

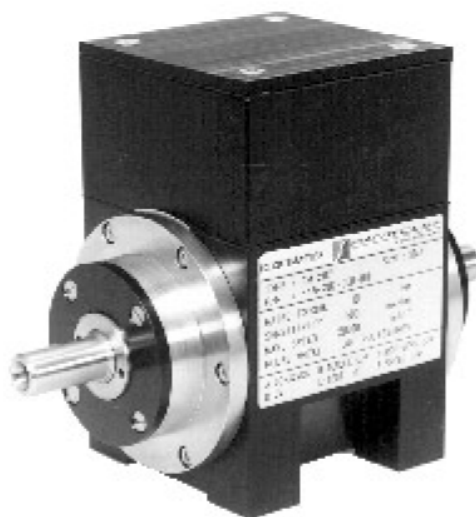


MAGTROL

БЕСКОНТАКТНЫЕ
ДАТЧИКИ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

СЕРИЯ ТМ 300

ИСПОЛНЕНИЕ НА ВАЛУ



РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Отметки о покупке

Пожалуйста, запишите код модели и серийный номер Вашего оборудования фирмы Magtrol вместе с общей информацией о покупке. Код модели и серийный номер Вы можете найти либо на идентификационной пластине или на белой наклейке закрепленной на каждом устройстве Magtrol. Всегда ссылайтесь на эти номера при взаимодействии с компанией Magtrol или ее представителем в Вашем регионе.

Model Number: _____

Serial Number: _____

Дата покупки: _____

Покупатель: _____

Несмотря на то, что каждое предписание было протестировано и выверено при составлении данного руководства, компания Magtrol не берет на себя ответственности за ошибки и упущения. В дополнении, никакая ответственность не предполагается за причинение какого-либо ущерба или повреждения, возникших при использовании информации, содержащейся в данной публикации.

Copyright

Copyright ©2006 Magtrol, Inc. Все права зарезервированы.

Копирование или воспроизведение любой части этого руководства без письменного разрешения компании Magtrol запрещено.

Trademarks Торговые марки

LabVIEW™ является торговой маркой National Instruments Corporation.

Microsoft® является зарегистрированной торговой маркой Microsoft Corporation.

National Instruments™ является торговой маркой National Instruments Corporation.

Windows® является зарегистрированной торговой маркой Microsoft Corporation.



Указание по технике безопасности



Предупреждение! Для минимизации возможных рисков необходимо тщательное соблюдение стандартов безопасности при проектировании, конфигурации и эксплуатации приводных механизмов для измерения крутящего момента. Несоблюдение этих предписаний напрямую влияет на безопасность персонала и/или оборудования и может повлечь за собой серьезные последствия.

1. Убедитесь, что все оборудование компании Magtrol заземлено, чтобы гарантировать безопасность персонала и надлежащее функционирование оборудования.
 2. Проверьте напряжение сети и источников питания, прежде чем подключить измерительное оборудование.
 3. Убедитесь, что все вращающиеся части оборудования оборудованы соответствующими защитными устройствами и кожухами.
-



Примечание: Детальная информация касательно систем защиты содержится в *Разделе 2.5 Руководства – Защитные системы.*

4. Периодически проверяйте все соединения и контакты.
5. Носите защитные очки, когда работаете с вращающимися элементами.
6. Никогда не используйте одежду с выступающими или свисающими элементами, работая с вращающимся оборудованием.
7. Никогда не стойте близко или не наклоняйтесь над вращающимися элементами приводных механизмов.

Использование по назначению

Датчики крутящего момента должны применяться исключительно для измерения крутящего момента и скорости вращения с целью выполнения задач контроля и регулирования. Любое использование в других целях считается использованием **не** по назначению. В целях гарантии безопасной эксплуатации, датчик следует применять только согласно инструкции по монтажу. В различных случаях применения следует дополнительно соблюдать правовые требования, а также указания по технике безопасности. Это также касается использования принадлежностей. Датчик не является элементом защиты в смысле использования по предписанию. Надежная и безопасная эксплуатация этого датчика предполагает специальный транспорт для его перевозки, специальное складирование, установку и монтаж, а также тщательное обслуживание.

Последствия несоблюдения правил техники безопасности

Датчик соответствует техническим условиям и надежен в эксплуатации. Датчик может представлять побочную опасность в случае его непрофессионального применения или обслуживания неквалифицированным персоналом. Каждый, кому поручены установка, ввод в эксплуатацию, обслуживание или ремонт датчика, должен ознакомиться и понять инструкцию по эксплуатации, и в особенности, указания по технике безопасности.

Остаточные риски

Возможность и объем поставки датчика касаются только области измерения крутящего момента. В дополнение, инженер технолог оборудования, монтажник и оператор должны так спланировать, реализовать и согласовать мероприятия по технике безопасности при проведении измерений крутящего момента, чтобы остаточные риски были минимизированы. Существующие предписания должны по мере необходимости соблюдаться. Должно быть указано на остаточные риски, связанные с измерением крутящего момента.

Редакция обновлений Руководства

Содержание данного Руководства подлежит изменению без предварительного уведомления. О необходимости обновления и наличии последней версии руководства можно осведомиться на Интернет сайте компании Magtrol www.magtrol.com/support/manuals.htm

Пожалуйста, сверьте дату обновления Вашего Руководства с датой последнего обновления Руководства на сайте компании. Принимайте во внимание все добавления или изменения, которые были сделаны с момента последнего обновления данного Руководства

Дата последнего обновления данного Руководства

Май 2006

Содержание

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ	i
РЕДАКЦИЯ РУКОВОДСТВА	ii
Редакция обновлений Руководства	ii
СОДЕРЖАНИЕ	iii
Перечень рисунков	iv
ВСТУПЛЕНИЕ	V
Цель и назначение данного Руководства	V
Структура Руководства	V
1. ВВЕДЕНИЕ	1
1.1. Общая информация	1
1.2. Описание	1
1.3. Технические данные	2
1.3.1. ТМ 301 – ТМ 308	2
1.3.2. ТМ 310 – ТМ 313	9
1.3.3. ТМ 314 – ТМ 317	18
2. УСТАНОВКА / КОНФИГУРАЦИЯ	26
2.1. ВИДЫ МОНТАЖА	26
2.1.1. Вариант установки в свободном подвешенном состоянии	26
2.1.2. Вариант установки на опоре-пьедестале	27
2.2. ПАРАЗИТНЫЕ НАГРУЗКИ	27
2.2.1. Радиальные силы (изгиб)	28
2.2.2. Осевые силы (сжатие/растяжение)	29
2.3. Вибрация вала	30
2.3.1. Допустимая вибрация измерительного вала	30
2.3.2. Электронный преобразователь крутящего момента	32
2.4. Монтажные ограничения	33
2.4.1. Динамический момент	33
2.4.2. Собственная частота приводного механизма	33
2.4.3. Собственная крутильная частота измерительного вала	35
2.4.4. Максимальная величина амплитуды в динамике	36
2.5. Защитные системы	36
2.6. Измерительная электроника и преобразователи сигнала	38

