

Магнитострикционные линейные энкодеры

- Основные указания по технике безопасности
- Целевое назначение
- Общее описание принципа работы
- Указания по монтажу



Руководство по
монтажу

TR-Electronic GmbH

D-78647 Trossingen (Германия)
Eglishalde 6
Тел.: (0049) 07425/228-0
Факс: (0049) 07425/228-33
Эл. почта: info@tr-electronic.de
www.tr-electronic.de

Защита авторских прав

Настоящее руководство и содержащиеся в нем иллюстрации защищены авторским правом. Использование этого руководства третьими лицами не в соответствии с требованиями авторского права запрещено. Любое воспроизведение, перевод на иностранный язык, а также архивирование на электронных и фотографических носителях и любые изменения требуют письменного согласия изготовителя. Нарушение авторских прав преследуется по закону.

Право на внесение изменений

Мы оставляем за собой право вносить любые технические изменения с целью совершенствования оборудования.

Информация о документе

Дата составления/изменения	03.12.2021
№ документа/изменения:	TR-ELA-BA-RUS-0004 v16
Имя файла	TR-ELA-BA-RUS-0004-16.docx
Автор	MÜJ

Графическое обозначение

Курсив или **полужирный** шрифт используются для заголовка документа или выделения важной информации в тексте.

Текст на дисплее или экране, а также пункты меню программного обеспечения приведены шрифтом *Courier*.

" < > " обозначает клавиши на клавиатуре компьютера (например, <RETURN>).

Оглавление

Оглавление	3
Индекс изменения	4
1 Общая информация	5
1.1 Область действия	5
1.2 Применимые документы	5
1.3 Декларация ЕС о соответствии	5
1.4 Используемые сокращения и термины	6
1.5 Общее описание принципа работы	7
2 Основные указания по технике безопасности	8
2.1 Значение символов и сигнальных указаний	8
2.2 Обязательство владельца оборудования перед вводом в эксплуатацию	8
2.3 Общие виды опасности при использовании изделия	9
2.4 Применение по назначению	9
2.5 Применение не по назначению	9
2.6 Гарантия и ответственность	10
2.7 Организационные меры	10
2.8 Отбор и квалификация персонала; основные обязанности	11
2.9 Указания по технике безопасности	12
3 Транспортировка/хранение	13
4 Указания по монтажу/схема	14
4.1 Механическое исполнение трубчатого корпуса	14
4.2 Механическое исполнение профильного корпуса	14
4.3 Схема монтажа для трубчатого корпуса	16
5 Установка гидравлического цилиндра	17
5.1 Варианты уплотнений	18
5.1.1 Торцовое уплотнение	18
5.1.2 Радиальное уплотнение	19
5.2 Варианты установки с намагничиваемым материалом	20
5.2.1 Пример установки LA-66	20
5.2.2 Пример установки LMR-48, вариант с фланцевым штекером M12	21
5.2.2.1 Монтаж штекера	21
5.3 Специфические особенности	22
5.4 Необходимый момент затяжки	23
5.4.1 Пример расчета торцевого уплотнения	23
5.4.2 Пример расчета радиального уплотнения	24
6 Комплектующие	25

Индекс изменения

Индекс изменения

Изменение	Дата	Индекс
Первое издание	03.12.2021	16

1 Общая информация

Настоящая инструкция по монтажу включает следующие темы.

- Общее описание принципа работы
- Основные указания по технике безопасности и целевое назначение
- Указания по монтажу
- Установка гидравлического цилиндра

Так как документация составлена из нескольких документов, настоящая инструкция по монтажу служит дополнением к другим документам: паспортам изделий, габаритным чертежам, брошюрам, руководствам пользователя для соответствующих интерфейсов и т. д.

1.1 Область действия

Данная инструкция по монтажу применяется исключительно к следующим сериям измерительных систем.

- LA/LP
- LMR/LMP
- LMRI/LMPI
- LMRS/LMPS
- LMRB

Обозначение изделий, которые являются частью этого оборудования, указано на наклеенных заводских табличках.

1.2 Применимые документы

- Руководства по эксплуатации соответствующего оборудования для операторов
- Данная инструкция по монтажу
- Руководство пользователя для конкретного устройства сопряжения
- Схема разводки контактов
- Габаритный чертеж
- Технический паспорт изделия: <http://www.tr-electronic.com/s/S013471>

1.3 Декларация ЕС о соответствии

Измерительные системы разработаны, спроектированы и выполнены в соответствии с действующими европейскими и международными стандартами и директивами.

Соответствующую декларацию соответствия можно запросить в компании TR-Electronic GmbH.

Производитель изделий — компания TR-Electronic GmbH, г. Троссинген, D-78647 (Германия), имеет сертифицированную систему обеспечения качества в соответствии с ISO 9001.

1.4 Используемые сокращения и термины

LA/LMR	Линейная измерительная система с абсолютными значениями, исполнение в трубчатом корпусе
LMRB	Линейная измерительная система с абсолютными значениями, исполнение в трубчатом корпусе (базовое)
LMRI	Линейная измерительная система с абсолютными значениями, исполнение в трубчатом корпусе (промышленный стандарт)
LMRS	Линейная измерительная система с абсолютными значениями, исполнение в трубчатом корпусе с выносным устройством сопряжения (стандартное исполнение)
LP	Линейная измерительная система с абсолютными значениями, исполнение в профильном корпусе
LMP	Линейная измерительная система с абсолютными значениями, исполнение в профильном корпусе
LMPI	Линейная измерительная система с абсолютными значениями, исполнение в профильном корпусе (промышленный стандарт)
LMPS	Линейная измерительная система с абсолютными значениями, исполнение в профильном корпусе (стандартное исполнение)
ЕС	Е вропейское сообщество
ЕС	Е вропейский союз
ЭМС	Э лектро ма гнитная с овместимость
ЭСР	Э лектростатический р азряд
МЭК	Международная электротехническая комиссия
НЭК	Н ациональный э лектротехнический к одекс
VDE	Немецкий союз электротехнической, электронной и информационной промышленности (V erband d er E lektrotechnik E lektronik und I nformationstechnik)

1.5 Общее описание принципа работы

Принцип измерения основан на измерении времени прохождения (ультразвуковой диапазон). Время прохождения ультразвука пропорционально пути и анализируется электронными устройствами. В защитной трубке закрепляется под растяжением ферромагнитный провод (направляющий диполь магнитострикционного измерительного элемента), на который подается импульс тока. Импульс тока создает радиальное магнитное поле вокруг провода.

