

# Руководство по эксплуатации Зонд для спектроскопии Rxn-10 Raman





## Содержание

<b>1 Общие указания .....</b>	<b>4</b>	<b>3 Фаза жизненного цикла</b>	<b>11</b>
1.1 Предупреждения .....	4	<b>продукта .....</b>	<b>11</b>
1.2 Символы, изображенные на приборе .....	4	3.1 Покупка .....	11
1.3 Соответствие экспортному		3.2 Приемка .....	11
законодательству США.....	4	3.3 Арматура.....	12
1.4 Глоссарий .....	5	3.4 Ввод в эксплуатацию .....	21
<b>2 Основные указания по технике</b>		3.5 Эксплуатация.....	23
<b>    безопасности .....</b>	<b>6</b>	3.6 Диагностика и устранение неисправностей..	24
2.1 Требования к персоналу.....	6	3.7 Техническое обслуживание .....	26
2.2 Назначение .....	6	3.8 Ремонт.....	26
2.3 Техника безопасности на рабочем месте .....	6	<b>4 Принцип действия и конструкция</b>	<b>27</b>
2.4 Эксплуатационная безопасность .....	6	<b>    системы .....</b>	<b>27</b>
2.5 Безопасность изделия.....	7	4.1 Описание изделия.....	27
2.6 Техника безопасности при работе с лазером ...	9	<b>5 Технические характеристики .....</b>	<b>29</b>
2.7 Техника безопасности при обслуживании.....	9	5.1 Технические характеристики зонда.....	29
2.8 Важные меры предосторожности.....	9	5.2 Технические характеристики	
		оптоволоконного кабеля.....	30
		5.3 Максимально допустимое воздействие .....	31

# 1 Общие указания

## 1.1 Предупреждения

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

## 1.2 Символы, изображенные на приборе

Символ	Описание
	Символ лазерного излучения используется для предупреждения пользователя об опасности воздействия опасного видимого лазерного излучения при использовании системы.
	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.
	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).

## 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.

## 1.4 Глоссарий

Термин	Описание
°C	градусы Цельсия
°F	градусы Фаренгейта
ANSI	<a href="#">Американский национальный институт стандартов</a>
CDRH	<a href="#">Center for Devices and Radiological Health (Центр по контролю оборудования и радиационной безопасности)</a>
CFR	<a href="#">Кодекс федеральных правил</a>
CSA	<a href="#">Канадская ассоциация по стандартизации</a>
EO	электрооптический
FC	волоконно-оптический канал
ft	фут
HCA	Устройство калибровки приборов для рамановской спектроскопии
IEC (МЭК)	<a href="#">Международная электротехническая комиссия</a>
in	дюймы
lb	фунты
LED	светодиод (светоизлучающий диод)
RD	красный
WEEE	<a href="#">Отходы электрического и электронного оборудования</a>
YE	желтый
кг	килограмм
м	метр
мВт	милливатт
МДВ	максимально допустимое воздействие
мкм	микрометр
мм	миллиметр
нм	нанометр
см	сантиметр

## 2 Основные указания по технике безопасности

### 2.1 Требования к персоналу

- Установка, 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 данным 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 данном документе, подлежат выполнению только на заводе-изготовителе или специалистами сервисного центра.

### 2.2 Назначение

Зонд рамановской спектроскопии Rxn-10 Raman служит для измерения образцов в лабораторных условиях, при разработке технологических процессов или на производстве (в составе одноразовых зондовых измерительных установок). Головка зонда совместима с широким ассортиментом сменной, коммерчески доступной оптики (погружной и бесконтактной), чтобы удовлетворить требования различных областей применения. Ниже перечислены рекомендуемые области применения:

- **Химическая промышленность:** мониторинг реакций, смешивание, мониторинг катализаторов, анализ углеводородов, оптимизация технологических установок
- **Полимеры:** контроль реакций полимеризации, контроль экструзии, смешивание полимеров
- **Фармацевтическая промышленность:** мониторинг реакции активного фармацевтического ингредиента, кристаллизация
- **Биофармацевтика:** мониторинг, оптимизация, контроль клеточных культур и ферментации
- **Пищевая промышленность:** картирование зональной неоднородности мяса и рыбы

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

Лица, использующие прибор, обязаны соблюдать следующие правила 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/оптики (если применимо).

- Не используйте поврежденные изделия, а также примите меры предосторожности, чтобы они не сработали непреднамеренно.
- Промаркируйте поврежденные изделия как бракованные.

Во время эксплуатации соблюдайте следующие правила:

- Если неисправности не могут быть устранены, следует прекратить использование изделия и принять меры против его непреднамеренного срабатывания.
- При работе с лазерными устройствами всегда соблюдайте все местные протоколы безопасности при использовании лазера, которые могут включать использование средств индивидуальной защиты и ограничение доступа к устройству авторизованным пользователям.

## 2.5 Безопасность изделия

Данное 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 рамановской спектроскопии 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 МЭК 60825-1, администрируемый [Международной электротехнической комиссией](#).

### 2.5.1 Соответствие стандартам CDRH и МЭК

Анализаторы Raman от компании Endress+Hauser сертифицированы компанией Endress+Hauser на соответствие требованиям CDRH, а также стандартам безопасности МЭК 60825-1 для международного использования.

Анализаторы Raman компании Endress+Hauser зарегистрированы в CDRH. Любые несогласованные модификации существующего анализатора Rxn Raman 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.

### 2.5.2 Защитная блокировка лазера

Зонд Rxn-10 в установленном виде является частью схемы блокировки. Если оптоволоконный кабель разорван, лазер выключится в течение миллисекунд после обрыва.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

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

- ▶ Обращайтесь с датчиками и кабелями с осторожностью, следя за тем, чтобы они не перекручивались.
- ▶ Установите оптоволоконные кабели с минимальным радиусом изгиба в соответствии с *техническим описанием оптоволоконного кабеля Raman (TIO1641C)*.

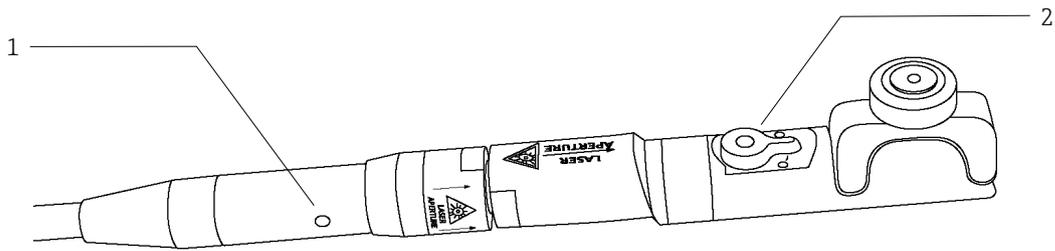
### 2.5.3 Индикатор интенсивности лазерного излучения и затвор для прерывания лазерного луча

В дополнение к индикаторам, соответствующим требованиям CDRH, расположенным на базовом блоке анализатора Rxn2 Raman, датчик Rxn-10 оснащен электрическим индикатором лазерного излучения, также отвечающим требованиям CDRH.

Зонд Rxn-10 оснащен специальным затвором, который можно закрыть для прерывания лазерного луча. Позиция «I» указывает на потенциальное излучение. Если перевести рычаг в положение «O», лазерное излучение будет прервано.

#### ⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

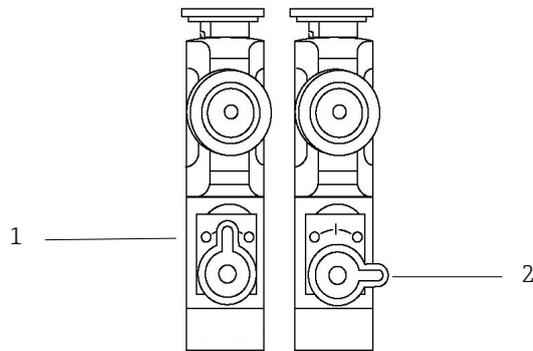
**Чтобы полностью прервать излучение, переместите рычаг затвора дальше положения «O» до ограничителя.**



A0048400

Рисунок 1. Расположение индикатора интенсивности лазерного излучения и затвора для прерывания лазерного луча

№	Описание
1	индикатор лазерного излучения
2	затвор для прерывания лазерного излучения



A0048409

Рисунок 2. Положения включения и выключения затвора для прерывания лазерного луча

№	Описание
1	ON (Вкл.)
2	OFF (Выкл.)