2.6.1. Измерительная электроника 3410	38
2.6.2. Измерительная электроника 6400	39
2.6.3. Программируемый динамометр контроллер DSP6001	40
2.7. Электрические подсоединения	41
2.7.1. Заземление	41
2.7.2. Соединительные кабели	42
3. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ	43
3.1. Строение датчика крутящего момента	43
3.1.1. Дифференциальный трансформатор	44
3.2. Канал скорости вращения	44
3.3. Встроенная схема самодиагностики	44
4. ОБСЛУЖИВАНИЕ / РЕМОНТ	45
4.1. Сервисное обслуживание	45
4.2. Ремонт	46
ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	47
Требования	47
ИНФОРМАЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ	48
Ремонт и/или калибровка оборудования Magtrol	48

Перечень рисунков

1. ВВЕДЕНИЕ	
Рис.1-1 ТМВ 313	1
2. УСТАНОВКА / КОНФИГУРАЦИЯ	
Рис.2-1 Установка в свободном состоянии	26
Рис.2-2 Установка в закрепленном состоянии на опоре	27
Рис.2-3 Паразитные нагрузки	27
Рис.2-4 Радиальные перемещения	29
Рис.2-5 Вибрационные ускорения	31
Рис.2-6 SW1 – SW12 микропереключатели и потенциометр настройки смещения	32
Рис.2-7 Упрощенная модель приводных механизмов	33
Рис.2-8 Кривые частотных характеристик	34
Рис.2-9 Допустимые динамические нагрузки	36
Рис.2-10 Пример защитной системы	37
Рис.2-11 Измерительная электроника 3410	38
Рис.2-12 Конфигурация 3410 посредством ПК	38
Рис.2-13 Измерительная электроника 6400	39
Рис.2-14 Конфигурация 6400 посредством ПК	39
Рис.2-15 Программируемый динамометр контроллер DSP6001	40
Рис.2-16 Конфигурирование контроллера DSP6001 посредством ПК	40
Рис.2-17 Общее заземление	41
Рис.2-18 Назначение 6-пинового разъема Souriau	42
Рис.2-19 Назначение 14-пинового разъема Centronics	42
3. ПРИНЦИП РАБОТЫ	
Рис.3-1 Конструктивные особенности строения датчика крутящего момента ТМ	43

Вступление

ЦЕЛЬ И НАЗНАЧЕНИЕ ДАННОГО РУКОВОДСТВА

Данное руководство содержит информацию необходимую для монтажа, установки и обслуживания датчиков крутящего момента серии ТМ в исполнении на валу. Для достижения максимальных возможностей и обеспечения надлежащего использования, пожалуйста, прочтите полностью данное руководство перед использованием. Храните руководство в надежном и легкодоступном месте, чтобы иметь оперативный доступ для консультации по всем возникающим вопросам.

Данное руководство предназначено для квалифицированного персонала, осуществляющего установку и эксплуатацию датчиков крутящего момента как части испытательной системы приводной цепи. Квалифицированным является персонал, которому доверены установка, монтаж, ввод в эксплуатацию и эксплуатация изделия, и который обладает квалификацией, соответствующей роду его деятельности.

Оборудование должно обслуживаться только в строгом соответствии с приведенными в руководстве техническими условиями и предписаниями по технике безопасности. При этом в различных случаях использования дополнительно должны соблюдаться необходимые правовые предписания и указания по технике безопасности. Это относится также к использованию принадлежностей (компенсационных муфт, измерительной электроники и другого оборудования).

СТРУКТУРА РАЗДЕЛОВ РУКОВОДСТВА

В данной секции приводится структура разделов руководства и краткое их содержание. Некоторая информация преднамеренно повторяется в различных секциях с целью уменьшения перекрестности ссылок и облегчения удобства понимания материала. Руководство пользователя содержит следующие разделы:

- | | |
|-----------|---|
| Глава 1 : | ВВЕДЕНИЕ
- содержит технические данные линейки датчиков крутящего момента в исполнении на валу, включая геометрические присоединительные размеры. |
| Глава 2 : | УСТАНОВКА / КОНФИГУРАЦИЯ
- содержит всю необходимую информацию по установке и эксплуатации датчиков крутящего момента, включая вопросы интеграции датчиков с измерительной электроникой |
| Глава 3 : | ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ
- раздел содержит информацию о принципах работы датчика крутящего момента, включая канал момента, скорости вращения и встроенную схему самодиагностики |
| Глава 4 : | ОБСЛУЖИВАНИЕ / РЕМОНТ
- в данном разделе приводится информация по процедурам сервисного обслуживания и ремонту оборудования |

Условные обозначения

Следующие символы могут быть использованы в данном руководстве для обозначения различной степени внимания и важности предоставляемой информации:



Примечание: Места в тексте руководства, отмеченные этим знаком, акцентируют внимание пользователя на дополнительной полезной информации или совете в связи с рассматриваемыми вопросами. Примечания способствуют настройке оптимального функционирования оборудования.



Внимание: Пользователю следует отнестись с повышенным вниманием к данным предупреждениям, инструкциям или директивам, отмеченным данным знаком, так как несоблюдение этих правил может привести к серьезным повреждениям оборудования или качества его функционирования. Связные участки текста руководства под данным знаком описывают меры предосторожности и возможные последствия в случае их игнорирования.



Опасность! Участки руководства, сопровождаемые такими символами, вводят предписания, процедуры или меры предосторожности, к выполнению которых необходимо отнестись с особым тщанием и вниманием. Несоблюдение этих предосторожностей напрямую влияет на безопасность персонала или оборудования и может повлечь за собой серьезные последствия.

