразователь будет находиться в пустом, очищенном и сухом состоянии, измерьте частоту подачи выходного сигнала и проверьте, соответствует ли она данным, указанным в свидетельстве о калибровке преобразователя (проверка по плотности воздуха), а также предельным значениям, представленным в следующей таблице.

Тип преобразователя	Предел проверки по воздуху при 20°C	Дополнительная температурная погрешность
7835	±60 нс	±10 нс/°C
7845/47	±60 нс	-300 нс/°C



## Глава 5

# Электрические соединения (опция для измерения газожидкостной смеси)

### 5.1 Общая информация

В данной главе описывается эксплуатация измерительного преобразователя 7845/47 со стандартным усилителем для измерения плотности жидкости с содержанием свободного газа (или газожидкостной смеси).



**Измерительные преобразователи плотности жидкостей с содержанием свободного газа 7845/47 со стандартной электроникой НЕ являются искробезопасными устройствами.**

### 5.2 Заземление

Заземляющие опоры на монтажной поверхности блока усилителя **ДОЛЖНЫ** полностью соприкоснуться с корпусом преобразователя с помощью закладных гаек М3. Внешняя клемма заземления преобразователя находится внутри обслуживающего корпуса усилителя. Заземление преобразователя осуществляется через трубопровод.

Провод электропитания 0 В заземляется на подающем конце либо на защитных барьерах, если таковые имеются.

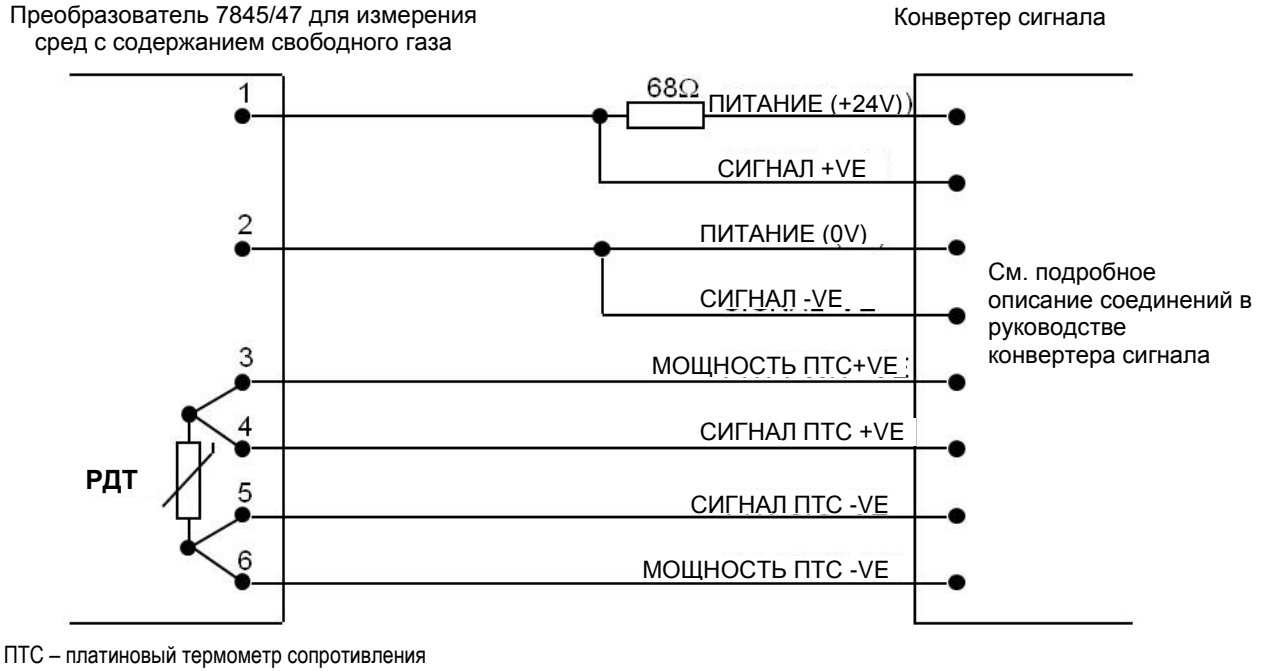
### 5.3 Использование преобразователей (конвертеров) сигнала

Измерительный преобразователь плотности жидкости с содержанием свободного газа (со стандартной электроникой)/система преобразования сигналов может использовать только в **БЕЗОПАСНЫХ ЗОНАХ**.

#### 5.3.1 Системные соединения

Соединения системы измерения плотности показаны ниже, на Рисунке 5-1.

**Рисунок 5-1** Схема электрических соединений преобразователя 7945/47 для измерения жидкости с содержанием свободного газа с конвертерами сигнала



#### 5.4 Использование преобразователя с оборудованием заказчика

##### 5.4.1 Системные соединения (только для безопасной зоны)



**Измерительные преобразователи плотности жидкостей с содержанием свободного газа 7845/47 со стандартной электроникой НЕ являются искробезопасными устройствами.**

Электропитание плотномера: 15,5 – 33 В пост. тока, не менее 25 мА

Электропитание РДТ: не более 5 мА

Частота, при которой работает преобразователь, может быть определена с помощью ряда резисторов, установленных в силовую линию +VE. Сопротивление для данного напряжения питания не должно превышать значения, указанного в НОМОГРАММЕ НАГРУЗОК (Рисунок 5-2). Монтируемые электрические соединения показаны на Рисунке 5-3.

Рисунок 5-2 Номограмма сопротивления нагрузки

**Примечание:** Как правило, для конвертеров сигналов напряжение питания 27 В создает размах колебаний не менее 2,5 В при сопротивлении 68  $\Omega$ . Значение на резисторе должно быть таким, чтобы минимальное напряжение сигнала составляло в размахе 1,4 В.

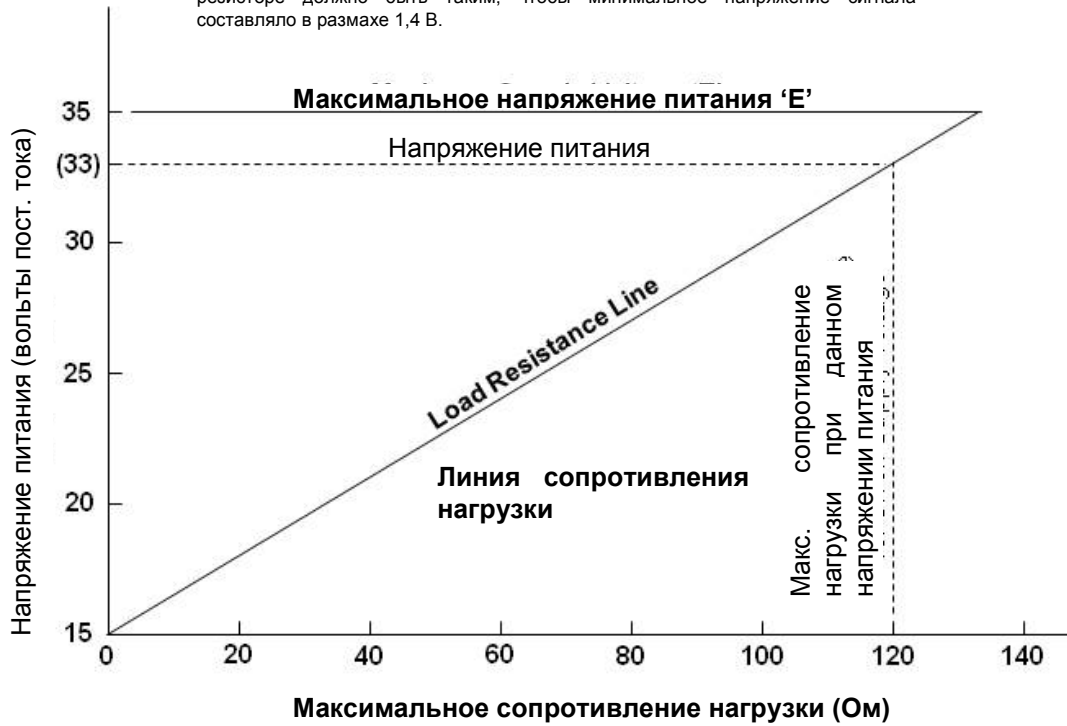
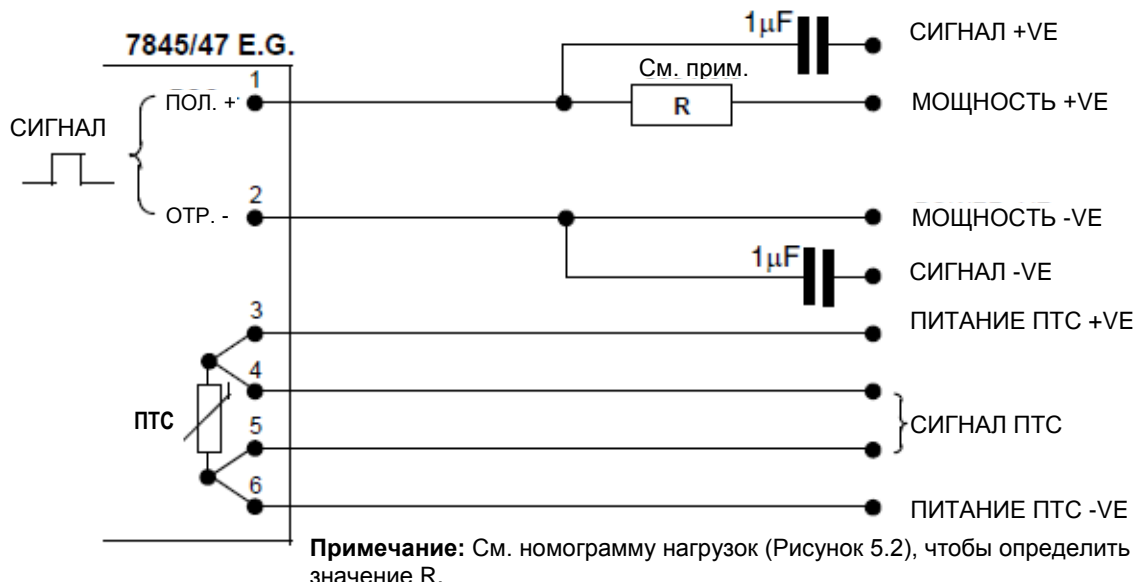


Рисунок 5-3 Схема электрических соединений преобразователя 7845/47 (с опцией измерения плотности сред с содержанием свободного газа) с оборудованием заказчика (БЕЗОПАСНЫЕ ЗОНЫ)



## 5.5 Проверки после установки

После установки необходимо провести следующие проверки, чтобы достоверно подтвердить, что измерительный преобразователь функционирует правильно.

1. Измерьте потребление тока и напряжение питания на усилителе преобразователя. Значения должны быть в пределах следующих диапазонов:
  - 15,5 – 33 В пост. тока
  - 75 мА ± 10 мА

Когда преобразователь будет находиться в пустом, очищенном и сухом состоянии, измерьте частоту подачи выходного сигнала и проверьте, соответствует ли она данным, указанным в свидетельстве о калибровке преобразователя (проверка по плотности воздуха), а также предельным значениям (например, 500 нс), учитывая допуски, действующие в различных окружающих условиях.



### 6.1 Общая информация

Измерительные преобразователи плотности жидкости 7835/45/47 (в том числе с опцией измерения сред с содержанием свободного газа) калибруются на заводе и поставляются в комплекте с собственными свидетельствами об испытании и калибровке.

В свидетельстве о калибровке указаны различные постоянные калибровки, с помощью которых пользователь может перевести выходной сигнал, периодически подаваемый преобразователем, в значение плотности (образец свидетельства о калибровке представлен в Приложении E).

#### 6.1.1 Для приборов со стандартной электроникой

Для приборов со стандартной электроникой калибровочные постоянные должны быть запрограммированы в оборудовании для обработки сигнала, например, в конвертере сигнала. Оборудование для обработки сигнала выполняет вычисления, связанные с плотностью.

#### 6.1.2 Для приборов с усовершенствованной электроникой

Для приборов с усовершенствованной электроникой калибровочные постоянные заранее программируются в электронику и, как правило, не требуют дальнейшего внимания. Вычисления, представленные в данной главе, выполняются электроникой преобразователя плотности.

#### Важная информация

Если у вас имеется запасное свидетельство о калибровке прибора с усовершенствованной электроникой, то ряд коэффициентов давления K20A, K20B, K21A и K21B (постоянные), которые находятся в пределах диапазона рабочего давления, могут быть запрограммированы в усовершенствованную электронику с помощью программного обеспечения ADView или ProLink II (можно загрузить с веб-сайтов, перечисленных на последней странице).

(Если диапазон рабочего давления находится между двумя наборами диапазонов рабочего давления, указанными в новом свидетельстве, обратитесь на завод за новым свидетельством о калибровке).

Усовершенствованная электроника хранит защищенную от записи копию и рабочую копию всех коэффициентов. Сохранность рабочих коэффициентов гарантирована, и поэтому для простоты рекомендуется изменять только эти рабочие коэффициенты. Для этого требуется занести информацию в регистры 131 и 132 (см. инструкции по работе с ADView или ProLink II в Главе 8).

Альтернативный способ заключается в создании кристалла памяти FRAM (ферроэлектрическое ОЗУ) для хранения всех коэффициентов. Однако при замене устройства FRAM некоторая информация, настроенная пользователем, может быть утеряна (например, верхние и нижние пределы аналоговых выходов, точки матрицы приведения, специальные функции, задаваемое пользователем линейное давление и пр.).

## 6.2 Разъяснение свидетельства о калибровке

### 6.2.1 Общее уравнение плотности

Основные постоянные преобразователя  $K0$ ,  $K1$  и  $K2$  рассчитываются во время заводской калибровки по трем жидкостям. Используя эти постоянные, а также общее уравнение плотности, можно вычислить плотность жидкости в преобразователе.

Общее уравнение плотности:  $D = K0 + K1\tau + K2\tau^2$

Где:  $D$  = Нескорректированная плотность жидкости ( $\text{кг/м}^3$ )

$\tau$  = Периодичность колебаний ( $\mu\text{s}$ )

=  $1/f$ , где “ $f$ ” – частота колебаний

$K0$ ,  $K1$  и  $K2$  = Постоянные, взятые из свидетельства о калибровке

В свидетельстве о калибровке сказано, что основные постоянные определяются на основании калибровки при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ( $68\text{ }^\circ\text{F}$ ) и давлении  $1\text{ бар}$  ( $14,5\text{ psi}$ ). Если условия работы преобразователя отличаются от условий калибровки, необходимо откорректировать значение плотности, вычисленное с помощью общего уравнения.

### 6.2.2 Температурная поправка

Если преобразователь работает при температуре, не равной  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ( $68\text{ }^\circ\text{F}$ ), необходимо выполнить поправку значения плотности, вычисленного с помощью уравнения (1), используя данные температурного коэффициента, указанные в свидетельстве о калибровке.

Уравнение, используемое для поправки:

$$D_t = D[1 + K18(t - 20)] + K19(t - 20)$$

Где:  $D_t$  = Плотность жидкости с поправкой на температуру ( $\text{кг/м}^3$ )

$D$  = Плотность, вычисленная с помощью уравнения 1

$t$  = Температура (градусы C)

$K18$  и  $K19$  = Постоянные, взятые из свидетельства о калибровке

### 6.2.3 Поправка на давление

Преобразователь обладает уникальным свойством уменьшать воздействие линейного давления на измерение плотности, однако наблюдается остаточный эффект, на который может потребоваться выполнить поправку. Остаточное влияние давления на преобразователь 7835/45/47 перед поправкой на давление показано на следующих схемах.

Рисунок 6-1 Влияние давления на преобразователь 7835/45/47 перед поправкой на давление (при 20°C)

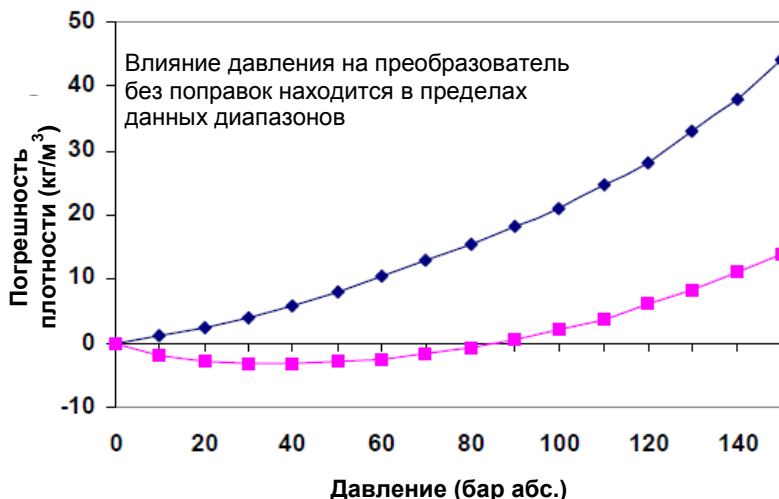
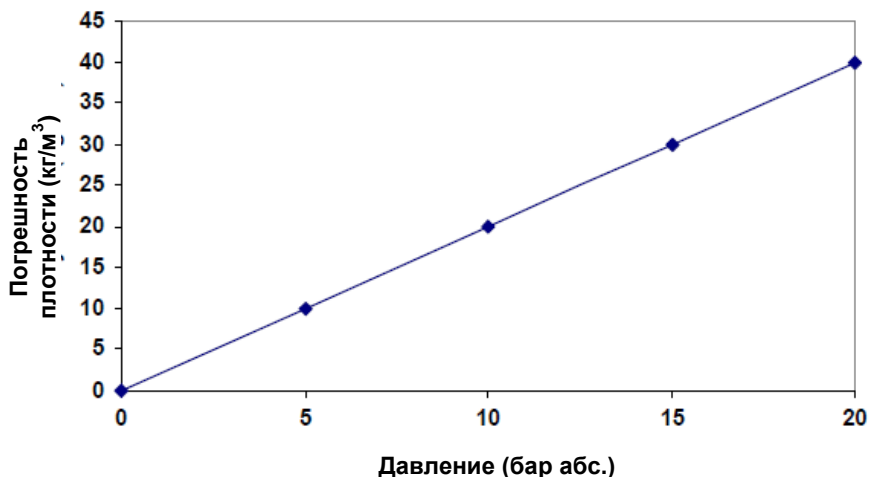


Рисунок 6-2 Влияние давления на преобразователь 7845/47 для измерения сред с содержанием свободного газа перед поправкой на давление (при 20°C)



## Калибровка и эксплуатационные параметры

Во время калибровки преобразователя, которая обычно проводится при давлении 1 бар (14,5 psi), также измеряется влияние давления. Эти данные указаны в свидетельстве о калибровке (см. Приложение E).

Уравнение, используемое для внесения поправки на давление:

$$D_p = D_t [1 + K20(P - 1)] + K21(P - 1)$$

Где:  $D_p$  = Плотность с поправкой на температуру и давление (кг/м<sup>3</sup>)

$D_t$  = Плотность с поправкой на температуру (кг/м<sup>3</sup>)

$P$  = Давление в барах (абс.)

$K20 = K20A + K20B(P - 1)$

$K21 = K21A + K21B(P - 1)$

*Примечание: K20A, K20B, K21A и K21B – это коэффициенты давления (постоянные), указанные в свидетельстве о калибровке.*

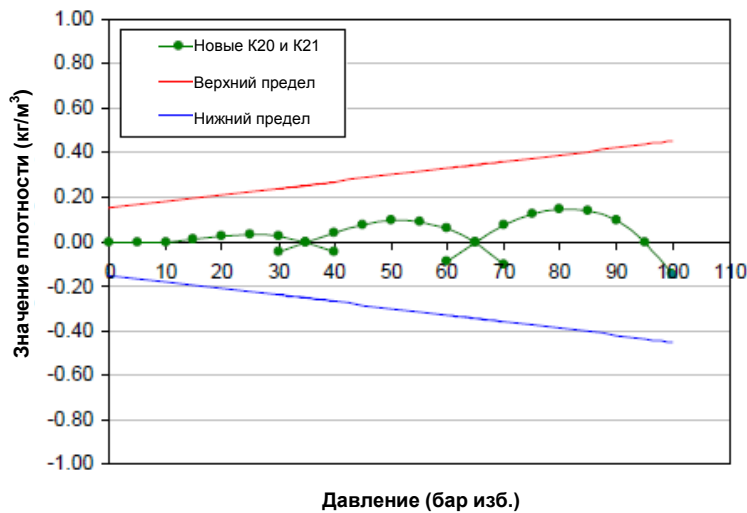
*Примечание: Дальнейшие поправки на давление выполняются для приборов, работающих под давлением свыше 41 бар (595 psi), так как ряд постоянных коэффициентов давления охватывает подряды полных диапазонов рабочего давления. Только один ряд постоянных коэффициентов давления выбирается из свидетельства о калибровке в соответствии с диапазоном рабочего давления. Если диапазон рабочего давления находится в пределах диапазона двух рядов постоянных коэффициентов давления, обратитесь в Micro Motion за новым свидетельством о калибровке. Образец свидетельства о калибровке представлен в Приложении E.*

*Примечание: Если требуется вносить поправки на температуру и давление, то в первую очередь выполняется поправка на температуру.*

На Рисунке 6-3 показаны типовые графики остаточных погрешностей после поправки на давление для приборов 7835 (100 бар), полученные с помощью трех рядов постоянных коэффициентов давления. Каждый ряд охватывает подряд диапазона 100 бар. Погрешность 7835 определяется линиями, выражающими верхний и нижний пределы. Погрешность коэффициентов давления 7835 составляет  $\pm 0,003$  кг/м<sup>3</sup>. Это значение прибавляется к погрешности калибровки инструмента, равной  $\pm 0,15$  кг/м<sup>3</sup>.

*Примечание: Только один ряд постоянных коэффициентов давления выбирается из свидетельства о калибровке в соответствии с диапазоном рабочего давления. Образец свидетельства о калибровке представлен в Приложении E.*

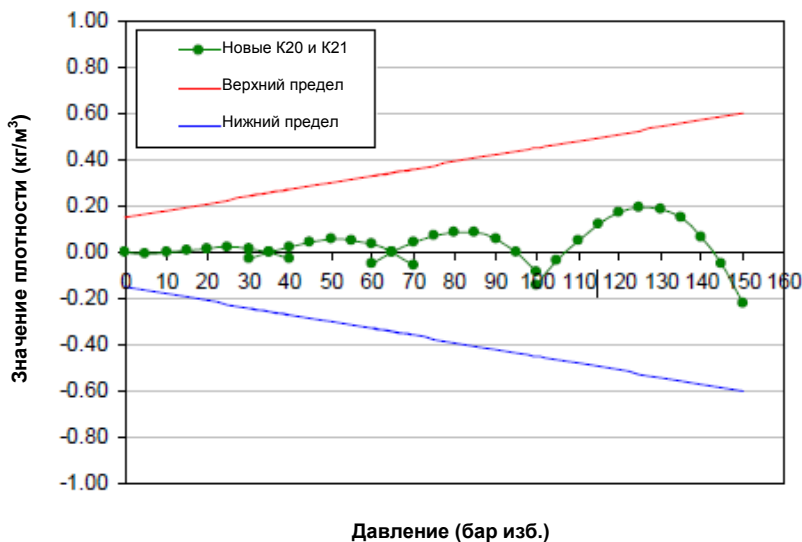
Рисунок 6-3 Остаточное влияние давления на преобразователь 7835 (100 бар) после поправки на давление (при 20°C)



На Рисунке 6-4 показаны типовые графики остаточных погрешностей после поправки на давление для приборов 7835 (150 бар), полученные с помощью четырех рядов постоянных коэффициентов давления. Каждый ряд охватывает подряд диапазона 150 бар. Погрешность 7835 определяется линиями, выражающими верхний и нижний пределы. Погрешность коэффициентов давления 7835 составляет  $\pm 0,003 \text{ кг/м}^3$ . Это значение прибавляется к погрешности калибровки инструмента, равной  $\pm 0,15 \text{ кг/м}^3$ .

*Примечание: Только один ряд постоянных коэффициентов давления выбирается из свидетельства о калибровке в соответствии с диапазоном рабочего давления. Образец свидетельства о калибровке представлен в Приложении Е.*

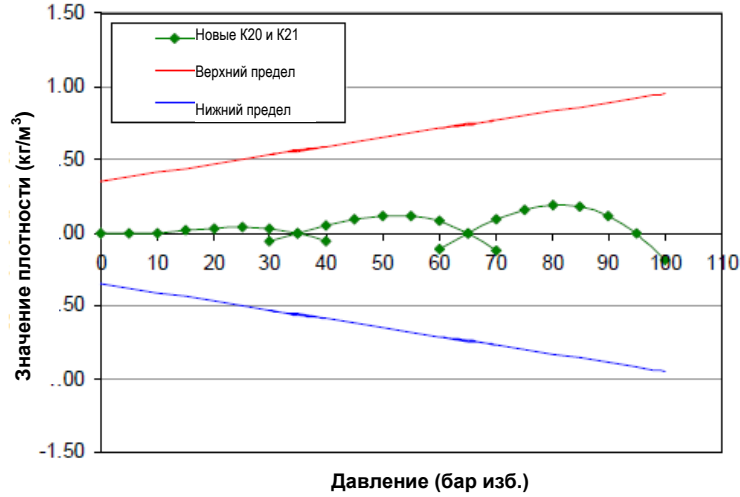
Рисунок 6-4 Остаточное влияние давления на преобразователь 7835 (150 бар) после поправки на давление (при 20°C)



На Рисунке 6-5 показаны типовые графики остаточных погрешностей после поправки на давление для приборов 7845K (100 бар), полученные с помощью трех рядов постоянных коэффициентов давления. Каждый ряд охватывает подряд диапазона 100 бар. Погрешность 7845 определяется линиями, выражающими верхний и нижний пределы. Погрешность коэффициентов давления 7845K составляет  $\pm 0,006 \text{ кг/м}^3$ . Это значение прибавляется к погрешности калибровки инструмента, равной  $\pm 0,035 \text{ кг/м}^3$ .

Примечание: Только один ряд постоянных коэффициентов давления выбирается из свидетельства о калибровке в соответствии с диапазоном рабочего давления. Образец свидетельства о калибровке представлен в Приложении Е.

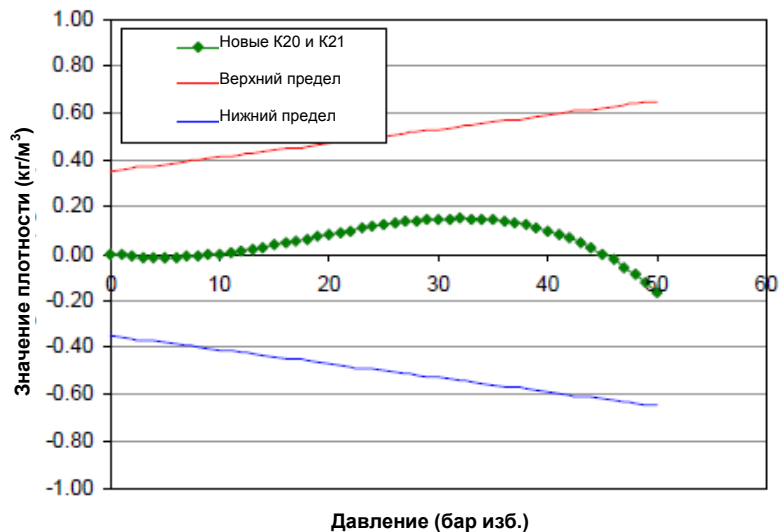
Рисунок 6-5 Остаточное влияние давления на преобразователь 7845К (100 бар) после поправки на давление (при 20°C)



На Рисунке 6-6 показаны типовые графики остаточных погрешностей после поправки на давление для приборов 7845 (50 бар), полученные с помощью одного ряда постоянных коэффициентов давления. Ряд охватывает полный диапазон 50 бар. Погрешность 7845 определяется линиями, выражающими верхний и нижний пределы. Погрешность коэффициентов давления 7845К составляет  $\pm 0,006 \text{ кг/м}^3$ . Это значение прибавляется к погрешности калибровки инструмента, равной  $\pm 0,035 \text{ кг/м}^3$ .

Примечание: Только один ряд постоянных коэффициентов давления выбирается из свидетельства о калибровке в соответствии с диапазоном рабочего давления. Образец свидетельства о калибровке представлен в Приложении Е.

Рисунок 6-6 Остаточное влияние давления на преобразователь 7845 (50 бар) после поправки на давление (при 20°C)



**Оптимизация взаимного влияния давления и температуры (только для преобразователей 7835)**

При калибровке преобразователей 7835 для вычисления коэффициента давления K21A, действительного в пределах ограниченного рабочего диапазона температуры и давления, используется новая общая постоянная. Уточненный коэффициент давления K21A выбирается из таблицы, представленной в свидетельстве о калибровке нового формата. Этот коэффициент уникален для преобразователя 7835. Использование коэффициента K21A не меняет формат коэффициента калибровки плотности или уравнения калибровки плотности, которые ранее использовались в ПО вычислителя расхода.

*Примечание: Данная постоянная относится только к измерителям 7835, которые калибровались на заводе, начиная с января 2011. Кроме этого, невозможно заново вычислить уточненный коэффициент K21A для приборов, которые были повторно сертифицированы на внешних калибровочных установках.*

Новая постоянная используется как промежуточный индекс для обеспечения соответствия требованиям директивы Министерства энергетики и изменения климата Великобритании (DECC), касающейся калибровки измерительных преобразователей плотности жидкости. Согласно рекомендациям директивы DECC к июлю 2011 года все измерительные преобразователи плотности должны калиброваться в предполагаемых рабочих условиях (например, одновременно при температуре и под давлением). В настоящее время компания Micro Motion занимается изменением конструкции калибровочных стендов для того, чтобы они могли работать одновременно при повышенных температуре и давлении. Планируется завершить разработку и ввести стенды в эксплуатацию к июлю 2011.