## 2.6 Техника безопасности при работе с лазером

Зонд Rxn-10 подключается к анализатору Rxn Raman. В анализаторах Rxn Raman используются лазеры класса 3В, как указано в следующих документах:

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

### ⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

#### Лазерное излучение

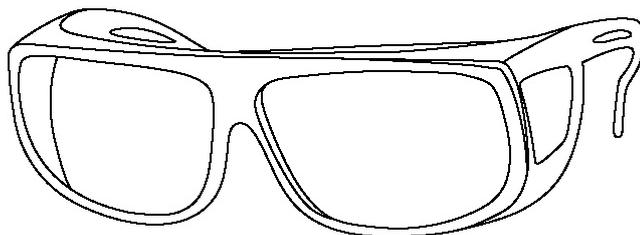
- ▶ Избегайте воздействия излучения
- ▶ Лазерное изделие класса 3В

### ⚠ 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 проблемы безопасности, поскольку излучение часто невидимо или практически невидимо. Всегда помните о первоначальном направлении и возможных путях рассеяния лазера. Настоятельно рекомендуется использовать защитные очки для лазерного излучения с оптической плотностью OD3 или выше для длины волны возбуждения 532 нм и 785 нм и с оптической плотностью OD4 или выше для длины волны возбуждения 1000 нм.



A0048421

Рисунок 3. Защитные очки для лазера

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 (МЭК) 60825-14. Параметры для расчета максимально допустимого воздействия (МДВ) и номинального опасного для глаз расстояния (НОГР) см. здесь [Технические](#) → [📄](#).

## 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-10 не по назначению.
- Не смотрите непосредственно 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.
- Когда зонд Rxn-10 не используется, закройте его затвор. Если имеется защитный колпачок для оптики, наденьте его на неиспользуемую оптическую систему.

- Во избежание случайного рассеивания лазерного излучения всегда используйте блокировку лазерного луча.
- Всегда закрепляйте головку зонда таким образом, чтобы она была направлена в сторону от людей. Во время эксплуатации не прикасайтесь к головке зонда без соблюдения особых мер безопасности.

## 3 Фаза жизненного цикла продукта

### 3.1 Покупка

#### 3.1.1 Документация

Все необходимые документы можно получить в следующих источниках:

- В мобильном приложении Endress+Hauser: [www.endress.com/supporting-tools](http://www.endress.com/supporting-tools)
- В разделе «Downloads» (Скачать) на веб-сайте Endress+Hauser: [www.endress.com/downloads](http://www.endress.com/downloads)

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

Каталожный номер	Тип документа	Название документа
KA01546C	Краткое руководство по эксплуатации	Зонд для спектроскопии Rxn-10 Raman
TI01629C	Технические характеристики	Зонд для спектроскопии Rxn-10 Raman
BA02173C	Руководство по эксплуатации	Устройство калибровки приборов для рамановской спектроскопии
BA02294C	Руководство по эксплуатации	Комплект для калибровки и проверки многофункциональных оптических систем
BA02295C	Руководство по эксплуатации	Комплект для калибровки и проверки проточной арматуры Raman
BA02171C	Руководство по эксплуатации	Дополнительная оптика для зонда Rxn-10
TI01635C	Технические характеристики	Дополнительная оптика для зонда Rxn-10

#### 3.1.2 Комплект поставки

В комплект поставки входят следующие элементы:

- Зонд Rxn-10
- Документ *Зонд рамановской спектроскопии Rxn-10 Raman. Руководство по эксплуатации*
- Сертификат эксплуатационных характеристик изделия Rxn-10
- Местные декларации соответствия (если применимо)
- Дополнительные принадлежности для зонда Rxn-10, если применимо
- Сертификаты на материалы (если применимо)

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

### 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.

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

#### ПРИМЕЧАНИЕ

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

## 3.2.2 Идентификация изделия

### 3.2.2.1 Маркировка

На зонде и ярлыке, как минимум, нанесена следующая информация:

- Торговые знаки Endress+Hauser
- Идентификатор изделия (например, Rxn-10)
- Серийный номер

Если позволяет размер, также приводится следующая информация:

- 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)

## 3.3 Арматура

### 3.3.1 Монтаж

Во время установки соблюдайте стандартные меры предосторожности для глаз и кожи при использовании лазерных изделий класса 3В (согласно EN 60825/МЭК 60825-14 или ANSI Z136.1). Кроме того, соблюдайте следующие правила:

<b>⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b>	<p><b>Необходимо соблюдать стандартные меры предосторожности при работе с лазерными изделиями.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Если зонды не установлены в пробоотборной камере, они всегда должны быть закрыты крышками или направлены в сторону от людей, к объекту рассеяния.</li> </ul>
<b>⚠ ОСТОРОЖНО</b>	<p><b>Мощность лазера, поступающего на датчик Rxn-10, не должна превышать 499 мВт.</b></p> <p><b>Если допустить попадание паразитного света в неиспользуемый зонд, он будет создавать помехи для сбора данных с используемого зонда и может привести к сбою калибровки или погрешностям измерения.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ В неиспользуемых зондах ВСЕГДА следует закрывать затвор, чтобы предотвратить попадание в зонд постороннего света. Если имеется защитный колпачок для оптики, наденьте его на неиспользуемую оптическую систему.</li> </ul>
<b>ℹ ПРИМЕЧАНИЕ</b>	<p><b>При монтаже головки зонда на месте пользователь должен убедиться в том, что в месте монтажа имеется разгрузка натяжения, соответствующая требованиям к радиусу изгиба оптоволоконна.</b></p>

#### 3.3.1.1 Подключение зонда и оптоволоконна

Зонд Rxn-10 совместим со всей линейкой анализаторов Rxn Raman от Endress+Hauser.

Зонд Rxn-10 подключается к рамановскому анализатору Rxn Raman с помощью электрооптического (ЕО) волоконно-оптического кабеля для использования с рамановскими анализаторами Rxn Raman, выпущенными в сентябре 2019 года или позднее

Оптоволоконный кабель нельзя извлечь из корпуса датчика Rxn-10. Можно использовать дополнительные удлинительные волоконно-оптические кабели.

Подробная информация о подключении анализатора приведена в соответствующем руководстве по эксплуатации анализатора Rxn Raman.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

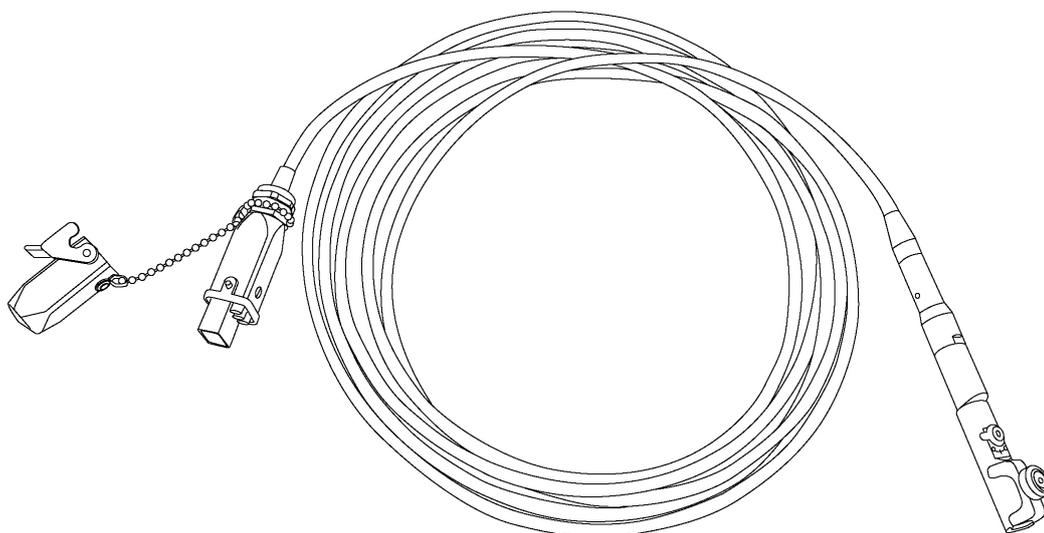
**Подключение зонда к оптоволоконному кабелю должно выполняться квалифицированным инженером или специально обученным техническим персоналом компании Endress+Hauser.**