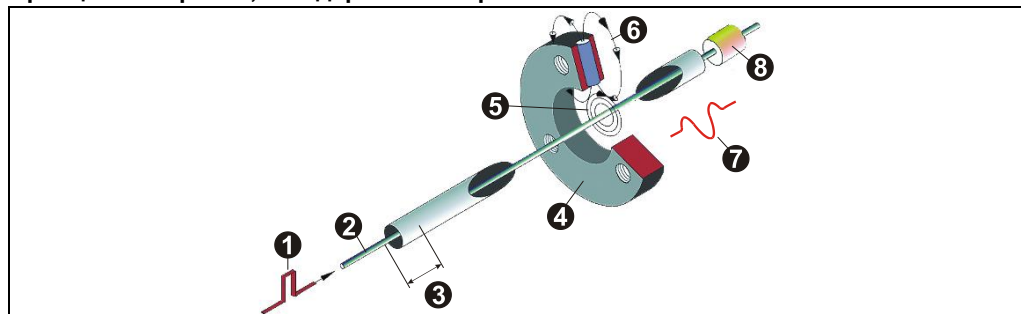
В качестве датчика положения (постоянный магнит) используется бесконтактная электромагнитная система, которая создает продольное магнитное поле относительно провода. Если два магнитных поля — радиальное от провода и продольное от магнита — пересекаются в точке измерения, то возникает импульс кручения.

Этот импульс распространяется в виде корпусной звуковой волны с постоянной ультразвуковой скоростью от точки измерения в направлении обоих концов провода. Ультразвуковой сигнал регистрируется преобразователем в головке датчика и преобразуется в электрический выходной сигнал, пропорциональный перемещению.

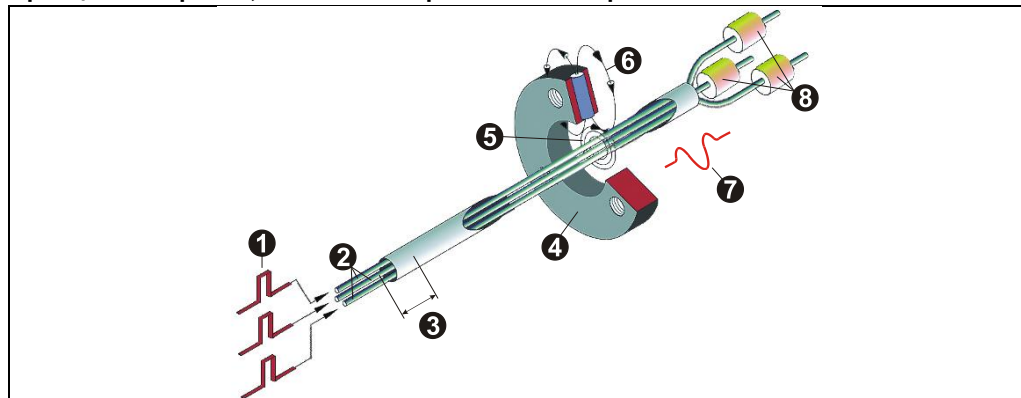
Корпусные звуковые волны, распространяющиеся в обоих направлениях, ослабляются в зонах заглушения в начале и на конце измерительного элемента.

Разность во времени между отправкой импульса тока и возникновением импульса кручения преобразуется измерительной электроникой в выходной сигнал, пропорциональный перемещению, и предоставляется в виде цифрового или аналогового сигнала.

Принцип измерения, стандартная измерительная система



Принцип измерения, система измерения с многократной избыточностью



- ① Импульс тока
- ② Измерительная проволока
- ③ Зона заглушения
- ④ Датчик положения (магнит)
- ⑤ Магнитное поле, создаваемое импульсом тока
- ⑥ Результирующее магнитное поле на датчике положения
- ⑦ Ответный сигнал импульса кручения
- ⑧ Приемная катушка с чувствительным элементом

2 Основные указания по технике безопасности

2.1 Значение символов и сигнальных указаний

⚠ ОСТОРОЖНО

Означает, что при отсутствии надлежащих мер предосторожности возможны серьезные телесные повреждения или смерть.

⚠ ВНИМАНИЕ

Означает, что при отсутствии надлежащих мер предосторожности возможны легкие телесные повреждения.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Означает, что при отсутствии надлежащих мер предосторожности возможен материальный ущерб.



Указывает на важную информацию или особенности и рекомендации по применению изделия.



Означает, что необходимо соблюдать соответствующие меры защиты от электростатического разряда, указанные в дополнении 1 к стандарту DIN EN 61340-5-1.

2.2 Обязательство владельца оборудования перед вводом в эксплуатацию

Измерительная система является электронным устройством и подчиняется правилам директивы по электромагнитной совместимости.

Поэтому ввод измерительной системы в эксплуатацию разрешен только после подтверждения соответствия системы/машины, в которую будет установлена измерительная система, положениям директивы ЕС по ЭМС, гармонизированным стандартам, европейским стандартам или соответствующим национальным стандартам.

2.3 Общие виды опасности при использовании изделия

Изделие (далее — *измерительная система*) изготовлено согласно современному уровню технического развития и в соответствии с признанными нормами безопасности. **Однако при использовании изделия не по назначению может возникнуть риск для жизни и здоровья пользователя или третьих лиц, а также существует опасность повреждения измерительной системы и нанесение иного материального ущерба.**

Используйте измерительную систему только в идеальном техническом состоянии, по ее прямому назначению, с учетом требований безопасности и возможных рисков, соблюдая при этом **применимые документы**. В частности, неисправности, которые могут отрицательно повлиять на надежность оборудования, следует немедленно устранять.

2.4 Применение по назначению

Измерительная система применяется для регистрации линейного перемещения и обработки данных измерения для последующего регулирования технологического процесса и управления.

Применение по назначению также включает следующее.

- Соблюдение всех указаний, содержащихся в соответствующих документах.
- Соблюдение данных на заводской табличке и любых запрещающих или указательных знаков на измерительной системе.
- Соблюдение прилагаемых документов.
- Эксплуатация измерительной системы с соблюдением предельных значений, указанных в технических характеристиках, см. паспорт изделия.

2.5 Применение не по назначению

Смертельная опасность, телесные повреждения и материальный ущерб из-за использования измерительной системы не по назначению.

⚠ ОСТОРОЖНО

УВЕДОМЛЕНИЕ

- Измерительная система **не является частью системы безопасности** в контексте директивы ЕС по машинному оборудованию, поэтому необходимо проверять достоверность показателей измерительной системы с помощью системы управления, подключенной далее по схеме.
- Владелец оборудования должен включить измерительную систему в концепцию своей системы безопасности.
- В частности, запрещено использование:
 - в средах со взрывоопасной атмосферой;
 - в медицинских целях.

