

Руководство по эксплуатации Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41



Содержание

1 Общие указания.....	3	5 Технические характеристики.....	19
1.1 Предупреждения.....	3	5.1 Характеристики температуры и давления.....	19
1.2 Символы на приборе	3	5.2 Спецификации состава и температуры сжиженного природного газа (СПГ) в технологическом процессе	20
1.3 Соответствие экспортному законодательству США.....	3	5.3 Общие технические характеристики	22
1.4 Глоссарий	4	5.4 Максимально допустимое воздействие.....	23
2 Основные указания по технике безопасности	5	5.5 Материалы изготовления.....	24
2.1 Требования к персоналу	5		
2.2 Использование по назначению	5		
2.3 Техника безопасности на рабочем месте	5		
2.4 Эксплуатационная безопасность	5		
2.5 Техника безопасности при работе под давлением.....	6		
2.6 Техника безопасности при работе с лазером...	6		
2.7 Техника безопасности при обслуживании	7		
2.8 Важные меры предосторожности	7		
2.9 Безопасность изделия	7		
3 Стадия жизненного цикла продукта	10		
3.1 Документация.....	10		
3.2 Приемка.....	10		
3.3 Сборка	11		
3.4 Ввод в эксплуатацию.....	13		
3.5 Эксплуатация.....	14		
3.6 Диагностика и устранение неисправностей...	14		
3.7 Техническое обслуживание	15		
3.8 Ремонт	16		
4 Принцип действия и конструкция системы	17		
4.1 Описание изделия.....	17		
4.2 Подключение зонда и оптоволокну.....	18		

1 Общие указания

1.1 Предупреждения

Структура информации	Значение
<p>⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</p> <p>Причины (последствия) Последствия несоблюдения (если применимо) ► Меры по устранению</p>	Данный символ предупреждает об опасной ситуации. Если допустить такую ситуацию, она может привести к серьезным или смертельным травмам.
<p>⚠ ОСТОРОЖНО</p> <p>Причины (последствия) Последствия несоблюдения (если применимо) ► Меры по устранению</p>	Данный символ предупреждает об опасной ситуации. Если допустить такую ситуацию, она может привести к травмам легкой или средней степени тяжести.
<p>ℹ УВЕДОМЛЕНИЕ</p> <p>Причина / ситуация Последствия несоблюдения (если применимо) ► Действие / примечание</p>	Данный символ предупреждает о ситуации, которая может привести к повреждению имущества.

1.2 Символы на приборе

Символ	Описание
	Символ лазерного излучения используется для предупреждения пользователя об опасности воздействия опасного видимого лазерного излучения при использовании системы Raman Rxn.
	Символ высокого напряжения, предупреждающий о наличии электрического потенциала, достаточного для получения травм или повреждений. В некоторых отраслях высоким напряжением считается напряжение выше определенного порога. Оборудование и проводники, которые находятся под высоким напряжением, требуют соблюдения особых правил и процедур безопасности.
	Знак сертификации CSA указывает на то, что изделие прошло испытания и соответствует применимым требованиям стандартов стран Северной Америки.
	Символ WEEE указывает на то, что изделие не следует выбрасывать вместе с несортированными отходами, его надлежит отправить в отдельный сборный пункт для утилизации и переработки.
	Маркировка CE указывает на соответствие стандартам здравоохранения, безопасности и защиты окружающей среды для изделий, реализуемых в Европейской экономической зоне (ЕЭЗ).
	Маркировка ATEX указывает на то, что изделие сертифицировано в соответствии с директивой ATEX для использования в Европе, а также в других странах, принимающих оборудование, сертифицированное ATEX.

1.3 Соответствие экспортному законодательству США

Политика компании Endress+Hauser заключается в строгом соблюдении законов США об экспортном контроле, подробно изложенных на веб-сайте [Бюро промышленности и безопасности](#) Министерства торговли США. Номер классификации экспортного контроля для Rxn-41 – EAR99.

1.4 Глоссарий

Термин	Описание
ANSI	Американский национальный институт стандартов
API	активный фармацевтический ингредиент
ATEX	взрывоопасная среда
BPVC	Свод правил по котлам и сосудам высокого давления
°C	градусы Цельсия
CDRH	Центр приборов и радиологического здоровья
CFR	Свод федеральных нормативных актов США
CSA	Канадская ассоциация по стандартизации
DIN	Deutsches Institut für Normung (Немецкий институт стандартизации)
EO	электрооптический
EU (EC)	Европейский союз
°F	градусы Фаренгейта
ft	фут
IEC (МЭК)	Международная электротехническая комиссия
in	дюймы
IPA	изопропиловый спирт
lb	фунты
LED (СИД)	светодиод (светоизлучающий диод)
PAT	технология анализа процессов
psi	фунты на квадратный дюйм
QbD	качество путем разработки
RD	красный
WEEE	отходы электрического и электронного оборудования
YE	желтый
ИБ (IS)	искробезопасное исполнение
кг	килограмм
м	метр
мбар	единица измерения давления "миллибар"
МДВ	максимально допустимое воздействие
мм	миллиметр
нм	нанометр
см	сантиметр

2 Основные указания по технике безопасности

2.1 Требования к персоналу

- Монтаж, ввод в эксплуатацию, управление и техническое обслуживание измерительной системы должны выполняться только специально обученным техническим персоналом.
- Перед выполнением данных работ технический персонал должен получить соответствующее разрешение от управляющего предприятием.
- Выполняющий работы технический персонал должен предварительно ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации и следовать всем приведенным в нем указаниям.
- На предприятии должно быть назначено лицо, ответственное за безопасность при работе с лазером, которое обеспечивает обучение персонала всем процедурам соблюдения техники безопасности и эксплуатации лазеров класса 3В.
- Неисправности точки измерения должны устраняться только уполномоченным и надлежащим образом обученным персоналом. Ремонтные работы, не описанные в настоящем документе, подлежат выполнению только непосредственно на заводе-изготовителе или специалистами сервисного центра.

2.2 Использование по назначению

Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41 предназначен для анализа жидкостных проб в технологических установках.

Ниже перечислены рекомендуемые области применения:

- **Химическая промышленность:** контроль реакций, смешивания, подачи сырья, а также контроль конечного продукта
- **Полимерная промышленность:** контроль реакций полимеризации; смешивание полимеров
- **Фармацевтическая промышленность:** контроль реакций с активным фармацевтическим ингредиентом (АФИ), кристаллизация, полиморфизм, производственные процессы изготовителя лекарственных средств
- **Нефтегазовая промышленность:** любой анализ углеводородов

Использование прибора в любых целях, кроме указанных, представляет угрозу безопасности людей и всей измерительной системы, а также аннулирует гарантию.

2.3 Техника безопасности на рабочем месте

Как пользователь, вы несете ответственность за соблюдение следующих условий безопасности:

- Инструкции по монтажу
- Местные стандарты и правила электромагнитной совместимости

Изделие проверено на электромагнитную совместимость согласно действующим международным нормам для промышленного применения. Указанная электромагнитная совместимость применима только к изделию, правильно подключенному к анализатору.

2.4 Эксплуатационная безопасность

Перед вводом в эксплуатацию точки измерения выполните следующие действия:

- Проверьте правильность всех подключений.
- Убедитесь в том, что электрооптические кабели не повреждены.
- Убедитесь в том, что уровень жидкости достаточен для погружения зонда (если применимо).
- Запрещается эксплуатировать поврежденные изделия.
- Примите меры защиты от случайного включения таких изделий.
- Промаркируйте поврежденные изделия как бракованные.

Во время эксплуатации соблюдайте следующие правила:

- Если неисправности не могут быть устранены, следует прекратить использование изделий и принять меры защиты от их непреднамеренного включения.
- При работе с лазерными приборами всегда соблюдайте все местные протоколы безопасности при использовании лазера, которые могут включать в себя использование средств индивидуальной защиты и предоставление доступа к прибору только уполномоченным пользователям.