Образец свидетельства о калибровке, включая новые коэффициенты давления K21A, приводится в Приложении E.

**6.2.4 Поправка на скорость звука**

Скорость звука в технологической жидкости может повлиять на точность измерения плотности. Калибровка преобразователя 7835 была оптимизирована с учетом отношения «плотность/скорость звука», как показано на Рисунке 6-7. Если скорость звука технологической жидкости значительно отличается от отношения, показанного на Рисунке 6-7, может потребоваться внести поправку с помощью ввода коррекции калибровки, используя данные на Рисунке 6-7. Для этого необходимо отрегулировать значение  $K_0$  в основном уравнении.

В качестве альтернативы могут использоваться следующие уравнения:

$$D_{VOS} = D_P \left[ 1 + \frac{1,4E06}{D_P + 1400} \times \left( \frac{1}{V_C^2} - \frac{1}{V_A^2} \right) \right]$$

Где:  $D_{VOS}$  = Плотность с поправкой на скорость звука и температуру (кг/м<sup>3</sup>)

$D_P$  = Плотность с поправкой на температуру и давление (кг/м<sup>3</sup>)

$V_C$  = Скорость звука при калибровке (м/с)

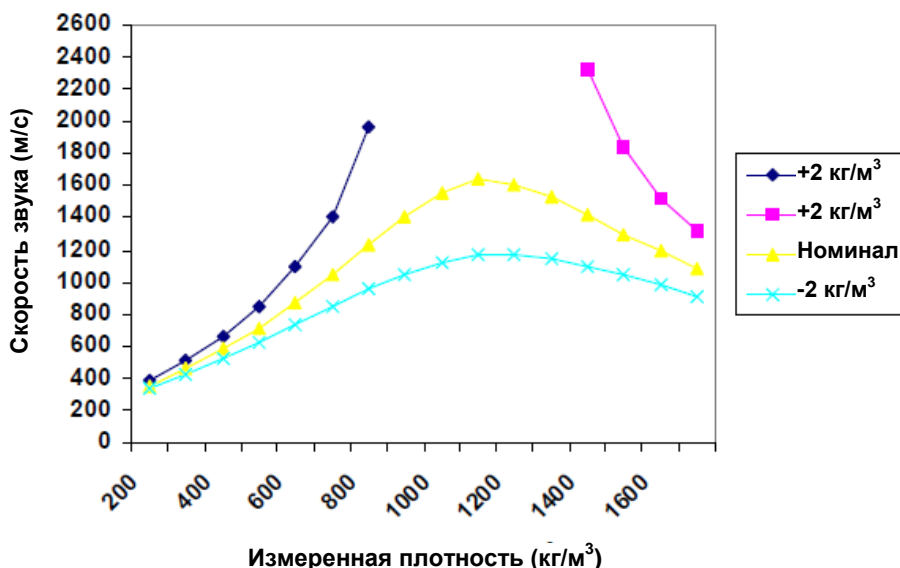
$V_A$  = Скорость звука жидкости (м/с)

Значение  $V_C$  можно получить с помощью Рисунка 5.2 или вычислить по следующей формуле:

$$V_C = 100 + 1,455 D_P, \text{ если } D_P \text{ от } 300 \text{ кг/м}^3 \text{ до } 1100 \text{ кг/м}^3$$

$$V_C = 2690 - 0,9D_P, \text{ если } D_P \text{ от } 1100 \text{ кг/м}^3 \text{ до } 1600 \text{ кг/м}^3$$

Рисунок 6-7 Оптимизированное отношение скорости звука для преобразователя 7835/45/47



Указанные значению требуют внесения поправок.

Действительная плотность = измеренная плотность + поправки

## 6.3 Калибровка

### 6.3.1 Заводская калибровка

Измерительные преобразователи плотности жидкости калибруются перед отправкой с завода с помощью эталонных инструментов, соответствующих государственным стандартам. Для калибровки используется три среды: окружающий воздух, чью плотность можно определить из справочных таблиц, углеводородное масло, плотность которого составляет приблизительно 815 кг/м<sup>3</sup>, и жидкость высокой плотности в диапазоне от 1400 до 1500 кг/м<sup>3</sup>. Несколько приборов, проходящих проверку, параллельно подключаются к двум эталонным инструментам на специальной измерительной установке Micro Motion. Так как жидкость течет через контрольно-измерительные приборы, во время калибровки показания снимаются только в те моменты, когда измеряемые значения плотности на двух эталонных инструментах совпадают. Таким образом, достигается точность калибровки.

Измерения производятся в условиях изменения температуры и давления. Это необходимо для определения степени воздействия этих условий на КИП. На основании всех этих данных для каждого прибора разрабатывается свидетельство о калибровке.

Отдел обеспечения качества Micro Motion проводит дальнейшие испытания образцов приборов для подтверждения калибровки.

### 6.3.2 Калибровка эталонных инструментов

В качестве эталонных инструментов, применяемых во время калибровки, используются инструменты, откалиброванные и сертифицированные поверочной лабораторией, утвержденной по ISO/IEC14025.

Во время калибровки эталонных инструментов используется несколько жидкостей, плотность которых подтверждена главной измерительной системой, в которой стеклянные грузы определенного объема взвешиваются в образцах жидкостей.



Калибровка осуществляется путем перекачивания каждой утвержденной жидкости через эталонный инструмент. За этим процессом ведется постоянный контроль, а также в каждом случае фиксируется выходной сигнал. Свидетельство о калибровке выпускается на каждый эталонный инструмент.

Калибровки повторяются, как правило, раз в полгода, в результате чего разрабатывается документально подтвержденный стандарт измерения плотности.

### 6.3.3 Свидетельство о калибровке контрольно-измерительного прибора

К каждому прибору прилагается собственное свидетельство о калибровке (см. образцы в Приложении E), в котором содержатся четыре основных типа данных:

- Заводской номер контрольно-измерительного прибора.
- Отношение «выходной сигнал/плотность». Оно основывается на данных, полученных с помощью трех калибровочных сред: воздух, жидкость средней плотности и жидкость высокой плотности. Значения плотности воздуха и жидкости высокой плотности являются исходными точками для вычисления профиля «скорость звука/плотность продукта», описанного выше. Однако значение сигнала для плотности воздуха также используется в целях проверки.
- Данные температурного коэффициента, описывающие поправку, которую следует внести для получения наивысшей точности, если КИП работает с продуктом, температура которого не равна 20 °C (68 °F).
- Данные коэффициента давления, описывающие поправку, которую следует внести для получения наивысшей точности, если КИП работает при повышенном давлении.

Вторая страница свидетельства о калибровке предназначена для занесения сведений Micro Motion, а также для регистрации всех калибровочных измерений.

### 6.3.4 Испытание под давлением

Испытание гидростатическим давлением проводится под давлением, указанным на бирке и в свидетельстве о калибровке КИП. Во время этого испытания конструкция прибора нагружается давлением, которое превышает максимально допустимое рабочее давление КИП.

*Примечание: На производстве сварная конструкция проверяется под давлением для подтверждения соответствия требованиям стандарта EN50018:1997. Внешний корпус способен выдерживать внутреннее давление 100 бар в случае поломки трубы/сильфона.*

### 6.3.5 Испытание изоляции

Для проверки соответствия требованиям искробезопасности выполняется испытание изоляции между электрическими клеммами и корпусом прибора под напряжением 500 Vac.

### 6.3.6 Методы тарирования

Существует два метода тарирования:

- Проверка по калибровочной точке плотности воздуха. Этот метод прост и удобен. Он позволяет определить долговременное смещение, коррозию и выпадение осадка.
- Тарирование по плотности жидкости выполняется одним из следующих способов:
  - Берется образец жидкости, плотность которой измеряется с помощью плотномера (для стабильных жидкостей) или пикнометра (для нестабильных жидкостей).
  - С помощью второго преобразователя плотности.

### Проверка по плотности окружающего воздуха

1. Изолируйте, осушите и при необходимости отсоедините преобразователь от трубопровода.

- Очистите и осушите контактирующие со средой элементы преобразователя и обеспечьте их взаимодействие с окружающим воздухом.
- Подайте электропитание в прибор и проверьте, совпадает ли и находится ли в допустимых пределах периодичность выходного сигнала с числом 'Air Check' (проверка по плотности воздуха), указанным в свидетельстве о калибровке.

Могут наблюдаться незначительные различия двух этих чисел. Это происходит в результате изменения состояния окружающего воздуха. Если используются коэффициенты K0, K1 и K2, показание плотности составляет приблизительно  $0,9 \text{ кг/м}^3$ , так как основное уравнение плотности оптимизировано с учетом наилучших показателей при нормальном рабочем диапазоне плотности.

Данное испытание показывает, чем были вызваны отклонения при калибровке – коррозией, отложениями или длительным смещением. При проведении данного испытания для преобразователей следует учитывать их температурные коэффициенты, которые оказывают значительное влияние. В следующей таблице показаны поправки на температуру для стандартных и преобразователей с опцией для измерения сред с содержанием свободного газа 7835 и 7845.

Преобразователь	Поправка на температуру	Предел проверки по плотности воздуха при 20°C
7835	$\pm 10 \text{ нс/}^\circ\text{C}$	$\pm 60 \text{ нс}$
7845	$-300 \text{ нс/}^\circ\text{C}$	$\pm 60 \text{ нс}$
7845 с опцией для измерения сред с содержанием свободного газа	$-700 \text{ нс/}^\circ\text{C}$	$\pm 500 \text{ нс}$

- Подключите преобразователь к трубопроводу, если он пригоден к эксплуатации, или извлеките для дальнейшего ремонта.

#### Проверка плотности жидкости – метод отбора проб

Если необходимо подтвердить калибровку в рабочих условиях с помощью жидкости, рекомендуется использовать следующие методы отбора проб:

##### Для стабильных жидкостей:

- Возьмите образец жидкости и налейте в подходящую емкость, в то же время, фиксируя измеренную плотность, температуру и давление жидкости.
- Измерьте плотность образца в определенных лабораторных условиях, используя плотномер или другой подходящий прибор.
- Вычислите отношение значения плотности, измеренное в лабораторных условиях, к значению, полученному в рабочих условиях при температуре и давлении.
- Сравните полученное отношение плотности с тем, которое измерил преобразователь.

Примечание: При использовании данного метода необходимо полное понимание физических свойств жидкости (температурный коэффициент и пр.).

##### Для нестабильных жидкостей:

- Подсоедините пикнометр давления и прилежащую трубу к трубопроводу так, чтобы через него прошел образец жидкости.
- Когда достигается состояние равновесия, прибор фиксирует показание плотности, так как пикнометр изолируется от потока жидкости-образца.
- Извлеките пикнометр для взвешивания, чтобы определить плотность продукта.
- Сравните показание, зарегистрированное пикнометром, со значением, полученным от преобразователя.

### Методы взятия образцов

Взятие образцов должно проводиться в соответствии с международными стандартами, действующими в данной области (ISO 3171, ASTM D 4177, API 8.2 и IP 6.2)

Более подробное описание данных методов приводится в следующих документах:

Институт нефти:	Руководство по измерениям в нефтяной промышленности Часть VII, Раздел 1 – Метод IP 160 (метод измерения с помощью плотномера) (BS2000–160, ISO3675, ASTM 1298)
Институт нефти:	Руководство по измерениям в нефтяной промышленности Часть VII, Раздел 2 – Непрерывное измерение плотности
Институт нефти (США):	Руководство по стандартам измерений в нефтяной промышленности Глава 14 – Газоконденсатные жидкости – Раздел 6: <i>Установка и проверка измерительных преобразователей плотности, используемых для измерения углеводородных жидкостей плотностью 0,3-0,7 г/см<sup>3</sup> при температуре 15.56 °C (60 °F) и давлении насыщенного пара, 1991.</i>

### Проверка плотности жидкости – с помощью второго измерительного преобразователя плотности

Зачастую в режиме непрерывного измерения, особенно в условиях коммерческого учета, используется два и более преобразователя плотности для повышения надежности измерительной системы. При появлении любых недопустимых различий между измерениями немедленно подаются необходимые сигналы тревоги.

1. Подключите второй измерительный преобразователь плотности к трубопроводу, соединенному с проверяемым преобразователем, таким образом, чтобы через них проходила одна и та же жидкость с одинаковыми температурой и давлением.
2. Подключите второй измерительный преобразователь к считывающему оборудованию, включите обе системы и дождитесь состояния равновесия.
3. Сравните два показания, выполнив все необходимые поправки.

Данный метод автоматической проверки является очень успешным. Если имеется установка с двумя приборами, часто один из них заменяется вновь откалиброванным инструментом, что также крайне эффективно. Этот метод иногда называют «методом замены».

Когда один прибор используется для проверки параметров другого аналогичного прибора, крайне важно убедиться, что отсутствуют неучтенные систематические ошибки, которые не были выявлены.

## 6.4 Эксплуатационные параметры

Преобразователи Micro Motion обычно калибруются с помощью специальных жидкостей при температуре 20 °C и давлении 1 бар (абс.). При работе в других условиях необходимо повысить неточность измерений с помощью диапазона погрешностей, если не вносятся поправки, или с помощью части диапазона погрешностей, если поправки внесены.

В следующей таблице перечислены источники и диапазоны погрешностей, влияющие на преобразователи, освещенные в данном руководстве (включая пример ниже).

Таблица 6-1. Источник и диапазон погрешностей при измерении

Источник ошибки	7835	7845/47	7845/47 с опцией для измерения плотности жидкостей с содержанием свободного газа
<b>A</b> Первичный эталон	0,05 кг/м <sup>3</sup>	0,05 кг/м <sup>3</sup>	0,05 кг/м <sup>3</sup>
<b>B</b> Эталон сравнения	0,1 кг/м <sup>3</sup>	0,1 кг/м <sup>3</sup>	0,1 кг/м <sup>3</sup>
<b>C</b> Точность КИП (при условиях калибровки)	0,15 кг/м <sup>3</sup>	30,15 кг/м <sup>3</sup>	1 кг/м <sup>3</sup>
<b>D</b> Температура (без поправки)	0,02 кг/м <sup>3</sup> /гр. С	0,9 кг/м <sup>3</sup> /гр. С	1,2 кг/м <sup>3</sup> /гр. С
Температура (с поправкой)	0,02 кг/м <sup>3</sup> /гр. С	0,05 кг/м <sup>3</sup> /гр. С	0,5 кг/м <sup>3</sup> /гр. С
<b>E</b> Давление (без поправки при 50 бар)	от -1 до 2 кг/м <sup>3</sup>	от 0 до +8 кг/м <sup>3</sup>	от -40 до +40 кг/м <sup>3</sup>
Давление (без поправки при 50 бар)	от +7 до +15 кг/м <sup>3</sup>	---	---
Давление (с поправкой)	0,003 кг/м <sup>3</sup> /бар	0,006 кг/м <sup>3</sup> /бар	---
<b>F</b> Скорость звука (без поправки)	См. Раздел 6.2	См. Раздел 6.2	---
Скорость звука (с поправкой)	20% смещения	20% смещения	---
<b>G</b> Длительная стабильность	0,15 кг/м <sup>3</sup> /год	0,35 кг/м <sup>3</sup> /год	1,0 кг/м <sup>3</sup> /год

Для определения общей рабочей точности необходимо использовать квадратный корень из суммы квадратов каждого источника ошибки (C – G), например:

- Общая эффективная точность =  $\sqrt{C^2 + D^2 + E^2 + F^2 + G^2}$

Например, если рассматривается прибор, работающий при температуре 50 °С (122 °F) и давлении 50 бар в течение 6 месяцев после калибровки и без погрешности от скорости звука, общая рабочая точность после внесения поправок рассчитывается следующим образом:

Таблица 6.2 Общая рабочая точность для указанного примера

Источник ошибки	7835	7845/47
<b>C</b>	0,15	0,35
<b>D</b>	0,15	1,5
<b>E</b>	0,15	0,30
<b>F</b>	-	-
<b>G</b>	0,07	0,175
<b>Общая эффективная точность</b>	0,27	1,58

Для повышения точности необходимо выполнять интерактивную калибровку при рабочих условиях. По требованию может быть достигнута более высокая точность для всех приборов с помощью калибровки водой или специальными жидкостями в сертифицированной лаборатории UKAS.

*Примечания: Таблицы, представленные выше, относятся к влиянию неточностей на периодичность выходных сигналов преобразователя, но не учитывают неточности в измерении самой периодичности.*

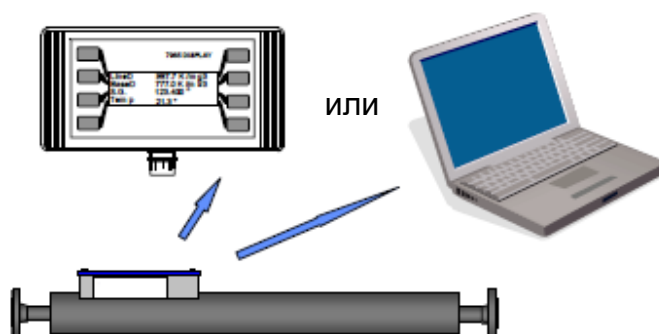
## Глава 7

# Выносной дисплей и оборудование цифровой связи

### 7.1 Введение

Усовершенствованная материнская плата обеспечивает цифровую линию связи RS-485, которая может использоваться для передачи информации по протоколу связи RTU Modbus на выносной дисплей 7965 или компьютер, находящийся на расстоянии до 3280 футов (1000 м) от преобразователя (разрешается использовать в линии связи RS-485 одновременно только одно контролирующее устройство). Благодаря этому создается удобное средство конфигурирования материнской платы и отображения или записи результатов измерения.

Рисунок 7-1 Усовершенствованная материнская плата с цифровой линией связи RS-485



Линия связи RS-485 поддерживает многоточечные подключения, в которых, к примеру, один выносной дисплей может одновременно сообщаться с несколькими усовершенствованными устройствами.

### 7.2 Механическая установка выносного дисплея 7965

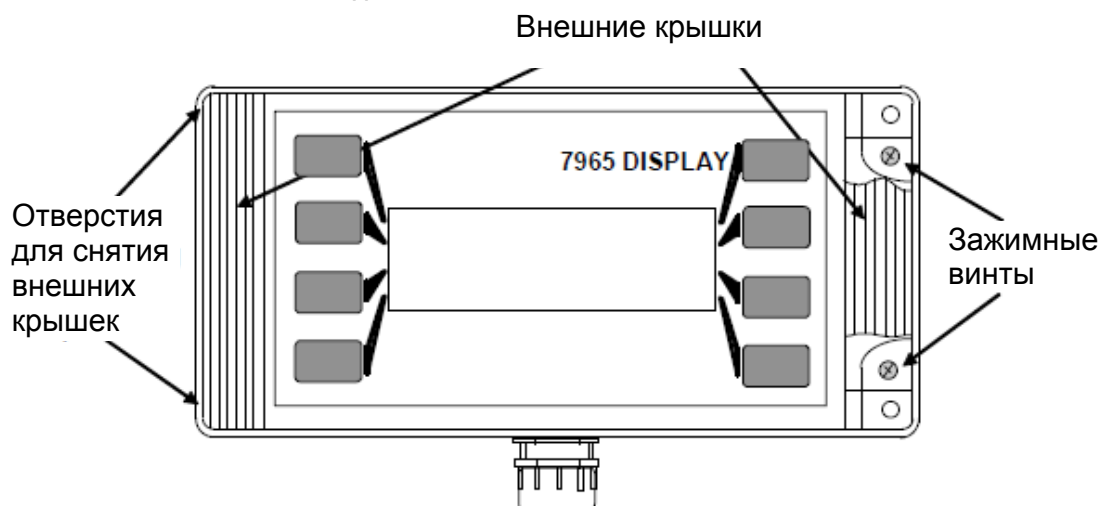
Выносной дисплей 7965 может быть прикреплен к стене или находиться в руках оператора. Он предназначен для работы в безопасных и опасных зонах.



Следите за тем, чтобы не поцарапать прозрачный передний экран.

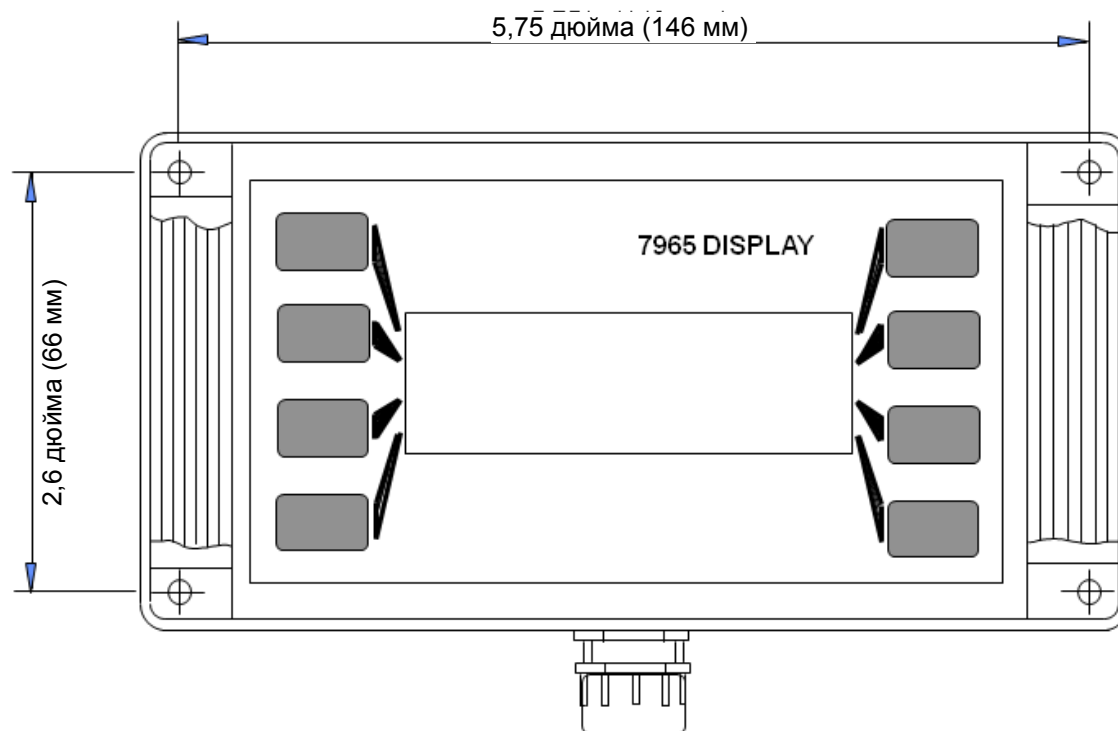
Чтобы установить выносной дисплей 7965, необходимо отсоединить переднюю часть дисплея от задней стенки. Сначала снимите обе внешние крышки, вставив небольшую отвертку в отверстие в углу крышки. Под крышкой находятся четыре зажимных винта, которые соединяют переднюю часть с задней стенкой. Открутите эти винты и отделите две части друг от друга.

Рисунок 7-2 Установка выносного дисплея 7965



Дисплей может монтироваться на стене. Для этого необходимо сначала прикрутить заднюю стенку к стене, вставив винты в отверстия, показанные на рисунке ниже, а затем прикрутить основной корпус к задней стенке с помощью зажимных винтов.

Рисунок 7-3 Размеры выносного дисплея 7965



### 7.3 Электроустановка в безопасной зоне

Порядок электроустановки выносного дисплея в **безопасной** зоне описан в Главе 3. Максимальное сопротивление питающих проводов, соединяющих материнскую плату и выносной дисплей, составляет 60Ω, что соответствует максимальной длине кабеля 750 метров (2500 футов) при сопротивлении постоянного тока 40 Ω/км (12 Ω/1000 футов). Если выносной дисплей установлен на расстоянии свыше 1000 метров (3280 футов) от преобразователя, на него следует периодически подавать напряжение 8-28 вольт.

### 7.4 Электроустановка в опасной зоне

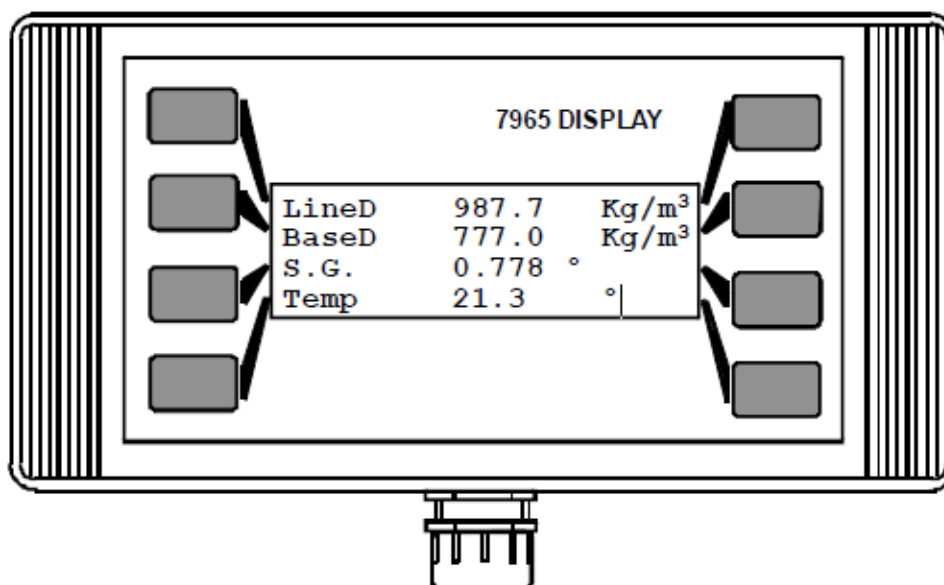


При установке в опасных зонах обратитесь к производителю за информацией об электропроводке. Также руководствуйтесь информацией по технике безопасности, представленной в брошюре по технике безопасности ATEX 79655010/SI.

### 7.5 Конфигурирование материнской платы с помощью выносного дисплея

С каждой стороны жидкокристаллического дисплея расположено по четыре кнопки, каждой из которых соответствует одна из четырех строк текста. Эти кнопки используются для ввода данных и навигации по меню.

Рисунок 7-4 Кнопки на выносном дисплее 7965

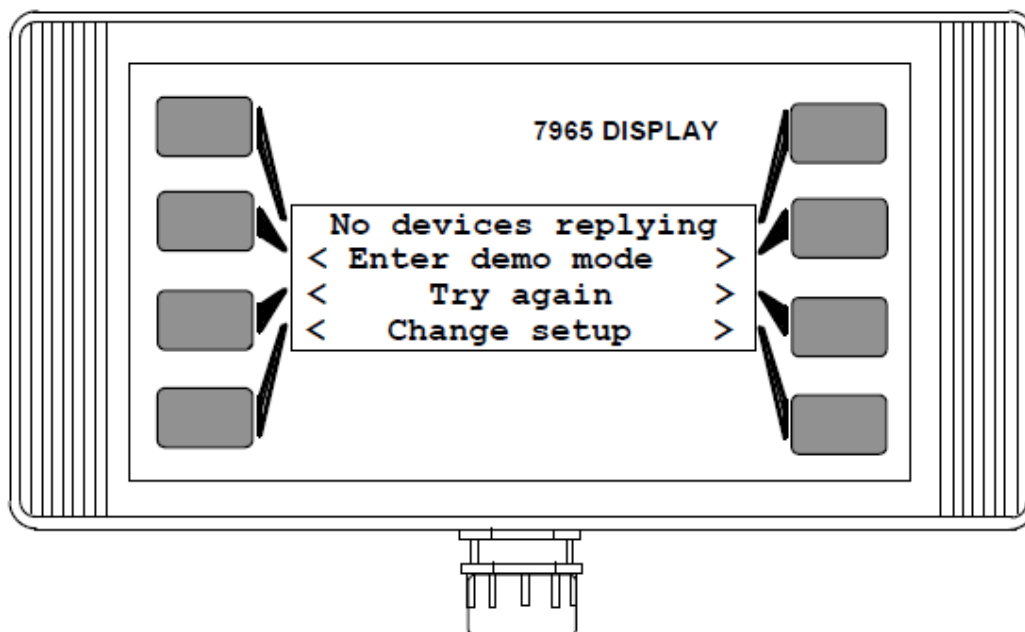


В целях безопасности разъем, расположенный внутри корпуса, может быть настроен на отключение клавиатуры для того, чтобы выносной дисплей мог только отображать результаты измерений. Для дополнительной защиты может использоваться контроль с помощью пароля для ограничения доступа к определенным разделам меню.

#### 7.5.1 Включение питания

По окончании электроустановки можно включить электропитание преобразователя и дисплея. Выносной дисплей выполняет ряд самопроверок, после чего на нем должно появиться такое же изображение, которое показано выше. Если этого не происходит, появляется экран, показанный ниже; это означает, что связь между преобразователем и дисплеем не установлена.

Рисунок 7-5 Сообщение об ошибке подключения выносного дисплея 7965



Ошибка соединения, как правило, возникает из-за неправильной электроустановки или задания неверного адреса ведомого устройства преобразователя (см. далее).