2.6 Гарантия и ответственность

В основном применяются общие коммерческие условия компании TR-Electronic GmbH. Владелец оборудования получает доступ к ним после подтверждения заказа или заключения договора. Гарантийные обязательства и ответственность за травмы и материальный ущерб исключаются, если они вызваны одной или несколькими из следующих причин.

- Применение измерительной системы не по назначению.
- Неправильная сборка, установка, ввод в эксплуатацию и программирование измерительной системы.
- Ненадлежащее выполнение работ на измерительной системе неквалифицированным персоналом.
- Эксплуатация измерительной системы с техническими неисправностями.
- Несанкционированные изменения в механической или электрической части измерительной системы.
- Несанкционированный ремонт.
- Катастрофы, вызванные внешними воздействиями и форс-мажорными обстоятельствами.

2.7 Организационные меры

- Применимые документы должны быть всегда доступны на месте использования измерительной системы.
- Наряду с применяемыми документами необходимо ознакомиться с установленными законом требованиями и прочими обязательными предписаниями общего назначения по предотвращению несчастных случаев и охране окружающей среды, а также соблюдать их.
- Необходимо ознакомиться с действующими национальными, местными нормами и требованиями в отношении конкретного оборудования и соблюдать их.
- Владелец оборудования обязан информировать персонал об особенностях эксплуатации и требованиях к работе.
- Перед началом работы персонал, которому поручено выполнение различных работ на измерительной системе, должен прочитать и понять инструкцию по монтажу, в частности главу «Основные указания по технике безопасности».
- Заводская табличка и любые запрещающие или информационные знаки, наклеенные на измерительное устройство, должны всегда содержаться в разборчивом состоянии.
- Не вносите каких-либо изменений в механическую или электрическую часть измерительной системы, кроме тех, которые четко описаны в применимой документации.
- Ремонт может осуществляться только силами самого изготовителя или авторизованной организацией/уполномоченным лицом.

2.8 Отбор и квалификация персонала; основные обязанности

- Все работы на измерительной системе должны выполняться только квалифицированным персоналом.

Квалифицированный персонал — это лица, которым на основе их подготовки, опыта и полученного инструктажа, а также знания соответствующих стандартов, норм, правил предотвращения несчастных случаев и условий эксплуатации дается поручение от лица, ответственного за безопасность системы, выполнять требуемые действия, причем эти лица способны распознавать и предотвращать возможные опасности.

- Для определения понятия «квалифицированный персонал» следует также обратиться к стандартам VDE 0105-100 и IEC 364 (справочные источники, например Beuth Verlag GmbH, VDE-Verlag GmbH).
- Необходимо четко определить обязанности по сборке, установке, вводу в эксплуатацию и самой эксплуатации. Необходимо контролировать персонал, который должен быть обучен или проинструктирован.

2.9 Указания по технике безопасности

⚠ ОСТОРОЖНО

УВЕДОМЛЕНИЕ

- **Разрушение, повреждение или нарушение работы измерительной системы и опасность травмирования**
 - Выполнять электромонтажные работы, размыкать и замыкать электрические соединения разрешается только в обесточенном состоянии.
 - Не проводите сварочные работы на уже подсоединенной или включенной измерительной системе.
 - Серия LMRB-27: скачки позиций, неверный вывод значения позиции.
 - Кабелем соединяются только устройства сопряжения и датчики, которые имеют одинаковый номер артикула и серии, указанный на заводской табличке.
-

УВЕДОМЛЕНИЕ

- Убедитесь, что среда на месте монтажа защищена от воздействия агрессивных сред (кислот и т. д.).
 - Во время монтажа избегайте ударов (например, молотком) по измерительному устройству.
 - Не сгибайте трубку датчика.
 - Не устанавливайте измерительную систему вблизи магнитных полей.
 - Запрещается открывать корпус измерительной системы.
-



- **Измерительная система содержит чувствительные к электростатическому заряду компоненты и узлы, которые могут быть разрушены при неправильном обращении.**
 - Не прикасайтесь пальцами к соединительным контактам измерительной системы или используйте надлежащие меры защиты от электростатического разряда.
-



- **Утилизация**

Если по окончании срока службы устройство необходимо утилизировать, необходимо соблюдать действующие национальные правила.
-

3 Транспортировка/хранение

Указания по транспортировке

Не роняйте устройство и не допускайте сильных ударных нагрузок.

В устройстве имеется магниторезистивный датчик.

Используйте только оригинальную упаковку.

Ненадлежащий упаковочный материал может вызвать повреждение устройства во время транспортировки.

Хранение

Температура хранения: см. технический паспорт изделия.
Хранить в сухом месте.

4 Указания по монтажу/схема

Во время монтажа системы линейных перемещений TR убедитесь, что датчик не находится вблизи сильных полей магнитных и электрических возмущений.

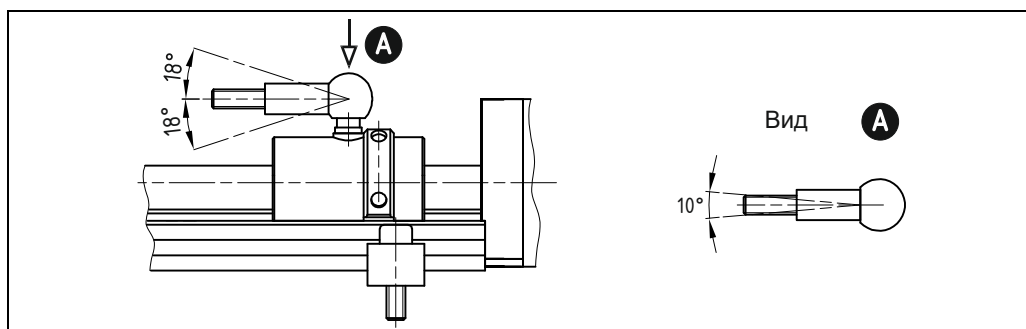
Недопустимые поля возмущений могут повлиять на точность измерения. Напряженность магнитного поля в зоне мерной рейки не должна превышать 3 мТ.

4.1 Механическое исполнение трубчатого корпуса

Результат измерения передается на стержень датчика положения бесконтактным способом по магнитному полю датчика. Точность результатов измерения зависит также от геометрической симметрии магнитного поля. С точки зрения механики это означает, что датчик положения должен быть установлен по центру трубы и направляться точно параллельно оси.