2.5 Техника безопасности при работе под давлением

Номинальные значения давления основаны на упомянутых стандартах для зонда. Фитинги и фланцы могут включаться или не включаться в номинальные характеристики в зависимости от конфигурации зонда. Кроме того, на номинальные характеристики изделия могут влиять материалы и процедуры крепления болтов и уплотнений.

Планируя монтаж зонда Endress+Hauser в трубопровод или систему отбора проб, пользователь несет ответственность за понимание ограничений номинальных характеристик и выбор подходящих фитингов, болтов, уплотнений, а также процедур корректировки положения и сборки герметичных соединений.

Пользователь несет исключительную ответственность за все неблагоприятные последствия, возникшие в результате использования данных номинальных характеристик герметичных соединений, несоблюдения указанных ограничений или игнорирования принятых правил по затяжке болтов и герметизации.

2.6 Техника безопасности при работе с лазером

В анализаторах Raman Rxn используются лазеры класса 3B, как указано в следующих документах:

- [Американский национальный институт стандартов \(ANSI\) Z136.1](#). Американский национальный стандарт по безопасному использованию лазеров
- [Международная электротехническая комиссия \(IEC\) 60825-1](#). Безопасность лазерных изделий. Часть 1

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Лазерное излучение

- ▶ Избегайте воздействия излучения
- ▶ Лазерное изделие класса 3B

⚠ ОСТОРОЖНО

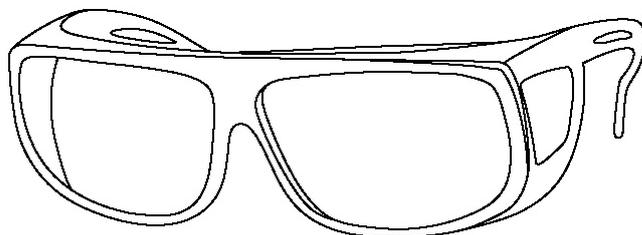
Лазерные лучи могут привести к возгоранию некоторых веществ, например летучих органических соединений.

Двумя возможными механизмами воспламенения являются прямой нагрев пробы до точки, вызывающей возгорание, и нагрев загрязнителя (например, пыли) до критической точки, приводящий к воспламенению пробы.

Конфигурация лазера представляет дополнительные риски безопасности, поскольку излучение практически невидимо. Всегда помните о первоначальном направлении и возможных путях рассеяния лазерного луча.

В случае длин волн возбуждения 532 нм и 785 нм используйте защитные очки от лазерного излучения с оптической плотностью OD3 или выше.

В случае длины волны возбуждения 993 нм используйте защитные очки от лазерного излучения с оптической плотностью OD4 или выше.



A0048421

Рисунок 1. Защитные очки от лазерного излучения

Для получения дополнительной информации о принятии соответствующих мер предосторожности и настройке правильных органов управления при работе с лазерами и связанными с ними факторами опасности обратитесь к самой последней версии ANSI Z136.1 или IEC 60825-14. Соответствующие параметры для расчета максимально допустимого воздействия (МДВ) и номинального опасного для глаз расстояния (НОГР) приведены в разделе *Технические характеристики* →

Дополнительная информация о расчетах безопасности лазера приведена в документе "Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41. Указания по технике безопасности" (XA02784C).

2.7 Техника безопасности при обслуживании

Следуйте инструкциям по технике безопасности вашей компании при снятии технологического зонда с технологического интерфейса для обслуживания. Всегда надевайте соответствующие средства защиты при обслуживании оборудования.

2.8 Важные меры предосторожности

- Не используйте зонд Rxn-41 не по назначению.
- Запрещается смотреть прямо на лазерный луч.
- Запрещается направлять лазер на зеркальную / блестящую поверхность или поверхность, которая может вызывать диффузные отражения. Отраженный луч так же вреден, как и прямой луч.
- Запрещается оставлять прикрепленные и неиспользуемые зонды незакрытыми или незаблокированными.
- Во избежание случайного рассеивания лазерного излучения всегда используйте блокировку лазерного луча.

2.9 Безопасность изделия

Изделие разработано с учетом всех текущих требований безопасности, прошло испытания и поставляется с завода в безопасном рабочем состоянии. Соблюдены требования действующих международных норм и стандартов. Приборы, подключенные к анализатору, также должны соответствовать применимым стандартам безопасности анализатора.

Системы спектроскопии Raman Endress+Hauser включают следующие функции безопасности, соответствующие требованиям правительства США: раздел 21 [Свода федеральных нормативных актов США](#) (21 CFR), глава 1, подраздел J, администрируемый [Центром по контролю оборудования и радиационной безопасности](#) (CDRH), и стандарт IEC 60825-1, администрируемый [Международной электротехнической комиссией](#).

2.9.1 Соответствие стандартам CDRH и IEC

Анализаторы Raman Endress+Hauser сертифицированы компанией Endress+Hauser на соответствие требованиям стандартов CDRH и IEC 60825-1 к конструкционным и производственным характеристикам.

Анализаторы Raman компании Endress+Hauser зарегистрированы в CDRH. Любые несогласованные модификации существующего анализатора Raman Rxn или принадлежностей могут вызвать опасное радиационное воздействие. Кроме того, такие модификации могут привести к тому, что система перестанет соответствовать федеральным требованиям согласно сертификации Endress+Hauser.

2.9.2 Индикатор лазерного излучения

Зонд Rxn-41 в установленном виде является частью схемы блокировки. Если оптоволоконный кабель разорван, лазер выключится в течение миллисекунд после обрыва.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если кабели не проложены надлежащим образом, это может привести к необратимому повреждению.

- ▶ Обращайтесь с зондами и кабелями осторожно, не допуская их перегибов.
- ▶ Установите оптоволоконные кабели с минимальным радиусом изгиба в соответствии с документом "[Оптоволоконные кабели Raman KFOC1 и KFOC1B. Техническое описание](#)" (T101641C).

Схема блокировки представляет собой слаботочный электрический контур. Если зонд Rxn-41 используется в классифицированной взрывоопасной зоне, схема блокировки должна проходить через искробезопасный (IS) барьер.

Индикатор лазерного излучения расположен на узле зонда. Индикатор загорается, когда существует вероятность включения лазера.

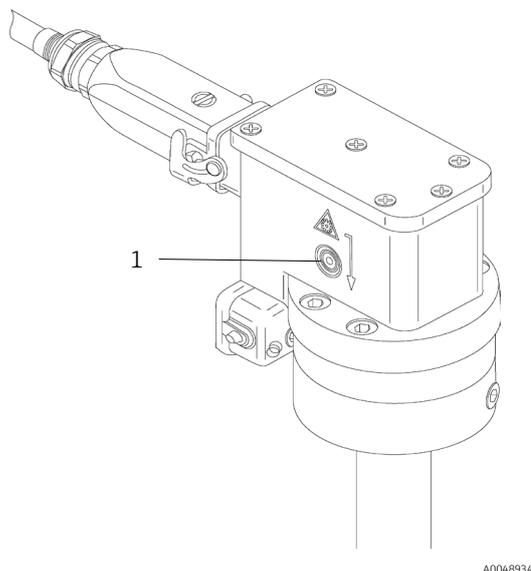


Рисунок 2. Расположение индикатора лазерного излучения (1)

2.9.3 Сертификаты для использования во взрывоопасных зонах

Зонд Rxn-41 сертифицирован независимой организацией для использования во взрывоопасных зонах в соответствии со статьей 17 директивы 2014/34/EU Европейского парламента и Совета от 26 февраля 2014 года. Зонд Rxn-41 со значком АTEX сертифицирован в соответствии с директивой АТЕХ для использования в Европе, а также в других странах, принимающих сертификацию оборудования по правилам АТЕХ.