1. Введение

1.1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия ТМ датчиков крутящего момента с установкой на вал представляет новое поколение высокоточных датчиков момента с интегрированной электроникой, специально разработанной компанией Magtrol. Датчики крутящего момента серии ТМ доступны в трех различных модификациях: ТМВ, ТМ и ТМНС. Базовая модификация ТМВ предназначена для всех стандартных типов промышленных и лабораторных приложений, модификация ТМ применяется для высокоточных испытаний и повышенных оборотов, сферой приложения ТМНС версий является специализированные приложения в области высоких скоростей вращения.

Датчики крутящего момента серии ТМ представлены следующей линейкой номиналов: 0.1 N·m, 0.2 N·m, 0.5 N·m, 1 N·m, 2 N·m, 5 N·m, 10 N·m, 20 N·m, 50 N·m, 100 N·m, 200 N·m, 500 N·m, 1 000 N·m, 2 000 N·m, 5 000 N·m and 10 000 N·m.

Линейка датчиков крутящего момента серии ТМ в исполнении на валу, совместно с линейкой датчиков крутящего момента фланцевого типа серии ТФ, покрывает широкую область задач измерения крутящего момента, начиная от стандартных применений до наиболее требовательных специализированных приложений.

1.2 ОПИСАНИЕ

Вся линейка датчиков крутящего момента серии ТМ состоит из измерительного вала и встроенной преобразующей электроники. Эти элементы, совместно с герметизированными подшипниковыми опорами и системой долговременной подачи смазки, собраны в алюминиевом корпусе.

В верхней части корпуса содержится встроенная электронная часть. Герметизация этой части корпуса выполнена по стандарту IP44 и имеет защиту от водяных брызг. Соединительный разъем (Souriau) позволяет подключать датчик крутящего момента через специальное кабельное соединение с вторичным преобразователем Magtrol 3410



Датчик крутящего момента серии ТМ осуществляет следующие функции:

1. Измерение статического и динамического крутящего момента с определением направления приложения момента.
2. Измерение скорости вращения и определения направления вращения.
3. Самодиагностика.

Рис. 1-1 ТМВ 313 Датчик крутящего момента

Интегрированная в датчик электроника выполняет функции фильтрации измерительного сигнала и диагностики состояния операций измерительной цепочки. Каждый датчик имеет также встроенный модуль термокомпенсации. Последнее обеспечивает точность измерения вне зависимости от рабочего температурного процесса.

1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

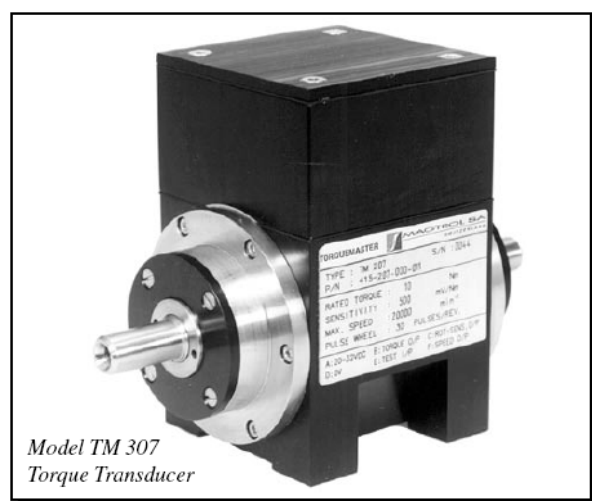
1.3.1 ТМ 301 – ТМ 308

ТМ 301 – ТМ 308

Датчики крутящего момента

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Встроенные преобразователи сигналов измерения крутящего момента и скорости вращения
- Крутящий момент: от 0,1 Н·м до 20 Н·м
- Класс точности: < 0.1% ($\leq 0.15\%$ для серии ТМВ)
- Допустимая перегрузка: 200%
- Предельная перегрузка: 500%
- Максимальная скорость: до 50 000 об/мин
- Бесконтактные (отсутствие контактных колец)
- Отсутствие вращающихся электронных компонентов
- Повышенная защищенность от электромагнитных помех
- Напряжение питания: от 20В до 32В DC
- Прямая регистрация скорости вращения вала
- Регулируемая предельная частота сигнала крутящего момента (высокочастотный фильтр)
- Встроенная функция самодиагностики
- Вал из нержавеющей стали
- Соответствие нормам EMC Европейских стандартов



Бесконтактные вращающиеся датчики с установкой на вал

ОПИСАНИЕ

Бесконтактные вращающиеся датчики крутящего момента снабжены системой повышенного класса точности для измерения в широких диапазонах крутящего момента и скорости вращения вала. Каждая модель имеет интегрированный электронный модуль, который преобразует измерительный сигнал канала крутящего момента в нормализованное напряжение $0V..±10V$ и обеспечивает частотный выход для канала измерения скорости вращения. Бесконтактные вращающиеся датчики крутящего момента с установкой на вал надежны в работе, имеют повышенную защиту от перегрузок и воздействия электромагнитных помех, обладают высокой степенью стабильности в течение длительного промежутка времени.

Все модели датчиков снабжены уникальной измерительной технологией, основанной на применении бесконтактного дифференциального преобразователя сигнала крутящего момента. Данная измерительная технология имеет множество преимуществ. Одним из основных достоинств является отсутствие вращающихся электронных компонентов.

Покупателям предоставляется несколько исполнений датчиков с различными параметрами. Компания Magtrol предлагает 3 линейки моделей датчиков крутящего момента в исполнении на валу: линейка датчиков базового класса точности (серия ТМВ), линейка датчиков повышенного класса точности (серия ТМ) и линейка моделей повышенного класса точности для высокоскоростных приложений (серия ТМНС).

Каждый датчик содержит вал из закаленной нержавеющей стали с гладкими или шлицевыми концами, алюминиевый корпус, который имеет направляющие подшипники и измерительную электронику. Интегрированная электроника, питающаяся напряжением постоянного тока, обеспечивает передачу сигналов крутящего момента и скорости вращения без использования дополнительного усилителя. Датчик является автономной измерительной системой. Соединение с датчиком осуществляется посредством 6-полюсного разъема, закрепленного на корпусе. Съемная алюминиевая опора-пьедестал (включается в комплект поставки для моделей серии ТМ и ТМНС и в качестве дополнительной опции для датчиков серии ТМВ) позволяет производить установку датчика с жесткой фиксацией.