4.2 Механическое исполнение профильного корпуса

Установка датчика перемещения относительно проста, так как отсутствуют механические направляющие датчика положения. Оптимальные свойства скольжения измерительной каретки дополняются функцией бесконтактного ощупывания позиции измерения. Во избежание дополнительного износа направляющих скольжения по измерительной каретке необходимо соблюдать указания на допуски (углового и параллельного смещения):



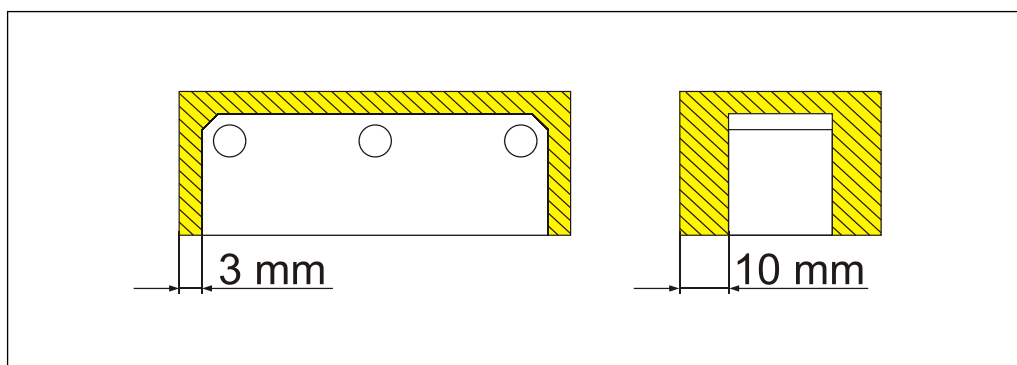
Точность результатов измерения зависит также от геометрической симметрии магнитного поля. Это означает, что в профильной системе без измерительной каретки датчик положения должен быть направлен к измерительной системе максимально точно, строго по оси и параллельно по высоте. Максимально допустимое расстояние между датчиком положения и корпусом профиля не должно превышать.

Отличие систем

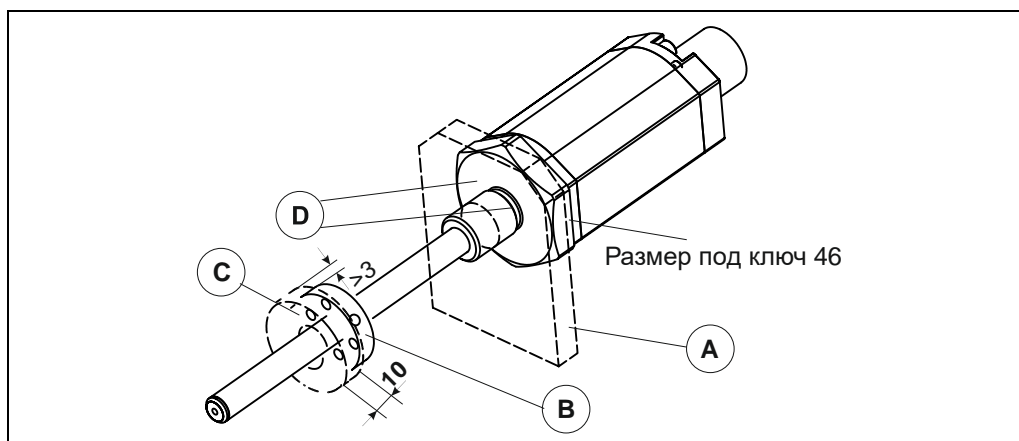
 Система профилей	Системы LP		
	Электромагнит	Арт. №	Расстояние от электромагнита
	T4U3820	49-155-003	$X = 3,2^{-2,4}$
	Системы LMP		
	Электромагнит	Арт. №	Расстояние от электромагнита
	T1-S5520	49-155-009	$X = 3^{-2}$
	T2-S5520N	49-155-032	$X = 8^{-3}$
	T1-S3818	49-155-015	$X = 3^{-2}$

Крепежные средства для датчика положения должны быть обязательно выполнены из материала, не восприимчивого к намагничиванию.

Если применяются крепежные средства из намагничивающегося материала, то по окружности датчика положения необходимо предусмотреть дистанционную прокладку из невосприимчивого к намагничиванию материала толщиной 10 мм и размером не менее 3 мм. Прокладку следует разместить между датчиком положения и крепежными средствами. Крепежные винты должны быть изготовлены из материала, не восприимчивого к намагничиванию.



4.3 Схема монтажа для трубчатого корпуса

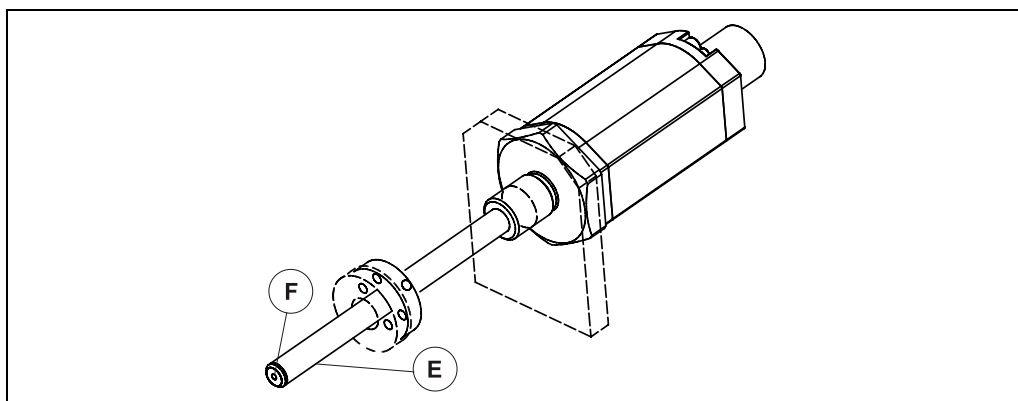


A Датчик перемещения прикручивается непосредственно к кронштейну резьбой или гайкой, момент затяжки $< 50 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Крепежные средства для датчика перемещения и датчика положения B должны быть обязательно выполнены из материала, не восприимчивого к намагничиванию.

C Если применяются крепежные средства из намагничивающегося материала, то по окружности датчика положения необходимо предусмотреть дистанционную прокладку из невосприимчивого к намагничиванию материала толщиной 10 мм и размером не менее 3 мм. Прокладку следует разместить между датчиком положения и крепежными средствами. Крепежные винты должны быть изготовлены из материала, не восприимчивого к намагничиванию.