- ▶ Попытки пользователя (если он не обучен квалифицированным персоналом) подключить зонд к оптоволоконному кабелю могут привести к его повреждению и аннулированию гарантии.
- ▶ За дополнительной помощью в подключении датчика и оптоволоконного кабеля обращайтесь в местную сервисную службу Endress+Hauser.

### 3.3.1.1.1 Оптоволоконный кабель EO

Электрооптический волоконный кабель (EO) соединяет зонд Rxn-10 с анализатором с помощью одного прочного разъема, который содержит оптоволоконно для возбуждения и сбора данных, а также электрическую блокировку лазера.

В случае более длинных кабельных линий или монтажа в кабелепроводе предусматривается электрооптический удлинительный кабель.



A0048415

Рисунок 4. Электрооптический (EO) волоконный кабель с разъемом для анализатора

### 3.3.1.2 Установка оптических приборов

Зонд Rxn-10 совместим с различными иммерсионными и бесконтактными оптическими системами, а также миниатюрной оптической системой с микропроточной кюветой. На головке зонда имеется компрессионный зажим, с помощью которого можно закрепить иммерсионную оптику или микрогидравлический стенд. Зажим также удерживает адаптер для бесконтактной оптики.

Перед установкой убедитесь, что с оптики сняты все защитные крышки.

После установки нового оптического элемента в головку зонда выполните калибровки интенсивности, как описано в разделе *Калибровка и поверка зонда* (Калибровка и проверка зонда) → .

#### 3.3.1.2.1 Установка погружной оптики и bIO-оптики

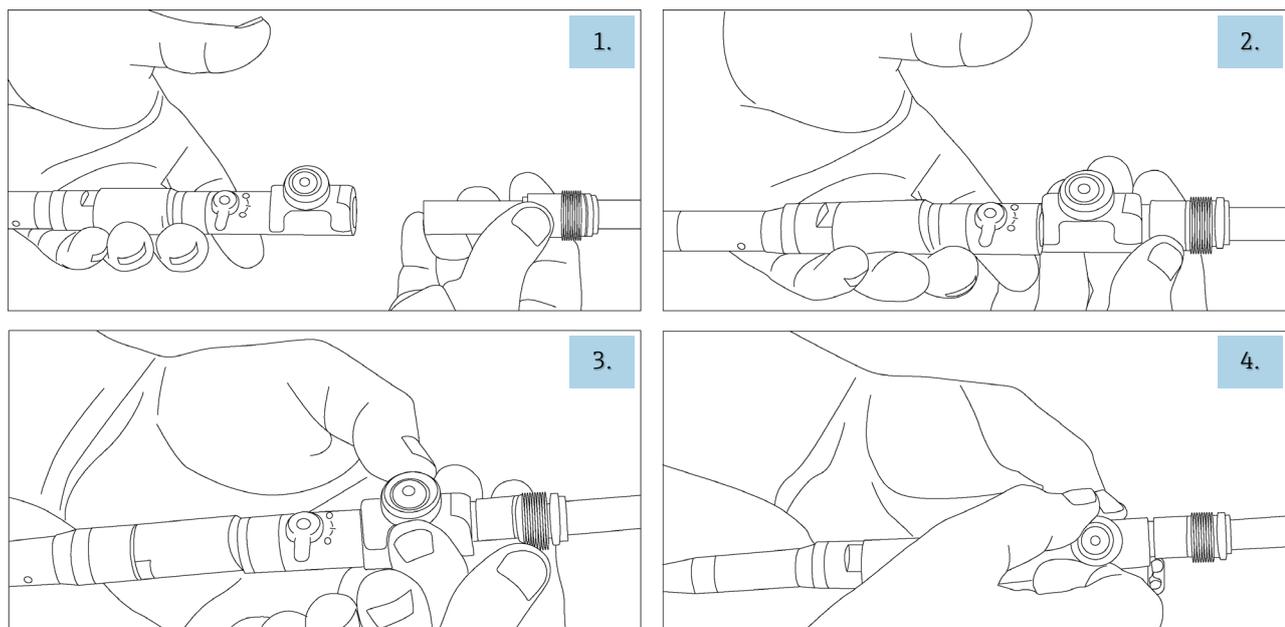
Погружная оптика и bIO-оптика от Endress+Hauser вставляются в зонд Rxn-10 и фиксируются зажимом с ограничением крутящего момента на основе винта с накатанной головкой. Винт с накатанной головкой на зонде Rxn-10 не должен выкручиваться полностью.

#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

**При установке или снятии погружной оптики убедитесь, что лазер и затвор излучения находятся в закрытом положении.**

Для установки погружной оптики:

1. При необходимости ослабьте барашковый винт с накатанной головкой на зонде Rxn-10, повернув его против часовой стрелки примерно на один оборот (не выкручивайте полностью). Затем найдите конец оптического устройства, который вставляется в зонд и имеет маркировку продукта.
2. Вставьте конец оптического устройства, предназначенный для зонда, через зажим на конце.
3. Продвиньте оптическое устройство назад до упора.
4. Аккуратно затяните винт с накатанной головкой, поворачивая его по часовой стрелке, пока не услышите характерный щелчок. Это указывает на то, что винт достиг необходимого момента затяжки. Если винт не затянуть, оптическое устройство может ослабнуть, что приведет к его возможному повреждению.
5. После установки оптического устройства на головку зонда используйте дополнительный прибор для калибровки комбинационного рассеяния, чтобы провести калибровку интенсивности для зонда с новой оптикой перед ее использованием.



A0048416

Рисунок 5. Установка погружной оптики (IO) или bIO-оптики в зонд Rxn-10

Чтобы снять погружную оптику:

Ослабьте винт с ограничением крутящего момента, повернув его против часовой стрелки примерно на один оборот, чтобы освободить погружную оптику из зажима. Не выкручивайте винт. Затем осторожно извлеките погружную оптику.

### 3.3.1.2.2 Установка многофункциональной оптики для биопроцессов

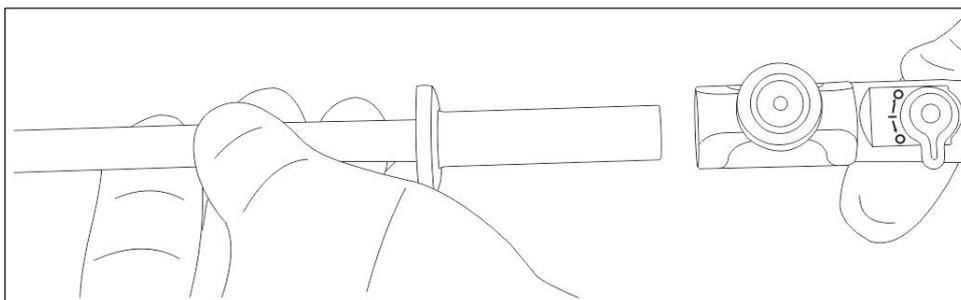
Многофункциональная оптика для биопроцессов от Endress+Hauser вставляется в зонд Rxp-10 и фиксируется зажимом с ограничением крутящего момента на основе винта с накатанной головкой. Винт с накатанной головкой на зонде Rxp-10 не должен выкручиваться полностью.

**⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**При установке или снятии оптики убедитесь, что лазер и его затвор закрыты.**

Чтобы установить оптику в зонд:

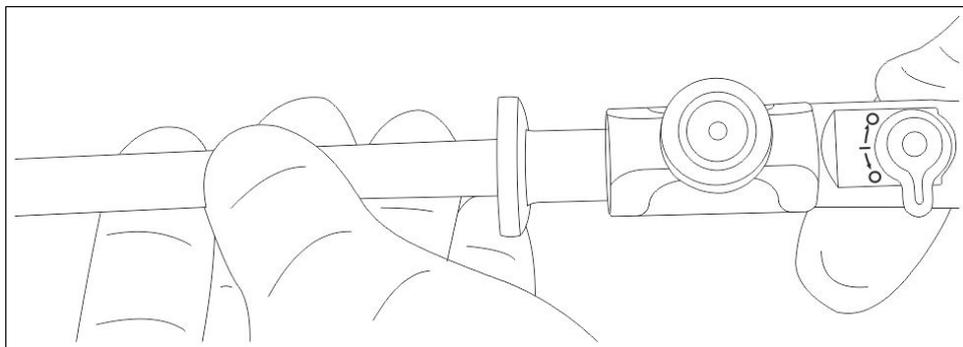
1. При необходимости ослабьте металлический винт с накатанной головкой на зонде Rxp-10, повернув его против часовой стрелки примерно на один оборот (не выкручивайте полностью).
2. Вставьте оптическое устройство через зажим на конце.



A0051185

Рисунок 6. Установка многофункциональной оптики для биопроцессов в зонд Rxp-10

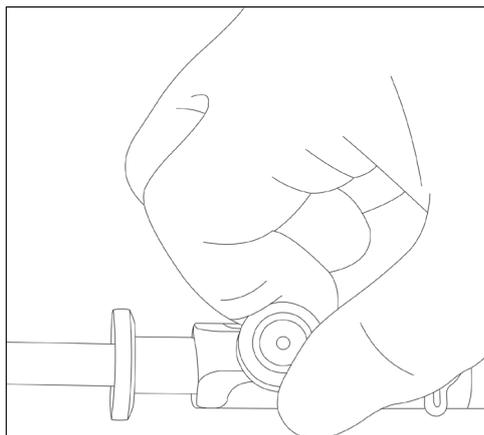
3. Продвиньте оптическое устройство назад до упора.



A0051186

Рисунок 7. Конечное положение многофункциональной оптики для биопроцессов в зонде Rxp-10

4. Аккуратно затяните винт с накатанной головкой, поворачивая его по часовой стрелке, пока не услышите характерный щелчок. Это указывает на то, что винт достиг необходимого момента затяжки. Если винт не затянуть, оптическое устройство может ослабнуть, что приведет к его возможному повреждению.



A0051187

Рисунок 8. Затягивание винта с накатанной головкой на зонде Rxn-10

5. После установки оптического устройства в зонд используйте аксессуар для калибровки многофункциональной оптики, чтобы провести калибровку интенсивности для зонда с новой оптикой. В качестве альтернативы можно использовать устройство калибровки приборов для рамановской спектроскопии (НСА), но для этого потребуется биологический защитный рукав.

Чтобы снять многофункциональную оптику для биопроецессов из зонда Rxn-10:

Ослабьте винт с ограничением крутящего момента, повернув его против часовой стрелки примерно на 1 оборот, чтобы освободить оптику из зажима. Не выкручивайте винт. Затем извлеките оптический прибор.

### 3.3.1.2.3 Установка оптической системы комбинационного рассеяния для одноразового использования

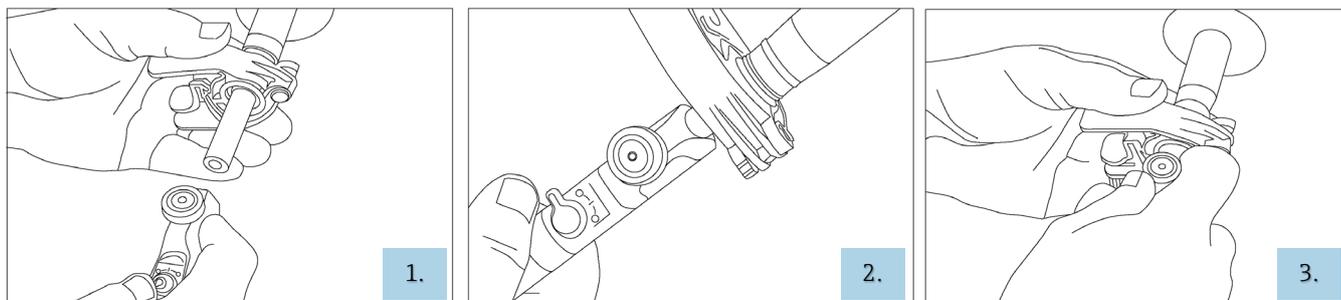
Одноразовая оптическая система комбинационного рассеяния от Endress+Hauser вставляется в зонд Rxn-10 и фиксируется зажимом с ограничением крутящего момента на основе винта с накатанной головкой. Винт с накатанной головкой на зонде Rxn-10 не должен выкручиваться полностью.

#### **▲ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**При установке или снятии оптики убедитесь, что лазер и его затвор закрыты.**

Чтобы установить оптическую систему комбинационного рассеяния для одноразового использования:

1. Ослабьте металлический винт с накатанной головкой на зонде Rxn-10, повернув его против часовой стрелки примерно на 1 оборот (не выкручивайте полностью). Затем вставьте оптическое устройство через зажим на конце.
2. Продвиньте оптическое устройство назад до упора.
3. Аккуратно затяните винт с накатанной головкой, поворачивая его по часовой стрелке, пока не услышите характерный щелчок. Это указывает на то, что винт достиг необходимого момента затяжки. Если винт не затянуть, оптическое устройство может ослабнуть, что приведет к его возможному повреждению.



A0048417

Рисунок 9. Установка многооразовой системы комбинационного рассеяния в зонд Rxn-10

4. После установки оптической системы в зонд и до соединения с фитингом выполните калибровку интенсивности зонда с новой оптикой с помощью устройства калибровки многофункциональной оптики. В качестве альтернативы можно использовать аксессуар для калибровки комбинационного рассеяния (НСА) и одноразовый адаптер для калибровки.

Чтобы снять оптическую систему комбинационного рассеяния для одноразового использования:

Ослабьте винт с ограничением крутящего момента, повернув его против часовой стрелки примерно на 1 оборот, чтобы освободить оптику из зажима. Не выкручивайте винт. Затем извлеките оптический прибор.

### 3.3.1.2.4 Установка бесконтактной оптики

Бесконтактная оптика, поставляемая с зондом Rxn-10, имеет резьбу, поэтому для подключения оптики к зонду Rxn-10 требуется резьбовой адаптер.

#### **▲ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**При установке или снятии бесконтактной оптики убедитесь, что лазер и затвор излучения находятся в закрытом положении.**

Чтобы установить бесконтактную оптику:

1. Ослабьте металлический винт с накатанной головкой на зонде Rxn-10, повернув его против часовой стрелки примерно на 1 оборот (не выкручивайте полностью). Затем найдите узкий конец адаптера без резьбы.
2. Вставьте узкий конец адаптера через зажим. Продвиньте адаптер назад до упора.
3. Аккуратно затяните винт с накатанной головкой, поворачивая его по часовой стрелке, пока не услышите характерный щелчок. Это указывает на то, что винт достиг необходимого момента затяжки. Если винт не затянуть, адаптер может ослабнуть.
4. Найдите конец бесконтактной оптики с внешней резьбой.
5. Ввинтите бесконтактную оптику в резьбовой конец адаптера.
6. После установки оптического устройства в головку зонда используйте дополнительное оборудование для калибровки комбинационного рассеяния, чтобы провести калибровку интенсивности для зонда с новой оптикой перед ее использованием.