ПРИМЕНЕНИЕ

ТМ, ТМВ и ТМНС серии датчиков момента обеспечивают динамическое измерение скорости вращения и крутящего момента для:

- винтовых двигателей – авиационных, судовых и вертолетных
- очистителей ветровых стекол, электрических стеклоподъемников, стартеров генераторов и тормозов в автомобильной промышленности
- масляных и водяных насосов
- приводов редукторов и коробок передач
- сцепления
- механизированных клапанов
- дрелей, пневматического инструмента и других механических приборов.

БАЗОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ



Ниже приведены основные характеристики моделей, параметры серий, принцип действия и присоединительные размеры датчиков крутящего момента ТМ 301 – ТМ 308.

Спецификация

ТМ 301 – ТМ308

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛЕЙ

Характеристики в таблице приведены для всех серий датчиков крутящего момента (ТМ, ТМНС и ТМВ).

Модель	Номинал		Крутящая жесткость		Момент инерции		Вес кг
	Н·м	фунт·фут	Н·м/рад	фунт·фут/рад	кг·м ²	фунт·фут·м ²	
301*	0,1	0.07	≈29	≈21	2.50×10 ⁻⁵	1.84×10 ⁻⁵	1.1
302*	0,2	0.15	≈29	≈21	2.50×10 ⁻⁵	1.84×10 ⁻⁵	1.1
303	0,5	0.37	≈73	≈53	2.50×10 ⁻⁵	1.84×10 ⁻⁵	1.1
304	1	0.7	145	106	2.80×10 ⁻⁵	2.06×10 ⁻⁵	1.2
305	2	1.5	290	213	2.90×10 ⁻⁵	2.14×10 ⁻⁵	1.2
306	5	3.7	725	534	3.10×10 ⁻⁵	2.29×10 ⁻⁵	1.2
307	10	7.4	1450	1069	2.63×10 ⁻⁵	1.94×10 ⁻⁵	1.2
308	20	15	2900	2138	2.66×10 ⁻⁵	1.96×10 ⁻⁵	1.2

* Модели 301 и 302 доступны только в серии ТМ

ПАРАМЕТРЫ СЕРИЙ

В таблице приведены параметры для всех стандартных датчиков крутящего момента моделей 301-308 за исключением тех моделей, о которых сказано отдельно.

Стандартная версия	Серия ТМ	Серия ТМНС	Серия ТМВ
Измерение крутящего момента			
Номинальный крутящий момент (RT)	от 0 до ±100% RT		
Допустимая перегрузка (макс. пиковое значение момента в динамике без изменения свойств)	от 0 до ±200% RT		
Предельная перегрузка (максимальное значение момента в динамике до разрушения)	от 0 до ±500% RT		
Общая ошибка линеаризации и гистерезиса при 100% RT	< ±0.1% RT (0.2% для ТМ 301)	< ±0.1% RT	< ±0.15% RT
Общая ошибка линеаризации и гистерезиса от 100% до 200% RT	< ±0.1% от измерен. величины (0.2% для ТМ 301)	< ±0.1% от измеренной величины	< ±0.15% от измеренной величины
Температурное влияние на чувствительность: • в диапазоне от +10 °С до +60 °С • в диапазоне от -25 °С до +80 °С	< ±0.1% RT/10К < ±0.2% RT/10К		< ±0.2% RT/10К < ±0.4% RT/10К
Влияние скорости на нулевой сигнал датчика	< ±0.01% RT/1000 об/мин		< ±0.02% RT/1000 об/мин
Долговременная стабильность сигнала чувствительности	< ±0.05% RT/год		< ±0.1% RT/год
Измерение скорости			
Номинальный диапазон	1-20 000 об/мин	303: от 1-40 000 304-308: от 1 до 50 000 об/мин	1 - 6 000 об/мин
Число зубьев	60		
Минимальная регистрируемая скорость	1 об/мин		
Режимы работы			
Допустимая температура хранения	от -40 °С до +100 °С		
Рабочий температурный диапазон	от -40 °С до +85 °С		

**Спецификация****ТМ 301 – ТМ308**

Режимы работы			
Механическое ударное воздействие	соответствует IEC 68.2.27 / Класс D3		
Вибрация	соответствует IEC 68.2.6 / Класс D3		
Класс защиты	IP 44		
Механические характеристики			
Концы вала	гладкие		
Качество балансировки	G1 соответствует ISO 1940	G2.5 соответ. ISO 1940	
Нижняя опора	есть	есть	есть
Входные и выходные сигналы			
Напряжение питания/ток	от 20 до 30 В / 100 мА		
Выходной сигнал – канал момента (номинальный / max)	±5 / ±10 В		
Допустимые частоты фильтра	5000, 2500, 1000, 500, 200, 100, 40, 20, 10, 5, 2, 1 Гц		
Выходной сигнал – канал скорости вращения	выход с открытым коллектором (15 Ом in series), макс. 30 В, защита от короткого замыкания		
Разъемы			
Разъем (розетка)	опционально (P/N 957.11.08.0081)		

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Измерительная система, работающая по принципу дифференциального трансформатора и основанная на пропорциональности крутящего момента и возникающей в результате деформации индуктивности, состоит из двух концентрических цилиндров, расположенных на валу с двух сторон области концентраций деформации вала, и двух концентрических катушек статора, прикрепленных к корпусу.

Каждый цилиндр имеет расположенный по кругу ряд пазов и вращается совместно с валом внутри катушки. Переменный ток с частотой до 20 кГц протекает через первичную обмотку. Когда крутящий момент отсутствует, пазы на двух цилиндрах не совмещены. При наличии крутящего момента деформационная зона подвергается угловой деформации и пазы начинают перекрывать друг друга. Таким образом, во вторичной обмотке возникает напряжение, пропорциональное крутящему моменту. Формирующая электроника, встроенная в датчик, преобразует номинальный крутящий момент в напряжение от 0 до ±5В. Фильтр высоких частот настраивается от 5 кГц до 1 Гц, что позволяет регулировать частотный диапазон для полезного сигнала и отсекал нежелательные сигналы высокой частоты.