### 7.5.2 Адрес ведомого устройства

Каждый преобразователь имеет адрес ведомого устройства Modbus. По умолчанию на заводе ведомому устройству присваивается адрес 1 (один). При входе в раздел меню [Change setup] (Изменить настройки) можно настроить выносной дисплей на установление связи с любым действительным адресом ведомого устройства (в диапазоне от 1 до 247) или на опрашивание всех адресов ведомого устройства в указанном диапазоне.

Если к одному дисплею подключено несколько преобразователей, то каждому из них должны быть присвоены разные адреса (см. Раздел 7.5.2). Если адрес ведомого устройства требуется изменить, рекомендуется присвоить ему наименьший из неиспользуемых адресов.

### 7.5.3 Демо-режим

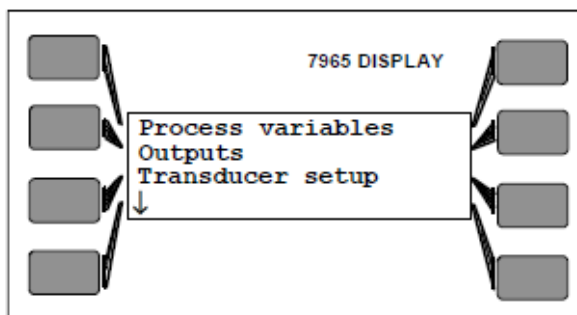
Демо-режим или демонстрационный режим позволяет пользователю изучить структуру меню дисплея, не подключая к нему измерительный преобразователь.

### 7.5.4 Навигация по структуре меню

Доступ к структуре меню можно получить при нажатии любой из 8 клавиш, расположенных по бокам дисплея. Появляется следующий экран меню:



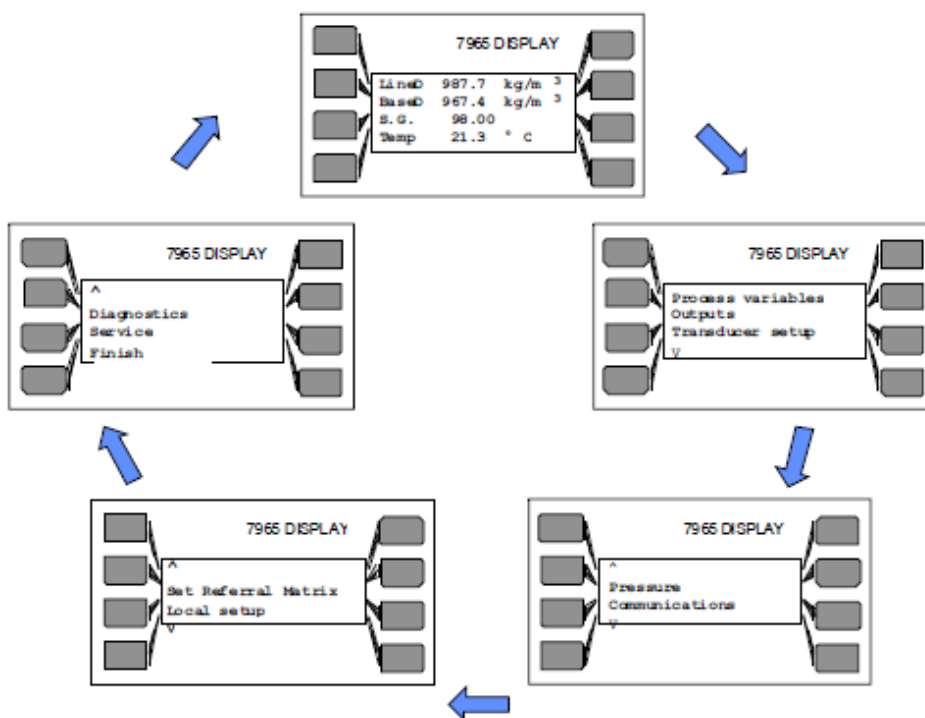
Рисунок 7-6 Экран меню выносного дисплея 7965



С обеих сторон дисплея находятся две кнопки, соответствующие каждой строке текста. Если не указано иное, кнопки с каждой стороны дисплея выполняют одинаковую функцию.

Имеется более 100 отдельных экранов меню. Однако после нескольких минут ознакомления пользователь легко сможет перемещаться по всему меню.

Рисунок 7-7 Последовательность появления экранов меню выносного дисплея



Меню имеет циклическую структуру, поэтому при неоднократном нажатии стрелки вниз (↓) пользователь, в конечном счете, возвращается к первому экрану.

Некоторые элементы меню выводят на другие уровни меню, структура которых тоже циклична. В некоторых случаях меню состоит из нескольких уровней. Самый простой способ разобраться в структуре этих уровней – поэкспериментировать.

При необходимости выносной дисплей можно перезапустить, одновременно нажав на все четыре угловые кнопки и удерживая их в течение 2 секунд. После этого выносной дисплей снова устанавливает связь с преобразователем, и появляется первая страница меню с отображением результатов измерения, с которой снова можно получить доступ к структуре меню.

### 7.5.5 Структура меню

В таблице ниже представлены некоторые экраны меню верхнего уровня.

#### Экран меню 1 на Уровне 1

Process variables	→	(См. ниже меню "Process Variables" (Технологические параметры) Уровня 2)
Outputs	→	(См. ниже меню "Outputs" (Выходные сигналы) Уровня 2)
Meter setup	→	Настройка адреса ведомого устройства, просмотр заводского № преобразователя и пр.
↓		

#### Экран меню 2 на Уровне 1

↑		
Pressure	→	Линейное давление, атмосферное давление, единицы измерения давления
Communications	→	Задать адреса устройств, повторно опросить сеть
↓		

#### Экран меню 3 на Уровне 1

↑		
Set referral matrix	→	Точки температуры, исходная температура, исходные точки
Local setup	→	(См. ниже меню "Local Setup" (Местная настройка))
↓		

#### Экран меню 4 на Уровне 1

↑		
Diagnostics	→	(См. ниже меню "Diagnostics" (Диагностика))
Service	→	Только для инженеров по техническому обслуживанию
Finish	→	Вернуться к текущему дисплею

### Меню Process Variables (PV) (Технологические параметры) – Уровень 1

#### • Экран 1 меню PV

Line density units	→	Задать единицы измерения линейной плотности (кг/м <sup>3</sup> , фунты/галлон и т.д.)
Base density units	→	Задать единицы измерения основной плотности (кг/м <sup>3</sup> , фунты/галлон и т.д.)
Temperature units	→	Задать единицы измерения температуры (°C или °F).
↓		

#### • Экран 2 меню PV

↑		
P.V. averaging	→	Выбрать специальную функцию
Set special function	→	Выбрать среднеарифметические значения технологических параметров (1 с, 2 с, 5 с и т.д.)
↓		

- Экран 3 меню PV

↑  
Density offset  
Temperature offset  
< Exit variables >

- Задать коэффициент погрешности плотности
- Задать коэффициент погрешности температуры

## Меню Outputs (Выходные сигналы) – Уровень 2

- Экран 1 меню Outputs

Analog output 1  
Analog output 2  
↓

- Задать переменную, точки 4 мА и 20 мА для выхода 1
- Задать переменную, точки 4 мА и 20 мА для выхода 2

- Экран 2 меню Outputs

↑  
Pulse (freq / alarm)  
Alarm settings  
< Exit outputs >

- Задать импульсный выходной сигнал, означающий состояние тревоги или частоту трубки
- Задать состояние тревоги, покрытие или гистерезис

## Меню Local Setup (Местная настройка) – Уровень 2

- Экран 1 меню LS

Menu language  
Screen contrast  
System warnings  
↓

- Выбрать язык меню (в настоящее время – только английский)
- Настроить контрастность экрана
- Включить или выключить предупреждения системы

- Экран 2 меню LS

↑  
S/W Version  
< Exit local setup >

- Просмотреть характеристики дисплея
- Задать адреса устройств, повторно опросить сеть

## Меню Diagnostics (Диагностика) – Уровень 2

- Экран 1 меню Diagnostics

Pickup level  
Q of resonance  
↓

- Экран 2 меню Diagnostics

↑  
Tube period  
RTD resistance  
↓

- Экран 3 меню Diagnostics

↑  
Change fixed values  
Fix meter readings  
< Exit diagnostics >

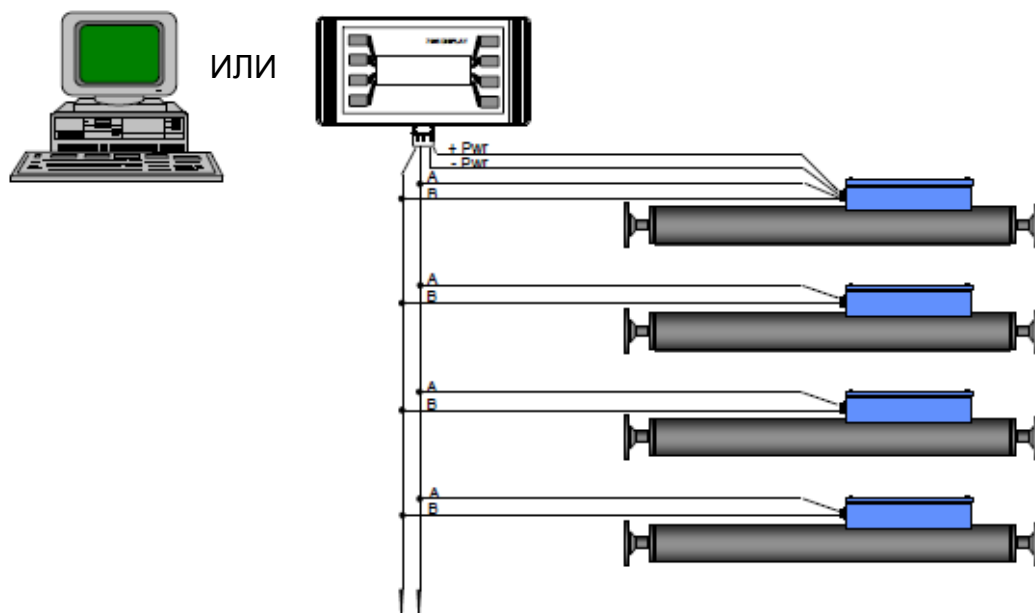
- Ввести значения плотности и др. для использования при приведении показаний
- Привести показания плотности и температуры к заданным значениям

## 7.6 Многоточечная установка

В многоточечных установках каждому измерительному преобразователю присваивается собственный slave-адрес (адрес ведомого устройства), и преобразователи параллельно соединяются, как показано ниже. Каждый преобразователь должен быть отдельно запрограммирован на уникальный адрес ведомого устройства с помощью ПК или выносного дисплея перед совместным подключением. В такую схему можно подключить до 24 преобразователей в зависимости от свойств кабеля.

Обратите внимание, что показанный ниже способ установки **НЕ** подходит для опасных зон.

Рисунок 7-8 Многоточечное подключение по RS-485



*Примечание: Перед совместным подключением в многоточечную схему каждому преобразователю должен быть присвоен индивидуальный адрес, иначе между преобразователями могут возникнуть конфликты соединений.*

Выносной дисплей взаимодействует с одним преобразователем одновременно. Чтобы получить информацию от нескольких преобразователей, выносной дисплей каждый раз необходимо настраивать на опрос отдельных преобразователей.

## 7.7 Электрическое подключение компьютерных устройств

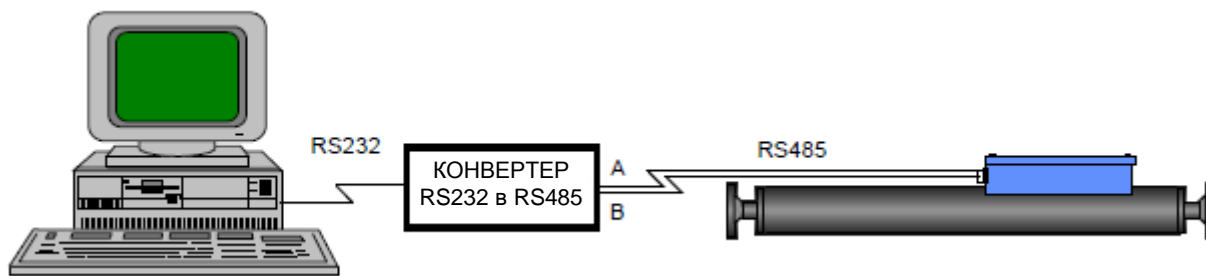
Электрическое подключение компьютерных устройств с последовательным портом RS-485 осуществляется так же, как и подключение выносного дисплея. Различие заключается в том, что для подключения компьютера не требуются питающие кабели.



**При монтаже оборудования в опасных зонах между конвертером сигнала RS-232/RS-485 и измерительным преобразователем плотности должен быть установлен защитный барьер или гальванический изолятор. Обратитесь к производителю за информацией о подключении проводки. Также см. информацию по технике безопасности в брошюре ATEX по технике безопасности 79655010/SI.**

Персональные компьютеры (ПК) с последовательным портом RS-232 могут быстро связываться с материнской платой с помощью конвертера RS-232 в RS-485, питаемого от линии (показан ниже).

Рисунок 7-9 Подключение усовершенствованной системы к персональному компьютеру



Для того чтобы между компьютерным устройством и усовершенствованным прибором происходил обмен данными, программное обеспечение должно генерировать и интерпретировать сообщения протокола **Modbus**. Информация в Приложении Н предназначена для того, чтобы пользователи могли самостоятельно разработать программное обеспечение для Modbus. Более подробная информация о применении программного обеспечения ADView приводится в Главе 8.

### 7.7.1 Соединение с помощью конвертера RS-232/485

Клеммы **11** и **12** на материнской плате усовершенствованного устройства предназначены для соединения разъемов RS-485 (Modbus) с конвертером, как показано на Рисунке 7.8. **Примечание:** ПК и конвертер всегда находятся в безопасной зоне.

Конвертеры предлагаются различными производителями и могут представлять собой как простые встроенные в линию устройства, подключаемые через порт RS-232 ПК, так и программируемые устройства с полным разделением двух сетей.

Усовершенствованные устройства используют полудуплексный ввод RS-485, таким образом, сигналы A и B используются для передачи данных в обоих направлениях. Для этого требуется, чтобы линия RTS (запрос на передачу) могла переключаться на отображение направления передачи данных. Это можно сделать с помощью главного компьютера или автоматически, с помощью конвертера RS-485/232, который может выполнить такую задачу. Если на ПК установлена система Windows NT, 2000 или XP, следует использовать конвертер, который автоматически меняет запрос на передачу (как было описано выше), иначе линия связи может работать неправильно.

Дополнительный комплект программного обеспечения ADView включает конвертер **K3** RS-485/232 производства KK Systems Ltd.

Конвертер **K3** получает питание от линии DTR (готовность сигнала) или RTS, подключенной к порту RS-232 ПК, которая должна постоянно пребывать в состоянии с высоким уровнем напряжения. Обычно этого достаточно для небольших расстояний, когда в сети имеется несколько устройств. Однако возможность порта подавать достаточную мощность не гарантируется. Это в особенности касается ноутбуков. В этом случае требуется подключить внешний источник питания. Также такая необходимость может возникнуть при использовании системы Windows NT, 2000 или XP.

Чтобы проверить уровень напряжения, измерьте напряжение на входе RTS (штырек 7) и выходе DTR (штырек 4) при подключенном к ПК (или другому устройству RS-232) конвертере. Для этой процедуры требуется коммутационный блок (не входит в комплект).

При подаче питания на любой вход напряжение на конвертере должно быть не менее +6 В во время передачи данных. Если питания не достаточно, можно подключить к дополнительному входному гнезду постоянного тока источник питания 9 V dc. См. подробное описание в технической документации производителя.

Рисунок 7-10 Подключение RS-485 на расстоянии более 50 метров

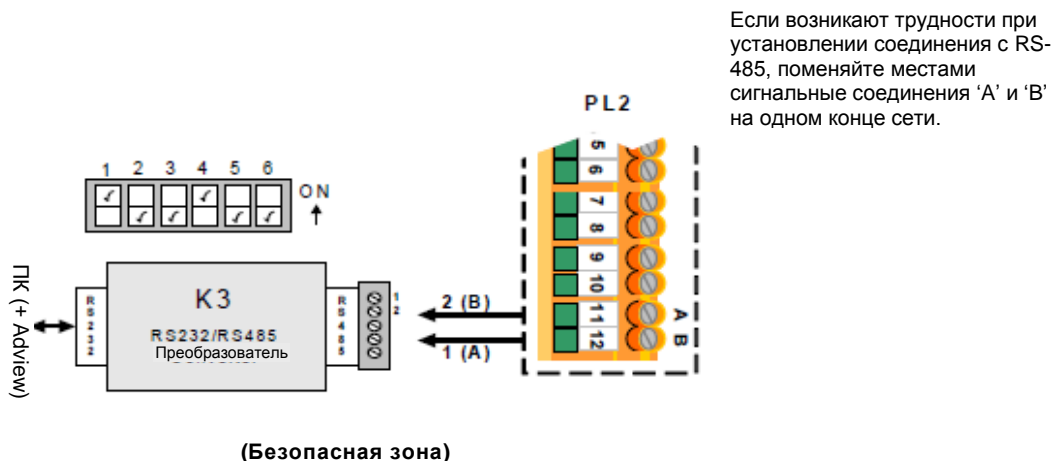
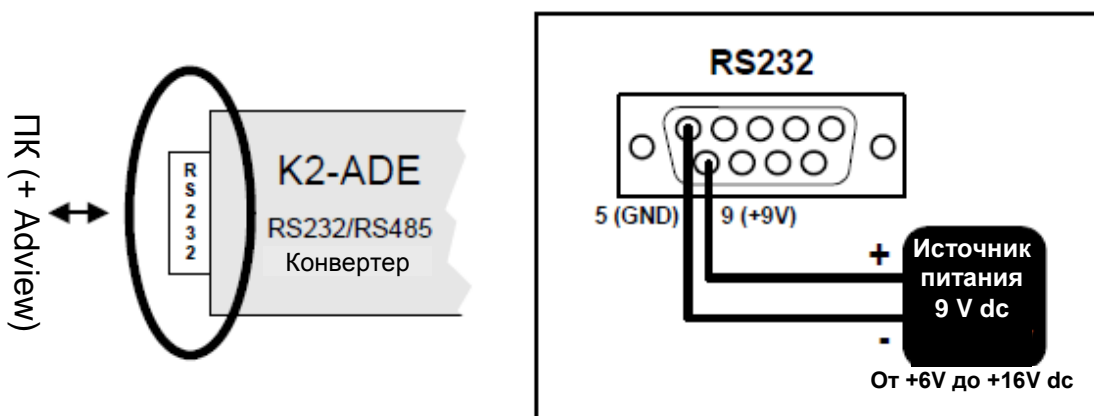


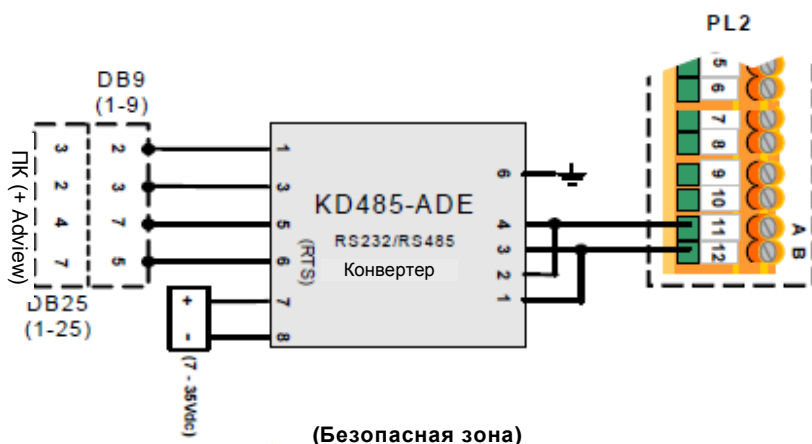
Рисунок 7-11 Питание преобразователя с помощью внешнего источника 9V dc (безопасная зона)



Если установка является постоянной, а также, если длина сети более 100 метров, используйте монтируемое на DIN-рейке устройство KD485-ADE производства KK Systems Ltd.

Устройство KD485-ADE имеет трехстороннюю изоляцию, то есть разделяет два порта и источник питания. Требуемое напряжение питания – от +7 до +35 В, мощность – 1-2 Вт (потребление мощности практически не зависит от напряжения питания). Устройство может работать с Windows 98, NT, 2000 и XP. Для работы с ПК, на котором установлена система Windows NT/2000/XP, разъем RTS может не использоваться.

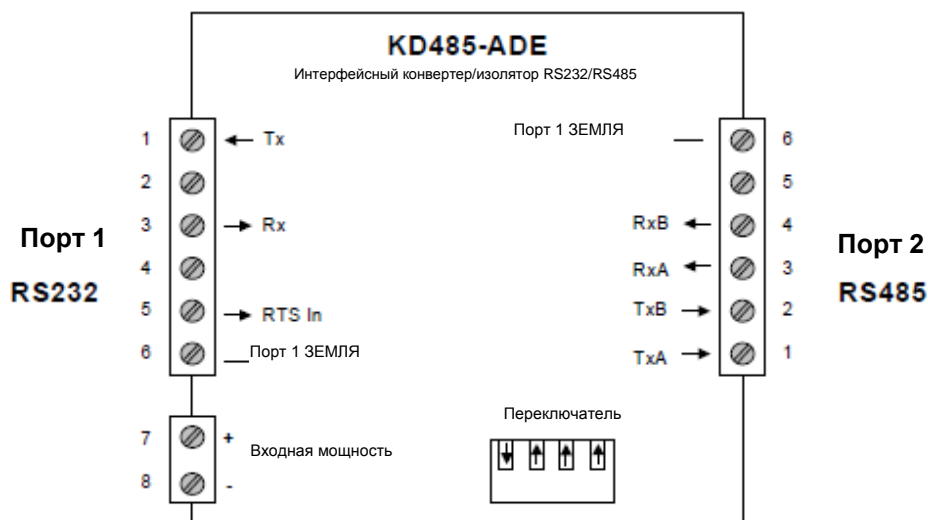
Рисунок 7-12 Подключение Modbus на расстоянии более 100 метров



По умолчанию устройство KD485-ADE имеет порт 2, настроенный на скорость 9600 бод. В преобразователе заданы следующие настройки параметров, которые являются произвольными:

- Скорость передачи данных в бодах: 9600
- Биты: 8
- Контроль по четности: Отсутствует
- Стоповые биты: 2

Рисунок 7-13 Переключатели устройства KD485-ADE



Переключатель устройства KD485-ADE должен быть настроен на включение SW1 (для включения полудуплексного режима на Порте 2), а три остальных переключателя (SW2, SW3, SW4) должны быть настроены на отключение.

*Примечание:* В большинстве систем заземляющее соединение (GND) на штырьке 6 порта 2 не требуется.





# Глава 8

## Работа с ADView и ProLink II

### 8.1 Работа с программным обеспечением ADView

#### 8.1.1 Описание ADView

ADView – это программный пакет, предоставляемый Micro Motion, который дает возможность:

- Конфигурировать датчики плотности и вязкости.
- Просматривать и сохранять получаемые от них данные.
- Проверять функциональность этих устройств.

ADView устанавливается на ПК и взаимодействует с датчиками плотности/вязкости посредством одного из стандартных последовательных портов ПК (RS-232).

Пакет ADView требует операционную систему Windows от Microsoft: Windows 3.1, 95, 98, NT, 2000 или XP.

*Примечание: Для соединения с устройством RS-232/Modbus, например 7835, необходимо установить адаптер между ПК и преобразователем (см. Главу 4).*

Пакет Advview предоставляет такие полезные возможности, как:

- Установка последовательного канала для связи с преобразователем.
- Конфигурирование датчика.
- Отображение данных в реальном режиме времени или в графическом виде.
- Сохранение данных в файле.
- Контроль корректности работы системы и диагностика отказов.
- Загрузка или хранение значений регистров Modbus.
- Чтение/запись индивидуальных регистров Modbus.

#### 8.1.2 Установка ADView

Программное обеспечение ADView доступно для установки на ПК с различных носителей (например, с помощью CD-ROM). ПО можно бесплатно скачать с веб-сайта компании Micro Motion (по адресу [www.micromotion.com](http://www.micromotion.com)).

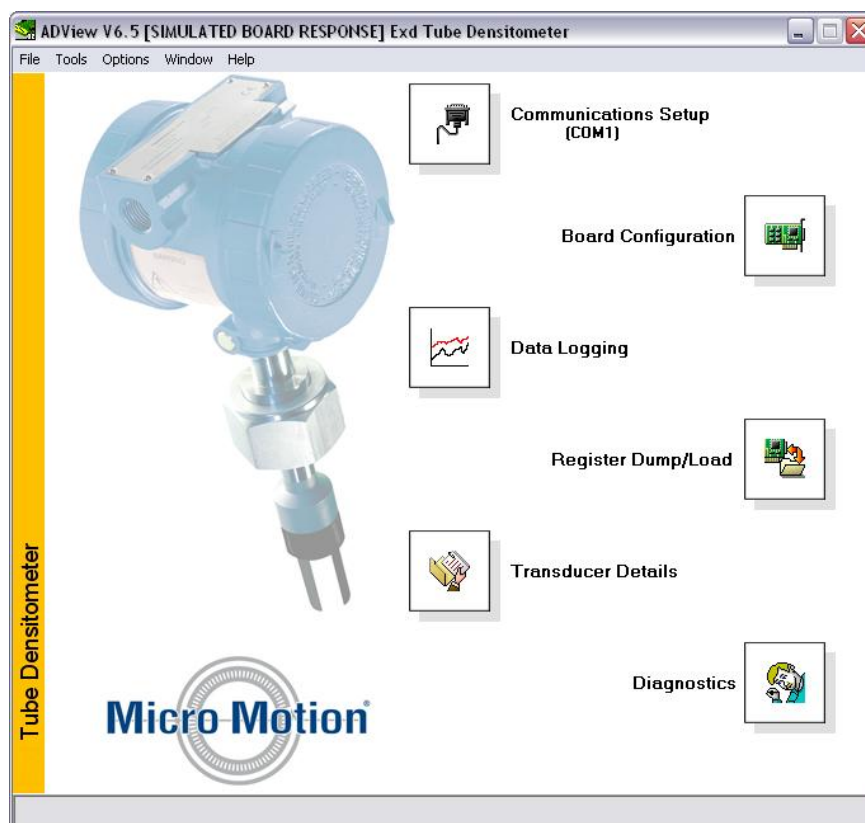
1. Выберите носитель, на который записаны установочные файлы ADView.
2. Вставьте носитель в соответствующее устройство ПК.
3. Если установка не началась автоматически, запустите установочный файл '.exe' с носителя. В разных операционных системах этот процесс может выполняться по-разному. Как правило, необходимо открыть File Manager или Windows Explorer, найти устройство, в которое вставлен носитель, и дважды нажать на установочный файл '.exe'.
4. После запуска программы установки необходимо зарегистрироваться, введя имя пользователя и название организации, а также указать директорию, в которую нужно загружать файлы ADView (будет предложена директория, заданная по умолчанию).

5. Выполняйте инструкции до завершения установки. Как правило, процесс установки занимает несколько минут. При необходимости установку можно отменить.

### 8.1.3 Запуск ADView

Запустите программу ADView, выбрав вход в программу ADView 6 с помощью меню Пуск. При нажатии левой кнопки мыши появляется следующее окно.

*Примечание: Так как в программу ADView вносятся изменения, представленные изображения могут незначительно отличаться от тех, которые вы можете увидеть на экране ПК.*



Каждая из шести иконок открывает доступ к различным возможностям пакета ADView. Можно выбрать подключение устройства Modbus к одному из последовательных портов ПК или использовать встроенную в ADView опцию моделирования преобразователя.

Чтобы запустить процесс моделирования, выберите вкладку **Options (Опции) > Simulate board response (Смоделировать ответ платы)** на панели меню, а затем выберите соответствующий плотномер. Чтобы вернуться к основному экрану ADView, нажмите кнопку **OK**. Если выбран режим моделирования, ADView игнорирует последовательный порт и подает моделируемые данные. Тем не менее, необходимо нажать кнопку **Connect (Соединить)**, а затем нажать кнопку **Communications Setup (Настройка связи)**. Чтобы вернуться к основному экрану ADView, нажмите кнопку **OK**.

#### Настройка последовательной передачи данных

Для работы с реальным устройством Modbus необходимо подсоединить его к подходящему источнику питания (см. техническую документацию к устройству) и к последовательному порту ПК. Полное описание подключения преобразователя к линии связи Modbus (RS-485) приводится в Главе 4.

ADView автоматически задает конфигурацию выбранного порта в соответствии с настройками устройства. Измерительный плотномер имеет следующие настройки: скорость передачи данных 9600 бодов, 8 информационных битов, без контроля по четности, 1 стоповый бит, управление расходом Xon/Xoff (протокол).

### 8.1.4 Особенности программного пакета ADView

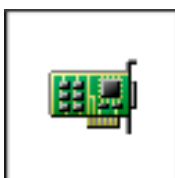
#### Возможности ADView

Главное окно ADView открывает доступ к различным возможностям. Краткое описание каждой опции приводится ниже. Опции интуитивно понятны, и поэтому можно легко обучиться работе с системой.



#### **Communications Setup (Настройка передачи данных)**

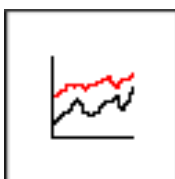
Настройка и проверка передачи данных RS-232/RS-485.