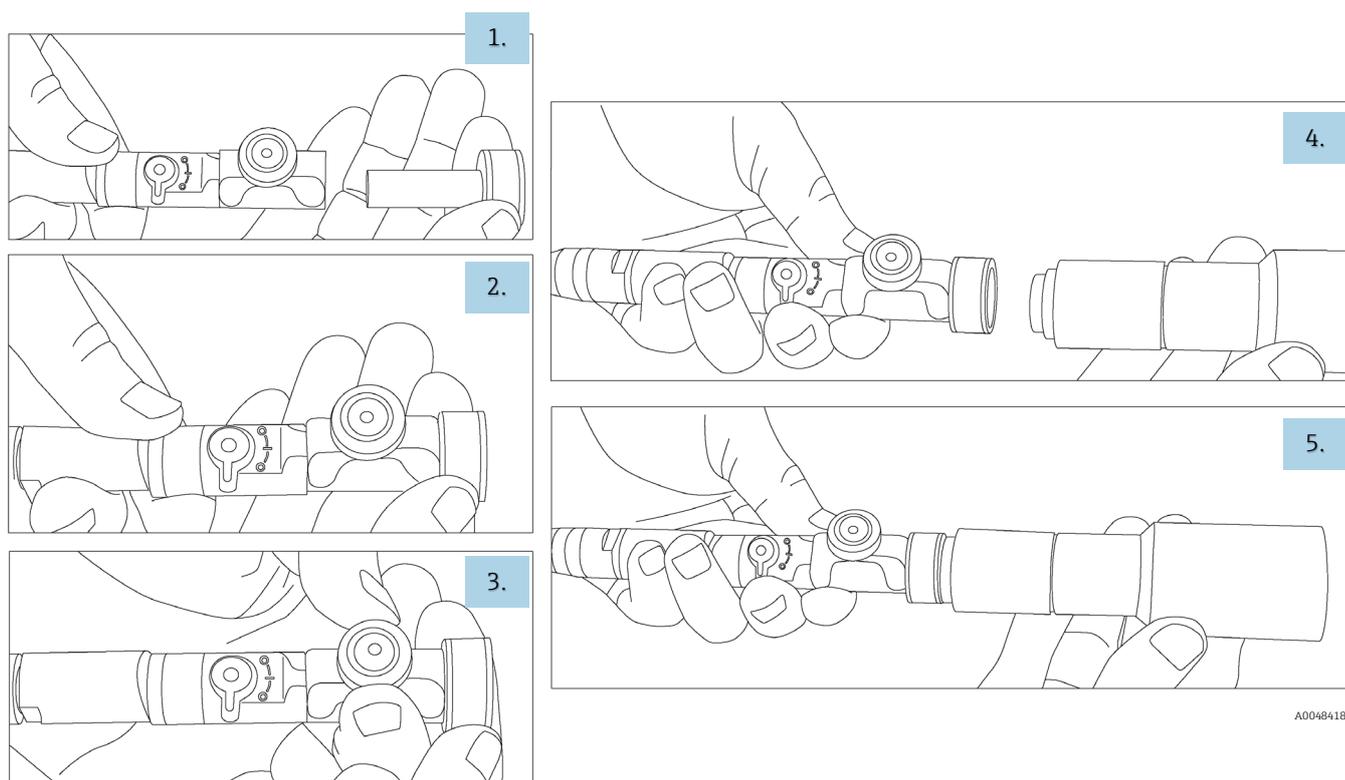


Рисунок 10. Установка адаптера и бесконтактной оптики в зонд Rxn-10

Чтобы снять бесконтактную оптику:

Открутите бесконтактную оптику от адаптера. Если будет использоваться погружная оптика, снимите адаптер, повернув винт с ограничением крутящего момента против часовой стрелки примерно на 1 оборот, пока адаптер не освободится из зажима;. Затем извлеките адаптер.

### 3.3.1.2.5 Установка миниатюрной оптической системы

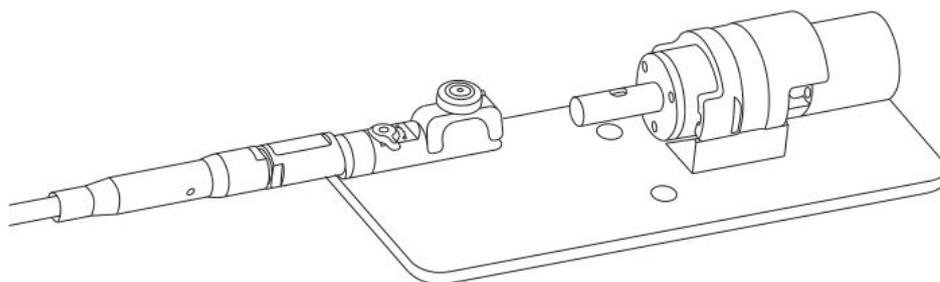
Миниатюрная оптическая система Endress+Hauser вставляется в зонд Rxn-10 и фиксируется зажимом с ограничением крутящего момента на основе винта с накатанной головкой. Винт с накатанной головкой на зонде Rxn-10 не должен выкручиваться полностью.

**⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**При установке или снятии оптики убедитесь, что лазер и его затвор закрыты.**

Чтобы установить миниатюрную оптическую систему в зонд:

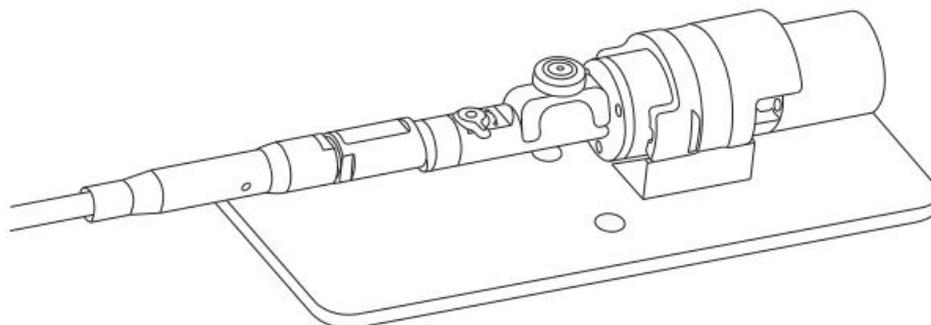
1. При необходимости ослабьте металлический винт с накатанной головкой на зонде Rxn-10, повернув его против часовой стрелки примерно на один оборот (не выкручивайте полностью).
2. Вставьте концевой зажим оптики зонда в адаптер Rxn-10 миниатюрной оптической системы.



A0052579

Рисунок 11. Установка зонда Rxn-10 в адаптер Rxn-10 миниатюрной оптической системы

3. Вставьте зонд через адаптер Rxn-10 миниатюрной оптической системы до упора.



A0052580

Рисунок 12. Окончательное положение зонда Rxn-10 с миниатюрной оптической системой

4. Аккуратно затяните винт с накатанной головкой, поворачивая его по часовой стрелке, пока не услышите характерный щелчок. Это указывает на то, что винт достиг необходимого момента затяжки. Если винт не затянуть, оптическое устройство может ослабнуть, что приведет к его возможному повреждению.
5. После установки миниатюрной оптической системы используйте специальный набор для калибровки, чтобы выполнить калибровку интенсивности зонда с новой оптической системой.

Чтобы снять зонд Rxn-10 с миниатюрной оптической системы:

Ослабьте винт с ограничением крутящего момента, повернув его против часовой стрелки примерно на 1 оборот, чтобы адаптер Rxn-10 отсоединился от зажима. Не выкручивайте винт. Затем вытяните зонд из адаптера.