Рисунок 3. Ярлык АТЕХ для использования во взрывоопасных зонах

Зонд Rxn-41 также одобрен [Канадской ассоциацией стандартизации для использования во взрывоопасных зонах в США и Канаде](#) при условии установки в соответствии со схемой монтажа во взрывоопасных зонах (4002396).

Изделия соответствуют требованиям нанесения знака CSA, обозначенного с помощью дополнительных указателей "C" и "US" для Канады и США или с дополнительным указателем "US" только для США или без какого-либо указателя только для Канады.



Рисунок 4. Маркировка CSA для использования во взрывоопасных зонах в США и Канаде

Зонд Rxn-41 также может иметь маркировку для систем сертификации взрывоопасных сред [Международной электротехнической комиссии \(IECEx\)](#) при установке в соответствии со схемой монтажа во взрывоопасных зонах (4002396).

Сертификацию на соответствие японским требованиям по взрывобезопасности прошел только прибор Rxn-41 со значком JPEX.



Рисунок 5. Сертификационная маркировка изделия JPEX

Анализатор Rxn-41 был проверен на соответствие Положению 42 Правил об оборудовании и защитных системах, предназначенных для использования в потенциально взрывоопасных атмосферах 2016 г., UKSI 2016:1107 и был признан соответствующим при установке в соответствии со схемой монтажа во взрывоопасных зонах (4002396).



Рисунок 6. Сертификационная маркировка изделия согласно стандартам Великобритании

Дополнительная информация об условиях эксплуатации и соответствующей маркировке, необходимой для конкретной области применения, приведена в документе "Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41. Указания по технике безопасности" (XA02784C).

3 Стадия жизненного цикла продукта

3.1 Документация

Все необходимые документы можно получить в следующих источниках:

- В мобильном приложении Endress+Hauser: www.endress.com/supporting-tools
- В разделе "Документация" на веб-сайте Endress+Hauser: www.endress.com/downloads

Настоящий документ является неотъемлемой частью пакета документов, состав которого указан ниже:

Каталожный номер	Тип документа	Название документа
KA01560C	Краткое руководство по эксплуатации	Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41. Краткое руководство по эксплуатации
XA02784C	Указания по технике безопасности	Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41. Указания по технике безопасности
TI01673C	Техническое описание	Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41. Техническое описание
BA02173C	Руководство по эксплуатации	Калибровочный прибор для спектроскопии Raman. Руководство по эксплуатации

3.2 Приемка

3.2.1 Заметки о поступлении

1. Убедитесь в том, что упаковка не повреждена. Об обнаруженных повреждениях упаковки сообщите поставщику. До выяснения причин не выбрасывайте поврежденную упаковку.
2. Убедитесь в том, что содержимое не повреждено. Об обнаруженных повреждениях содержимого сообщите поставщику. До выяснения причин не выбрасывайте поврежденные изделия.
3. Проверьте наличие всех составных частей оборудования. Сравните комплектность в товаросопроводительной документации с данными заказа.
4. Упаковывайте изделие для хранения и транспортировки таким образом, чтобы защитить его от ударов и воздействия влаги. Наибольшую степень защиты обеспечивает оригинальная упаковка. Убедитесь в том, что соблюдаются допустимые условия окружающей среды. См. технические характеристики, указанные в разделе *Технические характеристики* → .

В случае возникновения вопросов обращайтесь к поставщику или в местный центр продаж.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Зонд может быть поврежден во время транспортировки, если он упакован ненадлежащим образом.

3.2.2 Идентификация изделия

3.2.2.1 Маркировка

На зонд нанесена следующая информация:

- Торговые знаки Endress+Hauser
- Идентификация изделия (например, Rxn-41)
- Серийный номер

К изделию прочно прикреплены ярлыки, которые также содержат следующую информацию:

- Расширенный код заказа
- Информация об изготовителе
- Ключевые функциональные характеристики зонда (например, материал, длина волны, глубина фокуса)
- Предупреждения о безопасности и информация о сертификации, если применимо

Сравните данные на зонде и ярлыке с данными заказа.

3.2.2.2 Адрес изготовителя

Endress+Hauser
371 Parkland Plaza
Ann Arbor, MI 48103 USA (США)

3.2.3 Комплект поставки

В комплект поставки входят следующие элементы:

- Зонд Rxn-41 в заказанной конфигурации
- Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41. Руководство по эксплуатации
- Сертификат эксплуатационных характеристик зонда Rxn-41
- Местные декларации соответствия (если применимо)
- Сертификаты для использования во взрывоопасных зонах (если применимо)
- Сертификаты на материалы (если применимо)
- Дополнительные принадлежности для зонда Rxn-41 (если применимо)

В случае возникновения вопросов обращайтесь к поставщику или в местный центр продаж.

3.2.4 Сертификаты и свидетельства

Дополнительная информация о сертификатах и свидетельствах приведена в документе "Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41. Указания по технике безопасности" (XA02747C).

3.3 Сборка

3.3.1 Монтаж

Перед установкой в технологический процесс убедитесь в том, что мощность лазерного излучения на выходе каждого зонда не превышает значения, указанного в Оценке оборудования для опасных зон (4002266) или аналогичном документе. Максимально допустимую мощность лазера для конкретной системы см. на маркировке взрывоопасной зоны на соответствующем зонде, а также в указаниях по технике безопасности для конкретного типа зонда.

Соблюдайте стандартные меры защиты глаз и кожи при использовании лазерных приборов класса 3B (согласно стандарту EN-60825/IEC 60825-14), как описано ниже.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ	<p>Зонды разработаны с учетом специальных границ уплотнения.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Характеристики давления зонда действительны только в том случае, если уплотнение выполнено на предусмотренном уплотнительном элементе (вал, фланец и пр.). ▶ Номинальные характеристики эксплуатации могут включать ограничения для фитингов, фланцев, болтов и уплотнений. Установщик должен понимать данные ограничения и использовать соответствующее оборудование и процедуры сборки для обеспечения герметичного и безопасного соединения. <p>Следует соблюдать стандартные меры предосторожности при работе с лазерными изделиями.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Зонды всегда должны быть закрыты крышками, направлены в сторону от людей и не на четкую цель, если они не установлены в пробоотборной камере.
⚠ ОСТОРОЖНО	<p>Если паразитный свет попадет в неиспользуемый зонд, он будет создавать помехи для сбора данных с используемого зонда и может привести к сбою калибровки или погрешностям измерения.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Неиспользуемые зонды ВСЕГДА должны быть закрыты крышками для предотвращения попадания паразитного света в зонд.
УВЕДОМЛЕНИЕ	<p>Следите за тем, чтобы зонд был установлен таким образом, чтобы он измерял текучую пробу или необходимую область пробы.</p>

3.3.1.1 Инструкции по монтажу

Зонд Rxn-41 предназначен для установки непосредственно в технологические потоки и реакционные сосуды в соответствии со следующими рекомендациями по монтажу:

- При установке зонда, оснащенного несъемным оптоволоконным разъемом под прямым углом (типа EO), рекомендуется отсоединить оптоволоконный кабель от зонда на время установки.

- Проконтролируйте, чтобы устройство блокировки лазера было подключено к защитному индикатору и любым другим системам безопасности, например датчикам уровня жидкости или механизмам продувки, соответствующим схеме монтажа.
- В зондах Rxn-41 нет активных электрических компонентов, требующих заземления. Пользователь должен определить, требуется ли для зонда заземление по другим причинам, связанным с его монтажом.
- При монтаже следуйте принятым нормам и используйте болты и уплотнения, соответствующие условиям монтажа и эксплуатационным характеристикам.