D На контактной поверхности фланца рекомендуется предусмотреть гидроизоляцию с помощью уплотнительного кольца, которое помещают в канавку основания цилиндра. Для гидроизоляции можно также использовать уплотнительное кольцо в пазах резьбы со сбегом.



E Горизонтальные мерные рейки длиной $> 1,5 \text{ м}$ должны иметь опору. Необходимо использовать открытый по контуру датчик положения.

F В качестве опции можно приобрести датчик перемещения с глухой резьбой M4x5 для размещения на конце трубки. Его можно использовать в качестве опоры на центрах.



Указанные в технических характеристиках изделия максимальные значения вибрации и ударного воздействия достигаются только в том случае, если измерительная система установлена на неподвижных основаниях или на амортизаторах с обеих сторон, а не в режиме свободных колебаний.

5 Установка гидравлического цилиндра

Эта глава применяется только к следующим сериям измерительных систем, которые подходят для установки в гидравлические цилиндры.

Серия	Тип уплотнения	Тип установки
LA-41	Радиальное уплотнение	Устанавливается снаружи на гидравлическом цилиндре
LA-42	Торцовое уплотнение	Устанавливается снаружи на гидравлическом цилиндре
LA-46	Радиальное уплотнение	Устанавливается снаружи на гидравлическом цилиндре (съёмная трубчатая оболочка)
LMRI-46	Радиальное уплотнение	Устанавливается снаружи на гидравлическом цилиндре (съёмная трубчатая оболочка)
LMR-48	Радиальное уплотнение (на корпусе)	Устанавливается в гидравлическом цилиндре (может использоваться в гидроприводе мобильных машин)
LA-65	Торцовое уплотнение	Устанавливается снаружи на гидравлическом цилиндре (съёмная трубчатая оболочка)
LA-66	Торцовое уплотнение	Устанавливается снаружи на гидравлическом цилиндре
LMR-70	Радиальное уплотнение	Устанавливается снаружи на гидравлическом цилиндре

При установке линейных измерительных систем в гидроцилиндры необходимо учитывать данные и технические характеристики конкретного устройства.

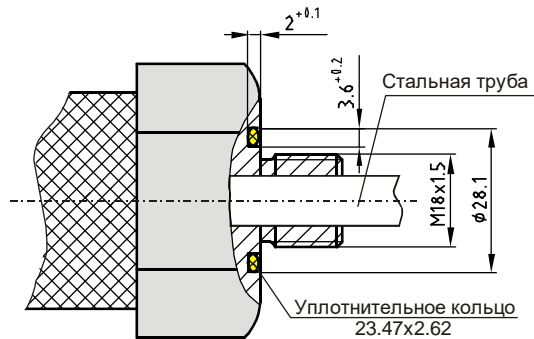
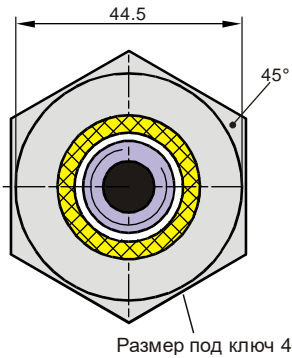
Установка гидравлического цилиндра

5.1 Варианты уплотнений

5.1.1 Торцовое уплотнение

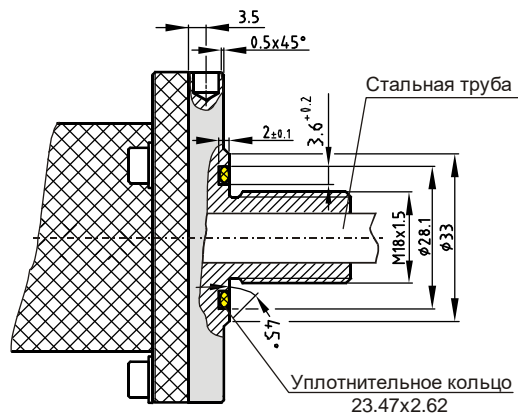
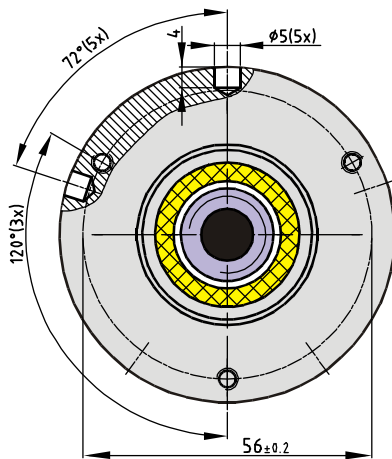
LA-42

Неуказанные размеры необходимо найти на чертеже заказчика!



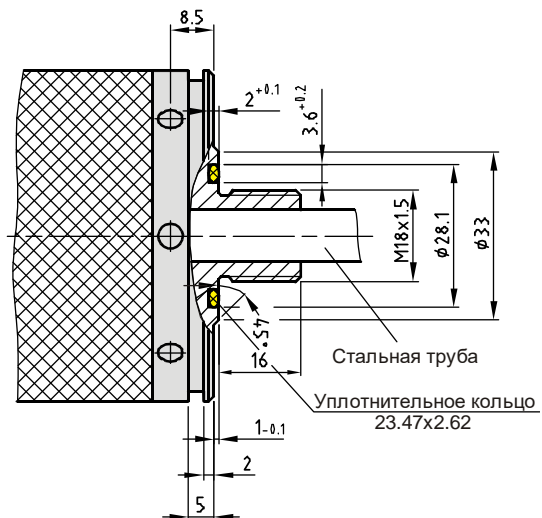
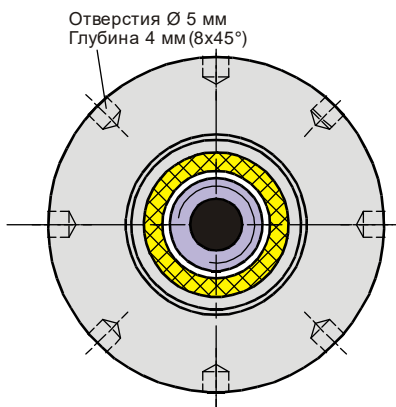
LA-65-H

Неуказанные размеры необходимо найти на чертеже заказчика!