#### **Board Configuration (Конфигурация платы)**

Позволяет выбрать измеряемые параметры и диапазон аналогового выхода, конфигурировать приведение плотности за счет ввода матричных значений или коэффициентов K, а также производить специальные вычисления, определять линейное давление и время усреднения.

Отображает текущие значения выбранных выходных параметров и аналогового выхода.



#### **Data logging (Регистрация данных)**

Сводит в таблицу полученные от датчиков данные о линейной и основной плотности, температуре и выполняет специальные функции. Один параметр может отображаться в графическом формате.

Данные также могут сохраняться в файле формата Excel (с разделителями табуляции) или Notepad (с разделителями-пробелами).

Можно настроить частоту регистрации результатов, а также останавливать или запускать регистрацию данных.



#### **Register dump/load (Разгрузка/загрузка регистра)**

Данная возможность позволяет удалить содержимое всех (или выбранных) регистров Modbus с устройства или, наоборот, загрузить в них необходимые значения. Формат файлов выбирается (Excel/с разделителями табуляции или Notepad/с разделителями-пробелами).



#### **Transducer details (Описание преобразователя)**

Показывает характеристики преобразователя – тип, заводской номер, даты проведения калибровки, версия ПО и пр.



#### **Diagnostics (Диагностика)**

Позволяет просматривать:

- текущие показания датчика
- состояние плотномера
- значения рабочих коэффициентов

Также позволяет проверить вычисления.

Панель меню		
<b>File (Файл)</b>	Exit (Выход)	Выйти из программы ADView.
<b>Tools (Инструменты)</b>	Health Check (Диагностика)	Определяет функционирование системы.
	Register Read/Write (Чтение/Запись регистра)	Опция для чтения или записи регистра Modbus (см. Раздел F.7).
	Direct Comms. (Непосредственная связь)	Позволяет задать, какие именно данные необходимо передать по линии последовательной связи (см. Приложение F).
<b>Options (Опции)</b>	Engineer Status (Статус инженера)	Используется только инженерами по обслуживанию Micro Motion.
	Simulate board response/ Actual Board (Смоделировать ответ платы / действительное состояние платы)	Позволяет выбрать одну из указанных опций.
	Enable / disable screensaver (Включить / выключить скринсейвер)	Позволяет выбрать одну из указанных опций. Включенный скринсейвер работает в соответствии с настройками системы Windows.
<b>Window (Окно)</b>		Средство открытия или выбора возможностей ADView.
<b>Help (Справка)</b>	About ADView (О программе ADView)	Отображает номер версии ПО.

### Конфигурирование адреса ведомого устройства

Заводская конфигурация присваивает ведомому устройству адрес 1. Однако во многих ситуациях необходимо изменить адрес. В многоточечных системах, где к одной сети подключается несколько устройств Modbus, важно задать каждому ведомому устройству уникальный адрес.

Для этого необходимо запустить программу ADView и использовать возможность Register Read/Write. Проверьте значение в Регистре 30 (адрес ведомого устройства Modbus). Если требуется другое значение, введите его и нажмите на кнопку write (записать). Теперь плотномер настроен на новый адрес ведомого устройства.

### Конфигурация платы

Конфигурация платы контролирует, как плотномер обрабатывает и представляет данные, настройки пользователя, постоянные калибровки и другие коэффициенты. Эта информация хранится в долговременной памяти, называемой регистром. Полный перечень регистров, используемых преобразователем, представлен в Приложении F.

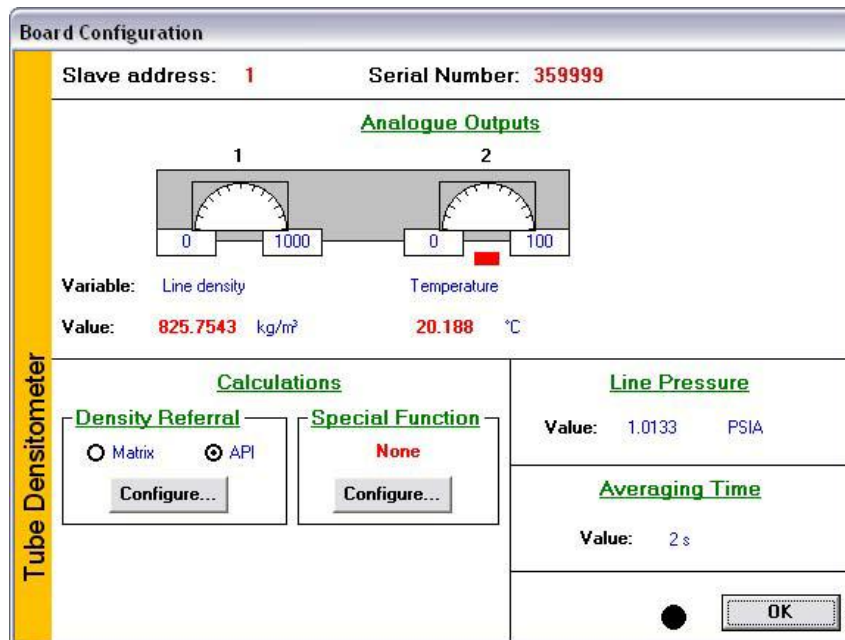
Чтобы настроить преобразователь, необходимо занести данные в регистры конфигурации с помощью линии связи RS-485/Modbus. ADView предлагает удобный графический способ выполнения этой задачи, который не требует знания адресов регистров и форматов данных.

Некоторые параметры не доступны для конфигурации ADView, в том числе значение погрешности плотности, которое может понадобиться для точной калибровки преобразователя. Однако ADView располагает инструментами для чтения и записи индивидуальных регистров Modbus (с помощью вкладки **Tools > Register Read/Write**), и для непосредственной связи с Modbus (с помощью вкладки **Tools > Direct Comms**). Более подробное описание с примерами приводится в Приложении F, но в подавляющем большинстве случаев нет необходимости использовать эти инструменты.



ADView и преобразователь не могут удалить конфигурацию, заданную по умолчанию. Поэтому перед тем как внести какие-либо изменения, настоятельно рекомендуется использовать опцию Register Dump/Load программы ADView, чтобы сохранить имеющуюся конфигурацию. Если в дальнейшем возникнут какие-либо неполадки, можно будет восстановить конфигурацию из сохраненного файла.

Ниже показано окно Board Configuration (Конфигурация платы) программы ADView:



Для выхода из любого окна конфигурации без сохранения изменений нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре компьютера.

### Приведение плотности (кнопка Configure... (Настроить...))

Чтобы настроить вычисление приведения плотности, необходимо ввести соответствующую информацию:

- Для *приведения по матрице*: четыре значения плотности для каждого из пяти различных значений температуры; более подробная информация дана в Приложении D.
- Для *приведения по таблицам API*: можно выбрать тип продукта, и коэффициенты общего уравнения плотности автоматически подстроятся под выбранный продукт (см. Главу 6). Также можно ввести собственные значения.

### Специальная функция (кнопка Configure... (Настроить...))

Доступный ряд специальных функций (расчетных параметров) зависит от выбранного типа ссылки.

Специальная функция	Приведение по таблицам API	Приведение по матрице
Удельный вес	✓	✓
API°	✓	
массовый %		✓
объемный %		✓
° Боме		✓
° Брикса		✓
Заданное пользователем уравнение четвертого порядка		✓
Нет	✓	✓

При выборе специальной требуемой функции окно конфигурации изменяется, позволяя ввести соответствующие параметры, если это необходимо. Обратите внимание, что за один раз можно выбрать только одну специальную функцию.

Когда выбрана оптимальная конфигурация, следует сохранить ее в файл с помощью опции **Register Dump/Load** для защиты от потери или изменения в дальнейшем.

### Запись данных

Функция записи данных ADView – это полезный инструмент для проверки настроек и сбора результатов испытаний. На следующей схеме объясняются некоторые особенности.

Графическое отображение аналогового выхода.

Для выбора регистрируемых параметров.

Выбор аналогового выхода другого датчика.

Отображение момента датчика в виде таблицы.

Для многоточечных конфигураций: выходные сигналы до трех датчиков могут отображаться одновременно.

Нажмите **Start (Пуск)**, чтобы начать запись данных.

Нажмите **Stop (Стоп)**, чтобы остановить запись данных.

Кнопка **Log Setup (Настройка записи)**, которая активируется при прекращении записи данных, позволяет настроить периодичность, с которой следует сохранять данные в файл, и формат данных.

Отображение ниспадающего меню **Selection (Выбор)** для выбора датчика и параметра, который следует отобразить на графике

Нажмите **Show Graph (Показать график)**, чтобы настроить и показать график.

### Register DUMP/LOAD (РАЗГРУЗКА/ЗАГРУЗКА регистра)

Данная опция необходима для сохранения конфигурации преобразователя. Ее следует использовать для сохранения текущей конфигурации перед началом изменения для того, чтобы восстановить в случае возникновения неполадки по какой-либо причине. Кроме того, если датчик отправлен на техобслуживание или повторную калибровку, текущую конфигурацию следует сохранить. Подробности приводятся ниже.

Получение доступа к адресу устройства

Ввод нужного имени файла для разгрузки или требуемого имени файла для загрузки.

Выборить разделитель данных (только для разгрузки)

Выборить, какие пакеты регистров следует сохранить в файл или просто сохранить все регистры.

Также можно указать отдельные регистры.

Восстановить ранее сохраненный пакет регистра данных из файла.

Сохранить выбранный регистр данных в файл.

### Register Read/write (Чтение/запись регистра)

В некоторых случаях может потребоваться записать данные непосредственно в регистр Modbus. Две предполагаемые причины для использования данной возможности – присвоение адреса ведомого устройства и настройка погрешности плотности. В Приложении F приводится полный перечень регистров.



Перед тем как внести какие-либо изменения в отдельные регистры, рекомендуется сохранить имеющуюся конфигурацию (см. раздел Register Dump/Load). Если в дальнейшем возникнут какие-либо неполадки, можно будет восстановить конфигурацию из сохраненного файла.

Выборить из панели меню ADView вкладку **Tools (Инструменты) > Register Read/Write (Запись/чтение регистра)**.

Здесь появляется номер текущего регистра.

При нажатии кнопки **Read (Чтение)** отображается текущее значение выбранного регистра.

При нажатии кнопки **Write (Запись)** текущее значение записывается в выбранный регистр.

Можно читать и записывать данные в любое количество регистров. По окончании работы нажмите **OK**.

Чтобы просмотреть полный список номеров и признаков регистров Modbus, нажмите здесь.

Выберите регистр, к которому нужен доступ.

Для нечисловых значений: нажмите здесь, чтобы просмотреть полный перечень возможных вводов, и выберите один из них для записи в регистр.

Введите числовые значения непосредственно в этом окне.

## 8.2 Работа с программным обеспечением ProLink II

### 8.2.1 Обзор

Программное обеспечение ProLink II – это приложение, работающее в операционной среде Windows и предназначенное для конфигурирования и управления датчиками Micro Motion. Оно обеспечивает полный доступ к функциям и данным преобразователя.

В данной главе приводится основная информация о подключении ProLink II к преобразователю. Освещаются следующие темы и процедуры:

- Требования (см. Раздел 8.2.2)
- Разгрузка/загрузка конфигурации (см. Раздел 8.2.4)

Инструкции, представленные в данном руководстве, предполагают, что пользователь уже знаком с работой ПО ProLink II. Более подробное описание работы с ProLink II приводится в руководстве ProLink II.

### 8.2.2 Требования

Для работы ProLink II с измерительным преобразователем плотности жидкости требуется следующее:

- ProLink II версия 2.9 или более поздняя
- Преобразователь (конвертер) сигнала для преобразования сигнала порта ПК в сигнал, используемый датчиком
  - Для соединений RS-485 требуется конвертер сигнала RS-485/RS-232. См. Раздел 4.5.
  - Адаптер с 25 на 9-контактный разъем (если необходим для ПК)

### 8.2.3 Подключение программы от ПК к датчику

В Таблице 8-1 описываются опции подключения ProLink II к датчику. См. более подробную информацию в Разделах 4.4 и 4.5.



Таблица 8-1 Опции подключения к преобразователю плотности жидкости 7835/45/47

Подключение	Физический уровень	Протокол
Клеммы RS-485 или сеть RS-485 (см. Раздел 4.5)	RS-485	Modbus

#### 8.2.4 Разгрузка/загрузка конфигурации ProLink II

ProLink II выполняет функцию разгрузки/загрузки конфигурации, которая позволяет сохранить наборы конфигураций на ПК для:

- Быстрого возврата и восстановления конфигурации преобразователя
- Быстрого копирования набора конфигураций

Micro Motion рекомендует загружать все конфигурации датчика на ПК сразу после завершения конфигурирования.

Чтобы использовать функцию разгрузки/загрузки конфигурации:

1. Подключите ProLink II к датчику, как описано в Разделах 4.4 и 4.5.
2. В приложении ProLink II откройте меню **File (Файл)**.
  - Чтобы сохранить файл конфигурации на ПК, используйте опцию **Load from Xmtr to File (Загрузить из датчика в файл)**.
  - Чтобы восстановить или загрузить файл конфигурации в датчик, используйте опцию **Send to Xmtr from File (Отправить в датчик из файла)**.

#### 8.2.5 Язык ProLink II

ProLink II может работать на следующих языках:

- Английский
- Французский
- Немецкий

Чтобы настроить язык ProLink II, выберите вкладку **Tools (Инструменты) > Options (Опции)**.

В данном руководстве в качестве языка ProLink II используется английский.



# Глава 9

## Общее техническое обслуживание

### 9.1 Общая информация

Измерительные преобразователи плотности жидкости 7835/45/47 не имеют движущихся частей, поэтому все необходимое техобслуживание сводится к визуальному осмотру на наличие признаков утечек и физических повреждений.

Проверка калибровки должна осуществляться с определенными интервалами для того, чтобы своевременно определить неисправности или ухудшение работы преобразователя. Если обнаружена неисправность или ухудшение работы преобразователя, следует провести дополнительные проверки, чтобы определить причину проблемы. Корректирующие действия сводятся к очистке трубы, затягиванию ненадежных соединений и замене обслуживающего усилителя или, в крайних случаях, всего контрольно-измерительного прибора.



**При выполнении установки на трубопроводе, демонтажа с трубопровода и погрузочно-разгрузочных операций во время транспортировки преобразователя следует проявлять предельную осторожность.**

### 9.2 Анализ неисправностей

Все неисправности обычно подразделяются на две основных категории: ложные показания и показания, выходящие за допустимые пределы.

- **Ложные показания**

Как правило, возникают в присутствии пузырьков газа в движущейся жидкости. Также могут быть вызваны сильными электрическими помехами и колебаниями трубопровода.

- **Показания, выходящие за допустимые пределы**

Как правило, возникают в результате образования осадка и/или коррозии в резонирующей трубке.

Так как электрический отказ может привести к любой из перечисленных проблем, а для обнаружения осадка или коррозии необходимо демонтировать и отключить преобразователь, сначала рекомендуется выполнить проверку электрической системы.

### 9.3 Процедура общего технического обслуживания

Данная процедура рекомендуется для проведения периодического техобслуживания системы и является основанием для выполнения любой задачи по обнаружению неисправностей.

### 9.4 Фактические проверки

Фактические проверки включают:

- Осмотр преобразователя, монтажного кронштейна, соединительных муфт и электрических кабелей на наличие признаков повреждения и коррозии.
- Проверка преобразователя на признаки утечки среды и проверка состояния разрывного диска.

**Примечания:**

- Любые физические повреждения корпуса преобразователя или монтажных кронштейнов могут негативно повлиять на эксплуатационные характеристики прибора. Для проверки точности рекомендуется провести полную калибровку.
- Любые утечки масла обычно можно устранить с помощью ремонтных операций.

#### 9.4.1 Проверка калибровки

Проверка калибровки состоит в следующем:

- Выполнить проверку калибровки с помощью методов, описанных в Главе 6.
- Сравнить полученные результаты с числами, указанными в текущем свидетельстве о калибровке, чтобы определить, существуют ли значительные ухудшения в работе преобразователя или какие-либо неисправности.

**Примечания:**

- Значительное ухудшение работы преобразователя может быть вызвано образованием отложений в вибрирующей трубке. Осадок можно удалить с помощью соответствующего растворителя. См. ниже Раздел 9.4.2.
- Неисправности могут быть следствием повреждений электрики/электроники либо в цепи преобразователя, либо в считывающем оборудовании. Перед тем как перейти к проверке преобразователя (см. Раздел 9.4.2), следует проверить считывающее оборудование.

#### 9.4.2 Корректирующее обслуживание

Требуемое обслуживание подразделяется на две категории – электрическое и механическое.

##### Электрическое обслуживание

1. Выполните следующие действия.

**Приборы с усовершенствованной электроникой:**

- a. Проверьте, находится ли напряжение между клеммами 7 и 8 в диапазоне 9,5-28 В.

**Приборы со стандартной электроникой:**

- a. Проверьте электропитание и потребление тока на клеммах преобразователя. Эти параметры должны равняться: 17 мА ± 1 мА при 15,5–30 В.
  - b. Отключите электропитание преобразователя. Если предполагается, что причина в потреблении тока, замените усилитель преобразователя.
  - c. Найдите катушки возбуждения (клеммы 7 и 8) и отсоедините провода катушек от усилителя. Измерьте сопротивление на катушках возбуждения. Оно должно равняться 95 ± 5 Ом при 20 °C (68 °F).
  - d. Подсоедините провода катушек возбуждения к усилителю.
2. Найдите токосъемные катушки (клеммы 9 и 10) и отсоедините провода катушек от усилителя. Измерьте сопротивление на токосъемных катушках. Оно должно равняться 95 ± 5 Ом при 20 °C (68 °F).

Подсоедините провода токосъемных катушек к усилителю

3. Выполните следующие действия.

**Приборы с усовершенствованной электроникой:**

- a. Отключив электропитание прибора, проверьте сопротивление элемента РДТ 100 Ω на клеммах 4 и 7. Значение сопротивления элемента зависит от температуры. См. Приложение F.

### Приборы со стандартной электроникой:

- a. Проверьте сопротивление элемента РДТ 100  $\Omega$  на клеммах 11 и 12 (убедитесь, что клеммы 3 и 6 отсоединены). Значение сопротивления элемента зависит от температуры. См. технические характеристики продукта в приложении.
  - b. Проверьте неразрывность цепи между клеммами 11 и 3, 11 и 4, а также с 12 по 5 и с 12 по 6.
4. Проверьте изоляцию, переместив все выходные соединения на клеммы усилителя (с 1 по 7 включительно) и одновременно замкните клеммы. Проверьте их изоляционное сопротивление металлическому корпусу с помощью измерителя изоляции 500 V dc (сила тока не более 5 mA). Сопротивление должно быть не менее 2 M $\Omega$ .

Уберите замыкатель и подключите подводящие провода при необходимости.

### Механическое обслуживание

Механическое обслуживание, главным образом, состоит в поддержании внутренней поверхности вибрационной трубки в чистоте – без признаков отложений и коррозии. Отложения можно удалить с помощью подходящего растворителя, а также демонтировав прибор с трубопровода и очистив его механически. Соблюдайте осторожность, чтобы не повредить внутреннюю поверхность трубки во время очистки.



**При выполнении установки на трубопроводе, демонтажа с трубопровода и погрузочно-разгрузочных операций во время транспортировки преобразователя следует проявлять повышенную осторожность.**

Запрещается перевозить преобразователь, если в нем находятся опасные вещества. К ним относятся жидкости, которые могли попасть в корпус снаружи и остаться в нем.



# Приложение А

## Технические характеристики 7835

### А.1 Эксплуатационные параметры преобразователя плотности

Точность	$\pm 0.0001 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.1 \text{ кг/м}^3$	(Усовершенствованная калибровка) <sup>(1)</sup>
	$\pm 0.00015 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.15 \text{ кг/м}^3$	(Стандартная калибровка) <sup>(2)</sup>
Рабочий диапазон	До $3 \text{ г/см}^3$	До $3000 \text{ кг/м}^3$	
Повторяемость	$\pm 0.00002 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.02 \text{ кг/м}^3$	
Стабильность	$\pm 0.00015 \text{ г/см}^3$	$0.15 \text{ кг/м}^3$	(в год)
Дополнительная скорректированная погрешность преобразования плотности от температуры <sup>(3)</sup>	$\pm 0.000005 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.005 \text{ кг/м}^3$	(на $^{\circ}\text{C}$ )
	$\pm 0.000278 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.278 \text{ кг/м}^3$	(на $100 \text{ }^{\circ}\text{F}$ )
Дополнительная скорректированная погрешность преобразования плотности от давления <sup>(3)</sup>	$\pm 0.000003 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.003 \text{ кг/м}^3$	(на бар)
	$\pm 0.000021 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.021 \text{ кг/м}^3$	(на 100 psi)

(1) Точность зависит от выбранного типа калибровки. Диапазон плотности, к которому относится точность, зависит от выбранного типа калибровки.

(2) Указанная точность относится к рабочему диапазону плотности  $0,3 - 1,1 \text{ г/см}^3$  ( $300 - 1100 \text{ кг/м}^3$ ).

(3) Дополнительная температурная погрешность является максимальной погрешностью при измерении, так как температура технологической жидкости значительно отличается от температуры калибровки плотномера.

(4) Дополнительная погрешность от давления определяется в виде изменения чувствительности датчика плотности, так как технологическое давление значительно отличается от давления калибровки. Чтобы определить давление заводской калибровки, воспользуйтесь калибровочной документацией, прилагаемой к 7835. Если данные отсутствуют, обратитесь к производителю.

### А.2 Температурные характеристики

Рабочий диапазон	от $-58 \text{ }^{\circ}\text{F}$ до $+230 \text{ }^{\circ}\text{F}$ (от $-50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+110 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )
------------------	--

#### А.2.1 Встроенный датчик температуры

Технология	4-проводной РДТ, сопротивление 100 Ом
Точность	BS 1904 Класс, DIN 43760 Класс А.

### A.3 Номинальные значения давления

<b>Максимальное рабочее давление</b>	Искробезопасный (Ex ia) Взрывобезопасный (Ex d)	2175 psi (150 бар) 1450 psi (100 бар)
<b>Испытательное давление</b>	До 1,5 максимального рабочего давления	
<b>Соответствие PED</b>	Соответствует требованиям директивы ЕС 97/23/ЕС по оборудованию, работающему под давлением.	

### A.4 Классификации опасных зон

#### Искробезопасные зоны по АТЕХ

Искробезопасный преобразователь 7835, разрешенный к применению АТЕХ: Сертификация по стандарту EN 60079-0: 2006 и EN 60079-11: 2007 для применения в Европе

<b>7835 (частотный выход):</b>	(7835****AJ****)	ATEX II1G, Ex ia IIC T6 (Ta -40 °C...+40 °C) T4 (Ta -40 °C...+70 °C)
<b>7835 (передатчик):</b>	(7835****DJ****) (7835****VJ****)	ATEX II1G, Ex ia IIB T4 (Ta -40 °C...+60 °C) ATEX II1G, Ex ia IIC T4 (Ta -40 °C... +60 °C)
<b>Выносной дисплей (по заказу)</b>		ATEX II 1 G, Ex ia IIC, T4 (Ta -40 °C...+60 °C)

#### Взрывобезопасные зоны по АТЕХ

Преобразователь 7835 Ex d, разрешенный к применению АТЕХ: Сертификация для применения в Европе

<b>7835 (частотный выход):</b>	(7835****AK****)	ATEX II2G Ex d IIB T6 (Ta -40 °C...+70 °C)
--------------------------------	------------------	---

#### Искробезопасные зоны по CSA

Искробезопасный преобразователь 7835, разрешенный к применению CSA: Сертификация по стандартам CSA C22-2 № 142, CSA C22-2 № 175, UL 508 и UL 913 для применения в Канаде и США

<b>7835 (частотный выход):</b>	(7835****AL****)	Класс I, Раздел 1, Группы C и D, T3C
<b>7835 (передатчик) и дополнительный выносной дисплей:</b>	(7835****BL****) (7835****DL****)	Класс I, Раздел 1, Группы A, B, C и D, T4 (одиночный прибор) Класс I, Раздел 1, Группы C и D, T4 (многоточечное подключение по протоколу Hart)

#### Взрывобезопасные зоны по CSA

Преобразователь 7835 Ex d, разрешенный к применению CSA: Сертификация для применения в Канаде и США

<b>7835 (частотный выход):</b>	(7835****AM****)	Класс I, Раздел 1, Группы C и D, T3C
--------------------------------	------------------	--------------------------------------

Ta – абсолютная температура окружающей среды

ATEX – директивы ЕС описывающие требования к оборудованию и работе в потенциально взрывоопасной среде

CSA – Канадская ассоциация по стандартизации



## A.5 Классификации МОЗМ R117-1

Анализ согласно рекомендации МОЗМ R117-1 (издание 2007 (E)) и Приложению MI-005 директивы ЕС по измерительным приборам 2004/22/ЕС (MID)		
Диапазон вязкости	0,75 сП – 50 сП (0,75 мПа · с – 50 мПа · с)	
Диапазон плотности	0,7 г/см <sup>3</sup> – 1,2 г/см <sup>3</sup> (700 кг/м <sup>3</sup> – 1200 кг/м <sup>3</sup> )	
Диапазон окружающей температуры	от –40 °F до +158 °F (от –40 °C до +70 °C)	
Класс окружающей среды	Механический: M2 Электромагнитный: E2	
<b>Максимальное давление</b>	<b>Диапазон температуры среды</b>	<b>Класс точности</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 928,2 psi (64 бар)</li> <li>• 1450,4 psi (100 бар)</li> <li>• 1450,4 psi (100 бар)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• От +23 °F до +131 °F (от –5 °C до +55 °C)</li> <li>• От +32 °F до +104 °F (от 0 °C до 40 °C)</li> <li>• От +23 °F до +131 °F (от –5 °C до +55 °C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,3</li> <li>• 0,3</li> <li>• 1,0</li> </ul>

## A.6 Электромагнитная совместимость

Все варианты исполнения соответствуют последним международным стандартам по электромагнитной совместимости, а также стандартам EN 61326/IEC 61326.

## A.7 Материалы конструкции

<b>Детали, контактирующие со средой</b>	Ni-Span-C® и нержавеющая сталь 316L
<b>Покрытие корпуса</b>	Нержавеющая сталь 316L
<b>Фланец</b>	Нержавеющая сталь 316L

## A.8 Удерживание жидкости

Стремясь удовлетворить растущие требованиям безопасности рынков химических, нефтяных и других промышленных технологий, Micro Motion расширил номенклатуру плотномеров, разработав модели с дополнительными защитными кожухами: внешний кожух (до 725 psi/50 бар) или вторичный кожух (1450 psi/100 бар), удерживающий давление. В случае выхода из строя датчик гарантированно удержит внутри все утечки. Для дополнительной безопасности все сварные швы выполняются в соответствии со стандартами ASME 9/EN ISO 15614-1 и могут при необходимости пройти проверку герметичности методом проникающего красителя по стандартам ASME. сварные соединения фланцев могут быть проверены рентгеновскими методами в соответствии с методиками международных стандартов.

	<b>Стандартный кожух</b>	<b>Дополнительный внешний кожух</b>	<b>Дополнительный вторичный кожух</b>
<b>Давление корпуса</b>	До указанного ниже разрушающего давления корпуса	725 psi (50 бар) Наиболее распространен в инженерно-технической практике	1450 psi (100 бар) разработан в соответствии с V31.3
<b>Разрушающее давление корпуса</b>	Оснащен разрывным диском, который разрушается при давлении 290-435 psi (20-30 бар)	2900 psi (200 бар)	5727 psi (395 бар) Разрушение металлостеклянного уплотнения

### A.9 Вес

<b>Вес</b>	Искробезопасный (Ex ia)	48 фунтов (22 кг)
	Взрывобезопасный (Ex d)	77 фунтов (35 кг)

### A.10 Электрика

<b>Электропитание частотным выходом)</b>	(версия с	с	16 – 28 VDC при силе тока не более 17 мА
<b>Электропитание передатчиком)</b>	(версия с	с	18 – 28 VDC при силе тока не более 80 мА
<b>Выходы (версия с частотным выходом)</b>			Модуляция тока на линии электропитания
<b>Выходы (версия с передатчиком)</b>			Аналоговые
			Точность
			Повторяемость
			Вне диапазона
			2 (+1 с опциональной платой HART)
			0,1% показания плюс 0,5% полной шкалы
			±0,025%
			2 – 20 мА на 4-20 мА
			(программируемое состояние тревоги)
			Импульсный выход
			(только передатчик Ex ia)
			Выход с открытым коллектором. Состояние тревоги или частота.
			Линии связи (только передатчик Ex ia)
			RS-485, Modbus (по стандарту), HART (по заказу)

# Приложение В

## Технические характеристики 7845/47

### В.1 Эксплуатационные параметры преобразователя плотности

<b>Точность</b>	$\pm 0.0001 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.1 \text{ кг/м}^3$	(Усовершенствованная калибровка) <sup>(1)</sup>
	$\pm 0.00035 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.35 \text{ кг/м}^3$	(Стандартная калибровка) <sup>(2)</sup>
	$\pm 0.005 \text{ г/см}^3$	$\pm 5.0 \text{ кг/м}^3$	(Опция для измерения плотности жидкостей с содержанием свободного газа) <sup>(3)</sup>
<b>Рабочий диапазон</b>	До $3 \text{ г/см}^3$	До $3000 \text{ кг/м}^3$	
<b>Повторяемость</b>	$\pm 0.00002 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.02 \text{ кг/м}^3$	(Опция для измерения плотности жидкостей с содержанием свободного газа) <sup>(3)</sup>
	$\pm 0.001 \text{ г/см}^3$	$\pm 1.0 \text{ кг/м}^3$	
<b>Стабильность</b>	$\pm 0.00035 \text{ г/см}^3$	$0.35 \text{ кг/м}^3$	(в год)
<b>Дополнительная скорректированная погрешность преобразования плотности от температуры</b> <sup>(4)</sup>	$\pm 0.000005 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.05 \text{ кг/м}^3$	(на °C)
	$\pm 0.000278 \text{ г/см}^3$	$\pm 2,7778 \text{ кг/м}^3$	(на 100 °F)
<b>Дополнительная скорректированная погрешность преобразования плотности от давления</b> <sup>(5)</sup>	$\pm 0.000006 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.006 \text{ кг/м}^3$	(на бар)
	$\pm 0.000041 \text{ г/см}^3$	$\pm 0.041 \text{ кг/м}^3$	(на 100 psi)

(1) Точность зависит от выбранного типа калибровки. Диапазон плотности, к которому относится точность, зависит от выбранного типа калибровки.