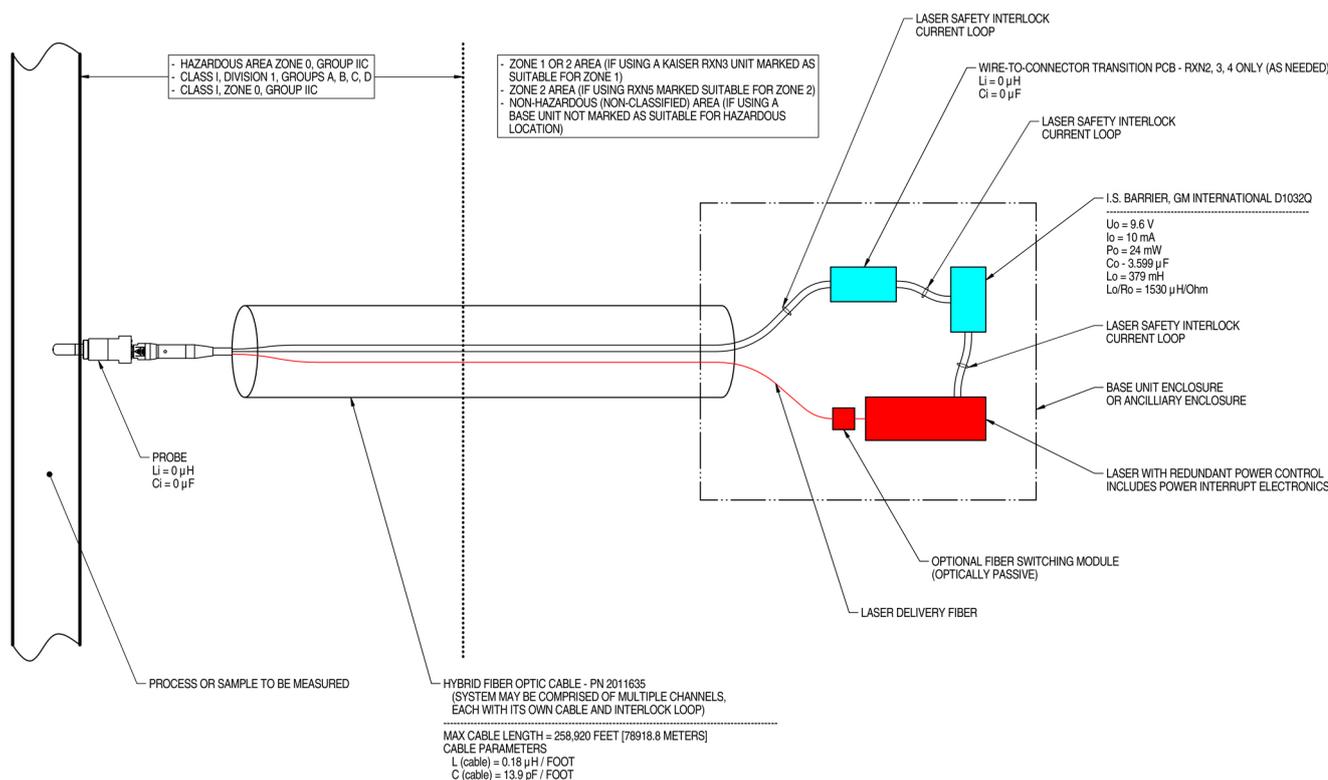
3.3.1.2 Монтаж во взрывоопасных зонах

Во взрывоопасных зонах зонд необходимо устанавливать в соответствии со схемой монтажа во взрывоопасных зонах (4002396).

Перед монтажом убедитесь в том, что маркировка взрывоопасной зоны зонда соответствует группе газов, классу Т, зоне или сектору места установки. Более подробная информация об ответственности пользователя при эксплуатации или установке оборудования во взрывоопасных зонах приведена в стандарте IEC 60079-14.

УВЕДОМЛЕНИЕ

При монтаже головки зонда на месте пользователь должен убедиться в том, что в месте монтажа имеется разгрузка натяжения, соответствующая требованиям к радиусу изгиба оптоволоконна.



NOTES:

1. CONTROL EQUIPMENT CONNECTED TO THE ASSOCIATED APPARATUS MUST NOT USE OR GENERATE MORE THAN 250 VRMS OR VDC.
2. INSTALLATION IN THE U.S. SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH ANSI/ISA RP12.6 "INSTALLATION OF INTRINSICALLY SAFE SYSTEMS FOR HAZARDOUS (CLASSIFIED) LOCATIONS" AND THE NATIONAL ELECTRICAL CODE® (ANSI/NFPA 70) SECTIONS 504 AND 505.
3. INSTALLATION IN CANADA SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH THE CANADIAN ELECTRICAL CODE, CSA C22.1, PART 18, APPENDIX J18.
4. ASSOCIATED APPARATUS MANUFACTURER'S INSTALLATION DRAWING MUST BE FOLLOWED WHEN INSTALLING THIS EQUIPMENT.
5. FOR U.S. INSTALLATIONS, THE PROBE MODELS RXN-30 (AIRHEAD), RXN-40 (WETHEAD) AND RXN-41 (PILOT) ARE APPROVED FOR CLASS I, ZONE 0 APPLICATIONS.
6. NO REVISION TO DRAWING WITHOUT PRIOR CSA APPROVAL.
7. WARNING: SUBSTITUTION OF COMPONENTS MAY IMPAIR INTRINSIC SAFETY.

A0049010

Рисунок 7. Схема монтажа во взрывоопасных зонах (4002396, версия X6)

3.3.1.3 Совместимость технологического процесса и зонда

Перед установкой пользователь должен убедиться в том, что рабочие параметры давления и температуры зонда, а также материалы, из которых он изготовлен, совместимы с технологическим процессом, в который он будет установлен.

Зонды следует устанавливать с использованием методов уплотнения (например, фланцев, обжимных фитингов), подходящих и типичных для резервуара или трубопровода, и в соответствии с местными строительными нормами и правилами.

▲ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Если зонд будет установлен в технологический процесс с высокой температурой или давлением, необходимо принять дополнительные меры предосторожности во избежание повреждения оборудования или угрозы безопасности.

Настоятельно рекомендуется использовать устройство защиты от выброса в соответствии с местными стандартами безопасности.

- ▶ Пользователь несет ответственность за определение необходимости использования устройств защиты от выброса и за их установку на зонды во время монтажа.

▲ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Если устанавливаемый зонд изготовлен из титана, пользователь должен учитывать, что удары или чрезмерное трение в процессе могут привести к возникновению искры или воспламенению.

- ▶ Пользователь должен обеспечить соблюдение мер предосторожности при установке и эксплуатации титанового зонда, чтобы предотвратить такие случаи.

3.4 Ввод в эксплуатацию

На момент поставки зонд Rxn-41 готов к подключению к анализатору Raman Rxn. Дополнительная настройка или регулировка самого зонда не требуется. Для ввода зонда в эксплуатацию соблюдайте приведенные ниже инструкции.

УВЕДОМЛЕНИЕ

В зависимости от области применения к монтажу и параметрам эксплуатации зонда могут предъявляться особые требования.

- ▶ Конкретные требования см. в соответствующем сертификате ATEX, CSA, IECEx, JPEX или UKCA.

3.4.1 Приемка зонда

Выполните действия по приемке зонда, описанные в разделе *Приемка* → .

Кроме того, при приемке снимите крышку транспортного контейнера и осмотрите сапфировое окно на предмет повреждений перед установкой в технологический процесс. Если на окне появились видимые трещины, обратитесь к поставщику.

3.4.2 Калибровка и проверка зонда

Перед использованием необходимо откалибровать зонд и анализатор. Дополнительная информация о внутренней калибровке прибора приведена в соответствующем руководстве по эксплуатации анализатора Raman Rxn2 или Raman Rxn4.

Перед сбором результатов измерений и после замены оптики необходимо выполнить калибровку спектральной плотности. Для выполнения калибровки зонда используйте калибровочный прибор для спектроскопии Raman (НСА) с соответствующим оптическим адаптером. Вся информация о калибровочном приборе и инструкции по калибровке приведены в документе *"Калибровочный прибор для спектроскопии Raman. Руководство по эксплуатации" (BA02173C)*.