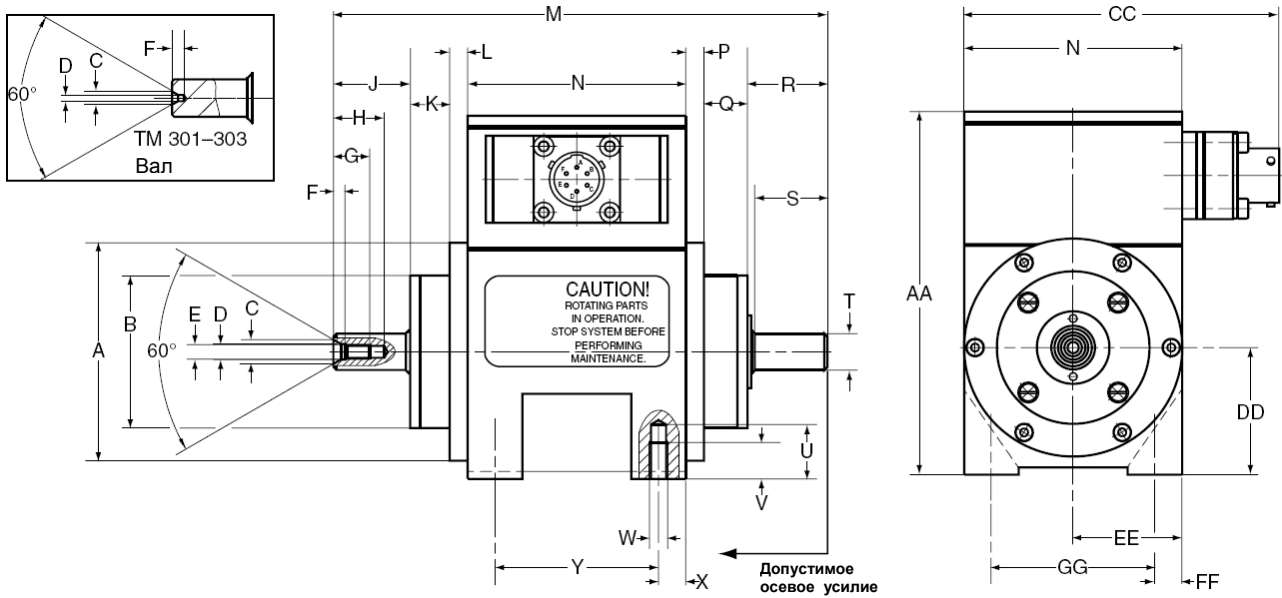
Оптический сенсор считывает скорость с зубчатой части механизма непосредственно на измерительную систему. Формирующая электроника выдает частотный сигнал, пропорциональный скорости вращения вала. Активный контур компенсирует смещение нуля и температурный дрейф с точностью 0.1% на каждые 10К.

РАЗМЕРЫ

Приведенные ниже на рисунке размеры являются одинаковыми для всех серий ТМ, ТМНС и ТМВ.

Спецификация

ТМ 301 – ТМ308



Model	units	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q
301-303	mm	60	42g6	2.12	0.1	---	1.9	---	---	13.2	7.8	5	114	60	5	9
	in	2.362	1.6533 1.6526	0.083	0.004	---	0.075	---	---	0.520	0.307	0.197	4.488	2.362	0.197	0.354
304-308	mm	60	42g6	6.7	4.3	M4	3.2	10	14	21.2	10.8	5	136	60	5	12
	in	2.362	1.6533 1.6526	0.264	0.169	M4	0.126	0.394	0.551	0.835	0.425	0.197	5.354	2.362	0.197	0.472

Model	units	R	S	Ø T	U	V	W	X	Y	AA	CC	DD	EE	FF	GG
301-303	mm	14	12	6h6	15	10	M5	7.5	45	100	87	35 ±0.05	30	7.5	45
	in	0.551	0.472	0.2362 0.2359	0.591	0.394	M5	0.295	1.772	3.937	3.425	1.3799 1.3760	1.181	0.295	1.772
304-308	mm	22	20	10h6	15	10	M5	7.5	45	100	87	35 ±0.02	30 ±0.02	7.5	45
	in	0.866	0.787	0.3937 0.3933	0.591	0.394	M5	0.295	1.772	3.937	3.425	1.3787 1.3772	1.1819 1.1803	0.295	1.772

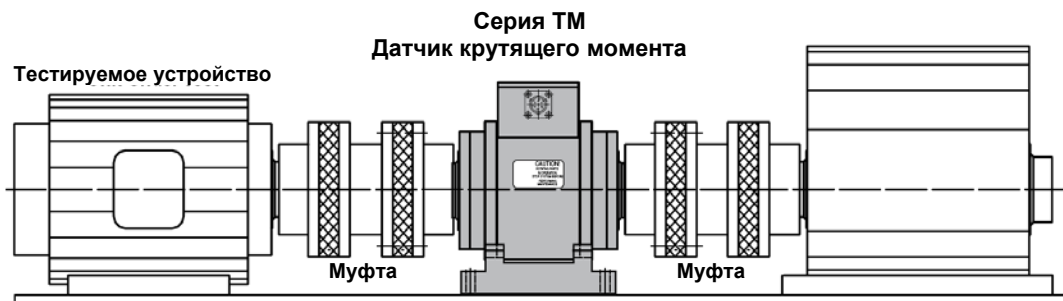
ИНФОРМАЦИЯ ПО ЗАКАЗУ

При заказе датчика крутящего момента необходимо указать код модели согласно спецификации.

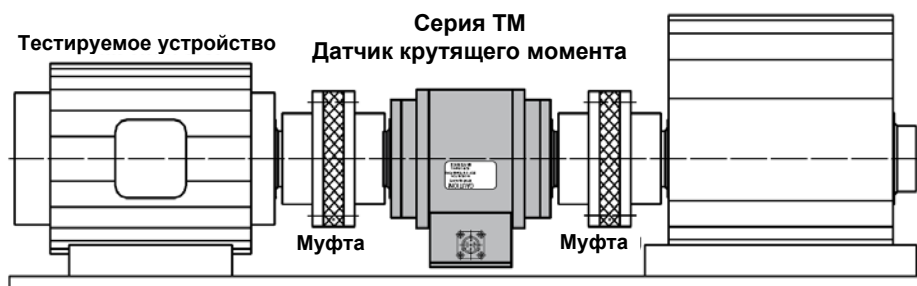
TORQUE TRANSDUCERS		
• Model	TM 301-308	TM 3□□/011
• Model	TMHS 303-308	TMHS 3□□/111
• Model	TMB 303-308	TMB 3□□/411

Спецификация

ТМ 301 – ТМ308



Вариант установки датчика на опоре
(обязателен при высоких скоростях)