## 3.4 Ввод в эксплуатацию

Зонд Rxn-10 поставляется готовым к подключению к анализатору Rxn Raman. Дополнительного выравнивания или настройки зонда не требуется. Для ввода зонда в эксплуатацию соблюдайте приведенные ниже инструкции.

### 3.4.1 Приемка зонда

Приемка изделия выполняется в соответствии с разделом *Заметки о поступлении* → .

### 3.4.2 Калибровка и поверка зонда

Перед использованием зонд и анализатор необходимо откалибровать.

#### 3.4.2.1 Принадлежности для калибровки и проверки многофункциональных оптических систем

Подробную информацию по калибровке и проверке многофункциональных оптических систем см. в документе *"Набор для калибровки и проверки многофункциональных оптических систем. Руководство по эксплуатации (BA02173C)"*.

##### 3.4.2.1.1 Аксессуар для калибровки многофункциональной оптики

После установки многофункциональной оптики для биопроцессов или оптической системы комбинационного рассеяния для одноразового использования в зонд Rxn-10 используйте устройство калибровки многофункциональной оптики, чтобы выполнить калибровку интенсивности для головки зонда с новой оптикой.

Если устройство калибровки многофункциональной оптики недоступно, можно использовать устройство калибровки приборов для рамановской спектроскопии (НСА) следующим образом:

- Многофункциональная оптика для биопроцессов: с биологическим защитным чехлом и адаптером НСА 12 мм
- оптическая система комбинационного рассеяния для одноразового использования: с одноразовым адаптером для калибровки и адаптером НСА 12 мм

##### 3.4.2.1.2 Устройство проверки многофункциональной оптики

Аксессуар для проверки многофункциональной оптики следует использовать для верификации многофункциональной оптики для биопроцессов или оптической системы комбинационного рассеяния для одноразового использования.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

**НЕ погружайте многофункциональную оптику для биопроцессов или одноразовую оптику непосредственно в образец.**

Если устройство проверки многофункциональной оптики недоступно, верификация многофункциональной оптики для биопроцессов или одноразовой рамановской оптической системы может быть выполнена с использованием камеры для проб bIO и дополнительного биологического защитного рукава (для многофункциональной оптики) или одноразового калибровочного адаптера (для одноразовой оптики). Информацию об использовании камеры для проб bIO-Sample Chamber см. в руководстве по эксплуатации соответствующего анализатора Rxn Raman.

#### 3.4.2.2 Устройство калибровки приборов для рамановской спектроскопии

После установки погружной оптики, бесконтактной оптики или bIO-оптики в головку зонда используйте устройство калибровки приборов для рамановской спектроскопии (НСА) для выполнения калибровки интенсивности головки зонда с новой оптикой.

Если с одноразовой рамановской оптикой используется НСА, на оптику устанавливается дополнительный одноразовый калибровочный адаптер. Затем комбинация оптики и калибровочного адаптера вставляется в адаптер НСА, прикрепленный к головке НСА.

Для получения дополнительной информации об НСА и адаптерах обратитесь к *Руководству по эксплуатации устройства калибровки приборов для рамановской спектроскопии (BA02173C)*.

### 3.4.2.3 Ячейки для калибровки и проверки измерительного микростенда

Данные ячейки используются для калибровки и проверки измерительного микростенда. Другие компоненты для этой цели не подходят.

Для получения дополнительной информации о ячейках для калибровки и проверки измерительного микростенда см. в *Руководстве эксплуатации набора для калибровки рамановского микростенда* (BA02295C).

#### ПРИМЕЧАНИЕ

**НЕ погружайте ячейки для калибровки и проверки измерительного микростенда непосредственно в пробу, не заливайте и не загрязняйте их.**

#### 3.4.2.3.1 Ячейка для калибровки микростенда

После установки микростенда выполните калибровку интенсивности головки датчика и микростенда с ячейки для калибровки микростенда.

#### 3.4.2.3.2 Ячейка для проверки измерительного микростенда

Данная ячейка используется для проверки (верификации) зонда на измерительном микростенде.

### 3.4.2.4 Выполнение калибровки и проверки

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

Перед проведением измерений или заменой оптики необходимо выполнить калибровку интенсивности зонда рамановской спектроскопии Rxn-10 Raman. Для калибровки зонда используйте либо вспомогательное устройство для калибровки комбинационного рассеяния (НСА) с соответствующим оптическим адаптером, либо надлежащий набор для калибровки и проверки комбинационного рассеяния для многофункциональной оптики для биопроцессов или проточной кюветы. Всю информацию о принадлежностях и инструкции по калибровке см. в соответствующих руководствах по эксплуатации этих изделий.

Оптика	Справочный документ
Калибровочный прибор для рамановской спектроскопии с соответствующим адаптером	<i>Устройство калибровки приборов для рамановской спектроскопии. Руководство по эксплуатации (BA02173C)</i>
Многофункциональная оптика рамановской спектроскопии для биопроцессов	<i>Набор для калибровки и проверки многофункциональных оптических систем. Руководство по эксплуатации (BA02294C)</i>
Измерительная ячейка Raman	<i>Набор для калибровки и проверки гидростенда спектроскопии комбинационного рассеяния. Руководство по эксплуатации (BA02295C)</i>

Программное обеспечение Raman RunTime не позволит собирать спектры без прохождения внутренней калибровки анализатора и зонда.

После калибровки выполните проверку канала Raman RunTime с помощью стандарта «рамановского сдвига». Проверка результатов калибровки рекомендуется, но не требуется. Инструкции по проверке с помощью стандартов «рамановского сдвига» 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 Rxn-10 Endress+Hauser представляет собой многофункциональный прибор, предназначенный для разработки продуктов и процессов. Различные модели зондов совместимы с анализаторами Rxn Raman от Endress+Hauser, которые работают на длине волны 532 нм, 785 нм или 1000 нм. К зонду Rxn-10 подходят различные сменные оптические системы.

Дополнительные инструкции по использованию см. в соответствующих руководства по эксплуатации анализатора Rxn Raman и оптических систем.

### 3.6 Диагностика и устранение неисправностей

Для устранения неполадок с зондом Rxn-10 руководствуйтесь приведенной ниже таблицей. Если подключенный зонд не используется, убедитесь, что затвор лазерного луча на зонде установлена в положение Выкл. (O), чтобы предотвратить попадание паразитного света в систему.

Если зонд поврежден, изолируйте его от технологического потока и выключите лазер перед проведением оценки. При необходимости обратитесь за помощью к представителю сервисного центра.

При выполнении операций с дополнительной оптикой (например, очистке) обратитесь за подробной информацией к соответствующему руководству по эксплуатации.