(2) Указанная точность относится к рабочему диапазону плотности  $0,6 - 1,2 \text{ г/см}^3$  ( $600 - 1200 \text{ кг/м}^3$ ). Если плотность выходит за пределы данного диапазона и составляет до  $1,6 \text{ г/см}^3$  ( $1600 \text{ кг/м}^3$ ), обратитесь к производителю за информацией о точности.

(3) Процентное содержание свободного газа – от 0 до 100%.

(4) Дополнительная температурная погрешность является максимальной погрешностью при измерении, так как температура технологической жидкости значительно отличается от температуры калибровки плотномера.

(5) Дополнительная погрешность от давления определяется как изменение чувствительности датчика плотности, так как технологическое давление значительно отличается от давления калибровки. Чтобы определить давление заводской калибровки, воспользуйтесь калибровочной документацией, прилагаемой к 7835. Если данные отсутствуют, обратитесь к производителю.

### В.2 Температурные характеристики

<b>Рабочий диапазон</b> <sup>(1)</sup>	от $-58 \text{ °F}$ до $+230 \text{ °F}$ (от $-50 \text{ °C}$ до $+110 \text{ °C}$ )
--	--

(1) от  $-58 \text{ °F}$  до  $320 \text{ °F}$  (от  $-50 \text{ °C}$  до  $+160 \text{ °C}$ ) с опцией комплекта для измерения высокой температуры.

#### В.2.1 Встроенный датчик температуры

Технология	4-проводной РДТ, сопротивление 100 Ом
Точность	BS 1904 Класс, DIN 43760 Класс А.

### В.3 Номинальные значения давления

<b>Максимальное рабочее давление</b>	7845 7847	1450 psi (100 бар) или предельное значение для фланца 290 psi (20 бар) или предельное значение для фланца
<b>Испытательное давление</b>	До 1,5 максимального рабочего давления	
<b>Соответствие PED</b>	Соответствует требованиям директивы ЕС 97/23/ЕС по оборудованию, работающему под давлением.	

### В.4 Классификации опасных зон

#### Искробезопасные зоны по АТЕХ

Искробезопасный преобразователь 7845/47, разрешенный к применению АТЕХ: Сертификация по стандарту EN 60079-0: 2006 и EN 60079-11: 2007 для применения в Европе

7845/47 (частотный выход) <sup>(1)</sup>	(784х****АJ****)	ATEX II1G, Ex ia IIC T6 (Ta -40 °C...+40 °C) T4 (Ta -40 °C...+70 °C)
7845/47 (передатчик) <sup>(1)</sup>	(784х****(D/H)J****) (784х****(B/F)J****)	ATEX II1G, Ex ia IIB T4 (Ta -40 °C...+60 °C) ATEX II1G, Ex ia IIC T4 (Ta -40 °C... +60 °C)
Выносной дисплей (по заказу)		ATEX II 1 G, Ex ia IIC, T4 (Ta -40 °C...+60 °C)

*(1) 7845/7847 с опцией измерения плотности жидкости с содержанием свободного газа (частотный выход) разрешен к применению только в безопасных зонах.*

#### Искробезопасные зоны по CSA

Искробезопасный преобразователь 7845/47, разрешенный к применению CSA: Сертификация по стандартам CSA C22-2 № 142, CSA C22-2 № 175, UL 508 и UL 913 для применения в Канаде и США

7845/47 (частотный выход) <sup>(1)</sup>	(784х****AL****)	Класс I, Раздел 1, Группы С и D, ТЗС
7845/47 (передатчик) и дополнительный выносной дисплей <sup>(1)</sup>	(784х****(B/F)L****) (784х****(D/H)L****)	Класс I, Раздел 1, Группы А, В, С и D, Т4 (одиночный прибор) Класс I, Раздел 1, Группы С и D, Т4 (многоточечное подключение по протоколу Hart)

*(1) 7845/7847 с опцией измерения плотности жидкости с содержанием свободного газа (частотный выход) разрешен к применению только в безопасных зонах.*

### В.5 Классификации МОЗМ R117-1 (только 7845)

Анализ согласно рекомендации МОЗМ R117-1 (издание 2007 (Е)) и Приложению MI-005 директивы ЕС по измерительным приборам 2004/22/ЕС (MID)

Диапазон вязкости	0,75 сП – 50 сП (0,75 мПа ·с – 50 мПа ·с)
Диапазон плотности	0,7 г/см <sup>3</sup> – 1,2 г/см <sup>3</sup> (700 кг/м <sup>3</sup> – 1200 кг/м <sup>3</sup> )
Диапазон окружающей температуры	от –40 °F до +158 °F (от –40 °C до +70 °C)
Класс окружающей среды	Механический: М2 Электромагнитный: Е2

Максимальное давление	Диапазон температуры среды	Класс точности
• 870,2 psi (60 бар)	• От +41 °F до +95 °F (от +5 °C до +35 °C)	• 0,3
• 870,2 psi (60 бар)	• От -14 °F до +131 °F (от –10 °C до +55 °C)	• 0,3

## В.6 Общие классификации

### В.6.1 Электромагнитная совместимость

Все варианты исполнения соответствуют последним международным стандартам по электромагнитной совместимости, а также следующим стандарта, что подтверждено сертификатами:

- Выбросы: EN 61326 – 1997 (тяжелое промышленное оборудование)
- Радиационные выбросы в диапазоне 30 МГц – 100 МГц и кондуктивное излучение в диапазоне 0,15 МГц – 30 МГц согласно стандарту EN 61000-4
- Защищенность: BS EN 61000-6.2

## В.7 Материалы конструкции

<b>Детали, контактирующие со средой</b>	Нержавеющая сталь 316L
<b>Покрытие корпуса</b>	Нержавеющая сталь 316L
<b>Фланец</b>	Нержавеющая сталь 316L

## В.8 Удерживание жидкости

Стремясь удовлетворить растущие требованиям безопасности рынков химических, нефтяных и других промышленных технологий, Micro Motion расширил номенклатуру плотномеров, разработав модели с дополнительными защитными кожухами: внешний кожух (до 725 psi/50 бар) или вторичный кожух (1450 psi/100 бар), удерживающий давление. В случае выхода из строя датчик гарантированно удержит внутри все утечки. Для дополнительной безопасности все сварные швы выполняются в соответствии со стандартами ASME 9/EN ISO 15614-1 и могут при необходимости пройти проверку герметичности методом проникающего красителя по стандартам ASME. сварные соединения фланцев могут быть проверены рентгеновскими методами в соответствии с методиками международных стандартов.

	<b>Стандартный кожух</b>	<b>Дополнительный внешний кожух</b>	<b>Дополнительный вторичный кожух (только 7845)</b>
<b>Расчетное давление</b>		725 psi (50 бар) Наиболее распространен в инженерно-технической практике	1450 psi (100 бар) разработан в соответствии с B31.3
<b>Предел текучести</b>	Оснащен разрывным диском, который разрушается при давлении 290-435 psi (20-30 бар)	1450 psi (100 бар)	Не применимо
<b>Разрушающее давление</b>		2900 psi (200 бар)	5727 psi (395 бар) Разрушение металлостеклянного уплотнения

## В.9 Вес

Вес (7845/47):	48 фунтов (22 кг)
----------------	-------------------

## В.10 Электрика

Электропитание (версия с частотным выходом)	16 – 28 VDC при силе тока не более 17 мА												
Электропитание (версия с передатчиком)	18 – 28 VDC при силе тока не более 80 мА												
Выходы (версия с частотным выходом)	Модуляция тока на линии электропитания												
Выходы (версия с передатчиком)	<table border="0"> <tr> <td>Аналоговые</td> <td>2 (+1 с опциональной платой HART)</td> </tr> <tr> <td>Точность</td> <td>0,1% показания плюс 0,5% полной шкалы</td> </tr> <tr> <td>Повторяемость</td> <td>±0,025%</td> </tr> <tr> <td>Вне диапазона</td> <td>2 – 20 мА на 4-20 мА (программируемое состояние тревоги)</td> </tr> <tr> <td>Импульсный выход (только передатчик Ex ia)</td> <td>Выход с открытым коллектором. Состояние тревоги или частота.</td> </tr> <tr> <td>Линии связи (только передатчик Ex ia)</td> <td>RS-485, Modbus (по стандарту), HART (по заказу)</td> </tr> </table>	Аналоговые	2 (+1 с опциональной платой HART)	Точность	0,1% показания плюс 0,5% полной шкалы	Повторяемость	±0,025%	Вне диапазона	2 – 20 мА на 4-20 мА (программируемое состояние тревоги)	Импульсный выход (только передатчик Ex ia)	Выход с открытым коллектором. Состояние тревоги или частота.	Линии связи (только передатчик Ex ia)	RS-485, Modbus (по стандарту), HART (по заказу)
Аналоговые	2 (+1 с опциональной платой HART)												
Точность	0,1% показания плюс 0,5% полной шкалы												
Повторяемость	±0,025%												
Вне диапазона	2 – 20 мА на 4-20 мА (программируемое состояние тревоги)												
Импульсный выход (только передатчик Ex ia)	Выход с открытым коллектором. Состояние тревоги или частота.												
Линии связи (только передатчик Ex ia)	RS-485, Modbus (по стандарту), HART (по заказу)												

# Приложение С

## Технические характеристики электроники

### С.1 Стандартная электроника

#### С.1.1 Электропитание измерительного преобразователя

Безопасные зоны:	от +16 В до +28 В постоянного тока
Опасные зоны:	+24 В (номинальное)
Минимальное напряжение питания:	> 15,5 В постоянного тока

#### С.1.2 Выходные сигналы

Выходные сигналы:	2- проводной
	2 В при сопротивлении 180 $\Omega$
	4 В при сопротивлении 390 $\Omega$

### С.2 Стандартная электроника с опцией измерения плотности жидкости с содержанием свободного газа

#### С.2.1 Электропитание измерительного преобразователя

Безопасные зоны:	от +16 В до +28 В постоянного тока
Минимальное напряжение питания:	> 15,5 В постоянного тока

#### С.2.2 Выходные сигналы

Выходные сигналы:	2- проводной
	2 В при сопротивлении 66 $\Omega$

### С.3 Усовершенствованная электроника

#### С.3.1 Электропитание измерительного преобразователя

Безопасные зоны:	от +20 В до +28 В постоянного тока, 70-80 мА
Опасные зоны:	+24 В (номинальное)

**Минимальное напряжение в преобразователе**

Минимальное напряжение в преобразователе всегда должно быть больше 9,5 В. Для справки ниже представлена таблица, в которой показано максимальное линейное сопротивление в опасных зонах при напряжении питания 24 В.

Комбинация системы с усовершенствованной электроникой	Максимальное линейное сопротивление (барьер + кабель) ( $\Omega$ )
Материнская плата	340
Материнская плата + выносной дисплей	260
Материнская плата + выносной дисплей с местным питанием	280
Материнская плата + плата HART <sup>®</sup>	270
Материнская плата + дисплей HART <sup>®</sup> + выносной дисплей	250

**С.3.2 Аналоговый выход (включая выход HART<sup>®</sup>)**

Электропитание:	Безопасные зоны: от +16 В до +28 В пост. тока, 25 мА опасные зоны: не более +28 В пост. тока
Точность при 20 °C (68 °F):	$\pm 0.1\%$ показания $\pm 0.05\%$ полной шкалы
Повторяемость:	$\pm 0.025\%$ полной шкалы
Возможность выхода из допустимого диапазона:	2 – 22 мА при 4-20 мА (программируемое состояние тревоги)
Точность при температуре от –40 °C до +85 °C (от –40 °F до +185 °F):	$\pm 10$ м.д. полной шкалы $\pm 50$ м.д. показания на °C
Повторяемость при температуре от –40 °C до +85 °C (от –40 °F до +185 °F):	$\pm 0.05\%$ полной шкалы

**С.3.3 Выход частоты трубки/сигнала тревоги**

Электропитание	
Безопасные зоны:	от +16 В до +28 В постоянного тока, 25 мА
Опасные зоны:	не более +28 В постоянного тока

**С.3.4 Измерение температуры**

Точность электронного измерения:	$\pm 0.05$ °C
----------------------------------	---------------

**С.3.5 Измерение периода времени**

Точность при 20 °C (68 °F):	$\pm 5$ м.д.
Точность при температуре от 10 °C до +60 °C (от 50 °F до +140 °F):	$\pm 50$ м.д.
Точность при температуре от –40 °C до +85 °C (от –40 °F до +185 °F):	$\pm 100$ м.д.
Стабильность:	5 м.д./год



### С.3.6 Выносной дисплей

Электропитание:	от +8 В до +28 В пост. тока, 15 мА
-----------------	------------------------------------

## С.4 Показатели воздействия на окружающую среду

### С.4.1 Температура

Стандартная электроника	
Рабочая температура:	от -40 °С до +85 °С (от -40 °F до +185 °F)
Температура хранения:	от -40 °С до +85 °С (от -40 °F до +185 °F)
Усовершенствованная электроника	
Рабочая температура:	от -40 °С до +85 °С (от -40 °F до +185 °F)
Температура хранения:	от -40 °С до +85 °С (от -40 °F до +185 °F)
Выносной дисплей	
Рабочая температура:	от 0 °С до +50 °С (от +32 °F до +122 °F)
Температура хранения:	от -20 °С до +70 °С (от -4 °F до +158 °F)

### С.4.2 Степень защиты по IP

Корпус стандартной электроники:	IP66
Корпус усовершенствованной электроники:	IP66
Выносной дисплей:	IP66



## Приложение D

# Вычисления и настраиваемые коэффициенты (усовершенствованная электроника)

В данном приложении приводится краткое описание различных функций, доступных для преобразователя с усовершенствованной электроникой, и особенности их использования. Содержание приложения:

- Конфигурация преобразователя
- Диагностика преобразователя
- Вычисления преобразователя

### D.1 Конфигурация материнской платы

В данном разделе описываются основные коэффициенты материнской платы, которые можно настраивать с помощью линии связи RS-485. Если для конфигурирования материнской платы с ПК используется программа Micro Motion ADView, дополнительная информация не требуется. Если используется другое ПО, см. информацию о присваивании регистров Modbus в Приложении F.

Основные настраиваемые параметры:

- Расчетные параметры
- Переменные выходного сигнала 4-20 мА
- Пределы диапазона выходного сигнала 4-20 мА и пределы сигнала тревоги
- Единицы измерения
- Значение линейного давления (используется для расчета плотности)
- Усреднение сигнала

Описание расчетных параметров см. в Разделе D.3; остальные параметры описаны ниже. Для настройки доступны и другие параметры, но их рекомендуется изменять только после предварительной консультации с представителем Micro Motion.

Рекомендуется записать настройки, выполненные на материнской плате преобразователя. В конце данного приложения имеется две бланка – по одному для каждой версии ПО (общей и коммерческой), - которые можно использовать для этой цели.

#### Переменные аналогового выходного сигнала 4-20 мА

Аналоговые выходы могут показывать любые расчетные переменные значения, как указано ниже. Специальные функции описаны в Разделе D.3.

Выход	Настройка по умолчанию	Доступные настройки
Аналоговый 1	Линейная плотность (700-1000 кг/м <sup>3</sup> )	Линейная плотность, основная плотность, специальная функция или температура.
Аналоговый 2	Температура (0-100°C)	Линейная плотность, основная плотность, специальная функция или температура.

### Диапазоны аналогового выходного сигнала 4-20 мА

Диапазоны выходного сигнала 4-20 мА можно настроить на любые воспринимаемые значения. Настройка 4 мА всегда должна отображать меньший результат измерения, чем настройка 20 мА.

### Сигналы 4-20 мА выхода из допустимого диапазона

Возможность использования данных сигналов тревоги зависит от версии ПО. Узнать версию ПО можно либо с помощью соответствующей команды Modbus, либо посмотрев на бирку EPROMS, закрепленную на преобразователе.

### Единицы измерения

Параметр	Настройка по умолчанию	Доступные настройки
Единицы измерения плотности	кг/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup> , г/см <sup>3</sup> , фунт/фут <sup>3</sup> , фунт/галлон (США)
Единицы измерения температуры	°C	°C или °F
Единицы измерения давления	бар	бар, Па, кПа, psi

### Усреднение сигнала

В условиях сильных помех может понадобиться сгладить кратковременные колебания сигналов с помощью опции усреднения сигнала. Доступные настройки:

- Без усреднения, 1 с., 2 с., 5 с., 10 с., 20 с., 50 с. и 100 с.- усреднение.

Время усреднения указано приблизительно.

### Давление

Номинальное линейное и атмосферное давление задано следующим образом. Значения используются для вычисления плотности жидкости.

Параметр	Настройка по умолчанию	Доступные настройки
Линейное давление	1,013 бар	любое значение
Атмосферное давление	1,013 бар	любое значение

### Регулирование показания плотности и температуры

Если показания плотности или температуры, выданные прибором, не совпадают с предполагаемыми значениями, пользователь может внести или вычесть поправки на плотность или температуру. Как правило, они устанавливаются на ноль.

## D.2 Диагностика материнской платы

В данном разделе описываются функции диагностики материнской платы, к которым можно получить доступ с выносного дисплея или с ПК, подключившись к материнской плате через канал связи RS-485.

### Аналоговые выходы

Аналоговые выходы могут быть настроены на 4 мА, 12 мА и 20 мА для индикации правильности работы и калибровки.

### Выход аварийного сигнала

Проверить, правильно ли срабатывает сигнал тревоги, можно, сменяя настройки ‘нормально замкнутый’ и ‘нормально открытый’.

### Порог срабатывания

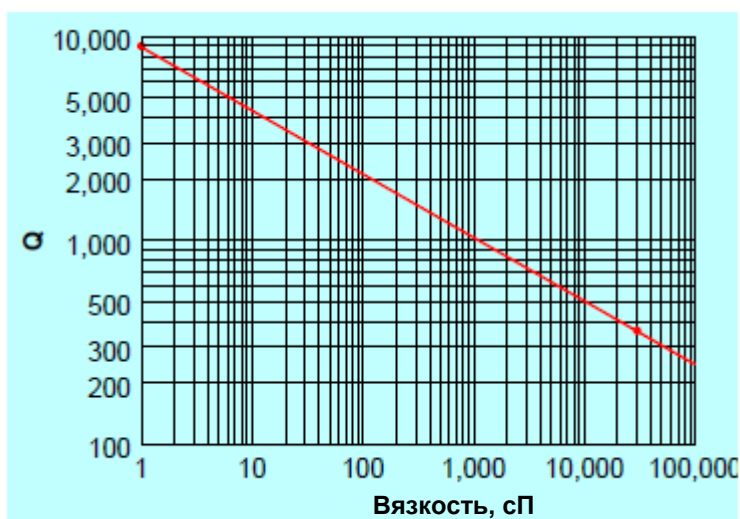
В большинстве случаев порог срабатывания должен показывать  $14 \pm 1$  мВ. Однако если жидкость очень вязкая или слишком насыщена кислородом, допускается, чтобы порог срабатывания начинался с 2 мА, но в этом случае может быть нарушена кратковременная стабильность сигнала.

### Измерение периода времени

Измеренный период времени должен совпадать с указанным в свидетельстве о калибровке с точностью до 60 нс, так как следует учитывать разные окружающие условия.

### Измерение Q

Измерение Q, как показано в ADVView, должно быть в пределах  $\pm 20\%$  значения, приведенного на следующем графике.



### Проверка правильности вычислений

Значения линейной плотности, основной плотности и температуры можно занести в раздел диагностики меню, чтобы проверить правильность всех вычислений.

## D.3 Расчеты преобразователя

Программное обеспечение усовершенствованной материнской платы доступно в двух версиях – общей и для коммерческого учета. Две эти версии выполняют разные вычисления, которые перечислены далее.

Расчет	Общая версия ПО	ПО для коммерческого учета
Измеренная плотность (без приведения к базовым условиям)	3	3
Базовая плотность (приведенная к базовой температуре)	Метод приведения по матрице	Метод приведения по таблицам API
Специальная функция	Удельный вес, градусы Боме, градусы Брикса, объемный %, массовый %, общее уравнение четвертой степени	Удельный вес, градусы API

### D.3.1 Базовая плотность

Как видно из таблицы выше, основная плотность (то есть плотность жидкости при определенной исходной температуре, отличной от линейной температуры) вычисляется либо с помощью матрицы приведения, либо с помощью приведения по таблицам API.

#### Плотность по матрице приведения

При вычислении плотности по матрице приведения используется процесс интерполяции и экстраполяции между матрицей известной плотности и значениями температуры для определения плотности жидкости при исходной температуре, отличной от линейной температуры. Типовая матрица приведения показана ниже.

Рисунок D-1 Плотность по матрице приведения



Линии D1 – D4 обозначают четыре типа продуктов, плотность которых известна, при пяти различных температурах.

Необходимые для приведения сведения, которые можно легко ввести с помощью ADVView, перечислены ниже:

- Пять значений температуры приведения в порядке возрастания
- Двенадцать точек приведения плотности (плотность при 5 значениях температуры для каждого из четырех типов продуктов), каждая из которых не должна равняться нулю. Если какая-либо точка матрицы содержит нулевое значение, вычисление по матрице приведения отменяется.
- Исходная температура, которая может равняться одной из пяти значений температуры приведения.

#### Плотность по таблицам API

Если используется ПО для коммерческого учета, плотность всегда приводится по таблицам API. В расчетах используется итерационный процесс для определения плотности при исходных температуре и давлении путем внесения поправок на температуру и давление с помощью таблиц мер нефти API–ASTM–IP.

Необходимые для приведения по API сведения, которые можно легко ввести с помощью ADVView, перечислены ниже:

- Исходное давление и исходная температура
- Тип продукта: продукт нефтепереработки, неочищенный продукт или продукт, указанный пользователем

### Отношение «плотность/температура»

Поправочные коэффициенты в пересмотренных таблицах мер нефти API–ASTM–IP основываются на следующих корреляционных уравнениях:

$$\rho_t / \rho_{15} = \exp ( -\alpha_{15} \Delta t ( 1 + 0.8 \alpha_{15} \Delta t ) )$$

Где:

$\rho_t$  = Плотность при линейной температуре  $t$  °С.

$\rho_{15}$  = Плотность при основной температуре 15°С.

$\Delta t = t - 15^\circ\text{C}$ .

$\alpha_{15}$  = тангенциальный коэффициент теплового расширения на градус С при основной температуре 15°С.

Для каждой основной группы углеводородов имеется свой тангенциальный коэффициент. Его можно получить с помощью следующей формулы:

$$\alpha_{15} = \frac{K_0 + K_1 \rho_{15}}{\rho_{15}^2}$$

Где  $K_0$  и  $K_1$  – это коэффициенты API.

### Выбор группы углеводородов

Выбирается одна из следующих групп углеводородов:

- Основные продукты нефтепереработки
- Основные неочищенные продукты
- Указывается пользователем.

Для основных продуктов нефтепереработки значения  $K_0$  и  $K_1$  автоматически выбираются в соответствии со скорректированной плотностью (см. следующую таблицу).

Группа углеводородов	K0	K1	Диапазон плотности (кг/м <sup>3</sup> )
Бензины	346,42278	0,43884	654-779
Реактивное топливо	594,54180	0,0000	779-839
Нефтяное топливо	186,9696	0,48618	839-1075

Для необработанного топлива применяются следующие коэффициенты API:

Продукт	K0	K1
Сырая нефть	613,97226	0,0000

Пользователь может задать любое воспринимаемое значение.

### Отношение «плотность/давление»

Изотермическая секущая сжимаемость определяется с помощью простого уравнения:

$$\beta = \frac{1}{V_0} \left[ \frac{\partial V_1}{\partial P_1} \right]_t$$

## Вычисления и настраиваемые коэффициенты (усовершенствованная электроника)

Где объем жидкости меняется с  $V_0$  на  $V_1$ , когда избыточное давление меняется с нуля (атмосферное) на  $P_1$

И  $\beta$  = Изотермическая секущая сжимаемость при температуре  $t$

$\delta V_1$  = Изменение объема с  $V_0$  на  $V_1$

$P_1$  = Показание манометра ( $P - 1,013$ ) в барах

Следовательно,

$$\frac{\rho_0}{\rho_1} = 1 - \beta P_1$$

Где:

$\rho_1$  = Скорректированная плотность при нулевом давлении (атмосферном).

$\rho_1$  = Нескорректированная плотность.

$P_1 = P - 1,013$ , где  $P$  – это давление в барах ( $P$  – основное)

Корреляционное уравнение было составлено для  $\beta$  на основании имеющихся данных о сжимаемости, таким образом,

$$\log_e C = -1.62080 + 0.00021592t + 0.87096 \times 10^6 (\rho_{15})^{-2} + 4.2092t \times 10^3 (\rho_{15})^{-2} \text{ на бар}$$

Где:

$\beta = C \times 10^4$  бар

$t$  = Температура в °C

$\rho = \rho_{15} / 1000$  = плотность нефти при 15°C (кг/л)

### D.3.2 Вычисления специальных функций

#### Удельный вес

Удельный вес (УВ) = основная плотность (при  $T_{исх}$ ) / плотность воды (при  $T_{исх}$ )

#### Градусы Боме

Градусы Боме =  $145 - (145 / \text{основная плотность})$

(Где основная плотность выражается в г/см<sup>3</sup>).

#### Градусы Брикса

$$\text{Градусы Брикса} = 318.906 \cdot \left( \frac{384.341}{УВ} \right) + \left( \frac{66.1086}{УВ^2} \right)$$

(Где УВ – это удельный вес).

### D.3.3 Уравнение четвертой степени

Используется следующее полиномиальное уравнение:

$$y = A + B \cdot \left( \frac{\rho_B}{d} \right) + C \cdot \left( \frac{\rho_B}{d} \right)^2 + E \cdot \left( \frac{\rho_B}{d} \right)^3 + F \cdot \left( \frac{\rho_B}{d} \right)^4$$

Где:

$A, B, C, E, F$  = программируемые пользователем постоянные



$d$  = плотность воды (тоже программируемая постоянная).

$\rho_B$  = основная плотность

### Массовый %

$$\text{массовый \% продукта A} = \frac{(K_1(\rho_B - K_2))}{(\rho_B(K_1 - K_2))} * 100$$

Где:

$K_1$  = основная плотность продукта A

$K_2$  = основная плотность продукта B

$\rho_B$  = основная плотность смеси

### Объемный %

$$\text{объемный \% продукта A} = \frac{\rho_B - K_2}{K_1 - K_2} * 100$$

Где:

$K_1$  = основная плотность продукта A

$K_2$  = основная плотность продукта B

$\rho_B$  = основная плотность смеси

### Градусы API

$$\text{API} = \frac{141,5}{\text{УВ}} - 131,5$$

Где значение основной плотности, используемое для значения удельного веса (УВ), определяется по таблице плотности API.