Вариант установки в свободном (подвешенном) состоянии
(только при низких скоростях)

МУФТЫ

В том случае, когда датчики крутящего момента Magtrol серий ТМВ, ТМ и ТМНС встроены в приводной механизм, применение двухэлементных малогабаритных муфт является идеальным вариантом, хотя для низких скоростей вращения вала могут быть использованы одноэлементные муфты. Некоторые фирмы-изготовители предоставляют различный набор муфт для двух видов установки датчиков крутящего момента (установки на опоре и в подвешенном состоянии). Критериями выбора подходящих муфт для измерения крутящего момента являются:

- Высокая крутильная жесткость и угловая точность (жесткость в три раза больше жесткости вала)
- Качество зажима (самоцентрирование и соответствующие прочностные качества)
- Работоспособность в скоростном диапазоне вращения вала
- Качество балансировки (в соответствии со скоростным режимом вращения)
- Возможности по компенсации несоосности

Чем выше скорость вращения вала, тем более тщательный требуется выбор муфты и ее установка (соосность и балансировка) на приводной механизм. Представители компании Magtrol при необходимости могут оказать помощь в выборе нужной муфты для вашего датчика.

Спецификация

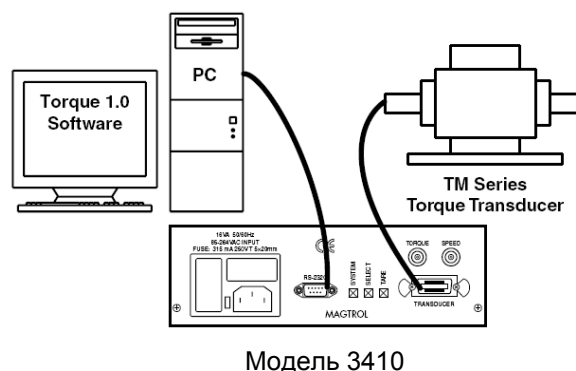
ТМ 301 – ТМ308

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Magtrol предлагает два различных типа измерительной электроники (модели 3410 и 6400), которые обеспечивают питание датчиков ТМ/ТМНС/ТМВ и отображают значения крутящего момента, скорости вращения вала и мощности.

Характеристики (общие для моделей 3410 и 6400):

- Английская и метрическая системы единиц
- Широкий вакуумный флуоресцентный дисплей
- Встроенная самодиагностика
- Индикатор перегрузки
- Функция тарировки
- Коммуникационный интерфейс RS-232
- Выходные сигналы каналов крутящего момента и скорости вращения вала
- Функциональное тестирование
- Программное обеспечение Magtrol Torque 1.0



Модель 6400 имеет следующие дополнительные характеристики:

- Возможность контроля качества по параметрам момент-скорость-мощность
- Коммуникационный интерфейс RS-232 и IEEE-488
- Резервный аналоговый вход

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ MAGTROL TORQUE 1.0

Программное обеспечение Magtrol Torque 1.0 совместимо с программной средой Windows[®], осуществляет автоматическую регистрацию значений крутящего момента, скорости вращения вала и механической мощности. Данные могут быть отправлены на печать, выведены на экран в виде графиков или сохранены в сводную таблицу Microsoft[®] Excel. Стандартные параметры Torque 1.0 включают: регистрацию пиковых значений крутящего момента, поддержка многоосного формата графиков и построение зависимостей необходимых параметров от времени, а также возможность регулирования частоты дискретизации и задания полиномиальной аппроксимации кривой.

При заказе измерительной электроники присоединительный измерительный кабель заказывается отдельно:

Принадлежности	Модель
Соединительный кабель (5/10/20 м)	ER 113

Вследствие постоянного развития и модернизации нашей продукции, мы оставляем за собой право изменять техническую документацию без предварительного предупреждения.

1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

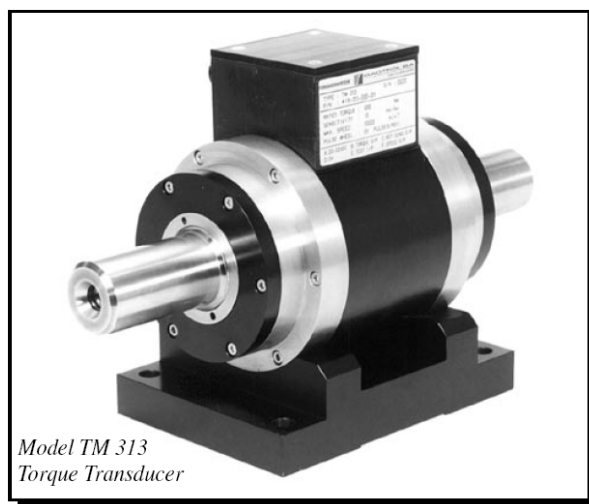
1.3.2 ТМ 310 – ТМ 313

ТМ 310 – ТМ 313

Датчики крутящего момента

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Встроенные преобразователи сигналов измерения крутящего момента и скорости вращения
- Крутящий момент: от 50 Н·м до 500 Н·м
- Класс точности: $< 0.1\%$ ($\leq 0.15\%$ для серии ТМВ)
- Допустимая перегрузка: 200%
- Предельная перегрузка: 500%
- Максимальная скорость: до 32 000 об/мин
- Бесконтактные (отсутствие контактных колец)
- Отсутствие вращающихся электронных компонентов
- Повышенная защищенность от электромагнитных помех
- Напряжение питания: от 20В до 32В DC
- Прямая регистрация скорости вращения вала
- Регулируемая предельная частота сигнала крутящего момента (высокочастотный фильтр)
- Встроенная функция самодиагностики
- Вал из нержавеющей стали
- Соответствие нормам EMC Европейских стандартов



Бесконтактные вращающиеся датчики с установкой на вал

ОПИСАНИЕ

Бесконтактные вращающиеся датчики крутящего момента снабжены системой повышенного класса точности для измерения в широких диапазонах крутящего момента и скорости вращения вала. Каждая модель имеет интегрированный электронный модуль, который преобразует измерительный сигнал канала крутящего момента в нормализованное напряжение $0V..±10V$ и обеспечивает частотный выход для канала измерения скорости вращения. Бесконтактные вращающиеся датчики крутящего момента с установкой на вал надежны в работе, имеют повышенную защиту от перегрузок и воздействия электромагнитных помех, обладают высокой степенью стабильности в течение длительного промежутка времени.