LA-66

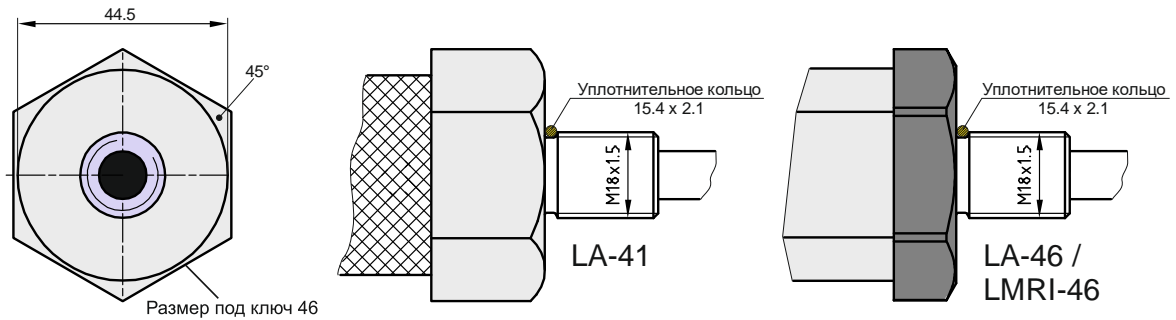
Неуказанные размеры необходимо найти на чертеже заказчика!



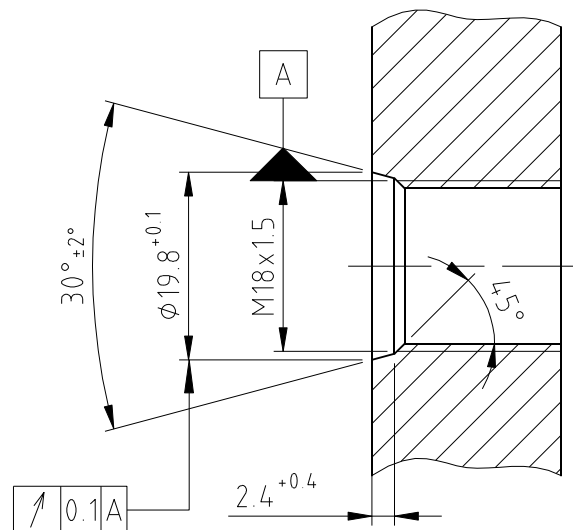
5.1.2 Радиальное уплотнение

LA-41/LA-46/LMRI-46/LMR-70

Неуказанные размеры необходимо найти на чертеже заказчика!



Требование заказчика, резьба M18x1,5

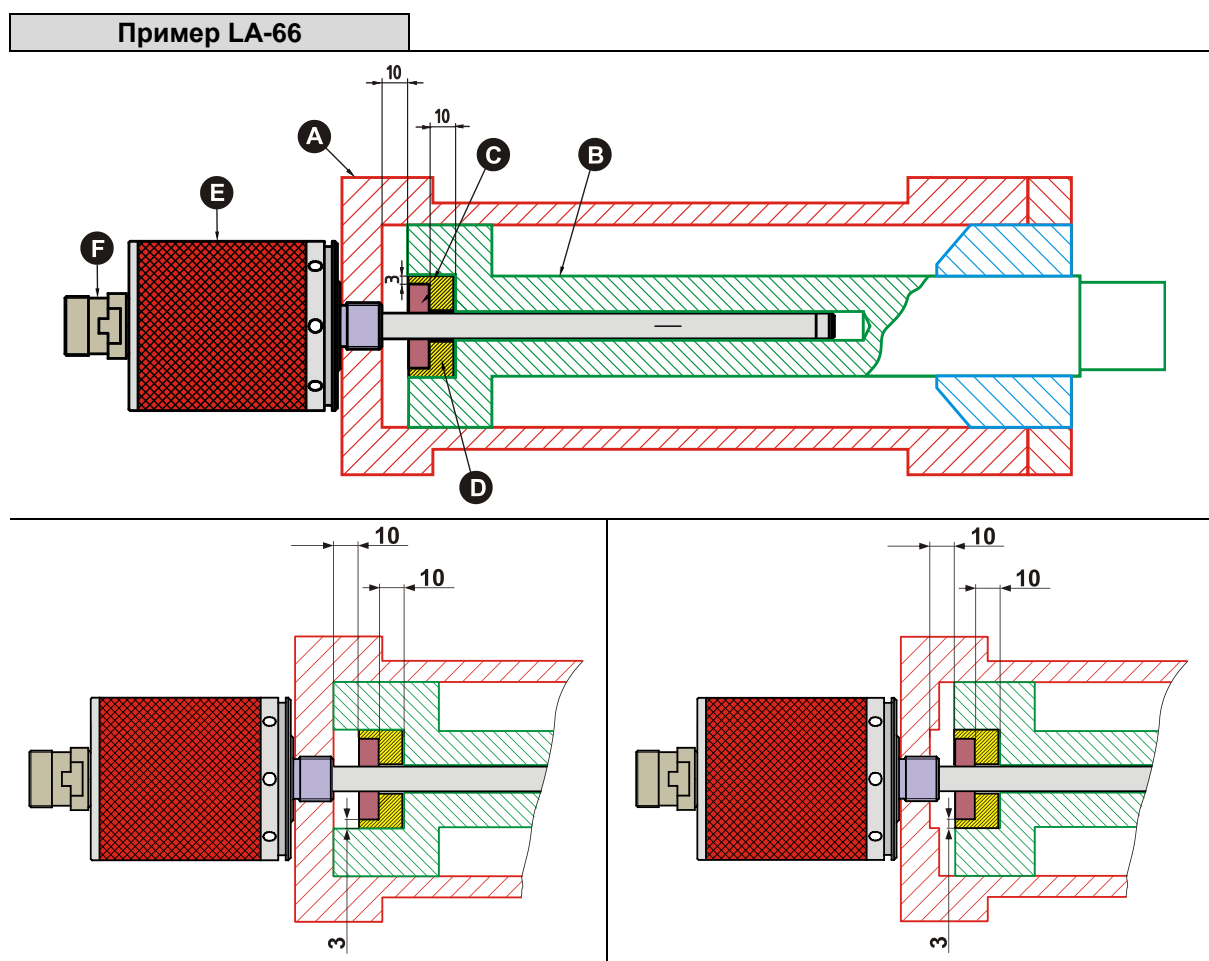


5.2 Варианты установки с намагничиваемым материалом

Если применяются крепежные средства из намагничиваемого материала, то по окружности датчика положения необходимо предусмотреть дистанционную прокладку из невосприимчивого к намагничиванию материала толщиной 10 мм и размером не менее 3 мм. Прокладку следует разместить между датчиком положения и крепежными средствами. Крепежные винты должны быть изготовлены из материала, не восприимчивого к намагничиванию: латуни, алюминия, пластика и т. д.