Проблема		Возможная причина	Действие
1	Существенное снижение сигнала или отношения сигнал/шум	Загрязнение окна на присоединенной оптике	<ol style="list-style-type: none"> <li>Осторожно извлеките оптическое устройство, прикрепленное к зонду, со среды опробования, очистите его, а затем тщательно осмотрите оптическое окно.</li> <li>При необходимости очистите окно перед тем, как вернуть оптическое устройство в эксплуатацию.</li> </ol>
		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 индикаторе лазерного излучения	Разорванное оптоволокно без обрыва провода блокировки	Убедитесь в надежности всех оптоволоконных соединений.
		Затвор лазерного луча находится в закрытом положении (O)	Убедитесь, что затвор лазерного луча находится в открытом положении (I).
3	Индикатор лазерного излучения на зонде не горит	Повреждена волоконно-оптическая сборка	Определите признаки разрыва оптоволокна. Обратитесь к представителю сервисного центра для замены.
		Электрооптический разъем (EO) на оптоволоконном кабеле не закреплен/не зафиксирован	Убедитесь в том, что электрооптический разъем (EO) 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 EO) подключен для конкретного канала.
4	Неустойчивый сигнал или заметные загрязнения за окном оптики	Разрыв уплотнения окна на присоединенной оптике	<ol style="list-style-type: none"> <li>Осмотрите область внутри окна присоединенной оптики на предмет влаги или конденсата.</li> <li>Осмотрите присоединенную оптику на предмет проникновения жидкости или признаков наличия жидкости в корпусе (например, коррозии, остатков).</li> <li>Определите признак спектрального отклонения.</li> <li>Если обнаружены какие-либо из вышеперечисленных признаков, обратитесь к представителю сервисного центра для возврата зонда изготовителю.</li> </ol>
5	Снижение мощности лазера или эффективности сбора данных	Загрязнено оптоволоконное соединение	<p>Осторожно очистите концы волоконно-оптического кабеля на зонде.</p> <p>Инструкции по очистке и порядок ввода в эксплуатацию нового зонда см. в соответствующем руководстве по эксплуатации анализатора Rxn Raman.</p>
6	Блокировка лазера на анализаторе приводит к отключению лазера	Активирована блокировка лазера	Проверьте, нет ли обрыва оптоволокна 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	Оптическое волокно с трещинами, но без повреждений	Выясните возможные причины и обратитесь к представителю сервисного центра для возврата поврежденного изделия.
		Загрязненный кончик присоединенной оптики	
		Загрязнение внутренней оптики зонда	
8	Другое необъяснимое ухудшение эксплуатационных характеристик зонда	Оптика не установлена должным образом	Повторно установите оптику и выполните калибровку зонда. Инструкции по калибровке зонда приведены в соответствующем Руководстве по эксплуатации анализатора Rxn Raman.
		Винт с накатанной головкой неправильно закреплен на зонде	Затяните гайку в центре барашкового винта с помощью шестигранного ключа.
		Физическое повреждение головки датчика или оптики	Обратитесь к представителю сервисного центра для возврата поврежденного изделия.

## 3.7 Техническое обслуживание

### 3.7.1 Проверка и очистка оптоволоконна

Оптические разъемы (EO) на оптоволоконных кабелях должны быть чистыми и не иметь следов загрязнений и масла для достижения оптимальной производительности. Если требуется очистка, обратитесь к Руководству по эксплуатации анализатора Rxn Raman или оптоволоконного кабеля.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

**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.

## 3.8 Ремонт

Ремонтные работы, не описанные в данном документе, подлежат выполнению только на заводе-изготовителе или специалистами службы сервиса. Сведения о сервисных организациях приведены на веб-сайте нашей компании (<https://www.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, где можно выбрать соответствующий рынок/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-10

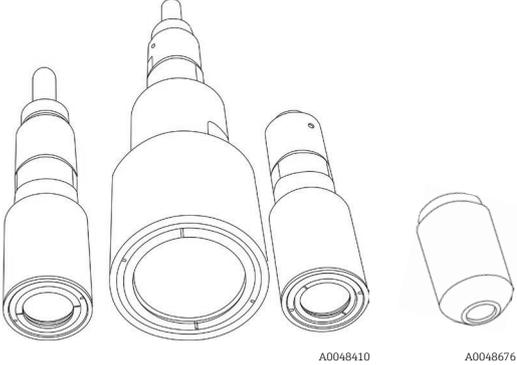
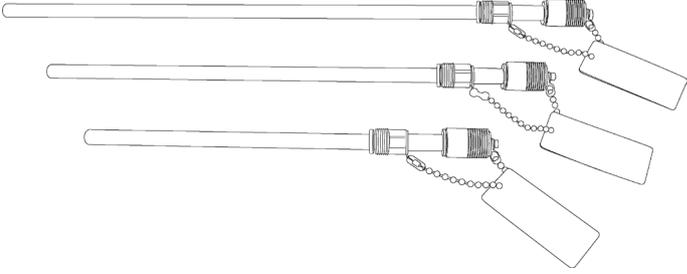
Зонд рамановской спектроскопии Rxn-10 Raman, в котором реализована технология Kaiser Raman, подходит для анализа как твердых, так и жидких веществ в лабораторных условиях. Этот зонд разработан с учетом возможности его использования с анализаторами Rxn Raman компании Endress+Hauser, работают на длине волны 532 нм, 785 нм или 1000 нм. Каждый зонд Rxn-10 разработан специально для работы с одной длиной волны возбуждения лазера.

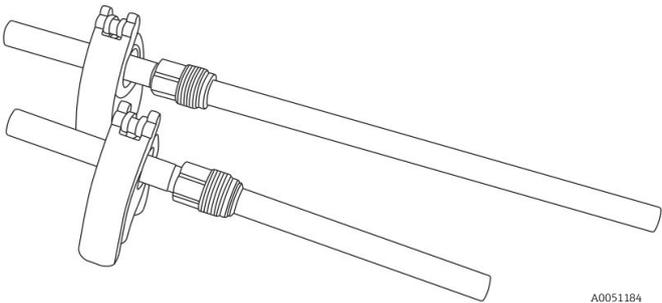
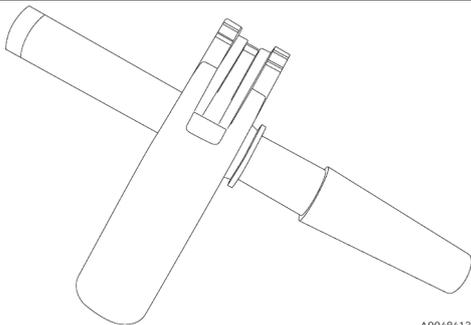
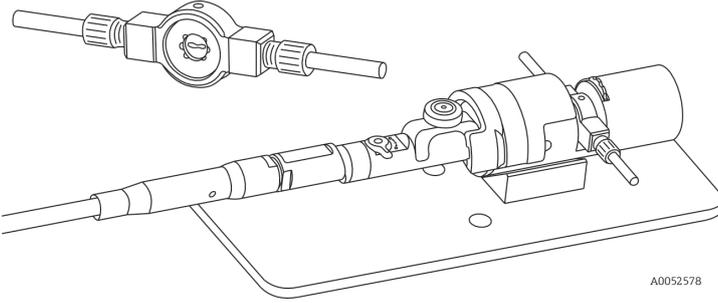
Оптоволоконный кабель нельзя извлечь из корпуса датчика Rxn-10.

#### 4.1.2 Зонд Rxn-10 и вспомогательная оптика

Головка датчика совместима со следующими вспомогательными оптическими системами, которые отвечают требованиям различных приложений областей применения. Дополнительные сведения приведены ниже:

- *Руководство по эксплуатации дополнительной оптики для зонда Rxn-10 (BA02171C)*
- *Набор для калибровки и проверки гидростенда спектроскопии комбинационного рассеяния. Руководство по эксплуатации (BA02295C)*

	Оптика	Область применения
Бесконтактные оптические приборы		Для работы с твердыми или непрозрачными средами. Также хорошо подходит для работы с чувствительными или агрессивными жидкостями, когда имеется опасность загрязнения пробы или повреждения оптических компонентов.
Погружная оптика (IO)		Для использования в реакционных сосудах, лабораторных реакторах или технологических потоках.
bIO-оптика		Для проведения непрерывных поточных измерений в стендовых биореакторах/ ферментерах, в которых требуется вход в головную пластину.

Оптика		Область применения
Многофункциональная оптика для биопроцессов и биологический защитный рукав	 <p>A0051184</p>	Для проведения непрерывных поточных измерений в стендовых биореакторах/ ферментерах, в которых требуется вход в головную пластину.
Одноразовая рамановская оптическая система	 <p>A0048413</p>	Для использования с одноразовыми фитингами.
Проточный узел для рамановской спектроскопии (включает измерительный микростенд и измерительную микроячейку)	 <p>A0052578</p>	Для использования с жидкостями с низкой скоростью потока, когда мониторинг динамического технологического потока дает полезную информацию, а также когда особенно важно получить показатели скорости или предел обнаружения.