Все модели датчиков снабжены уникальной измерительной технологией, основанной на применении бесконтактного дифференциального преобразователя сигнала крутящего момента. Данная измерительная технология имеет множество преимуществ. Одним из основных достоинств является отсутствие вращающихся электронных компонентов.

Покупателям предоставляется несколько исполнений датчиков с различными параметрами. Компания Magtrol предлагает 3 линейки моделей датчиков крутящего момента в исполнении на валу: линейка датчиков базового класса точности (серия ТМВ), линейка датчиков повышенного класса точности (серия ТМ) и линейка моделей повышенного класса точности для высокоскоростных приложений (серия ТМНС).

Каждый датчик содержит вал из закаленной нержавеющей стали с гладкими или шлицевыми концами, алюминиевый корпус, который имеет направляющие подшипники и измерительную электронику. Интегрированная электроника, питающаяся напряжением постоянного тока, обеспечивает передачу сигналов крутящего момента и скорости вращения без использования дополнительного усилителя. Датчик является автономной измерительной системой. Соединение с датчиком осуществляется посредством 6-полюсного разъема, закрепленного на корпусе. Съёмная алюминиевая опора-пьедестал (включается в комплект поставки для моделей серии ТМ и ТМНС и в качестве дополнительной опции для датчиков серии ТМВ) позволяет производить установку датчика с жесткой фиксацией.

ПРИМЕНЕНИЕ

ТМ, ТМВ и ТМНС серии датчиков момента обеспечивают динамическое измерение скорости вращения и крутящего момента для:

- винтовых двигателей – авиационных, судовых и вертолетных
- очистителей ветровых стекол, электрических стеклоподъемников, стартеров генераторов и тормозов в автомобильной промышленности
- масляных и водяных насосов
- приводов редукторов и коробок передач
- сцепления
- механизированных клапанов
- дрелей, пневматического инструмента и других механических приборов.

БАЗОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ



ИНФОРМАЦИЯ ПО ЗАКАЗУ

При заказе датчика крутящего момента необходимо указать код модели согласно спецификации.

TORQUE TRANSDUCERS		
• Model	ТМ 310 – 313	ТМ 3□□/0□1
Гладкий вал	(310–313)	1
Со шлицом	(312–313)	2
• Model	ТМНС 310 – 313	ТМНС 3□□/1□1
Гладкий вал	(310–313)	1
Со шлицом	(312–313)	2
• Model	ТМВ 310 – 313	ТМВ 3□□/431

Ниже приведены основные характеристики моделей, параметры серий, принцип действия и присоединительные размеры датчиков крутящего момента ТМ 310 – ТМ 313.

**Спецификация****ТМ 310 – ТМ313****ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛЕЙ**

Характеристики в таблице приведены для всех серий датчиков крутящего момента (ТМ, ТМНС и ТМВ).

Модель	Номинал		Крутящая жесткость		Момент инерции		Вес *
	Н·м	фунт·фут	Н·м/рад	фунт·фут/рад	кг·м ²	фунт·фут·м ²	
310	50	37	5.7×10^3	4.204×10^3	1.52×10^{-4}	1.12×10^{-4}	2.5
311	100	74	1.14×10^4	8.408×10^3	1.54×10^{-4}	1.14×10^{-4}	2.5
312	200	148	3.82×10^4	2.820×10^4	4.84×10^{-4}	3.57×10^{-4}	4.1
313	500	369	9.58×10^4	7.070×10^4	5.14×10^{-4}	3.79×10^{-4}	4.4

* Вес датчиков серии ТМВ, заказанных без опор значительно меньше.

ПАРАМЕТРЫ СЕРИЙ

В таблице приведены параметры для всех стандартных датчиков крутящего момента моделей 310-313 за исключением тех моделей, о которых сказано отдельно.

Стандартная версия	Серия ТМ	Серия ТМНС	Серия ТМВ
Измерение крутящего момента			
Номинальный крутящий момент (RT)	от 0 до $\pm 100\%$ RT		
Допустимая перегрузка (макс. пиковое значение момента в динамике без изменения свойств)	от 0 до $\pm 200\%$ RT		
Предельная перегрузка (максимальное значение момента в динамике до разрушения)	от 0 до $\pm 500\%$ RT		
Общая ошибка линеаризации и гистерезиса при 100% RT	< $\pm 0.1\%$ RT	< $\pm 0.1\%$ RT	< $\pm 0.15\%$ RT
Общая ошибка линеаризации и гистерезиса от 100% до 200% RT	< $\pm 0.1\%$ от измерен. величины	< $\pm 0.1\%$ от измерен. величины	< $\pm 0.15\%$ от измерен. величины
Температурное влияние на чувствительность: • в диапазоне от +10 °С до +60 °С • в диапазоне от -25 °С до +80 °С	< $\pm 0.1\%$ RT/10К < $\pm 0.2\%$ RT/10К		< $\pm 0.2\%$ RT/10К < $\pm 0.4\%$ RT/10К
Влияние скорости на нулевой сигнал датчика	< $\pm 0.01\%$ RT/1000 об/мин		< $\pm 0.02\%$ RT/1000 об/мин
Долговременная стабильность сигнала чувствительности	< $\pm 0.05\%$ RT/год		< $\pm 0.1\%$ RT/год
Измерение скорости			
Номинальный диапазон модель ТМ310-311	1-10 000 об/мин	1-32 000 об/мин	1 - 4 000 об/мин
Номинальный диапазон модель ТМ312-313	1-10 000 об/мин	1-24 000 об/мин	1 - 4 000 об/мин
Число зубьев	60		
Минимальная регистрируемая скорость	1 об/мин		
Режимы работы			
Допустимая температура хранения	от -40 °С до +100 °С		
Рабочий температурный диапазон	от -40 °С до +85 °С		
Механическое ударное воздействие	соответствует IEC 68.2.27 / Класс D3		
Вибрация	соответствует IEC 68.2.6 / Класс D3		
Класс защиты	IP 44		

Спецификация

ТМ 310 – ТМ313

Механические характеристики				
Концы вала	модель ТМ310-311	гладкие	гладкие	со шпонкой
Концы вала	модель ТМ312-313	гладкие или со шлицами	гладкие или со шлицами	со шпонкой
Качество балансировки	G1 соответствует ISO 1940		G2.5 соответ. ISO 1940	
Нижняя опора (пьедестал)		есть	есть	опция
Входные и выходные сигналы				
Напряжение питания/ток	от 20 до 30 В / 100 мА			
Выходной сигнал – канал момента (номинальный / max)	±5 / ±10 В			
Допустимые частоты фильтра	5000, 2500, 1000, 500, 200, 100, 40, 20, 10, 5, 2, 1 Гц			
Выходной сигнал – канал скорости вращения	выход с открытым коллектором (15 Ом in series), макс. 30 В, защита от короткого замыкания			
Разъемы				
Разъем (розетка)	опционально (P/N 957.11.08.0081)			

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Измерительная система, работающая по принципу дифференциального трансформатора и основанная на пропорциональности крутящего момента и возникающей в результате деформации индуктивности, состоит из двух концентрических цилиндров, расположенных на валу с двух сторон области концентраций деформации вала, и двух концентрических катушек статора, прикрепленных к корпусу.