Линейная измерительная система для наружной установки на гидроцилиндрах прикручивается резьбой M18x1,5. Уплотнение на стороне фланца выполняется с помощью уплотнительного кольца (не входит в комплект поставки) в радиальном или осевом направлении.

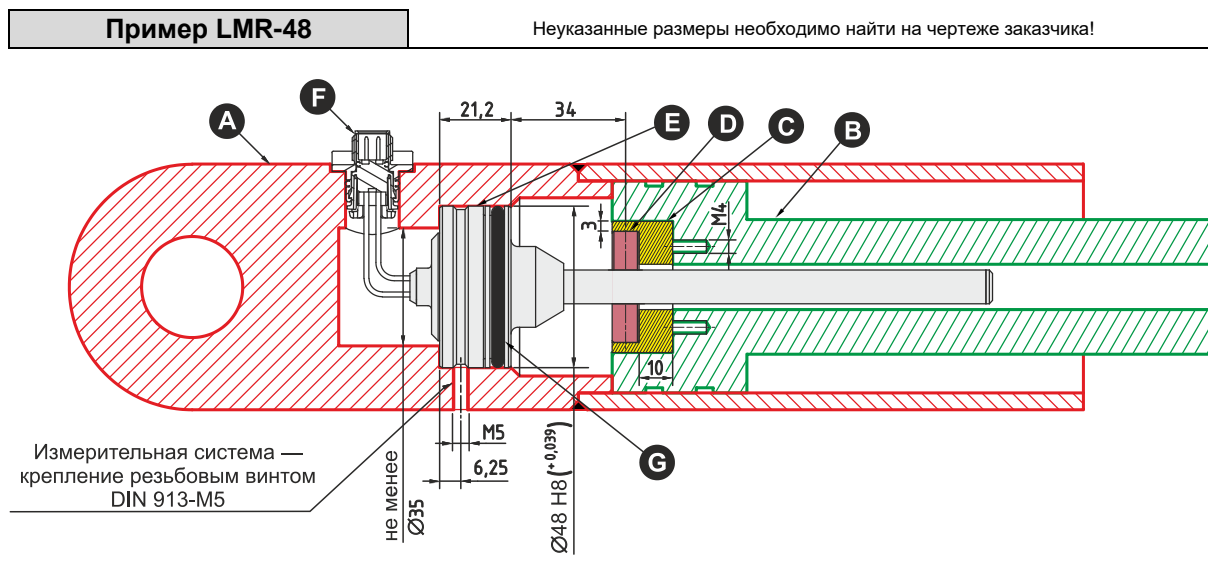
5.2.1 Пример установки LA-66



- A** Гидравлический цилиндр
- B** Поршневой шток
- C** Дистанционная прокладка из материала, не восприимчивого на намагничиванию
- D** Магнит (датчик положения)
- E** Измерительная система
- F** Соединительный штекер

5.2.2 Пример установки LMR-48, вариант с фланцевым штекером M12

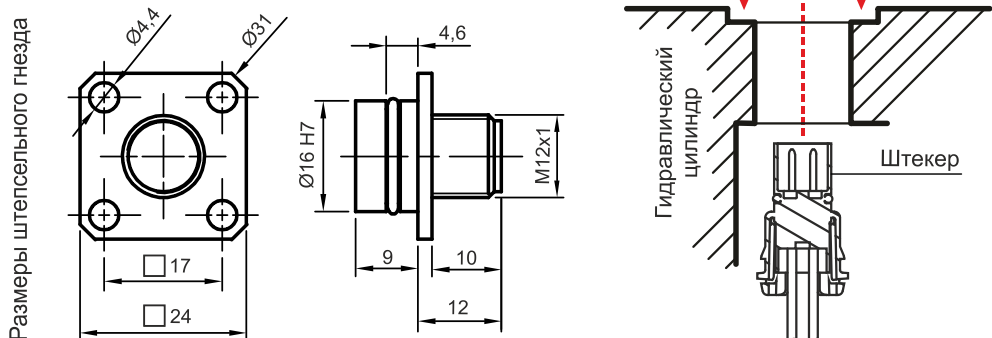
Датчик перемещения LMR-48 вставляется в гидравлический цилиндр в посадочное место $\text{Ø} 48 \text{ H}8$ и фиксируется резьбовым винтом (DIN 913, M5) от проворачивания. Гидроизоляция выполняется с помощью уплотнительного кольца, установленного на корпусе измерительной системы.



- A** Гидравлический цилиндр
- B** Поршневой шток
- C** Дистанционная прокладка из материала, не восприимчивого на намагничиванию
- D** Магнит (датчик положения)
- E** Измерительная система
- F** Штекер с патроном
- G** Уплотнительное кольцо

5.2.2.1 Монтаж штекера

Штекер уже предварительно смонтирован и вставляется через отверстие гидроцилиндра в патрон. Теперь патрон со вставленным штекером необходимо установить на гидроцилиндр, используя четыре винта M4 с цилиндрической головкой.