Протокол программы плотномера усовершенствованного типа – общая версия ПО

Тип преобразователя

Заводской номер преобразователя

Заводской номер выносного дисплея

Дата

**Матрица приведения**

Параметр	Значение
Точка темп. 1	
Точка темп. 2	
Точка темп. 3	
Точка темп. 4	
Точка темп. 5	
T1, точка плотности 1	
T1, точка плотности 2	
T1, точка плотности 3	
T1, точка плотности 4	
T2, точка плотности 1	
T2, точка плотности 2	
T2, точка плотности 3	
T2, точка плотности 4	
T3, точка плотности 1	
T3, точка плотности 2	
T3, точка плотности 3	
T3, точка плотности 4	
T4, точка плотности 1	
T4, точка плотности 2	
T4, точка плотности 3	
T4, точка плотности 4	
T5, точка плотности 1	
T5, точка плотности 2	
T5, точка плотности 3	
T5, точка плотности 4	

**Выходы**

Параметр	Значение
Аналоговый выход 1	
Значение 4 мА	
Значение 20 мА	
Аналоговый выход 2	
Значение 4 мА	
Значение 20 мА	

**Специальная функция УВ**

Параметр	Значение
Плотность воды	
Исх. температура	

**Специальная функция массовый % или объемный %**

Параметр	Значение
Плотность А	
Плотность В	

**Специальная функция °Брикса**

Параметр	Значение
Плотность воды	

**Специальная функция уравнение 4 степени**

Параметр	Значение
Переменная	
a	
b	
c	
d	

**Технологические переменные**

Параметр	Значение
Ед. линейной плотности	
Ед. основной плотности	
Ед. температуры	
Усреднение	
Импульсный выход	
Линейное давление	
Атм. давление	
Ед. давления	

**Сигналы тревоги**

Параметр	Значение
Состояние тревоги	Нормально замкнутый / открытый
Системная ошибка	Вкл. / выкл.
выход 4-20 мА	выход 1 / 2 / оба / нет
Переменная авар. сигнала пользователя	
Верх. предел авар. сигнала пользователя	
Ниж. предел авар. сигнала пользователя	
Гистерезис авар. сигнала	%

**Служебные**

Параметр	Значение
K0	
K1	
K2	
K18	
K19	
K20A	
K20B	
K21A	
K21B	
Погрешность плотности	
Диапазон плотности	
Погрешность температуры	

**Протокол программы плотномера усовершенствованного типа – общая версия ПО**

Тип преобразователя \_\_\_\_\_ Заводской номер преобразователя \_\_\_\_\_  
 Заводской номер выносного дисплея \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

**Приведение по API**

Параметр	Значение
Тип продукта	Продукт общего типа или необработанный продукт
Исх. давление	
Исх. температура	

**Выходы**

Параметр	Значение
Аналоговый выход 1	
Значение 4 мА	
Значение 20 мА	
Аналоговый выход 2	
Значение 4 мА	
Значение 20 мА	

**Технологические переменные**

Параметр	Значение
Ед. линейной плотности	
Ед. основной плотности	
Ед. температуры	
Усреднение	
Импульсный выход	
Линейное давление	
Атм. давление	
Ед. давления	

**Сигналы тревоги**

Параметр	Значение
Состояние тревоги	Нормально замкнутый / открытый
Системная ошибка	Вкл. / выкл.
выход 4-20 мА	выход 1 / 2 / оба / нет
Переменная авар. сигнала пользователя	
Верх. предел авар. сигнала пользователя	
Ниж. предел авар. сигнала пользователя	
Гистерезис авар. сигнала	%

**Служебные**

Параметр	Значение
K0	
K1	
K2	
K18	
K19	
K20A	
K20B	
K21A	
K21B	
Погрешность плотности	
Диапазон плотности	
Погрешность температуры	



# Приложение Е

## Свидетельства о калибровке

### Е.1 Образцы свидетельств о калибровке

Следующие свидетельства представляют собой образцы свидетельств о калибровке измерительных преобразователей плотности жидкости. Они не являются свидетельствами о калибровке приобретенных вами изделий. Свидетельство о калибровке вашего изделия входит в комплект поставки.

Рисунок Е-1 Образец свидетельства о калибровке оптимизации отношения «давление-температура» (стр. 1 из 2)



**СВИДЕТЕЛЬСТВО О КАЛИБРОВКЕ**  
**Отношение «давление-температура»**  
**(настраиваемая постоянная)**

7835В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЛОТНОСТИ  
 ЖИДКОСТИ  
 7835ВААФАЛТААХ  
 КАЛИБРОВКА ПЛОТНОСТИ ПРИ 20°C И 1 бар (абс.)

Заводской № : 356283  
 Дата расчета : 30.09.10  
 Испытание под давлением : 151 бар (абс.)

ПЛОТНОСТЬ [КГ/М3]                      ВРЕМЯ ЦИКЛА [uC]

0	1086,354
(Воздух)	1085,965)
300	1206,303
600	1314,344
800	1381,273
900	1413,447
1000	1444,844
1100	1475,519
1200	1505,519
1600	1619,559

ПЛОТНОСТЬ = K0 + K1.T + K2.T \*\*2

K0 = -1,13597E+03 \

K1 = -2,62138E-01 ) 300 - 1100 кг/м3

K2 = 1,20451E-03 /

K0 = -1,13262E+03 \

K1 = -2,270949E-01 ) 0 - 3000 кг/м3

K2 = 1,20908E-03 /

СВЕДЕНИЯ О ТЕМПЕРАТУРНОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ

$Dt = D(1 + K18(t - 20)) + K19(t - 20)$

K18 = -1.83580E-05

K19 = 1.50424E-02

СВЕДЕНИЯ О КОЭФФИЦИЕНТЕ ДАВЛЕНИЯ

$DP = Dt(1 + K20(P - 1)) + K21(P - 1)$

K20 = K20A + K20B(P-1)

K21 = K21A + K21B(P-1)

ДИАПАЗОН ( <41 БАР (АБС.))

K20A = -1.93584E-04

K20B = 8.48471E-07

K21A = См. стр. 2

K21B = -4.14579E-03

ДИАПАЗОН (31-72 БАР (АБС.))

K20A = -1.755474E-04

K20B = 3,33109E-07

K21A = См. стр. 2

K21B = -3,26551E-03

ДИАПАЗОН (61-101 БАР (АБС.))

K20A = -1.39003E-04

K20B = -2.2910E-07

K21A = См. стр. 2

K21B = -2.230520E-03

где

D = Плотность ( нескорректированная )

Dt = Плотность ( с поправкой на температуру )

DP = Плотность ( с поправкой на температуру и давление )

T = Время цикла ( uC )

t = Температура ( °C )

P = Давление (бар (абс.))



**СВИДЕТЕЛЬСТВО О КАЛИБРОВКЕ**  
 Отношение «давление-температура»  
 (настраиваемая постоянная)

ДАННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТНОШЕНИЯ «ТЕМПЕРАТУРА-ДАВЛЕНИЕ»

Таблица 1: K21A (совместный) при температуре эксплуатации

Диапазон темп. °C		K21A при °C	Диапазон давления		
НИЗ. °C	ВЫС. °C		<41 бар (абс.)	31-71 бар (абс.)	61-101 бар (абс.)
-50	-40	-45	3.14842E-01	2.83321E-01	2.19462E-01
-45	-35	-40	3.14296E-01	2.82830E-01	2.19081E-01
-40	-30	-35	3.13750E-01	2.82339E-01	2.18701E-01
-35	-25	-30	3.13204E-01	2.81847E-01	2.18320E-01
-30	-20	-25	3.12658E-01	2.81356E-01	2.17939E-01
-25	-15	-20	3.12112E-01	2.78408E-01	2.15656E-01
-20	-10	-15	3.11566E-01	2.77917E-01	2.15275E-01
-15	-5	-10	3.11020E-01	2.77425E-01	2.14895E-01
-10	0	-5	3.10474E-01	2.76934E-01	2.14514E-01
-5	5	0	3.09928E-01	2.76443E-01	2.14134E-01
0	10	5	3.09382E-01	2.78408E-01	2.15656E-01
5	15	10	3.08836E-01	2.77917E-01	2.15275E-01
10	20	15	3.08290E-01	2.77425E-01	2.14895E-01
15	25	20	3.07744E-01	2.76934E-01	2.14514E-01
20	30	25	3.07198E-01	2.76443E-01	2.14134E-01
25	35	30	3.06652E-01	2.75951E-01	2.13753E-01
30	40	35	3.06106E-01	2.75460E-01	2.13372E-01
35	45	40	3.05560E-01	2.74969E-01	2.12992E-01
40	50	45	3.05014E-01	2.74477E-01	2.12611E-01
45	55	50	3.04468E-01	2.73986E-01	2.12231E-01
50	60	55	3.03922E-01	2.73495E-01	2.11850E-01
55	65	60	3.03376E-01	2.73004E-01	2.11470E-01
60	70	65	3.02830E-01	2.72512E-01	2.11089E-01
65	75	70	3.02284E-01	2.72021E-01	2.10708E-01
70	80	75	3.01738E-01	2.71530E-01	2.10328E-01
78	85	80	3.01192E-01	2.71038E-01	2.09947E-01
80	90	85	3.00646E-01	2.70547E-01	2.09567E-01
85	95	90	3.00100E-01	2.70056E-01	2.09186E-01
90	100	95	2.99554E-01	2.69564E-01	2.08806E-01
95	105	100	2.99008E-01	2.69073E-01	2.08425E-01
100	110	105	2.98462E-01	2.68582E-01	2.08044E-01

ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ  
 ИСПЫТАНИЕ И  
 ПРОВЕРКА  
 ДАТА: 30.09.10

Исх. №: LD7835/V6.09T/FVB

**Рисунок Е-3 Образец свидетельства о калибровке с тремя наборами коэффициентов давления (метрические единицы)**

<b>СВИДЕТЕЛЬСТВО О КАЛИБРОВКЕ</b>		
7835В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ 7835ВААФАЈТААА		Заводской № : 356366 Дата расчета : 14.03.07 Испытание под давлением : 151 бар (абс.)
КАЛИБРОВКА ПЛОТНОСТИ ПРИ 20°С и 1 бар (абс.)		
ПЛОТНОСТЬ [КГ/М3]	ВРЕМЯ ЦИКЛА [uC]	
0	1086,919	ПЛОТНОСТЬ = K0 + K1.T + K2.T **2
(Воздух)	1086,520	
300	1209,943	K0 = -1,10786E+03 \
600	1320,514	
800	1388,922	K2 = 1,17101E-03 /
900	1421,788	K0 = -1,10439E+03 \
1000	1453,850	
1100	1485,163	K2 = 1,17566E-03 /
1200	1515,779	
1600	1632,089	
СВЕДЕНИЯ О ТЕМПЕРАТУРНОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ		
Dt=D(1+K18(t-20))+K19(t-20)		K18 = -1.80459E-05 K19 = 1.51725E-02
СВЕДЕНИЯ О КОЭФФИЦИЕНТЕ ДАВЛЕНИЯ		
DP=Dt(1+K20(P-1))+K21(P-1)		K20 = K20A + K20B(P-1) K21 = K21A + K21B(P-1)
ДИАПАЗОН ( <41 БАР (АБС.))		ДИАПАЗОН (31-71 БАР (АБС.))
K20A = 1.02046E-05		K20A = 5.64682E-06
K20B = -1.38764E-07		K20B = -1.25741E-06
K21A = 1.70570E-01		K21A = 1.55537E-01
K21B = -2.75303E-03		K21B = -2.32351E-03
ДИАПАЗОН (61-101 БАР (АБС.))		
K20A = -3.58705E-06		
K20B = -1.11536E-06		
K21A = 1.25081E-01		
K21B = -1.85495E-03		
где	D = Плотность ( нескорректированная ) Dt = Плотность ( с поправкой на температуру ) DP = Плотность ( с поправкой на температуру и давление ) T = Время цикла ( uC ) t = Температура ( °C ) P = Давление (бар (абс.))	
		ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ И ПРОВЕРКА
Исх. №: - LD7835/V5.0/FVA		ДАТА: 17.03.07



### Рисунок Е-4 Образец свидетельства о калибровке с тремя наборами коэффициентов давления (американские единицы)

СВИДЕТЕЛЬСТВО О КАЛИБРОВКЕ		
7835В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ 7835ВААФАЛТААА		Заводской № : 356366 Дата расчета : 14.03.07 Испытание под давлением : 2175 PSIG
КАЛИБРОВКА ПЛОТНОСТИ ПРИ 65°F И 0 PSIG		
ПЛОТНОСТЬ [г/см <sup>3</sup> ]	ВРЕМЯ ЦИКЛА [uС]	
0,000	1086,919	ПЛОТНОСТЬ = K0 + K1.T + K2.T **2
(Воздух 0,300)	1086,520)	
0,300	1209,943	K0 = -1,10786E+00 \
0,600	1320,514	K1 = -2,52754E-04 ) 0,300 - 1,100 г/см <sup>3</sup>
0,800	1388,922	K2 = 1,17101E-06 /
0,900	1421,788	
1,000	1453,850	
1,100	1485,163	K0 = -1,10439E+00 \
1,200	1515,779	K1 = -2,61778E-04 ) 0,000 - 3,000 г/см <sup>3</sup>
1,600	1632,089	K2 = 1,17566E-06 /
СВЕДЕНИЯ О ТЕМПЕРАТУРНОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ		
Dt=D(1+K18(t-20))+K19(t-20)		K18 = -1.800255E-05 K19 = 8.42918E-06
СВЕДЕНИЯ О КОЭФФИЦИЕНТЕ ДАВЛЕНИЯ		
DP=Dt(1+K20(P-1))+K21(P-1)		K20 = K20A + K20B(P) K21 = K21A + K21B(P)
ДИАПАЗОН (<58 PSIG)		ДИАПАЗОН (435-1015 PSIG)
K20A = 7.03762E-07		K20A = 3.89436E-07
K20B = -6.59993E-09		K20B = -5.98057E-09
K21A = 1.17635E-05		K21A = 1.07267E-05
K21B = -1.30941E-08		K21B = -1.10512E-08
ДИАПАЗОН (870-1450 PSIG)		
K20A = -2.47383E-07		
K20B = -5.30490E-09		
K21A = 8.62626E-06		
K21B = -8.82260E-09		
где	D = Плотность ( нескорректированная ) Dt = Плотность ( с поправкой на температуру ) DP = Плотность ( с поправкой на температуру и давление ) T = Время цикла ( uС ) t = Температура ( °F ) P = Давление ( PSIG)	
		ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ И ПРОВЕРКА
Исх. №: - LD7835/V5.0/FVA		ДАТА: 17.03.07

**Рисунок Е-5 Образец свидетельства о калибровке с 4 наборами коэффициентов давления (метрические единицы) (только для приборов 7845/7847)**

<b>СВИДЕТЕЛЬСТВО О КАЛИБРОВКЕ</b>																							
7835В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ 7835ВААФАЈТААА	Заводской № : 356389 Дата расчета : 29.03.07 Испытание под давлением : 231 бар (абс.)																						
КАЛИБРОВКА ПЛОТНОСТИ ПРИ 20°С и 1 бар (абс.)																							
<table border="0"> <tr> <th style="text-align: left;">ПЛОТНОСТЬ [КГ/М3]</th> <th style="text-align: left;">ВРЕМЯ ЦИКЛА [uС]</th> </tr> <tr><td>0</td><td>1084,129</td></tr> <tr><td>(Воздух)</td><td>1083,744</td></tr> <tr><td>300</td><td>1202,884</td></tr> <tr><td>600</td><td>1309,895</td></tr> <tr><td>800</td><td>1376,201</td></tr> <tr><td>900</td><td>1408,079</td></tr> <tr><td>1000</td><td>1439,191</td></tr> <tr><td>1100</td><td>1469,588</td></tr> <tr><td>1200</td><td>1499,318</td></tr> <tr><td>1600</td><td>1612,345</td></tr> </table>	ПЛОТНОСТЬ [КГ/М3]	ВРЕМЯ ЦИКЛА [uС]	0	1084,129	(Воздух)	1083,744	300	1202,884	600	1309,895	800	1376,201	900	1408,079	1000	1439,191	1100	1469,588	1200	1499,318	1600	1612,345	ПЛОТНОСТЬ = K0 + K1.T + K2.T **2  K0 = -1.14114E+03 \ K1 = -2.72571E-01 ) 300 - 1100 кг/м3 K2 = 1.22303E-03 /  K0 = -1.13720E+03 \ K1 = -2.82458E-01 ) 0 - 3000 кг/м3 K2 = 1.22809E-03 /
ПЛОТНОСТЬ [КГ/М3]	ВРЕМЯ ЦИКЛА [uС]																						
0	1084,129																						
(Воздух)	1083,744																						
300	1202,884																						
600	1309,895																						
800	1376,201																						
900	1408,079																						
1000	1439,191																						
1100	1469,588																						
1200	1499,318																						
1600	1612,345																						
СВЕДЕНИЯ О ТЕМПЕРАТУРНОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ																							
Dt=D(1+K18(t-20))+K19(t-20)	K18 = -2.36285E-05 K19 = 8.76969E-03																						
СВЕДЕНИЯ О КОЭФФИЦИЕНТЕ ДАВЛЕНИЯ																							
DP=Dt(1+K20(P-1))+K21(P-1)	K20 = K20A + K20B(P-1) K21 = K21A + K21B(P-1)																						
ДИАПАЗОН ( <41 БАР (АБС.))  K20A = -5.04078E-06 K20B = -1.14004E-06 K21A = 1.24952E-01 K21B = -2.11662E-03	ДИАПАЗОН (31-71 БАР (АБС.))  K20A = -7.56755E-06 K20B = -1.06785E-06 K21A = 1.14822E-01 K21B = -1.82720E-03																						
ДИАПАЗОН (61-101 БАР (АБС.))  K20A = -1.26867E-05 K20B = -9.89092E-07 K21A = 9.42991E-02 K21B = -1.51146E-03	ДИАПАЗОН (101-151 БАР (АБС.))  K20A = -2.46656E-05 K20B = -8.70957E-07 K21A = 4.62759-02 K21B = -1.03786E-03																						
где	D = Плотность ( нескорректированная ) Dt = Плотность ( с поправкой на температуру ) DP = Плотность ( с поправкой на температуру и давление ) T = Время цикла ( uС ) t = Температура ( °С ) P = Давление (бар (абс.))																						
<div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;">             ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ              ИСПЫТАНИЕ И              ПРОВЕРКА           </div>																							
Исх. №: - LD7835/V5.0/FVA	ДАТА: 03.05.07																						

Свидетельства о калибровке

Рисунок Е-6 Образец свидетельства о калибровке с 4 наборами коэффициентов давления (американские единицы) (только для приборов 7845/7847)

<b>СВИДЕТЕЛЬСТВО О КАЛИБРОВКЕ</b>																							
7835В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ 7835ВААФАЈТААА	Заводской № : 356389 Дата расчета : 29.03.07 Испытание под давлением : 3335 PSIG																						
КАЛИБРОВКА ПЛОТНОСТИ ПРИ 68°F И 0 PSIG																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">ПЛОТНОСТЬ г/см<sup>3</sup></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">ВРЕМЯ ЦИКЛА [с]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">0.0000</td><td style="padding: 2px;">1084,129</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">(Воздух)</td><td style="padding: 2px;">1083,744)</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0.300</td><td style="padding: 2px;">1202,884</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0.600</td><td style="padding: 2px;">1309,895</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0.800</td><td style="padding: 2px;">1376,201</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0.900</td><td style="padding: 2px;">1408,079</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1.000</td><td style="padding: 2px;">1439,191</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1.100</td><td style="padding: 2px;">1469,588</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1.200</td><td style="padding: 2px;">1499,318</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1.600</td><td style="padding: 2px;">1612,345</td></tr> </tbody> </table>	ПЛОТНОСТЬ г/см <sup>3</sup>	ВРЕМЯ ЦИКЛА [с]	0.0000	1084,129	(Воздух)	1083,744)	0.300	1202,884	0.600	1309,895	0.800	1376,201	0.900	1408,079	1.000	1439,191	1.100	1469,588	1.200	1499,318	1.600	1612,345	$\text{ПЛОТНОСТЬ} = K0 + K1.T + K2.T **2$ $K0 = -1.14114E+00 \setminus$ $K1 = -2.72571E-04 \quad ) \quad 0.300 - 1.100 \text{ г/см}^3$ $K2 = 1.22303E-03 /$ $K0 = -1.13720E+03 \setminus$ $K1 = -2.82458E-01 \quad ) \quad 0,000 - 3,000 \text{ г/см}^3$ $K2 = 1.22809E-06 /$
ПЛОТНОСТЬ г/см <sup>3</sup>	ВРЕМЯ ЦИКЛА [с]																						
0.0000	1084,129																						
(Воздух)	1083,744)																						
0.300	1202,884																						
0.600	1309,895																						
0.800	1376,201																						
0.900	1408,079																						
1.000	1439,191																						
1.100	1469,588																						
1.200	1499,318																						
1.600	1612,345																						
СВЕДЕНИЯ О ТЕМПЕРАТУРНОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ																							
$Dt = D(1 + K18(t - 20)) + K19(t - 20)$	$K18 = -1.31269E-05$ $K19 = 4.87205E-06$																						
СВЕДЕНИЯ О КОЭФФИЦИЕНТЕ ДАВЛЕНИЯ																							
$DP = Dt(1 + K20(P - 1)) + K21(P - 1)$	$K20 = K20A + K20B(P)$ $K21 = K21A + K21B(P)$																						
ДИАПАЗОН ( <580 PSIG)	ДИАПАЗОН (435-1015 PSIG)																						
$K20A = -3.47640E-07$ $K20B = -5.42232E-09$ $K21A = 8.61736E-06$ $K21B = -1.00672E-08$	$K20A = -5.21900E-07$ $K20B = -5.07895E-09$ $K21A = 7.91875E-06$ $K21B = -8.69060E-09$																						
ДИАПАЗОН (870-1450 PSIG)	ДИАПАЗОН (1450-2175 PSIG)																						
$K20A = -8.74947E-07$ $K20B = -4.70436E-09$ $K21A = 6.50339E-06$ $K21B = -7.18888E-09$	$K20A = -1.70108E-06$ $K20B = -4.14248E-09$ $K21A = 3.19144E-06$ $K21B = -4.93632E-09$																						
где <table style="margin-left: 20px; border: none;"> <tr><td>D</td><td>=</td><td>Плотность ( нескорректированная )</td></tr> <tr><td>Dt</td><td>=</td><td>Плотность ( с поправкой на температуру )</td></tr> <tr><td>DP</td><td>=</td><td>Плотность ( с поправкой на температуру и давление )</td></tr> <tr><td>T</td><td>=</td><td>Время цикла ( с )</td></tr> <tr><td>t</td><td>=</td><td>Температура ( °F )</td></tr> <tr><td>P</td><td>=</td><td>Давление ( PSIG )</td></tr> </table>			D	=	Плотность ( нескорректированная )	Dt	=	Плотность ( с поправкой на температуру )	DP	=	Плотность ( с поправкой на температуру и давление )	T	=	Время цикла ( с )	t	=	Температура ( °F )	P	=	Давление ( PSIG )			
D	=	Плотность ( нескорректированная )																					
Dt	=	Плотность ( с поправкой на температуру )																					
DP	=	Плотность ( с поправкой на температуру и давление )																					
T	=	Время цикла ( с )																					
t	=	Температура ( °F )																					
P	=	Давление ( PSIG )																					
<div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;">                         ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ                          ИСПЫТАНИЕ И                          ПРОВЕРКА                     </div>																							
Исх. №: - LD7835/V5.0/FVA	ДАТА: 03.05.07																						



# Приложение F

## Линии связи Modbus

### F.1 Введение

В усовершенствованной электронике имеется порт последовательной связи RS-485, который может использоваться для соединения с выносным дисплеем или любым компьютерным устройством, в котором имеется порт последовательной связи RS-282 или RS-485.

*Примечание: При использовании порта RS-282 между двумя устройствами (например, системы КК К485-99) необходимо установить конвертер сигнала RS-282 / RS-485. Используемый протокол связи – RTU Modbus.*

В качестве руководства по эксплуатации Modbus можно использовать *Modbus Protocol Reference Guide (PI-MBUS-200 Rev.D)* («Справочное руководство по протоколу Modbus» (PI-MBUS-200 Изд.D) (1992)), опубликованное Modicon Industrial Automation Systems Inc., Массачусетс.

В работе с инструментами программы ADView нет необходимости обращаться к данному Приложению. Для установления связи с компьютерным устройством, например, ПК, следует либо использовать ADView, либо разработать собственный программный пакет, используя информацию, представленную в данном Приложении.

### F.2 Описание организации связи по протоколу Modbus

Протокол Modbus широко применяется во многих областях промышленности. Внедрение протокола в усовершенствованную систему полностью соответствует техническим требованиям Modicon (см. источник, ссылка на который дана выше).

Усовершенствованная материнская плата может рассматриваться как **ВЕДОМОЕ** устройство. В этом случае она обменивается данными, только когда получает запрос на выдачу информации от **ВЕДУЩЕГО** устройства, например, выносного дисплея или компьютера. К одному ведущему может быть подключено до 24 ведомых устройств.

Все данные, хранящиеся в памяти, находятся на материнской плате и называются регистрами **Modbus**. Следующие команды Modbus внедрены в усовершенствованную материнскую плату:

- Команда 3 – Чтение регистра Modbus.
- Команда 16 (10<sub>6</sub>) – Запись регистра Modbus.

Поэтому работа с программным пакетом Modbus не вызывает затруднений. С помощью Команды 3 можно прочесть любое количество регистров, но только один регистр может быть записан на каждую Команду 16.

### F.3 Режим передачи

Усовершенствованная система использует следующие не выбираемые настройки параметров:

- Скорость передачи в бодах: 9600
- Биты: 8
- Контроль по четности: Нет
- Стоповые биты: 2

## F.4 Настройки языка протокола Modbus

### F.4.1 Размер и содержимое регистра

Все регистры являются 32-разрядными (вне зависимости от типа – целое число или число с плавающей запятой), однако, в спецификации Modbus сказано, что регистры являются 16-разрядными, а адреса и поля «номер регистра» рассчитаны на регистры длиной 16 бит. Все значения с плавающей запятой имеют формат с одинарной точностью IEEE.

Регистры непрерывно заносятся в «поле адреса» регистра Modbus. Существует однозначное соответствие номеров 32-битных регистров Modbus номерам 16-битных регистров Modbus. Поэтому доступ можно получить только ко всем 32 битам любого регистра. Верхний и нижний 16-разрядные сегменты имеют одинаковые номера регистров Modbus и, следовательно, их невозможно прочесть по отдельности.

Регистры 47 и 48 усовершенствованной системы позволяют изменять «настройки языка» протокола Modbus в зависимости от устройства связи, если его невозможно перепрограммировать. Они функционируют следующим образом:

#### Порядок следования байтов Modbus

Содержимое регистра 47	Порядок следования байтов Modbus
00000000 <sub>16</sub>	Прямой порядок байтов (то есть первым идет старший разряд)
FFFFFFFF <sub>16</sub>	Обратный порядок байтов (то есть первым идет младший разряд)

#### Размер регистра Modbus

Содержимое регистра 48	Размер регистра Modbus
00000000 <sub>16</sub>	16 бит
FFFFFFFF <sub>16</sub>	32 бита

#### Размер 16-разрядного регистра (регистр 48 = 00000000<sub>16</sub>)

Чтобы прочесть 32-разрядные регистры, когда регистры Modbus работают с 16-разрядными устройствами, следует **дважды** указать в поле «количество регистров» количество 32-разрядных регистров, которые необходимо прочесть. Например, чтобы прочитать один 32-разрядный регистр, введите 2. Если осуществляется попытка прочесть четное количество регистров, в команде будет отказано.

#### Размер 32-разрядного регистра (регистр 48 = FFFFFFFF<sub>16</sub>)

Чтобы прочесть 32-разрядные регистры, когда регистры Modbus работают с 32-разрядными устройствами, следует указать в поле «количество регистров» действительное количество 32-разрядных регистров, которые необходимо прочесть. Например, чтобы прочитать два 32-разрядных регистра в данном режиме, введите 2.

## F.5 Установление связи Modbus

Если адрес ведомого устройства или значения регистров 47 и 48 не известны, невозможно успешно установить связь с Modbus. Поэтому необходимо задать текущие параметры, выполнив следующие действия.

1. Определите адрес ведомого устройства, пробуя вводить все возможные числа до тех пор, пока не будет получен ответ.
2. Прочитав регистр 48, установите, является ли размер регистра 16- или 32-разрядным.

3. Прочитав регистр 47, определите порядок следования байтов.

**Шаг 1** Убедитесь, что к ведущему устройству Modbus подключен только преобразователь, затем отправьте следующее сообщение (чтение регистра 47):

Адрес ведомого устройства	Команда		Адрес регистра	Контрольная сумма	
00	03	00	47 <sub>10</sub>	00	02 checksum

Дождитесь ответа. Если ответа нет, отправьте то же сообщение еще раз, изменив адрес ведомого устройства на 1, и ожидайте ответа. Повторяйте процесс до тех пор, пока не будет получен ответ. Таким образом, определится адрес ведомого устройства преобразователя.

**Шаг 2** Отправьте следующее сообщение (чтение регистра 48):

Адрес ведомого устройства	Команда		Адрес регистра	Контрольная сумма	
nn	03	00	48 <sub>10</sub>	00	02 checksum

(‘nn’ – это адрес ведомого устройства преобразователя).

Преобразователь даст ответ:

Адрес ведомого устройства	Команда		Байты данных	Контрольная сумма
nn	03	04	4 байта данных	checksum

что означает, что преобразователь имеет 16-разрядный размер регистра, либо ответ:

Адрес ведомого устройства	Команда		Байты данных	Контрольная сумма
nn	03	08	8 байтов данных	checksum

что означает, что преобразователь имеет 32-разрядный размер регистра. Таким образом, прочитав третий байт ответа, можно вычислить значение регистра 48.

**Шаг 3** Отправьте следующее сообщение (чтение регистра 47):

Адрес ведомого устройства	Команда		Адрес регистра	Контрольная сумма	
nn	03	00	47 <sub>10</sub>	00	02 checksum

(‘nn’ – это адрес ведомого устройства преобразователя).

Преобразователь даст ответ:

Адрес ведомого устройства	Команда	Байты данных	Контрольная сумма
np	03 04	4 байта данных	checksum

или:

Адрес ведомого устройства	Команда	Байты данных	Контрольная сумма
np	03 08	8 байтов данных	checksum

Проверьте первые четыре байта данных. Если все они равны 00, значит, преобразователь работает в режиме прямого порядка байтов. Если все они равны FF, значит, преобразователь находится в режиме обратного порядка байтов.

## F.6 Команды Modbus

Усовершенствованная система измерения плотности может поддерживать только следующие команды Modbus: команда 3 (чтение регистров временного хранения) и команда 16 (предварительная настройка нескольких регистров). Любое количество последовательных регистров можно прочесть, используя одну команду, но с помощью команды «запись» можно записать только один регистр.

Ограничения не влияют на рабочие параметры системы, так как все функции, так или иначе, отображаются в структуре регистра.