Программное обеспечение Raman RunTime не позволит собирать спектры без прохождения внутренней калибровки системы.

После калибровки выполните проверку канала Raman RunTime с помощью стандарта "сдвига Raman". Проверка результатов калибровки рекомендована, но не обязательна. Инструкции по проверке с помощью стандартов "сдвига Raman" также приведены в руководстве по эксплуатации калибровочного прибора.

Рекомендуемая последовательность калибровки и квалификационной проверки:

1. Внутренняя калибровка анализатора по длине волны спектрографа и лазера
2. Калибровка оптической плотности системы с помощью соответствующего калибровочного прибора
3. Проверка функционирования системы с помощью соответствующего стандартного материала

По конкретным вопросам, связанным с вашим зондом, оптикой и системой отбора проб, обращайтесь к своему торговому представителю.

3.5 Эксплуатация

Зонд Raman Rxn-41 от Endress+Hauser – это герметичный погружной зонд для Raman-спектроскопии жидких образцов в экспериментальной среде или технологической установке на производственном объекте. Зонды линейки Rxn-41 совместимы с анализаторами Raman Rxn Endress+Hauser, оснащенными лазерами, работающими на длине волны 532, 785 или 993 нм.

Дополнительные инструкции по эксплуатации приведены в соответствующем руководстве по эксплуатации анализатора Raman Rxn. Руководство по эксплуатации анализатора Raman Rxn можно найти с помощью поиска в разделе "Документация" на веб-сайте Endress+Hauser: <https://endress.com/downloads>.

3.6 Диагностика и устранение неисправностей

Для устранения неполадок с зондом Rxn-41 руководствуйтесь приведенной ниже таблицей. Если зонд поврежден, изолируйте его от технологического потока и выключите лазер перед проведением оценки. При необходимости обратитесь за помощью к представителю сервисного центра.

Проблема	Возможная причина	Действие
1 Значительное уменьшение уровня сигнала или соотношения сигнал / шум	Загрязнение окна	<ol style="list-style-type: none"> 1. Осторожно извлеките зонд из технологического процесса, очистите его от загрязнений и осмотрите оптическое окно на наконечнике зонда. 2. При необходимости очистите окно перед возвратом в эксплуатацию. См. <i>Осмотр зонда</i> → .
	Оптоволокно с трещинами, но без повреждений	Проверьте состояние оптоволокна и обратитесь к представителю сервисного центра для его замены.
2 Полная потеря сигнала при включенном лазере и горящем светодиодном лазерном индикаторе	Разорванное оптоволокно без обрыва провода блокировки	Убедитесь в надежности всех оптоволоконных соединений.
	Налипание технологического материала на окно зонда	Извлеките зонд и очистите окно
3 Светодиодный лазерный индикатор на зонде не горит	Поврежден оптоволоконный кабель или система блокировки лазера зонда Rxn-41	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определите признаки разрыва оптоволокна. 2. Убедитесь в том, что зонд правильно подключен к оптоволокну. 3. Обратитесь к представителю сервисного центра для замены.
	Электрооптический разъем (ЕО) оптоволоконного кабеля не закреплен / не зафиксирован	Убедитесь в том, что разъем ЕО правильно подключен и зафиксирован на зонде (если применимо) и на анализаторе.
	Отсоединен разъем удаленной блокировки	Убедитесь в том, что разъем удаленной блокировки с поворотной фиксацией на задней панели анализатора (рядом с оптоволоконным разъемом ЕО) подключен.
4 Неустойчивый сигнал и за окном видны загрязнения	Нарушение уплотнения окна	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсоедините зонд и осмотрите область внутри окна на предмет влаги или конденсата. 2. Осмотрите область внутри окна на предмет влаги или конденсата. 3. Определите признак спектрального отклонения. 4. Если обнаружены какие-либо из вышеперечисленных признаков, обратитесь к представителю сервисного центра для возврата зонда изготовителю.

5	Снижение мощности лазера или эффективности сбора данных	Загрязнено оптоволоконное соединение (частицы грязи, пыль и т. п.) между анализатором и зондом	Осторожно очистите концы оптоволоконна на зонде. Инструкции по вводу в эксплуатацию нового зонда см. в руководстве по эксплуатации соответствующего анализатора Raman Rxn и зонда.
6	Блокировка лазера на анализаторе приводит к отключению лазера	Активирована блокировка лазера	Проверьте, нет ли обрыва оптоволоконна на всех подключенных оптоволоконных кабельных каналах и убедитесь в том, что на каждом канале установлены разъемы удаленной блокировки.
7	Нераспознанные полосы или рисунки в спектрах	Оптоволоконно с трещинами, но без повреждений	Выясните возможные причины и обратитесь к представителю сервисного центра для возврата поврежденного изделия.
		Загрязнение наконечника зонда	
		Загрязнение внутренней оптики зонда вследствие утечки	
8	Другое необъяснимое ухудшение эксплуатационных характеристик зонда	Физическое повреждение зонда	Обратитесь к представителю сервисного центра для возврата поврежденного изделия.

3.7 Техническое обслуживание

3.7.1 Осмотр зонда

Заказчик несет ответственность за определение скорости коррозии всех технологических зондов и установление соответствующих интервалов для проверки целостности зондов.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Только 70% IPA следует использовать для оптической проверки.

- ▶ Работает только 70 процентов по объему (%v/v). Endress+Hauser рекомендует использовать CiDehol 70 от Decon Laboratories.
- ▶ Использование любой другой жидкости для проверки приведет к сбою проверки и может повредить как ячейку проверки, так и зонд Raman.

3.7.2 Очистка окна зонда

Если окно зонда Rxn-41 контактировало с пробой, на нем есть пыль, отпечатки пальцев и пр., может потребоваться его очистка. Необходимо соблюдать особую осторожность, чтобы не допустить дальнейшего загрязнения поверхности окна в процессе очистки.

Любые другие операции обслуживания зонда Rxn-41 рекомендуется выполнять в сервисной службе предприятия-изготовителя.

Для очистки окна зонда Rxn-41:

1. Убедитесь в том, что лазер **ОТКЛЮЧЕН** или зонд отсоединен от анализатора.
2. Продуйте поверхность чистым сжатым воздухом, чтобы удалить все свободные частицы.
3. Протрите поверхность ветошью, **слегка** смоченной растворителем, подходящим для очищаемого вещества.

УВЕДОМЛЕНИЕ

- ▶ Растворители могут включать в себя химически чистый ацетон, 100 % изопропиловый спирт (IPA) и деионизированную воду. Для получения информации о других возможных растворителях обратитесь к представителю сервисного центра.
- ▶ Не допускайте попадания растворителя за фиксирующие компоненты.

4. Протрите поверхность насухо новой чистой ветошью.
5. При необходимости повторите шаги 3 и 4 с дополнительным растворителем.
6. Продуйте чистым сжатым воздухом, чтобы удалить остатки ветоши.
7. Осмотрите поверхность, чтобы убедиться в эффективности очистки. При необходимости повторите предыдущие шаги.

В процессе очистки настоятельно рекомендуется проводить проверку с помощью смотрового микроскопа для поиска размазанных загрязнений, остатков ветоши и пр., которые могут привести к увеличению фона спектра.

3.7.3 Проверка и очистка оптоволоконна

Для обеспечения оптимальной производительности следует поддерживать чистоту оптоволоконных разъемов, в том числе не допуская скопления на них грязи и масла. Если требуется очистка, руководствуйтесь документом *"Оптоволоконные кабели Raman KFOC1 и KFOC1B. Руководство по эксплуатации" (BA02177C)*.

3.7.4 Продувка и герметизация внутренней части

Приблизительно раз в 5 лет все зонды, которые были установлены во взрывоопасных зонах, должны подвергаться повторной продувке и герметизации.