## 5 Технические характеристики

### 5.1 Технические характеристики зонда

Параметр		Описание
Длина волны лазера	с бесконтактной или погружной оптикой	532 нм, 785 нм или 1000 нм
	с bIO-оптикой или одноразовой оптикой Raman	785 нм или 1000 нм
	с многофункциональной оптикой для биопроцессов и биологическим защитным рукавом или измерительным микростендом и измерительной микроячейкой	785 нм
Максимальная мощность лазерного излучения, поступающего на головку зонда		< 499 мВт
Рабочее расстояние		См. <i>Дополнительная оптика для зонда Rxn-10. Техническая информация (TIO1635C)</i>
Пробоотборный интерфейс		См. <i>Дополнительная оптика для зонда Rxn-10. Техническая информация (TIO1635C)</i>
Поляризация на пробе		Без поляризации
Температура окружающей среды		-10-70 °C (от 14 до 158 °F)
Температурный скачок		≤ 30 °C/мин (≤ 54 °F/мин)
Относительная влажность		от 20 до 60%, без конденсации
Спектральный охват		Спектральный охват зонда ограничен охватом используемого анализатора
Мощность лазера на пробе	532 нм (при использовании стандартного лазера 120 мВт)	> 45 мВт
	785 нм (при использовании стандартного лазера 400 мВт)	> 150 мВт
	1000 нм (при использовании стандартного лазера 400 мВт)	> 150 мВт
Материалы конструкции	корпус зонда	алюминий 6061, нержавеющая сталь 316L и нержавеющая сталь 303
	оптоволоконный кабель	Конструкция: в оболочке из ПВХ, запатентованная конструкция Подключения: запатентованные электрооптические (EO) или волоконно-электрооптические (FC/EO) преобразователи для внешних систем
Зонд	длина (без учета радиуса изгиба оптоволоконного кабеля)	203 мм (8 дюймов)
	длина (с учетом радиуса изгиба оптоволоконного кабеля)	356 мм (14,02 дюйма)
	диаметр (без кабеля)	19 мм (0,75 дюйма)
	вес (с кабелем)	0,5 кг (прибл. 1 фунт)

## 5.2 Технические характеристики оптоволоконного кабеля

Волоконно-оптический кабель анализатора Raman KFOC1	
Параметр	Описание
Общие функции	Интегрированный медный проводник для функций блокировки Внутренние элементы жесткости из арамида (кевлара) В огнеупорном исполнении Плеснестойкий
Номинал кабеля (только кабель)	Рабочая температура: от -40 °C до 70 °C (от -40 °F до 158 °F) Температура хранения: от -55 °C до 70 °C (от -67 °F до 158 °F) Сертификации: CSA-C/US AWM I/II, A/B, 80C, 30V, FTI, FT2, VW-1, FT4 Классификация: AWM I/II A/B 80C 30V FT4
Радиус изгиба	152,4 мм (6 дюймов)
Терминирование	Электрогидравлическая с разъемами

Волоконно-оптический кабель комбинационного рассеяния Raman KFOC1B имеет улучшенный номинал, сертификат CMR, который обеспечивает соответствие местным законам и нормативам. Эта сертификация способствует более плавному внедрению в технологические среды. Эти кабели, которые прошли независимую проверку и сертификацию третьей стороной, обеспечивают повышенную защиту от распространения огня.

Оптоволоконный кабель для рамановской спектроскопии Raman KFOC1B, который имеет номинал CMR, готов к установке в кабельные лотки, подъемники и все типы кабелепровода без дополнительной оценки.

Волоконно-оптический кабель Raman KFOC1B	
Параметр	Описание
Общие функции	Интегрированный медный проводник для функций блокировки Армированные волокном пластиковые (FRP) элементы жесткости В огнеупорном исполнении Плеснестойкий
Номинал кабеля (только кабель)	Рабочая температура: от -40 °C до 70 °C (от -40 °F до 158 °F) Температура хранения: от -55 °C до 70 °C (от -67 °F до 158 °F) Сертификации: cULus AWM I/II, A/B, 80C, 30V, FTI, FT2, VW-1, FT4 Классификация: CMR-FO, AWM I/II A/B 80C 30V FT4
Радиус изгиба	152,4 мм (6 дюймов)
Терминирование	Электрооптические разъемы

## 5.3 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 ( $\lambda$ ) в нанометрах, продолжительности воздействия в секундах ( $t$ ) и плотности энергии ( $\text{Дж}\cdot\text{см}^{-2}$  или  $\text{Вт}\cdot\text{см}^{-2}$ ).

Может также потребоваться коэффициент коррекции ( $C_A$ ), который можно определить ниже.

Длина волны $\lambda$ (нм)	Поправочный коэффициент $C_A$
От 400 до 700	1
От 700 до 1050	$10^{0,002(\lambda-700)}$
От 1050 до 1400	5

### 5.3.1 МДВ при воздействии на глаза

Стандарт ANSI Z136.1 предоставляет средства для оценки МДВ при воздействии на глаза. Обратитесь к стандарту для расчета соответствующих уровней МДВ для случая лазерного воздействия от зонда Rxn-10 и для маловероятного возникновения лазерного воздействия из-за обрыва оптического волокна.

Максимально допустимое воздействие (МДВ) точечного источника лазерного излучения на глаза			
Длина волны $\lambda$ (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 $5 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-7}$	-
	от $5 \times 10^{-6}$ до 10	$1,8 t^{0,75} \times 10^{-3}$	-
	От 10 до 30 000	-	$1 \times 10^{-3}$

Максимально допустимое воздействие (МДВ) точечного источника лазерного излучения на глаза				
Длина волны $\lambda$ (нм)	Продолжительность воздействия $t$ (с)	Расчет МДВ		МДВ, где $C_A = 1,4791$
		( $\text{J}\cdot\text{см}^{-2}$ )	( $\text{W}\cdot\text{см}^{-2}$ )	
785 и 993	от $10^{-13}$ до $10^{-11}$	$1,5 C_A \times 10^{-8}$	-	$2,2 \times 10^{-8}$ ( $\text{Дж}\cdot\text{см}^{-2}$ )
	от $10^{-11}$ до $10^{-9}$	$2,7 C_A t^{0,75}$	-	Введите время ( $t$ ) и рассчитайте
	От $10^{-9}$ до $18 \times 10^{-6}$	$5,0 C_A \times 10^{-7}$	-	$7,40 \times 10^{-7}$ ( $\text{Дж}\cdot\text{см}^{-2}$ )
	$18 \times 10^{-6} - 10$	$1,8 C_A t^{0,75} \times 10^{-3}$	-	Введите время ( $t$ ) и рассчитайте
	От 10 до $3 \times 10^4$	-	$C_A \times 10^{-3}$	$1,4971 \times 10^{-3}$ ( $\text{Вт}\cdot\text{см}^{-2}$ )

### 5.3.2 МДВ при воздействии на кожу

Стандарт ANSI Z136.1 позволяет определять МДВ при воздействии на кожу человека. Обратитесь к стандарту для расчета соответствующих уровней МДВ для случая лазерного воздействия от зонда Rxn-10 и для маловероятного возникновения лазерного воздействия из-за обрыва оптического волокна.

Максимально допустимое воздействие (МДВ) лазерного луча на кожу				
Длина волны $\lambda$ (нм)	Продолжительность воздействия $t$ (с)	Расчет МДВ		МДВ, где $C_A = 1,4791$
		( $J \cdot cm^{-2}$ )	( $W \cdot cm^{-2}$ )	
532, 785 и 993	От $10^{-9}$ до $10^{-7}$	$2 C_A \times 10^{-2}$	-	$2,9582 \times 10^{-2}$ (Дж·см <sup>-2</sup> )
	От $10^{-7}$ до 10	$1,1 C_A t^{0,25}$	-	Введите время ( $t$ ) и рассчитайте
	От 10 до $3 \times 10^4$	-	$0,2 C_A$	$2,9582 \times 10^{-1}$ (Вт·см <sup>-2</sup> )

[www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)

---