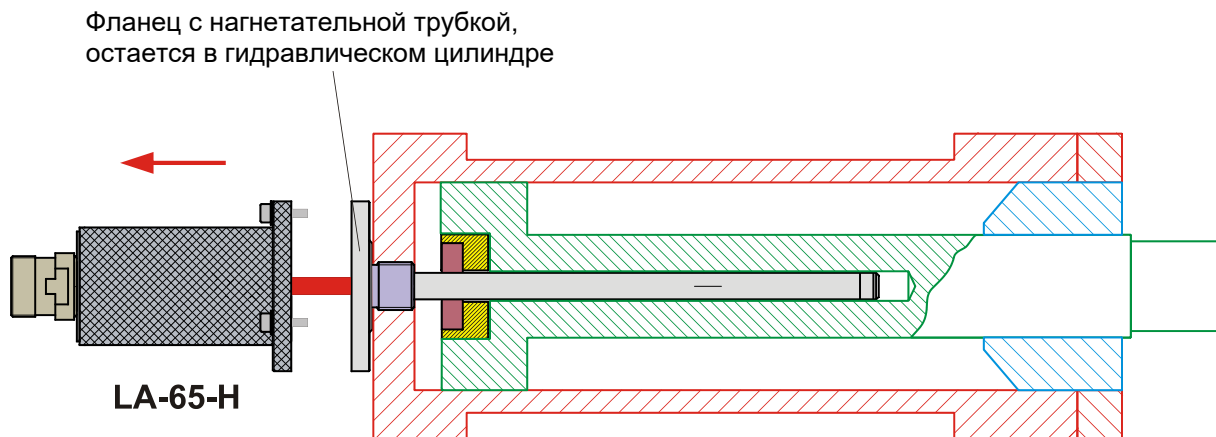


5.3 Специфические особенности

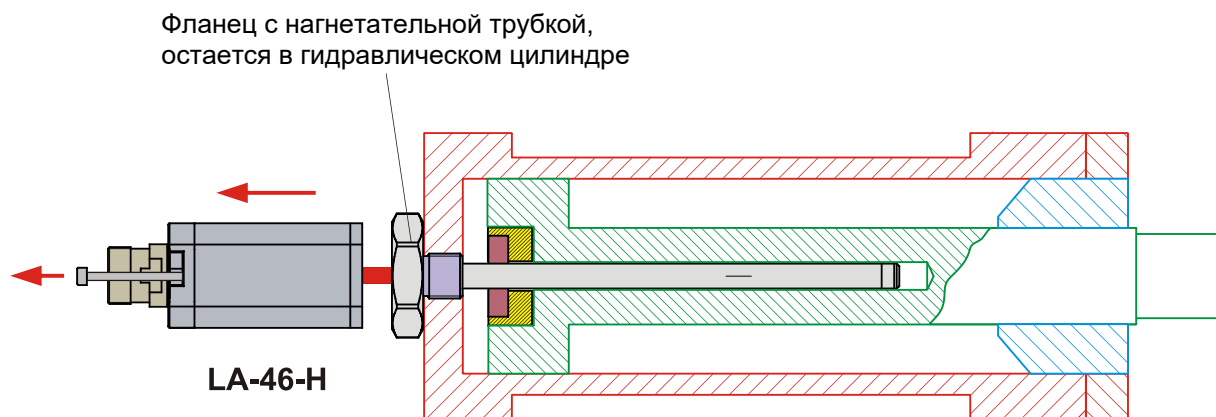
Нагнетательная трубка и чувствительный элемент в линейных измерительных системах серий LA-65-H и LA-46-H не связаны механически.

Поэтому при замене датчика нагнетательная трубка остается в гидравлическом цилиндре. Гидравлическая система остается под давлением, поэтому опорожнение и заполнение не занимают много времени.

Пример LA-65-H



Пример LA-46-H



5.4 Необходимый момент затяжки

5.4.1 Пример расчета торцевого уплотнения

Исполнение с резьбой M18x1,5

Торцевое уплотнение с помощью кольца круглого сечения 23,47 x 2,62
(не входит в комплект поставки)

LA-42/LA-65-H/LA-66

A Необходимое зажимное усилие в зависимости от давления на фланец

1	$p =$	600,0 бара	Статическое гидравлическое давление на фланец LA
2	$d_{\text{Oring}} =$	23,5 мм	Диаметр уплотнительного кольца, контактная поверхность
3	F_KI =	25 957,8 Н	Требуемое зажимное усилие (связано с гидравлическим давлением)

B Требуемое монтажное усилие предварительного натяжения в зависимости от монтажа

4	$k_a =$	1,6 [-]	Коэффициент затяжки динамометрическим ключом (I)
5	$k_l =$	1,2 [-]	Коэффициент ослабления для статической нагрузки (II)
6	F_VM =	49 838,9 Н	Монтажное усилие предварительного натяжения при расчете на k_a и k_l

C Геометрия и трение резьбы

7	$D =$	18,0	мм	Номинальный диаметр
8	$P =$	1,5	[-]	Шаг резьбы
9	$D_2 =$	17,03	мм	Средний диаметр резьбы
10	$\phi =$	0,028	рад	Угол профиля резьбы
11	$\mu_k =$	0,12	[-]	Коэфф. трения резьбы, «слегка смазана» (III)
12	$\phi_G =$	0,119	рад	Угол трения на основании μ_k (11)
13	$r_a =$	11,7	мм	Радиус трения на основании диаметра уплотнительного кольца (2)

D Необходимый момент затяжки для $p = 600$ бар

14	MA =	133 Н·м	Расчетный момент затяжки (IV)
----	-------------	----------------	--------------------------------------

(I) Из книги «Элементы машин», Ролофф/Матек, табл. А8–11.

(II) Из книги «Элементы машин», Ролофф/Матек, табл. А8–9.

(III) Из книги «Элементы машин», Ролофф/Матек, табл. А8–12а.

(IV) Из книги «Элементы машин» Ролофф/Матек, уравнение 8.20.

Установка гидравлического цилиндра

5.4.2 Пример расчета радиального уплотнения

Исполнение с резьбой M18x1,5

Радиальное уплотнение с помощью кольца круглого сечения 15,4 x 2,1
(не входит в комплект поставки)

LA-41/LA-46/LMRI-46/LMR-70

A Необходимое зажимное усилие в зависимости от давления на фланец

1	$p = 600,0$ бара	Статическое гидравлическое давление на фланец LA
2	$d_{\text{Oring}} = 15,4$ мм	Диаметр уплотнительного кольца, контактная поверхность
3	F_KI = 11 175,9 Н	Требуемое зажимное усилие (связано с гидравлическим давлением)

B Требуемое монтажное усилие предварительного натяжения в зависимости от монтажа

4	$k_a = 1,6$ [-]	Коэффициент затяжки динамометрическим ключом (I)
5	$k_l = 1,2$ [-]	Коэффициент ослабления для статической нагрузки (II)
6	F_VM = 21 457,7 Н	Монтажное усилие предварительного натяжения при расчете на k_a и k_l

C Геометрия и трение резьбы

7	$D = 18,0$ мм	Номинальный диаметр
8	$P = 1,5$ [-]	Шаг резьбы
9	$D_2 = 17,03$ мм	Средний диаметр резьбы
10	$\phi = 0,028$ рад	Угол профиля резьбы
11	$\mu_{y_k} = 0,12$ [-]	Коэфф. трения резьбы, «слегка смазана» (III)
12	$\phi_G = 0,119$ рад	Угол трения на основании μ_{y_k} (11)
13	$r_a = 7,7$ мм	Радиус трения на основании диаметра уплотнительного кольца (2)

D Необходимый момент затяжки для $p = 600$ бар

14	MA = 47 Н·м	Расчетный момент затяжки (IV)
----	--------------------	-------------------------------

(I) Из книги «Элементы машин», Ролофф/Матек, табл. A8–11.

(II) Из книги «Элементы машин», Ролофф/Матек, табл. A8–9.

(III) Из книги «Элементы машин», Ролофф/Матек, табл. A8–12a.

(IV) Из книги «Элементы машин» Ролофф/Матек, уравнение 8.20.

6 Комплектующие

www.tr-electronic.de/produkte/lineargeber/zubehoer.html