3.8 Ремонт

Ремонтные работы, не описанные в настоящем документе, подлежат выполнению только непосредственно на заводе-изготовителе или специалистами сервисного центра. Сведения об организациях, выполняющих техническое обслуживание, приведены на веб-сайте нашей компании (<https://endress.com/contact>), где перечислены все каналы местных торговых представительств в вашем регионе.

Если изделие необходимо вернуть для ремонта или замены, выполните все процедуры очистки от загрязнений, указанные сервисным центром.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Невыполнение надлежащей очистки смачиваемых частей от загрязнений перед возвратом может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

Чтобы обеспечить быстрый, безопасный и профессиональный возврат изделия, обратитесь в сервисный центр.

Дополнительную информацию о возврате изделия можно найти на следующем веб-сайте, выбрав соответствующую страну / регион: <https://www.endress.com/en/instrumentation-services/instrumentation-repair>.

4 Принцип действия и конструкция системы

4.1 Описание изделия

4.1.1 Зонд Rxn-41

Зонд для спектроскопии Raman Rxn-41, в котором реализована технология Kaiser Raman, предназначен для непосредственного погружения в экспериментальную или технологическую среду. Зонд совместим с анализаторами Raman Rxn от Endress+Hauser, работающими на длине волны 532, 785 или 993 нм и сертифицирован для эксплуатации во взрывоопасных зонах.

Зонд Rxn-41 идеально подходит для использования на химических предприятиях и нефтеперерабатывающих заводах для измерения параметров периодического или непрерывного производственного процесса. Он также очень эффективен в реакторах со стеклянной футеровкой фармацевтических предприятий в рамках системы обеспечения качества путем разработки (QbD) с использованием приборов на основе технологии анализа процессов (PAT).

Для непосредственных измерений в криогенных жидкостях предлагается оптимизированное "криогенное" исполнение зонда Rxn-41.

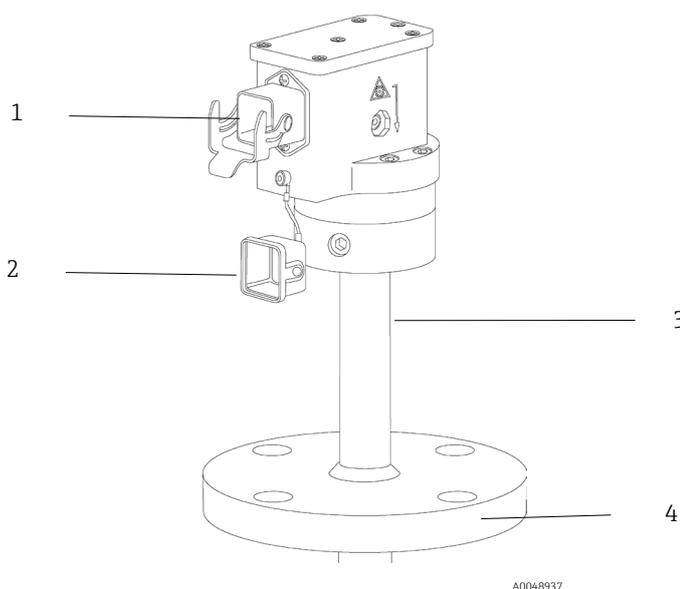


Рисунок 8. Зонд Rxn-41

#	Описание
1	Разъем электрооптического кабеля
2	Пылезащитный колпачок разъема электрооптического кабеля
3	Корпус зонда
4	Фланец (опционально)

4.1.2 Преимущества конструкции зонда

Зонд Rxn-41 обладает следующими преимуществами по сравнению с традиционными зондами:

- Герметичная конструкция зонда и оптики для непосредственного погружения в жидкость
- Фиксированная оптика обеспечивает длительную стабильность измерений и непревзойденную точность измерений отношения "сигнал/фон"
- Встроенный индикатор включения лазера
- Устойчивость к химической среде с экстремальными характеристиками, экстремальным температурам и давлению
- Прибор спроектирован и классифицирован в соответствии со стандартом ASME B31.3 для технологических трубопроводов
- Для удовлетворения особых требований объекта предлагается ряд вариантов исполнения
- Пройдена сертификация для использования во взрывоопасных зонах
- Прибор имеет канадский регистрационный номер (CRN), позволяющий выполнять монтаж в 13 провинциях / территориях.

4.2 Подключение зонда и оптоволоконна

Зонд Rxn-41 подключается к анализатору Raman Rxn с помощью оптоволоконного кабеля Raman. Оптоволоконный кабель EO имеет один надежный разъем, который содержит оптоволоконно для возбуждения и сбора данных, а также электрическую блокировку лазера. Оптоволоконный кабель приобретается отдельно. Оптоволоконные кабели доступны с приращением от 5 м (16,4 фута) до 200 м (656,2 фута), длина ограничивается областью применения.

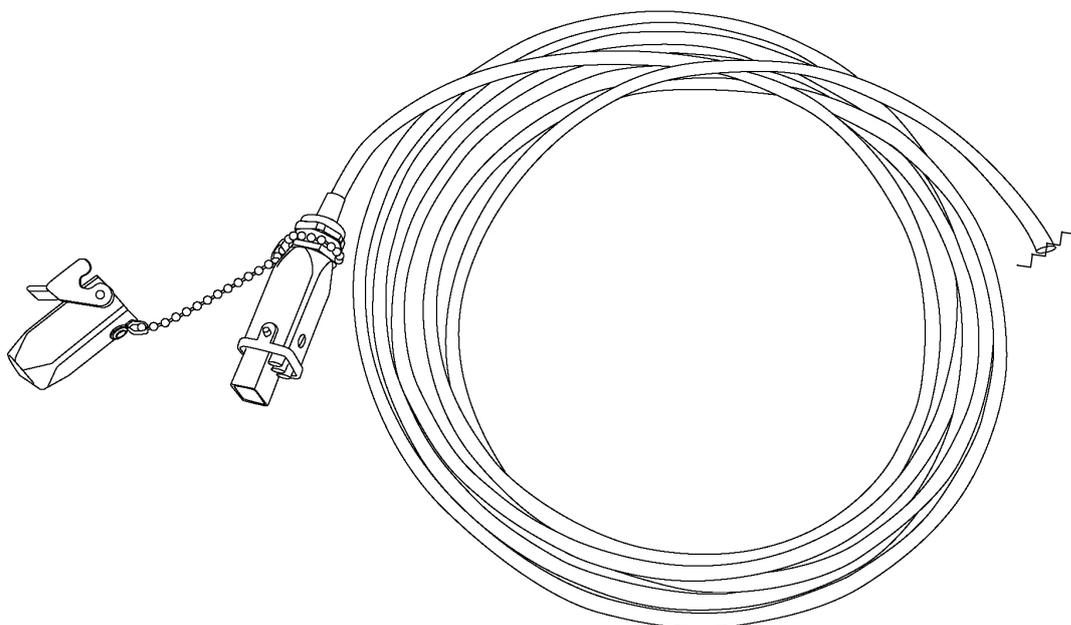
Компания Endress + Hauser рекомендует использовать оптоволоконный кабель Raman KFOC1B с анализаторами и зондами Raman Rxn. Подробная информация о подключении анализатора приведена в соответствующем руководстве по эксплуатации анализатора Raman Rxn.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Подключение зонда к оптоволоконному кабелю должно выполняться квалифицированным инженером или специально обученным техническим персоналом компании Endress+Hauser.

- ▶ Попытки пользователя (если он не обучен квалифицированным персоналом) подключить зонд к оптоволоконному кабелю могут привести к его повреждению и аннулированию гарантии.
- ▶ За дополнительной поддержкой по вопросам подключения зонда и оптоволоконного кабеля обратитесь к представителю местного сервисного центра компании Endress+Hauser.