## F.7 Присваивание номеров регистрам Modbus

Каждый регистр имеет свой уникальный номер, который занесен в список номеров, где для каждого регистра описано его содержимое, а также тип данных содержимого.

Также представлены таблицы переменных протокола HART, специфичные для передатчика.

*Примечание: Тип данных всегда является 32-разрядным, если не указано иное. Названия переменных даны только для информации и не предназначены для других целей.*



№ регистра	Название переменной	Тип данных	Описание
0	API_product_type	целое число	указатель типа продукта для приведения по API
1	API_ref_temp	с плав. запятой	Исходная температура для приведения по API
2	API_ref_pressure	с плав. запятой	Исходное давление для приведения по API
3	density_units	целое число	указатель единиц измерения плотности
4	base_dens_units	целое число	указатель единиц измерения основной плотности
5	temperature_units	целое число	указатель единиц измерения температуры
6	special_fn	целое число	указатель типа вычисления специальной функции
7	spfn_qec_name	целое число	указатель названия расчета уравнения 4 степени
8	spfn_qec_units	целое число	указатель единиц расчета уравнения 4 степени
9	damping_time	целое число	указатель времени усреднения выхода
10	analogue1_type	целое число	указатель переменной, выводимой на 1 выход 4-20 мА
11	analogue2_type	целое число	указатель переменной, выводимой на 2 выход 4-20 мА
12	analogue3_type	целое число	указатель переменной, выводимой на HART 4-20 мА
13	pulse_type	целое число	является ли импульсный выход сигналом тревоги или частоты
14	analogue1_pcb_offset	целое число	значение ШИМ для 4 мА на 1 выходе 4-20 мА
15	analogue1_pcb_range	целое число	значение ШИМ для 20 мА на 1 выходе 4-20 мА
16	analogue2_pcb_offset	целое число	значение ШИМ для 4 мА на 2 выходе 4-20 мА
17	analogue2_pcb_range	целое число	значение ШИМ для 20 мА на 2 выходе 4-20 мА
18	analogue3_pcb_offset	целое число	значение ШИМ для 4 мА на HART 4-20 мА
19	analogue3_pcb_range	целое число	значение ШИМ для 20 мА на HART 4-20 мА
20	pcb_prt_factor	с плав. запятой	калибровочный коэффициент РДТ
21	pcb_xtal_factor	с плав. запятой	калибровочный коэффициент кварцевого генератора
22	d_flags_long	целое число	признаки диагностики
23	dens_override	с плав. запятой	значение плотности, заданное при диагностике
24	ref_dens_override	с плав. запятой	значение исх. плотности, заданное при диагностике
25	temp_override	с плав. запятой	значение температуры, заданное при диагностике
26	pressure_units	целое число	указатель единиц измерения давления
27	reference_temp	целое число	какую точку температуры следует использовать в качестве исходной для приведения плотности
28	alarm_norm	целое число	указатель нормального состояния аварийного выхода
29	alarm_coverage	целое число	указатель ошибок, которые аварийный выход должен освещать
30	slave_address	целое число	адрес ведомого устройства Modbus
31	alarm_hyst	целое число	указатель уровня гистерезиса выходного сигнала 4-20 мА
47	mb_byte_order	целое число	порядок следования байтов в регистре Modbus
48	mb_reg_size	целое число	размер регистра Modbus
49	software_v	целое число	указатель версии программного обеспечения
50-51	(не используется)		
52	(зарезервирован)		
53-62	(не используется)		
63	(зарезервирован)		
64	cal_pcb_prt_factor	с плав. запятой	копия калибровочного коэффициента РДТ, защищенная от записи

## Протокол связи Modbus

№ регистра	Название переменной	Тип данных	Описание
65	cal_pcb_xtal_factor	с плав. запятой	копия калибровочного коэффициента кварцевого генератора, защищенная от записи
66	cal_ana1_pcb_offset	длинное целое	копия калибровочного коэффициента Аналогового выхода 1, защищенная от записи
67	cal_ana1_pcb_range	длинное целое	копия калибровочного коэффициента Аналогового выхода 1, защищенная от записи
68	cal_ana2_pcb_offset	длинное целое	копия калибровочного коэффициента Аналогового выхода 2, защищенная от записи
69	cal_ana2_pcb_range	длинное целое	копия калибровочного коэффициента Аналогового выхода 2, защищенная от записи
70	cal_ana3_pcb_offset	длинное целое	копия калибровочного коэффициента Аналогового выхода 3, защищенная от записи
71	cal_ana3_pcb_range	длинное целое	копия калибровочного коэффициента Аналогового выхода 3, защищенная от записи
72 – 126	(не используется)		защищено от записи
127	(зарезервирован)		защищено от записи
128	k0	с плав. запятой	постоянная калибровки измерителя K0
129	k1	с плав. запятой	постоянная калибровки измерителя K1
130	k2	с плав. запятой	постоянная калибровки измерителя K2
131	k1k	с плав. запятой	постоянная калибровки измерителя K18
132	k19	с плав. запятой	постоянная калибровки измерителя K19
133	k20a	с плав. запятой	постоянная калибровки измерителя K20a
134	k20b	с плав. запятой	постоянная калибровки измерителя K20b
135	k21a	с плав. запятой	постоянная калибровки измерителя K21a
136	k21b	с плав. запятой	постоянная калибровки измерителя K21b
137	tp_trap_count	с плав. запятой	единица счета прерывания периода пребывания в трубке
138	tp_trap_period	с плав. запятой	разность периода пребывания в трубке в мс
139	period_override	с плав. запятой	значение диагн. коррекции периода пребывания в трубке
140	analogue1_scale1	с плав. запятой	переменное значение для 4 мА на 1 выходе 4-20 мА
141	analogue1_scale2	с плав. запятой	переменное значение для 20 мА на 1 выходе 4-20 мА
142	analogue2_scale1	с плав. запятой	переменное значение для 4 мА на 2 выходе 4-20 мА
143	analogue2_scale2	с плав. запятой	переменное значение для 20 мА на 2 выходе 4-20 мА
144	analogue3_scale1	с плав. запятой	переменное значение для 4 мА на HART 4-20 мА
145	analogue3_scale3	с плав. запятой	переменное значение для 4 мА на HART 4-20 мА
146	pressure	с плав. запятой	линейное давление
147 – 151	temperature_points	с плав. запятой	5 значений температуры для матрицы приведения плотности
152 – 171	referral_matrix	с плав. запятой	20 значений плотности для матрицы приведения плотности
172	atmos_pressure	с плав. запятой	атмосферное давление
172	density_offset	с плав. запятой	погрешность показания линейной плотности
174	density_scale	с плав. запятой	поправочный коэффициент показания линейной плотности
175	mb_spfn_1	с плав. запятой	параметр 1 вычисления специальной функции
176	mb_spfn_2	с плав. запятой	параметр 2 вычисления специальной функции
177	mb_spfn_3	с плав. запятой	параметр 3 вычисления специальной функции
178	mb_spfn_density_water	с плав. запятой	значение плотности воды для специальной функции
179	mb_spfn_density_a	с плав. запятой	плотность продукта a для специальной функции
180	mb_spfn_density_b	с плав. запятой	плотность продукта b для специальной функции
181	temp_offset	с плав. запятой	погрешность от температуры
182	api_user_k0	с плав. запятой	пользовательский коэффициент k0 для приведения по API

№ регистра	Название переменной	Тип данных	Описание
183	api_user_k1	с плав. запятой	пользовательский коэффициент k1 для приведения по API
184	user_alarm_var	целое число	Задаваемая пользователем переменная сигнала тревоги
185	user_alarm_high	с плав. запятой	Задаваемый пользователем верхний предел сигнала тревоги
186	user_alarm_low	с плав. запятой	Задаваемый пользователем нижний предел сигнала тревоги
187 – 190	(не используется)		
191	(зарезервирован)		
192	cal_k0	с плав. запятой	копия k0, защищенная от записи
193	cal_k1	с плав. запятой	копия k1, защищенная от записи
194	cal_k2	с плав. запятой	копия k2, защищенная от записи
195	cal_k18	с плав. запятой	копия k18, защищенная от записи
196	cal_k19	с плав. запятой	копия k19, защищенная от записи
197	cal_k20a	с плав. запятой	копия k20a, защищенная от записи
198	cal_k20b	с плав. запятой	копия k20b, защищенная от записи
199	cal_k21a	с плав. запятой	копия k21a, защищенная от записи
200	cal_k21b	с плав. запятой	копия k21b, защищенная от записи
201	meter_cal_date	целое число	дата первой калибровки устройства
202	meter_recal_date	целое число	дата последней калибровки устройства
203	serial_no	целое число	заводской номер преобразователя
204	meter_type	целое число	указатель типа преобразователя
205 – 254	(не используется)		защищено от записи
255	(зарезервирован)		защищено от записи
256	status register	целое число	регистр статуса ПО материнской платы
257	corrected density	с плав. запятой	скорректированная линейная плотность
258	referred density	с плав. запятой	исходная линейная плотность
259	temperature	с плав. запятой	линейная температура
260	special function	с плав. запятой	результат вычисления специальной функции
261	period	с плав. запятой	период колебаний измерительной трубки в $\mu\text{s}$
262	(зарезервирован)		
263	RTD resistance	с плав. запятой	сопротивление РДТ преобразователя в $\Omega$
264	pickup level	с плав. запятой	уровень на выходе приемной катушки преобразователя в вольтах
265	Q	с плав. запятой	Q резонансных колебаний преобразователя
266	PCB temperature	с плав. запятой	температура электроники печатной платы в $^{\circ}\text{C}$
267 – 268	S/W version string	8 байт	строка версии ПО (закодированная по ASCII)

## F.8 Коды указателей и нумерации

В данном приложении раскрываются значения числовых указателей, используемых для отображения значений, например, едини измерения плотности.

### F.8.1 Тип преобразователя

Указатель	Тип преобразователя
0	Усовершенствованный 7835

### F.8.2 Единицы измерения плотности, температуры и давления

Все указанные единицы являются частью общей таблицы II HART.

Указатель	Единицы измерения
6	psi (фунт/дюйм <sup>2</sup> )
7	bar (бар)
10	kg / cm <sup>2</sup> (кг/см <sup>2</sup> )
11	Pa (Па)
12	kPa (кПа)
32	°C
33	°F
57	%
90	SGU (единица УВ)
91	g / cm <sup>2</sup> (г/см <sup>2</sup> )
92	kg / m <sup>3</sup> (кг/м <sup>3</sup> )
93	lb / gal (фунт/галлон)
94	lb / ft <sup>3</sup> (фунт/фут <sup>3</sup> )
101	deg. Brix (градусы Брикса)
102	deg. Baume heavy (градусы Боме)
104	deg. API (градусы API)

### F.8.3 Специальная функция

Указатель	Вычисление
0	нет
1	массовый %
2	объемный %
3	Удельный вес
4	градусы Боме
5	градусы Брикса
6	Общее уравнение четвертой степени

#### F.8.4 Коды названий уравнения четвертой степени (специальная функция)

Указатель	Наименование
0	нет
1	Плотность
2	массовый %
3	объемный %
4	градусы Боме
5	градусы Брикса
6	Удельный вес
7	Относительная плотность
8	API
9	Плато
10	Тваддла
11	(зарезервировано)
12	(зарезервировано)
13	(зарезервировано)
14	(зарезервировано)
15	(зарезервировано)
16	(зарезервировано)
17	(зарезервировано)
18	(зарезервировано)
19	(зарезервировано)

#### F.8.5 Коды единиц измерения уравнения четвертой степени (специальная функция)

Указатель	Наименование
0	нет
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

### F.8.6 Время усреднения

Указатель	Время усреднения
0	нет
1	1 с
2	2 с
3	5 с
4	10 с
5	20 с
6	50 с
7	100 с

### F.8.7 Выбор аналогового выхода

Указатель	Выход
0	Плотность
1	Исходная плотность
2	Температура
3	Специальная функция
4	4 мА
5	12 мА
6	20 мА

### F.8.8 Задаваемые пользователем переменные сигнала тревоги

Указатель	Выход
0	Линейная плотность
1	Основная плотность
2	Температура
3	Время цикла
4	Сопротивление РДМ
5	Специальная функция
6	Уровень срабатывания
7	Нет

### F.8.9 Нормальные состояния сигналов тревоги

Указатель	Состояние
0	Нормально замкнутый
1	Нормально открытый

### F.8.10 Коды покрытия сигналов тревоги

Конфигурация битов	Покрытие
0x00000001	сигнал тревоги 1 выхода 4 – 20 мА
0x00000002	сигнал тревоги 2 выхода 4 – 20 мА
0x00000004	сигнал тревоги HART 4 – 20 мА
0x00000008	Системная ошибка
0x00000010	Задаваемый пользователем сигнал тревоги

### F.8.11 Коды гистерезиса сигналов тревоги

Указатель	Гистерезис выходного сигнала 4 – 20 мА
0	0%
1	0,5%
2	1%
3	2%
4	5%
5	10%

### F.8.12 Версия программного обеспечения

Указатель	Режим колебаний	Приведение плотности
0	2	по матрице
1	2	по API

**F.8.13 Признаки регистра состояния**

Разряд	16-ричное значение	Наименование признака	Определение
0	00000001	ST_IN_LOCK	ФАПЧ в состоянии захвата
1	00000002	ST_DIAG_ON	Идет диагностика
2	00000004	ST_FT1_ALM	состояние тревоги 1 выхода 4 – 20 мА
3	00000008	ST_FT2_ALM	состояние тревоги 2 выхода 4 – 20 мА
4	00000010	ST_FT3_ALM	состояние тревоги 3 выхода 4 – 20 мА
5	00000020	ST_HART_BOARD	если установлена плата HART
6	00000040	ST_RS-232_BOARD	если установлена плата RS-232
7	00000080	ST_SWITCH_BOARD	если установлена плата переключения
8	00000100	ST_EXP0_BOARD	(зарезервировано для установки доп. устройств)
9	00000200	ST_EXP1_BOARD	(зарезервировано для установки доп. устройств)
10	00000400	ST_EXP2_BOARD	(зарезервировано для установки доп. устройств)
11	00000800	ST_EXP3_BOARD	(зарезервировано для установки доп. устройств)
12	00001000	ST_FT3_HART	HART контролирует свой выходной сигнал 4 – 20 мА
13	00002000	ST_BAD_STATUS	искажение регистра состояния
14	00004000	ST_STAT_CORR	один или несколько регистров состояния были откорректированы
15	00008000	ST_TOTAL_DEATH	регистры состояния не обновляются – предполагается худшее
16	00010000	ST_USER_ALM	Задаваемая пользователем переменная в состоянии тревоги
17	00020000		
18	00040000		
19	00080000		
20	00100000		
21	00200000	ST_TEMP_HI	Показание температуры слишком высокое
22	00400000	ST_TEMP_LOW	Показание температуры слишком низкое
23	00800000	ST_ROM_CSF	Признак отказа контрольной суммы ROM
24	01000000	ST_FRAM0_WPF	Отказ защиты от записи FRAM0
25	02000000	ST_FRAM1_WPF	Отказ защиты от записи FRAM1
26	04000000	ST_FRAM0_RWE	Ошибка чтения/записи FRAM0
27	08000000	ST_FRAM1_RWE	Ошибка чтения/записи FRAM1
28	10000000	ST_FRAM0_CSF	Признак отказа контрольной суммы FRAM0
29	20000000	ST_FRAM1_CSF	Признак отказа контрольной суммы FRAM1
30	40000000	ST_FRAM0_ACK	Ошибка данных / FRAM0 ACK
31	80000000	ST_FRAM1_ACK	Ошибка данных / FRAM1 ACK



# Приложение G

## Программное обеспечение HART®

### G.1 Введение

В данном Приложении описываются характеристики программного обеспечения HART® для преобразователя плотности с усовершенствованной электроникой (также называемой материнской платой). Данное приложение может использоваться в качестве руководства по обеспечению взаимодействия с оборудованием пользователя.

Протокол связи HART® обеспечивает средства для:

- Конфигурирования всех выходов 4-20 мА.
- Конфигурирования времени усреднения выхода.
- Конфигурирования основной плотности и вычислений специальных функций.

*Примечание: Конфигурация основной плотности, вычисления специальных функций и функции диагностики могут быть выполнены только при использовании специальных команд 128 и 129.*

### G.2 Основные сведения о HART®

В спецификации HART® приводится описание физической формы передачи, процедур транзакций, структуры сообщения, форматов данных и набора команд. Все эти аспекты освещены ниже.

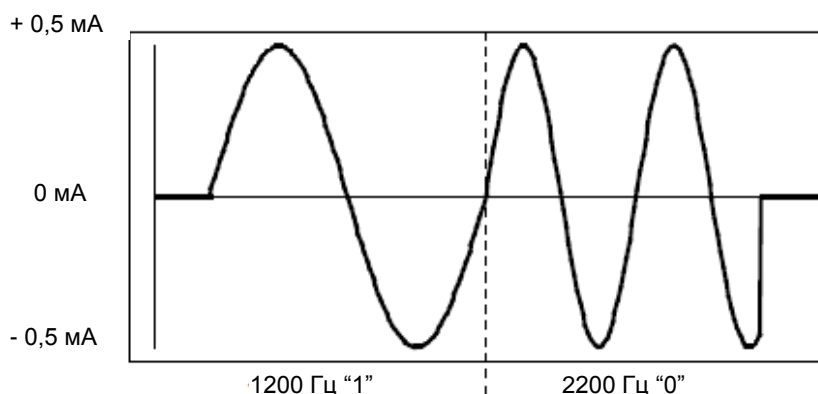
Более подробную информацию можно получить из следующих источников:

Bowden, R. "HART: A Technical Description". (1991) Rosemount A.G. (Боуден Р. «HART: Техническое описание» (1991) Rosemount A.G.)

"HART - Smart Communications Protocol Specification (Revision 5.1)". (1991) Rosemount Inc. (Rosemount Document Number: D9000047; Revision A) («Спецификация интеллектуального протокола связи HART (Версия 5.1)». (1991) Rosemount Inc. (№ документа Rosemount: D9000047; Редакция A).

### G.2.1 Физическая форма передачи

HART использует стандартный сигнал с частотной манипуляцией (ЧМн) для передачи данных со скоростью 1200 бодов, наложенный на нижний уровень аналогового измерительного сигнала 4-20 мА. Среднее значение сигнала равно нулю, и поэтому ЧМн-сигнал не накладывается на аналоговый сигнал.



### G.2.2 Протокол транзакций

HART® - это протокол, построенный по принципу «главный-подчинённый», то есть полевое устройство отвечает только после запроса. В линии может быть установлено основное главное устройство и вспомогательное главное устройство (например, портативный коммуникатор). В одну многоточечную линию, работающую в безопасной зоне, может быть подключено до 15 подчиненных устройств.

### G.2.3 Структура сообщения

Каждое сообщение включает адреса источников и пункта назначения, а также имеет поле "checksum" (контрольная сумма) для контроля повреждения сообщений.

Преамбула	Ограничитель	Адрес	Команда	Счетчик байт	Статус	Дата	Контрол. сумма
		(источник и пункт назначения)			Устройство и статус связи	(если есть)	

### G.2.4 Формат данных

Данные могут быть выражены в виде целого числа без знака, чисел с плавающей запятой и последовательности символов ASCII.

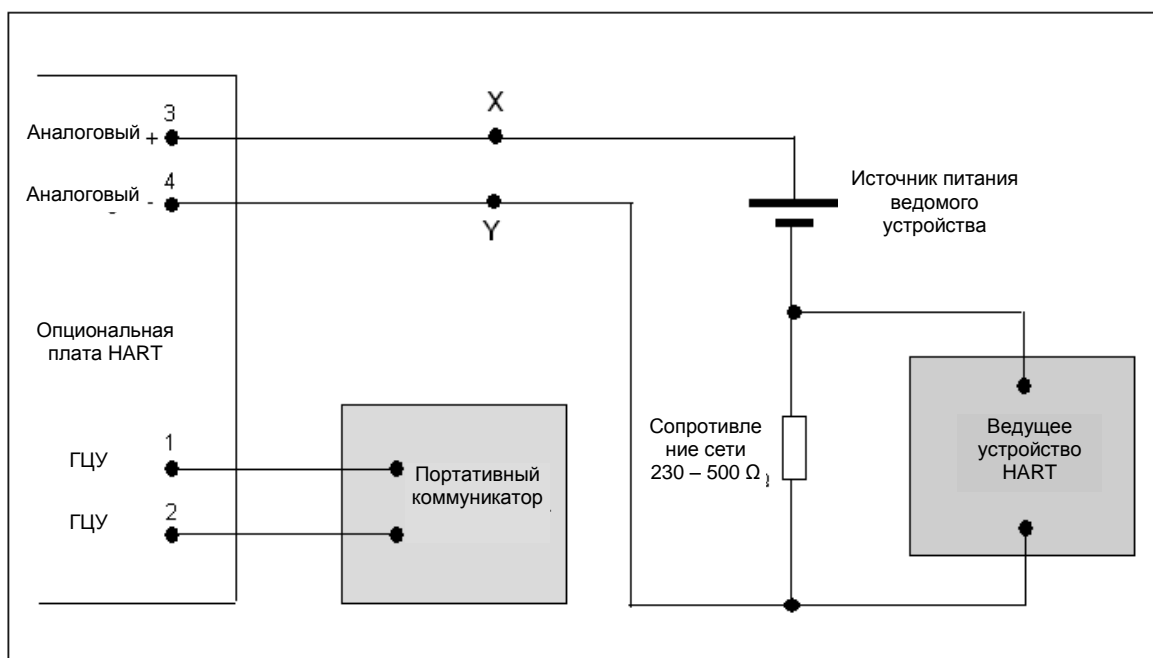
### G.2.5 Команды

Все устройства HART® поддерживают все универсальные команды, общие команды и, в соответствующих случаях, специфические команды устройств. В следующих разделах описываются команды HART®, поддерживаемые программным обеспечением плотномеров с усовершенствованной электроникой HART®.

## G.3 Электроустановка

Как правило, плата получает питание от источника 24 В с добавочным сопротивлением 230 – 500 Ω.

Рисунок G-1 Соединение HART



*Примечание: Как правило, в данном руководстве выходы материнской платы называют аналоговым выходом 1 и аналоговым выходом 2. В линии связи HART выход опциональной платы считается первичным выходом, а выходы материнской платы – вторичными и третичными.*

### G.3.1 Соответствие HART®

Программное обеспечение HART® соответствует техническим характеристикам HART®, представленным в документе "HART - Smart Communications Protocol Specification (Revision 5.1)". (1991) Rosemount Inc. (Rosemount Document Number: D9000047; Revision A) («Спецификация интеллектуального протокола связи HART (Версия 5.1)»). (1991) Rosemount Inc. (№ документа Rosemount: D9000047; Редакция A).

См. следующие разделы:

- Data Link Layer Specification, Revision 7.0. Rosemount Document No. 8900098 : Rev. A (Спецификация уровня передачи данных, Версия 7.0. № документа Rosemount 8900098; Ред. A)
- Universal Command Specification, Revision 5.1 - Final. Rosemount Document No. 8900038; Rev. B. (Спецификация универсальных команд, Версия 5.1 – окончательная. № документа Rosemount 8900038; Ред. B).
- Common Practice Command Specification, Revision 7.0 - Final. Rosemount Document No. 9000050; Rev. A. (Спецификация общих команд, Версия 7.0. № документа Rosemount 9000050; Ред. A).

Поддерживаются все универсальные и многие общие команды. Некоторые команды не поддерживаются преобразователе и/или его ПО, и поэтому они не задействованы. При введении таких команд HART® появляется код ошибки, означающий, что эти команды не поддерживаются.

## G.4 Команды HART®

### G.4.1 Универсальные команды

Таблица G-1 Универсальные команды

Команда	Действие	Замечания / данные в ответе
0	Чтение уникального идентификатора	Результаты: Байт 0 = расширение 254 Байт 1 = Идент. данные производителя (Таблица 1 ниже) Байт 2 = код типа устройства производителя (Таблица 1 ниже) Байт 3 = число преамбул (Таблица 2 ниже) Байт 4 = версия универсальной команды Байт 5 = версия специфической команды датчика Байт 6 = версия программного обеспечения Байт 7 = версия аппаратного обеспечения Байт 8 = признаки функции устройства (Таблица 1 ниже) Байт 9-11 = Заводской номер преобразователя
1	Чтение первичной переменной (ПП)	См. Таблицы 3 и 4 ниже
2	Чтение ПП как величины тока и в процентах от диапазона	См. Таблицы 3 и 4 ниже
3	Чтение динамических переменных и токового значения ПП	См. Таблицы 3 и 4 ниже
6	Запись адреса устройства	Любой действительный адрес
11	Чтение идентификатора, связанного с тэгом	(то же, что и команда 0)
12	Чтение сообщения	Сообщение HART
13	Чтение тэга, описателя и даты	
14	Чтение информации сенсора ПП	Результаты: Байт 0-2 заводской № преобразователя Байт 3 Единицы измерения переменных Байт 4-7 Верхний предел датчика (Таблица 2 ниже) Байт 8-11 Нижний предел датчика (Таблица 2 ниже) Байт 12-15 Минимальный диапазон (Таблица 2 ниже)
15	Чтение информацию о выходном сигнале по ПП	Результаты: Байт 0 Тип авар. сигнала = специальный Байт 1 Функция передачи = линейная Байт 3-6 Верхнее значение диапазона Байт 7-10 Нижнее значение диапазона Байт 11-14 Время усреднения Байт 15 Без защиты от записи Байт 16 Идент. данные производителя
16	Чтение сборочного номера устройства	
17	Запись сообщения	
18	Запись тэга, описателя и даты	
19	Запись сборочного номера устройства	

### G.4.2 Общие команды

*Примечание: Не все имеющиеся общие команды доступны. При вводе недоступных команд появляется признак нереализованной ошибки.*

Таблица G-2 Общие команды

Команда	Действие	Замечания / данные в ответе
33	Чтение переменных датчика	См. Таблицу 4
34	Запись значения деспфированной ПП	Принимает любое значение, доступные заданные значения: 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 с
35	Запись значения диапазона ПП	
36	Установка значения верхней границы диапазона ПП	
37	Установка значения нижней границы диапазона ПП	
38	Сброс флага изменения конфигурации	
40	Вход/выход из режима фиксированного токового значения ПП	Принимает любое значение. Может быть установлен на 4, 12 или 20 мА
41	Самотестирование прибора	Проверяет целостность памяти и обновляет регистр состояния преобразователя
42	Выполнение основного сброса	Сбрасывает электронику
44	Запись единиц ПП	Единицы измерения линейной плотности и основной плотности: кг/м <sup>3</sup> , г/см <sup>3</sup> , фунт/галлон, фунт/фут <sup>3</sup> Единицы измерения температуры: °C, °F Единицы измерения для специальных функций: °Боме = градусы Боме °Брикса = градусы Брикса Удельный вес = SGU массовый %, объем = % °API = градусы API Уравнение четвертой степени = без единиц изм.
45	Подстройка нуля ЦАП ПП	
46	Подстройка коэффициента усиления ЦАП ПП	
48	Чтение дополнительного статуса датчика	Читает регистр статуса датчика
50	Чтение назначения динамических переменных	См. Таблицу 4 ниже
51	Запись назначений динамических переменных	
59	Запись количества преамбул ответа	См. Таблицу 2 ниже
60	Чтение аналогового выхода и процента от диапазона	Как описание
65	Запись значения диапазона аналогового выхода	
66	Вход/выход из режима фиксированного аналогового выхода	
67	Подстройка нуля аналогового выхода	
68	Подстройка верхней границы аналогового выхода	
70	Чтение значений конечных точек аналогового выхода	Байт 0 – номер аналогового выхода Байт 1 – мА Байт 2 – 20 Байт 3 – 4

## G.5 Структура общих команд передатчика

### G.5.1 Команда 128

Читает значения, содержащиеся в регистрах материнской платы (до 4 регистров).

### Байты данных запроса

- Байт 0: Номер первого регистра (младший байт)
- Байт 1: Номер первого регистра (старший байт)
- Байт 2: Номер второго регистра (младший байт)
- Байт 3: Номер второго регистра (старший байт)
- Байт 4: Номер третьего регистра (младший байт)
- Байт 5: Номер третьего регистра (старший байт)
- Байт 6: Номер четвертого регистра (младший байт)
- Байт 7: Номер четвертого регистра (старший байт)

Номера регистров всегда должны быть указаны в виде двух байтов, как показано выше.

### Байты данных ответа

- Байт 0: Номер первого регистра (младший байт)
- Байт 1: Номер первого регистра (старший байт)
- Байт 2-5: Значение данных в первом регистре
- Байт 6: Номер второго регистра (младший байт)
- Байт 7: Номер второго регистра (старший байт)
- Байт 8-11: Значение данных во втором регистре
- Байт 12: Номер третьего регистра (младший байт)
- Байт 13: Номер третьего регистра (старший байт)
- Байт 14-17: Значение данных в третьем регистре
- Байт 18: Номер четвертого регистра (младший байт)
- Байт 19: Номер четвертого регистра (старший байт)
- Байт 20-23: Значение данных в четвертом регистре

Ответ появляется после обработки последнего регистра, на который был сделан запрос.

### Коды ошибок команд

- 0 Нет ошибки команды.
- 1 Не определен.
- 2 Недействительный выбор (номер регистра вне диапазона / не используется / содержит текст).
- 3-4 Не определен.
- 5 Слишком мало байтов данных.
- 6-127 Не определен.