Оптоволоконное соединение для зонда Rxn-41 – это прямой оптоволоконный кабель, прокладываемый под прямым углом.



A0048938

Рисунок 9. Электрооптический (EO) волоконный кабель с разъемом для анализатора

5 Технические характеристики

5.1 Характеристики температуры и давления

Характеристики температуры и давления для зонда Rxn-41 зависят от размера и материала изготовления зонда. Зонд Rxn-41 диаметром 1 дюйм можно заказать в варианте исполнения, совместимом с криогенной средой. Дополнительные характеристики:

- Максимальное давление рассчитывается в соответствии с требованиями ASME B31.3 с учетом материала и геометрии зонда при максимальной номинальной температуре.
- Номинальные значения максимального рабочего давления не учитывают номинальные параметры фитингов или фланцев, используемых для монтажа зонда в технологической системе. Данные элементы требуют независимой оценки и могут снизить максимальное рабочее давление зонда.
- Минимальное номинальное давление: Минимальное номинальное давление всех зондов составляет 0 бар (полный вакуум). Однако, если не указано иное, они не рассчитаны на низкое газовыделение при эксплуатации в глубоком вакууме.
- Зонд выдерживает гидроудар при температуре от 0 до 100 °C (от 32 до 212 °F).
- Скорость изменения температуры ≤ 30 °C/мин (≤ 54 °F/мин).

Компонент	Материалы изготовления	Мин. темп.	Макс. темп.	Макс. рабочее давление
Зонд Rxn-41 диаметром 1 дюйм	Нержавеющая сталь 316L	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)	141,5 бар изб. (2053 фунта/ кв. дюйм изб.)
	Сплав C276	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	186,6 бар изб. (2707 фунтов/ кв. дюйм изб.)
	Титан марки 2	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	144,1 бар изб. (2090 фунтов/ кв. дюйм изб.)
Зонд Rxn-41 диаметром 2 дюйма (номинальный)	Нержавеющая сталь 316L	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)	49,7 бар изб. (721 фунт/ кв. дюйм изб.)
	Сплав C276	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	68,8 бар изб. (998 фунтов/ кв. дюйм изб.)
	Титан марки 2	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	51,5 бар изб. (747 фунтов/ кв. дюйм изб.)
Зонд Rxn-41 диаметром 1 дюйм для криогенной среды	Сплав C276	-196 °C (-320,8 °F)	70 °C (158 °F)	213,7 бар изб. (3100 фунтов/ кв. дюйм изб.)
	Гибридная комбинация металлов (наконечник C276/316L)	-196 °C (-320,8 °F)	70 °C (158 °F)	158,6 бар изб. (2300 фунтов/ кв. дюйм изб.)
Кабель и разъем	Кабель: в оболочке из ПВХ, запатентованная конструкция Соединения: запатентованные электрооптические	-40 °C (-40 °F)	70 °C (158 °F)	неприменимо

5.2 Спецификации состава и температуры сжиженного природного газа (СПГ) в технологическом процессе

Оптимальная конфигурация зонда Rxn-41 была определена для оптимального измерения и коммерческого учета сжиженного природного газа (СПГ) на судах для бункеровки СПГ:

- Гибридная комбинация металлов (наконечник C276 / корпус 316L)
- Фланец с выступом 2 дюйма, класс 150, ASME B16.5
- Свободная длина 220 мм (8,67 дюйма) для трубопровода внутренним диаметром не более 254,0 мм (10,0 дюймов)
- Свободная длина 240 мм (9,45 дюйма) для трубопровода внутренним диаметром не менее 254,0 мм (10,0 дюймов)
- Криогенные условия эксплуатации: от -180 °C (93 K) до -156 °C (117 K)
- Рекомендуемая открытая длина 25,4 мм (1,0 дюйм) для трубопровода внутренним диаметром менее 152,4 мм (6,0 дюймов)
- Рекомендуемая открытая длина 76,2 мм (3,0 дюйма) для трубопровода внутренним диаметром более 152,4 мм (6,0 дюймов)

При такой конфигурации зонда расчеты частотных напряжений показывают, что в условиях турбулентного потока зонд свободной длины (без опоры) 220 мм (8,67 дюйма) удовлетворяет требованиям стандарта ASME PTS 19.3 TW-2016 к прочности и эксплуатационным характеристикам. Это относится к типовому потоку СПГ с плотностью < 500 кг/м³ (31,21 фунта/фт³) при расходе не более указанных ниже уровней.

В таблице приведены максимальные значения расхода для зонда 220 мм (8,67 дюйма) для труб внутренним диаметром от 50,88 до 250,0 мм (от 2 до 10 дюймов) и для зонда 240 мм (9,45 дюйма) для труб внутренним диаметром от 304,8 до 355,6 мм (12 и 14 дюймов).

Внутренний диаметр трубы	Рекомендуемая длина погружения зонда	Максимальная линейная скорость потока	Максимальный объемный расход
Свободная длина 220 мм (8,67 дюйма)			
50,8 мм (2,0 дюйма)	25,4 мм (1,0 дюйм)	14 м/с (46 фт/с)	100 м ³ /ч (26 430 галл./ч)
101,6 мм (4,0 дюйма)	25,4 мм (1,0 дюйм)	14 м/с (46 фт/с)	400 м ³ /ч (105 600 галл./ч)
152,4 мм (6,0 дюймов)	76,2 мм (3,0 дюйма)	14 м/с (46 фт/с)	900 м ³ /ч (237 750 галл./ч)
203,2 мм (8,0 дюймов)	76,2 мм (3,0 дюйма)	14 м/с (46 фт/с)	1600 м ³ /ч (422 670 галл./ч)
254,0 мм (10,0 дюймов)	76,2 мм (3,0 дюйма)	14 м/с (46 фт/с)	2500 м ³ /ч (660 420 галл./ч)
Свободная длина 240 мм (9,45 дюйма)			
304,8 мм (12,0 дюймов)	76,2 мм (3,0 дюйма)	12,5 м/с (40,8 фт/с)	3293,3 м ³ /ч (870 000 галл./ч)
355,6 мм (14,0 дюйма)	76,2 мм (3,0 дюйма)	12,5 м/с (40,8 фт/с)	4474,4 м ³ /ч (1 182 000 галл./ч)

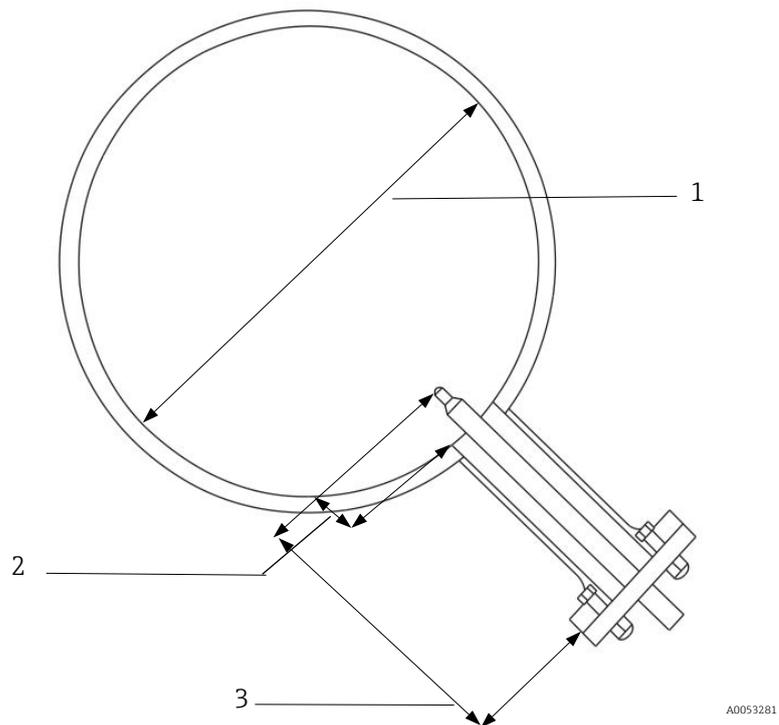


Рисунок 10. Параметры установки зонда Rxn-41 в системах бункеровки СПГ

#	Описание
1	Внутренний диаметр трубы
2	Открытая часть
3	Свободная часть (без опоры)

5.3 Общие технические характеристики

Параметр		Описание
Длина волны лазера		532 нм, 785 нм или 993 нм
Спектральный охват		Спектральный охват зонда ограничен охватом используемого анализатора
Температура окружающей среды		Невзрывоопасные среды: -30...150 °C / -22...302 °F Взрывоопасные среды: T4: -20...70 °C / -4...158 °F T6: -20...65 °C / -4...149 °F Ограничено нормальной температурой окружающей среды IEC 60079-0 для Кореи
Максимальная мощность лазера, подаваемая в зонд		< 499 мВт
Рабочее расстояние от выхода зонда		короткая зона: 0 мм (0 дюймов) длинная зона: 3 мм (0,12 дюйма)
IEC 60529 для углового разъема (EO)		IP65
IEC 60529 для прямого соединения из нержавеющей стали (EO)		IP65
Североамериканская классификация TYPE для углового разъема (EO)		TYPE 13 ¹
Материалы конструкции:	корпус зонда	<ul style="list-style-type: none"> Сплав C276 или нержавеющая сталь 316L Титан марки 2 доступен по запросу Гибридная комбинация металлов (нержавеющая сталь 316L, сплав C276) доступна по запросу
	Смачиваемые материалы	окно сапфир высокой чистоты
Длина погружения зонда	сплав C276	<ul style="list-style-type: none"> Rxn-41 диаметром 1 дюйм: до 3040 мм (120 дюймов) Rxn-41 диаметром 2 дюйма: до 4550 мм (179,1 дюйма)
	нержавеющая сталь 316L	<ul style="list-style-type: none"> Rxn-41 диаметром 1 дюйм: до 3040 мм (120 дюймов) Rxn-41 диаметром 2 дюйма: до 4550 мм (179,1 дюйма)
	титан марки 2	Rxn-41 диаметром 1 дюйм: до 350 мм (13,78 дюйма)
Диаметр погружения зонда	сплав C276	<ul style="list-style-type: none"> 25,4 мм (1 дюйм) 60,3 мм (номинальный диаметр 2 дюйма; фактический наружный диаметр 2,38 дюйма)
	нержавеющая сталь 316L	<ul style="list-style-type: none"> 25,4 мм (1 дюйм) 60,3 мм (номинальный диаметр 2 дюйма; фактический наружный диаметр 2,38 дюйма)
	титан марки 2	25,4 мм (1 дюйм)
Устойчивость к химическому воздействию		Зависит от материалов изготовления
Фланцы	тип	<ul style="list-style-type: none"> ASME B16.5 По запросу доступны фланцы DIN EN1092, тип B
	диаметр	От 38,1 мм (1,5 дюйма) минимум до 305 мм (12 дюймов) максимум

¹ Это является самостоятельной декларацией о соответствии требованиям UL 50E TYPE 13. Это не является подтверждением сертификации UL и не дает разрешения на использование знака UL.

Все технические характеристики оптоволоконных кабелей приведены в документе "Оптоволоконные кабели Raman KFOC1 и KFOC1B. Техническое описание" (TI01641C).

5.4 Максимально допустимое воздействие

Максимально допустимое воздействие (МДВ) – это максимальный уровень воздействия лазерного излучения, превышение которого может привести к повреждению глаз или кожи. МДВ рассчитывается с использованием длины волны лазера (λ) в нанометрах, продолжительности воздействия в секундах (t) и плотности энергии ($\text{Дж}\cdot\text{см}^{-2}$ или $\text{Вт}\cdot\text{см}^{-2}$).

5.4.1 МДВ при воздействии на глаза

Стандарт ANSI Z136.1 позволяет определять МДВ при воздействии на глаза человека. Согласно данному стандарту можно рассчитать соответствующий уровень МДВ для лазерного излучения от зонда Rxn-41, а также лазерного излучения в маловероятном случае повреждения оптоволоконна.

МДВ для точечного источника при воздействии лазерного луча на глаза			
Длина волны λ (нм)	Продолжительность воздействия t (с)	Расчет МДВ	
		($\text{Дж}\cdot\text{см}^{-2}$)	($\text{Вт}\cdot\text{см}^{-2}$)
532	от 10^{-13} до 10^{-11}	$1,0 \times 10^{-7}$	-
	от 10^{-11} до 5×10^{-6}	$2,0 \times 10^{-7}$	-
	от 5×10^{-6} до 10	$1,8 t^{0,75} \times 10^{-3}$	-
	от 10 до 30 000	-	1×10^{-3}

МДВ для точечного источника при воздействии лазерного луча на глаза				
Длина волны λ (нм)	Продолжительность воздействия t (с)	Расчет МДВ		C_A
		($\text{Дж}\cdot\text{см}^{-2}$)	($\text{Вт}\cdot\text{см}^{-2}$)	
785 и 993	от 10^{-13} до 10^{-11}	$1,5 C_A \times 10^{-8}$	-	785: $C_A = 1,479$ 993: $C_A = 3,855$
	от 10^{-11} до 10^{-9}	$2,7 C_A t^{0,75}$	-	
	от 10^{-9} до 18×10^{-6}	$5,0 C_A \times 10^{-7}$	-	
	от 18×10^{-6} до 10	$1,8 C_A t^{0,75} \times 10^{-3}$	-	
	от 10 до 3×10^4	-	$C_A \times 10^{-3}$	

5.4.2 МДВ при воздействии на кожу

Стандарт ANSI Z136.1 позволяет определять МДВ при воздействии на кожу человека. Согласно данному стандарту можно рассчитать соответствующий уровень МДВ для лазерного излучения от зонда Rxn-41, а также лазерного излучения в маловероятном случае повреждения оптоволокну.

МДВ при воздействии лазерного луча на кожу				
Длина волны λ (нм)	Продолжительность воздействия t (с)	Расчет МДВ		C_A
		(Дж·см ⁻²)	(Вт·см ⁻²)	
532, 785 и 993	от 10 ⁻⁹ до 10 ⁻⁷	$2 C_A \times 10^{-2}$	-	532: $C_A = 1,000$
	от 10 ⁻⁷ до 10	$1,1 C_A t^{0,25}$	-	785: $C_A = 1,479$
	от 10 до 3 x 10 ⁴	-	0,2 C_A	993: $C_A = 3,855$

5.5 Материалы изготовления

Материал изготовления	Вариант исполнения			
	Сплав C276 [UNS N10276; Hastelloy C276]	316L [UNS S31603]	Гибрид C276/316L	Титан [UNS R50400]
Детали, контактирующие с технологической средой	сплав C276	нержавеющая сталь 316L	сплав C276/нержавеющая сталь 316L	титан марки 2
	сапфир высокой чистоты	сапфир высокой чистоты	сапфир высокой чистоты	сапфир высокой чистоты
Детали, не контактирующие с технологической средой	сплав C276	нержавеющая сталь 316L	нержавеющая сталь 316L	титан марки 2
	нержавеющая сталь 316/316L	нержавеющая сталь 316/316L	нержавеющая сталь 316/316L	нержавеющая сталь 316/316L
	нержавеющая сталь 303/304	нержавеющая сталь 303/304	нержавеющая сталь 303/304	нержавеющая сталь 303/304
	бескислородная медь	бескислородная медь	бескислородная медь	бескислородная медь
	высокотемпературная эпоксидная смола	высокотемпературная эпоксидная смола	высокотемпературная эпоксидная смола	высокотемпературная эпоксидная смола

www.addresses.endress.com