### G.5.2 Команда 129

Читает значения, содержащиеся в регистрах материнской платы (до 4 регистров).

### Байты данных запроса

- Байт 0: Номер регистра (младший байт)
- Байт 1: Номер регистра (старший байт)
- Байты 2-5: Данные, записываемые в регистр

Ограничение – один регистр.

#### Байты данных ответа

- Байт 0: Номер регистра (младший байт)
- Байт 1: Номер регистра (старший байт)
- Байты 2-5: Данные, уже имеющиеся в регистре

#### Коды ошибок команд

- 0 Нет ошибки команды.
- 1 Не определен.
- 2 Недействительный выбор (номер регистра вне диапазона / не используется / содержит текст).
- 3-4 Не определен.
- 5 Слишком мало байтов данных.
- 6 Не определен.
- 7 Регистр защищен от записи.
- 8-127 Не определен.

Значения всегда заносятся и возвращаются в виде 4-байтных чисел с плавающей запятой, а хранятся на материнской плате в зависимости от типа регистра – либо в формате 4-байтных чисел с плавающей запятой, либо в виде длинных целых.

Например, чтобы записать значение 92 (кг/м<sup>3</sup>) в регистр номер 3 (единицы измерения линейной плотности), необходимо перевести число 92 в формат 4-байтного числа с плавающей запятой и отправить байты на плату, где они будут преобразованы в формат длинного целого перед занесением в память. Для отправки ответного сообщения занесенное в память длинное целое значение переводится обратно в формат числа с плавающей запятой и отправляется.

Это означает, что очень длинные целые значения невозможно отобразить в виде чисел с плавающей запятой, что приводит к потере точности, поэтому не следует записывать слишком длинные значения на плату.

### G.5.3 Таблица 1 – Коды идентификации

Наименование	Значение
Код типа устройства	239 (усовершенствованный измерительный преобразователь плотности жидкости 7835/45/46/47)
Идентификационный номер производителя	Требуется подтвердить (Mobleu или Micro Motion)
Признаки функций устройства	1 (многосенсорное измерительное устройство)

### G.5.4 Таблица 2 – Ограничения и постоянные

Наименование	Значение
Количество принятых преамбул	3 – 20
Минимальная плотность	0 кг/м <sup>3</sup>
Максимальная плотность	10000 кг/м <sup>3</sup>
Минимальная температура	-40°C
Максимальная температура	160°C
Минимальный диапазон	0 для температуры и плотности

**G.5.5 Таблица 3 – Обозначения переменных выхода / преобразователя**

Обозначение переменной	Код выбора выхода	Наименование выхода	Описание выхода
Первичный	1	Первичный выход	Выход 4-20 мА платы HART
Вторичный	2	Вторичный выход	Аналоговый выход 2 материнской платы
Третичный	3	Третичный выход	Аналоговый выход 1 материнской платы
Четверичный	(Отсутствует четверичный аналоговый выход).		

**G.5.6 Таблица 4 – Обозначения переменных преобразователя**

Код выбора	Описание переменной
0	Линейная плотность
1	Основная плотность
2	Температура
3	Специальная функция

**G.6 Краткие сведения о функциональных возможностях HART®**

Программное обеспечение HART®, используемое в усовершенствованных плотномерах, дает пользователю возможность контролировать следующие параметры прибора:

- Выход HART 4-20 мА:
  - Погрешность и коэффициент усиления аналого-цифрового преобразователя (АЦП) (то есть постройка точке 4 мА и 20 мА).
  - Границы выходного диапазона.
  - Демпфирование выходного сигнала.
  - Установка выходного тока на 4, 12 или 20 мА.
  - Чтение выходного тока и % диапазона.
  - Выбор динамической переменной для выхода (линейная плотность, исходная плотность, температура, специальная функция).
- Выходы материнской платы 4-20 мА (два)
  - Погрешность и коэффициент усиления АЦП.
  - Границы выходного диапазона.
  - Демпфирование выходного сигнала.
  - Установка выходного тока на 4, 12 или 20 мА.
  - Чтение выходного тока и % диапазона.
  - Выбор динамической переменной для выхода.



- Параметры чтения материнской платы:
  - K0, K1, K2, K18, K19, K20a, K20b, K21a, K21b.
  - Коэффициент калибровки РДТ преобразователя.
  - Коэффициент калибровки кварцевого генератора преобразователя.
  - Параметры вычисления специальной функции.
  - Значения верхней и нижней границ всех аналоговых выходов.
  - Линейное давление.
  - Точки температуры и матрица плотности для вычисления плотности по матрице.
  - Все динамические переменные (линейная плотность и т.д.)
  - Регистр статуса материнской платы.
- Параметры установки материнской платы:
  - Единицы измерения линейной плотности, исходной плотности и температуры.
- Информация для чтения и записи HART:
  - Тэг (опознавательная бирка с надписью из 8 символов).
  - Сообщение (32-буквенное сообщение).
  - Описатель (16-буквенное описание).
  - Дата (день, месяц, год).
  - Сборочный номер устройства.
  - Заводской номер сенсора.
  - Адрес опроса HART.
- Прочие функции:
  - Самопроверка.
  - Сброс.



# Приложение Н

## Утвержденные системные чертежи

### Н.1 Общая информация

Все утвержденные чертежи представлены в данном руководстве только для целей планирования. Перед началом установки необходимо получить текущий выпуск утвержденных чертежей. Обратитесь к производителю за дальнейшей информацией.

№	Ссылка на чертеж	Описание
1	78355092A (лист 1 из 1)	Системный чертеж CSA, группы газа С и D (конфигурация: стандартная электроника)
2	78355093A (лист 1 из 2)	Системный чертеж CSA, группы газа А, В, С и D (конфигурация: усовершенствованная электроника, HART, MODBUS и зенеровский барьер)
3	78355093A (лист 2 из 2)	Системный чертеж CSA, группы газа А, В, С и D (конфигурация: усовершенствованная электроника с HART, MODBUS, выносной дисплей и зенеровский барьер)
4	78355094A (лист 1 из 3)	Системный чертеж CSA, группы газа С и D (конфигурация: усовершенствованная электроника с многоточечным подключением HART, и зенеровский барьер)
5	78355094A (лист 2 из 3)	Системный чертеж CSA, группы газа С и D (конфигурация: усовершенствованная электроника с многоточечным подключением HART, выносной дисплей и зенеровский барьер)
6	78355094A (лист 3 из 3)	Системный чертеж CSA, группы газа С и D (конфигурация: усовершенствованная электроника с многоточечным подключением HART, выносной дисплей, гальванический изолятор)

*Примечание: для установки в условиях, соответствующих CSA, см. системные чертежи CSA. Для установки в условиях, соответствующих ATEX, см. инструкции по безопасности, прилагаемые к прибору, или на сайте [www.micromotion.com](http://www.micromotion.com).*



Рисунок Н-2 78355093А Лист 1 из 2: Системный чертеж CSA, Группы газа А, В, С и D (усовершенствованная электроника, HART, MODBUS и зенеровский барьер)

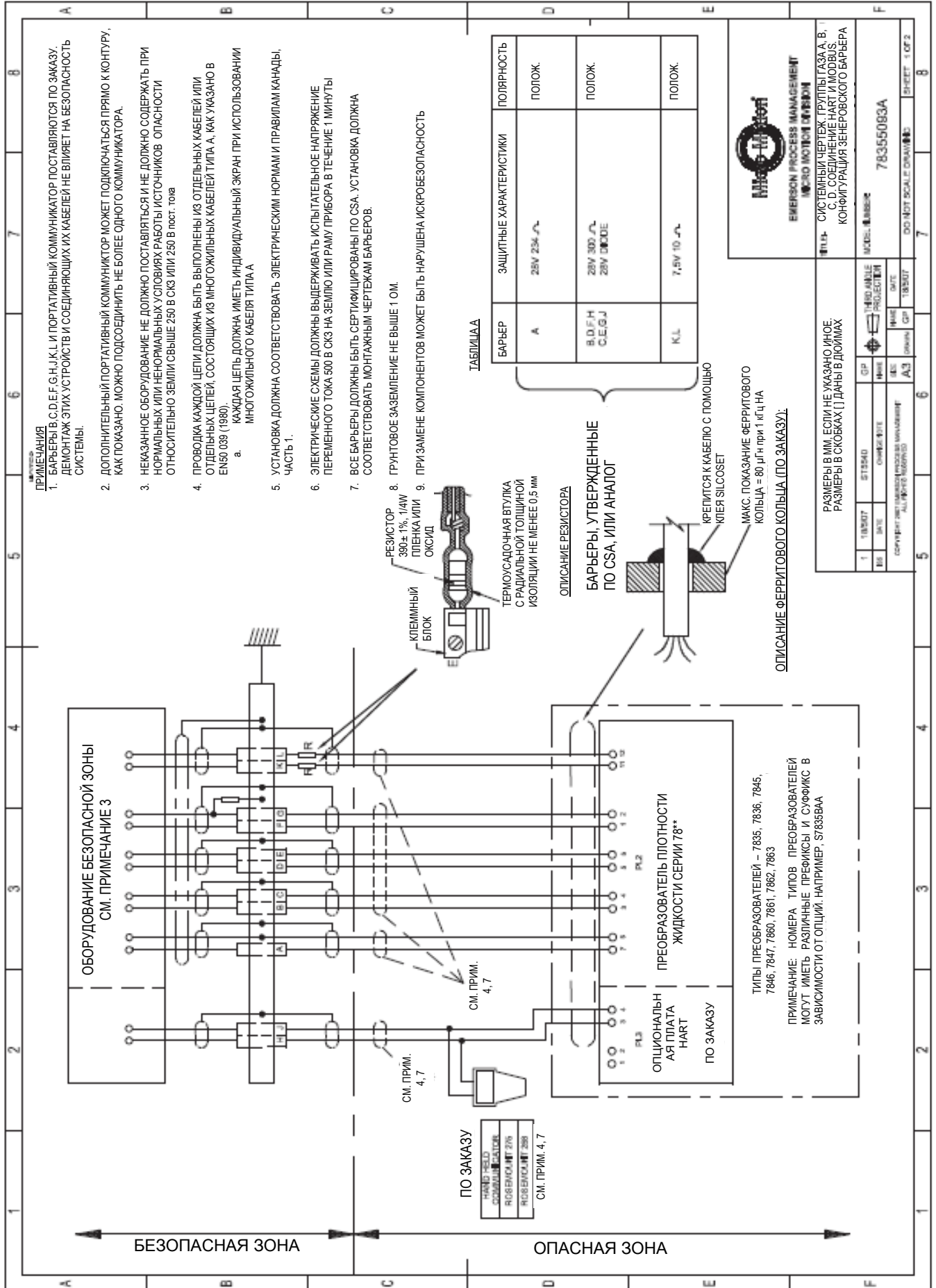


Рисунок Н-3 78355093 Лист 2 из 2: Системный чертеж CSA, Группы газа А, В, С и D (усовершенствованная электроника, HART, MODBUS, выносной дисплей и зенеровский барьер)

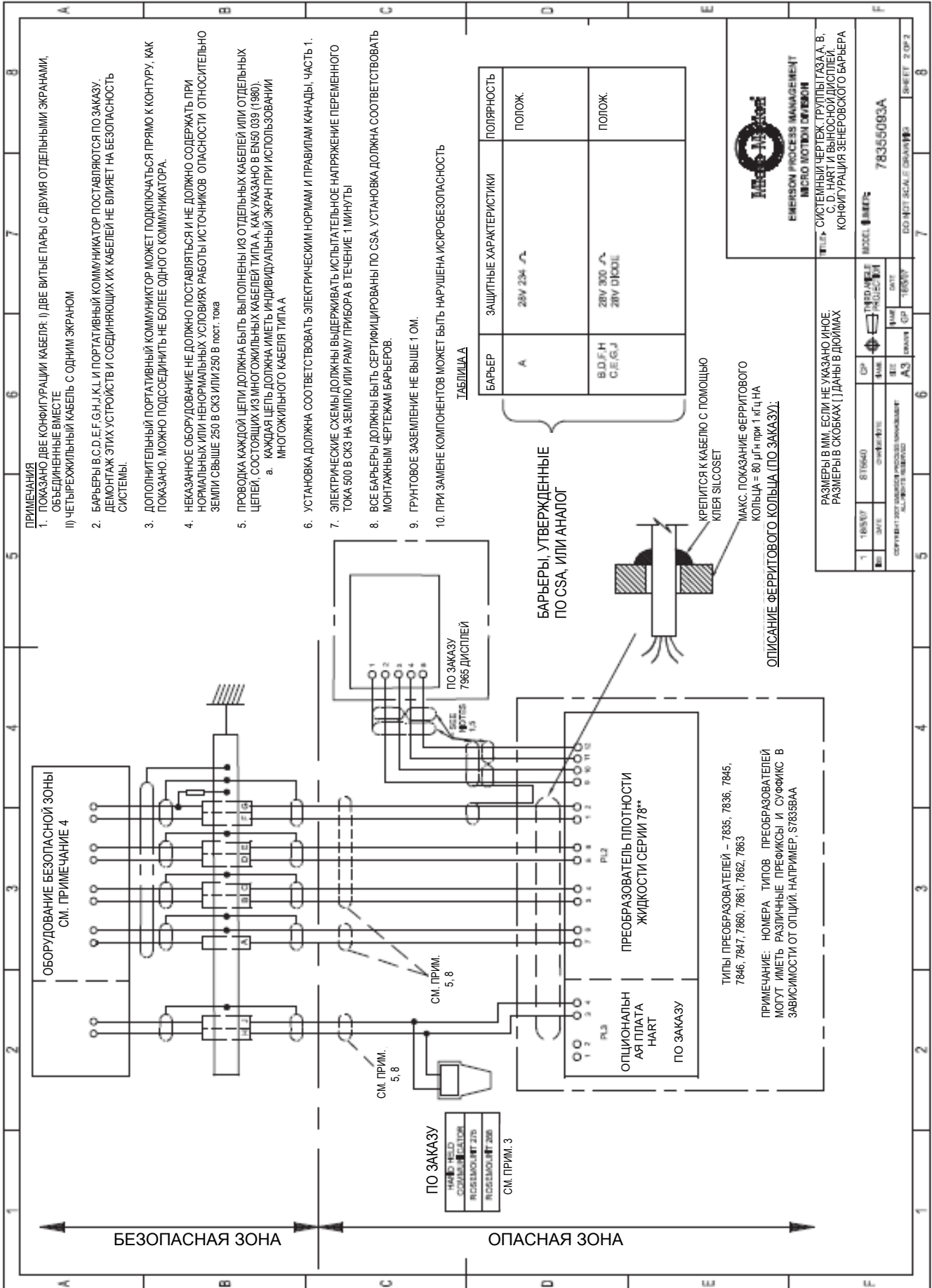


Рисунок Н-4 78355094 Лист 1 из 3: Системный чертеж CSA, Группы газа С и D (усовершенствованная электроника с многоточечным подключением HART и зерновым барьером)

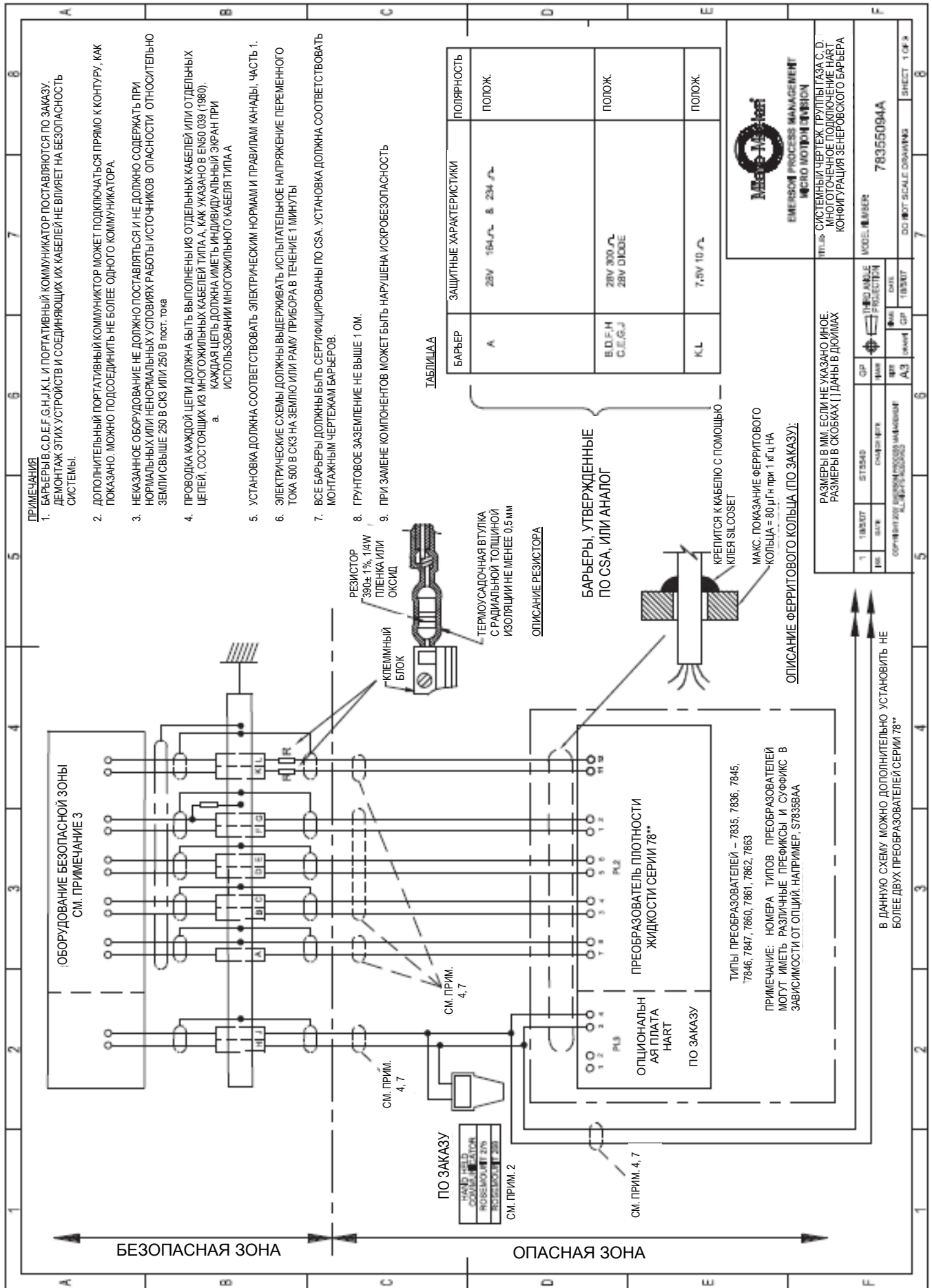


Рисунок Н-5 78355094 Лист 2 из 3: Системный чертеж CSA, Группы газа C и D (усовершенствованная электроника с многоточечным подключением HART, выносной дисплей и зерновский барьер)

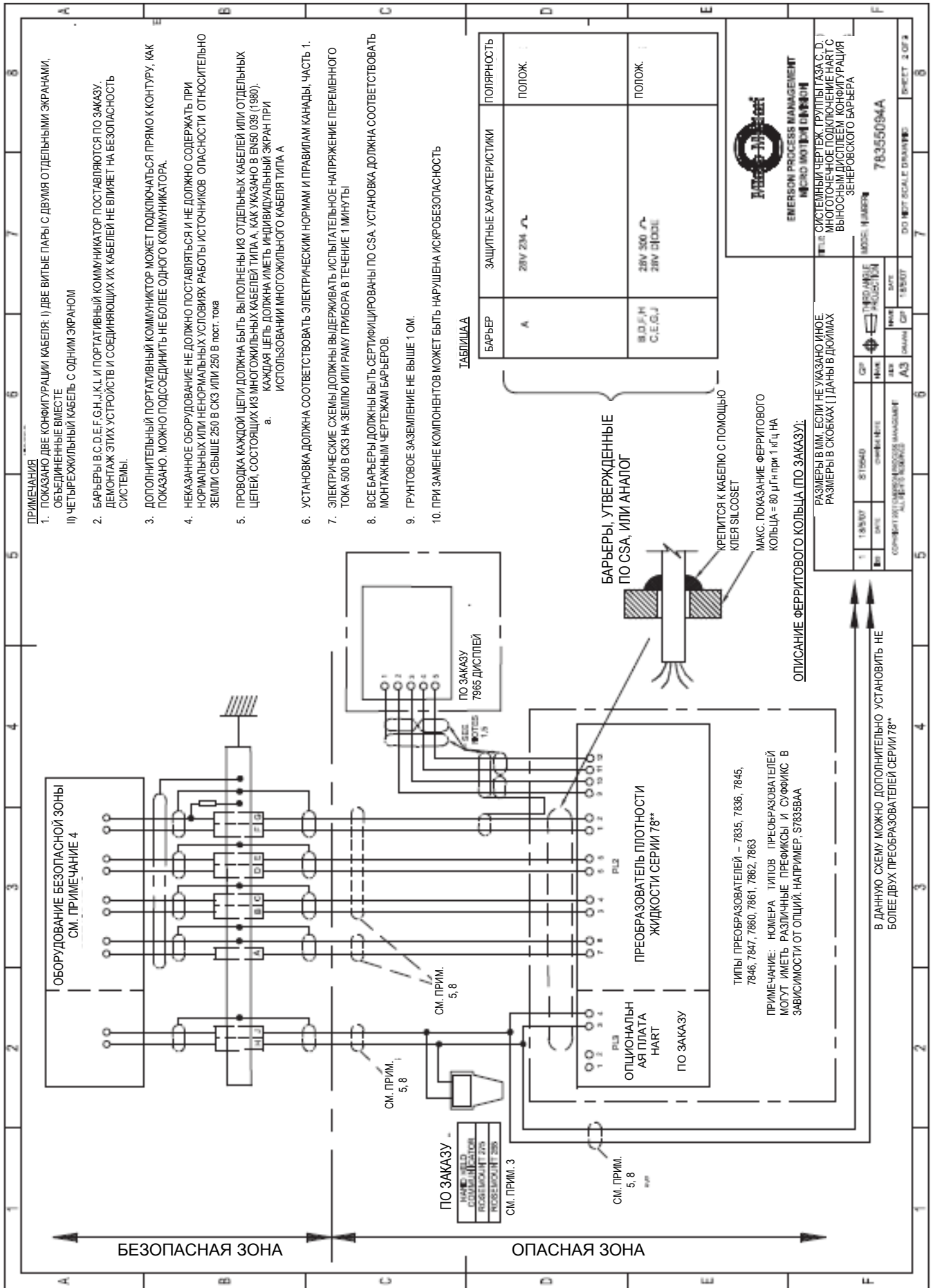
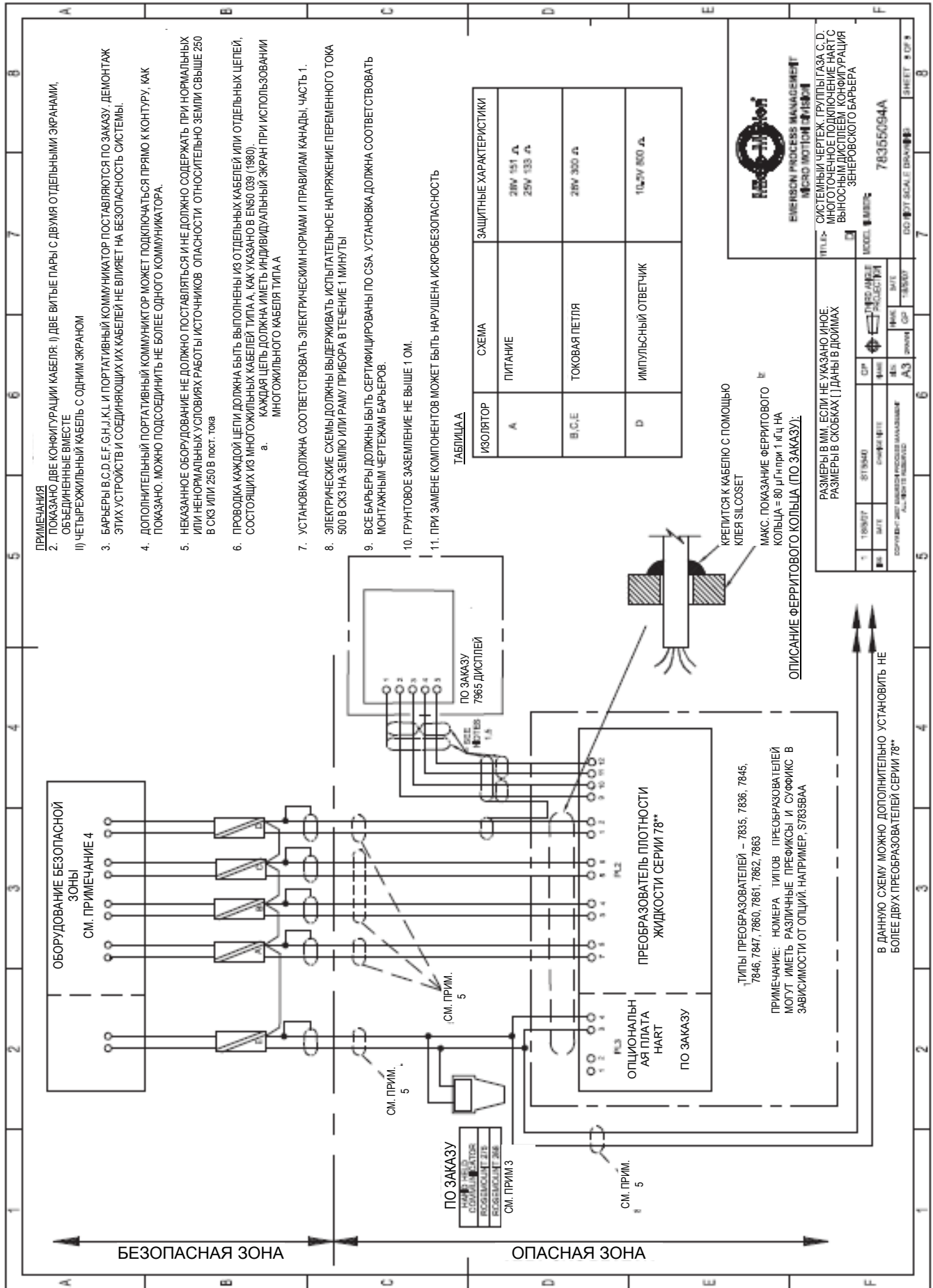




Рисунок Н-6 78355094 Лист 3 из 3: Системный чертеж CSA, Группы газа С и D (усовершенствованная электроника с многоточечным подключением HART, выносной дисплей и зерновский барьер)





# Приложение I

## Политика возврата

### I.1 Основные правила

При возврате оборудования необходимо следовать процедурам Micro Motion. Эти процедуры включают юридическое соответствие требованиям государственных транспортных организаций и обеспечение безопасных условий работы для сотрудников Micro Motion. Невыполнение процедур Micro Motion приведет к отказу в доставке вашего оборудования.

Информацию о методике возврата и бланках можно получить в системе интернет-поддержки по адресу [www.micromotion.com](http://www.micromotion.com) или позвонив в Отдел обслуживания заказчиков Micro Motion.

### I.2 Новое и неиспользовавшееся оборудование

Новым и неиспользовавшимся считается только оборудование, не вынутое из первоначальной отгрузочной упаковки. Для нового и неиспользовавшегося оборудования необходимо заполнить Бланк авторизации возврата материалов.

### I.3 Бывшее в употреблении оборудование

Любое оборудование, не классифицированное как новое и неиспользовавшееся, считается бывшим в употреблении. Перед возвратом это оборудование должно быть подвергнуто полной дезинфекции и очистке.

Бывшее в употреблении оборудование должно возвращаться с Бланком авторизации возврата материалов и Заявлением о дезинфекции в отношении всех технологических жидкостей, которые могли быть в контакте с оборудованием. При невозможности обеспечения Заявления о дезинфекции (например, в отношении жидкостей пищевого назначения), необходимо включить заявление, свидетельствующее о дезинфекции и указывающее документально все посторонние вещества, бывшие в контакте с оборудованием.





©2004, Micro Motion, Inc. Все права защищены. Номер детали 200018765, Ред. "AA"



Относительно последних спецификаций изделий Micro Motion, см. раздел "ПРОДУКЦИЯ" на веб-сайте [www.micromotion.com](http://www.micromotion.com)

#### **Micro Motion Inc. USA**

Worldwide Headquarters

7070 Winchester Circle

Boulder, Colorado 80301

Тел. +1 303-527-5200

+1 800-522-6277

Факс +1 303-530-8459

#### **Micro Motion Europe**

Emerson Process Management

Neonstraat 1

6718 WX Ede

The Netherlands (Нидерланды)

Тел +31 (0) 318 495 555

Факс +31 (0) 318 495 556

#### **Micro Motion Asia**

Emerson Process Management

1 Pandan Crescent

Singapore 128461

Republic of Singapore

(Сингапур)

Тел +65 6777-8211

Факс +65 6770-8003

#### **Micro Motion United Kingdom**

Emerson Process Management Limited

Horsfield Way

Bredbury Industrial Estate

Stockport SK6 2SU U.K.

(Великобритания)

Тел +44 0870 240 1978

Факс +44 0800 966 181

#### **Micro Motion Japan**

Emerson Process Management

1-2-5, Higashi Shinagawa

Shinagawa-ku

Tokyo 140-0002 Japan

(Япония)

Тел +81 3 5769-6803

Факс +81 3 5769-6843