Каждый цилиндр имеет расположенный по кругу ряд пазов и вращается совместно с валом внутри катушки. Переменный ток с частотой до 20 кГц протекает через первичную обмотку. Когда крутящий момент отсутствует, пазы на двух цилиндрах не совмещены. При наличии крутящего момента деформационная зона подвергается угловой деформации и пазы начинают перекрывать друг друга. Таким образом, во вторичной обмотке возникает напряжение, пропорциональное крутящему моменту. Формирующая электроника, встроенная в датчик, преобразует номинальный крутящий момент в напряжение от 0 до ±5В. Фильтр высоких частот настраивается от 5 кГц до 1 Гц, что позволяет регулировать частотный диапазон для полезного сигнала и отсекалть нежелательные сигналы высокой частоты.

Оптический сенсор считывает скорость с зубчатой части механизма непосредственно на измерительную систему. Формирующая электроника выдает частотный сигнал, пропорциональный скорости вращения вала. Активный контур компенсирует смещение нуля и температурный дрейф с точностью 0.1% на каждые 10К.

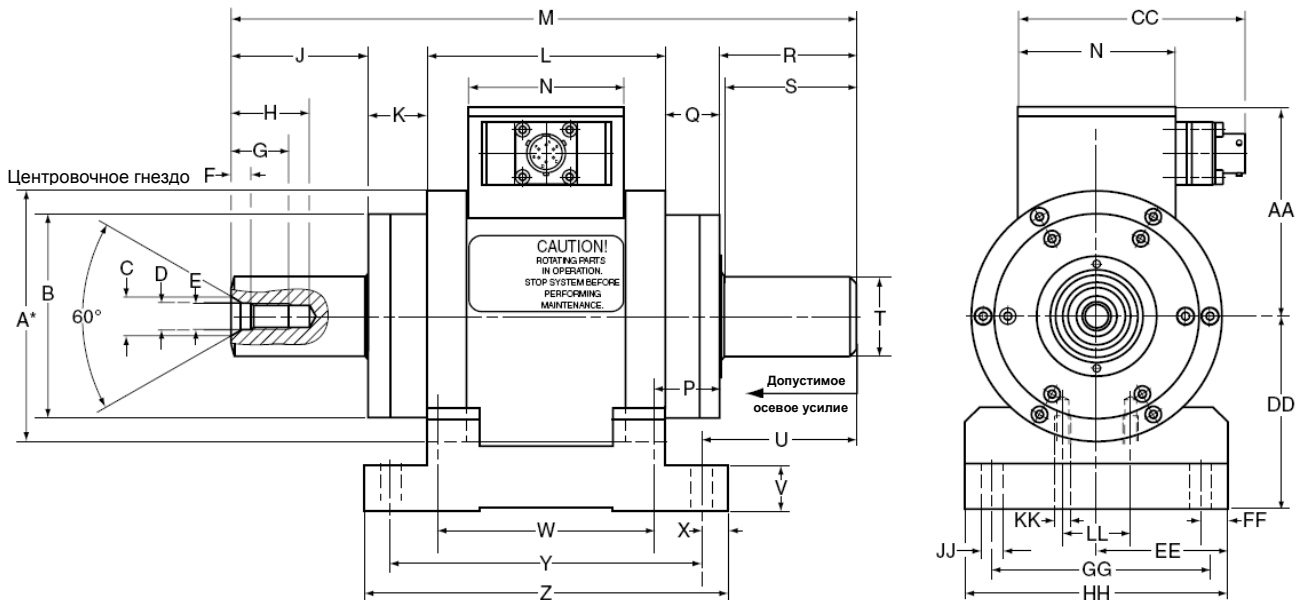
РАЗМЕРЫ

Ниже на рисунках приведены размеры для различных версий датчиков крутящего момента серий ТМ, ТМНС и ТМВ в исполнении с гладкими валами, со шлицевым и шпоночным типом соединения.

Спецификация

ТМ 310 – ТМ313

Датчики крутящего момента ТМ и ТМНС с гладким валом



Model*	units	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	Ø T
310/X11	mm	82g6	64	9.6	6.4	M6	5.0	16	21	36.2	16.8	86	190.4	60	20	15	36.4	35	20h6
	in	3.2283 3.2270	2.52	0.378	0.252	M6	0.197	0.63	0.827	1.425	0.661	3.386	7.496	2.362	0.787	0.591	1.433	1.378	0.7874 0.7869
311/X11	mm	82g6	64	9.6	6.4	M6	5.0	16	21	41.2	16.8	86	200.4	60	20	15	41.4	40	20h6
	in	3.2283 3.2270	2.52	0.378	0.252	M6	0.197	0.63	0.827	1.622	0.661	3.386	7.89	2.362	0.787	0.591	1.63	1.575	0.7874 0.7869
312/X11	mm	96g6	78	14.9	10.5	M10	7.5	22	30	46.4	22.8	91	228.0	60	25	21	46.8	45	30h6
	in	3.7791 3.7782	3.071	0.587	0.413	M10	0.295	0.866	1.181	1.827	0.898	3.583	8.976	2.362	0.984	0.827	1.842	1.772	1.1811 1.1806
313/X11	mm	96g6	78	14.9	10.5	M10	7.5	22	30	56.4	22.8	91	248.0	60	25	21	56.8	55	30h6
	in	3.7791 3.7782	3.071	0.587	0.413	M10	0.295	0.866	1.181	2.22	0.898	3.583	9.764	2.362	0.984	0.827	2.236	2.165	1.1811 1.1806

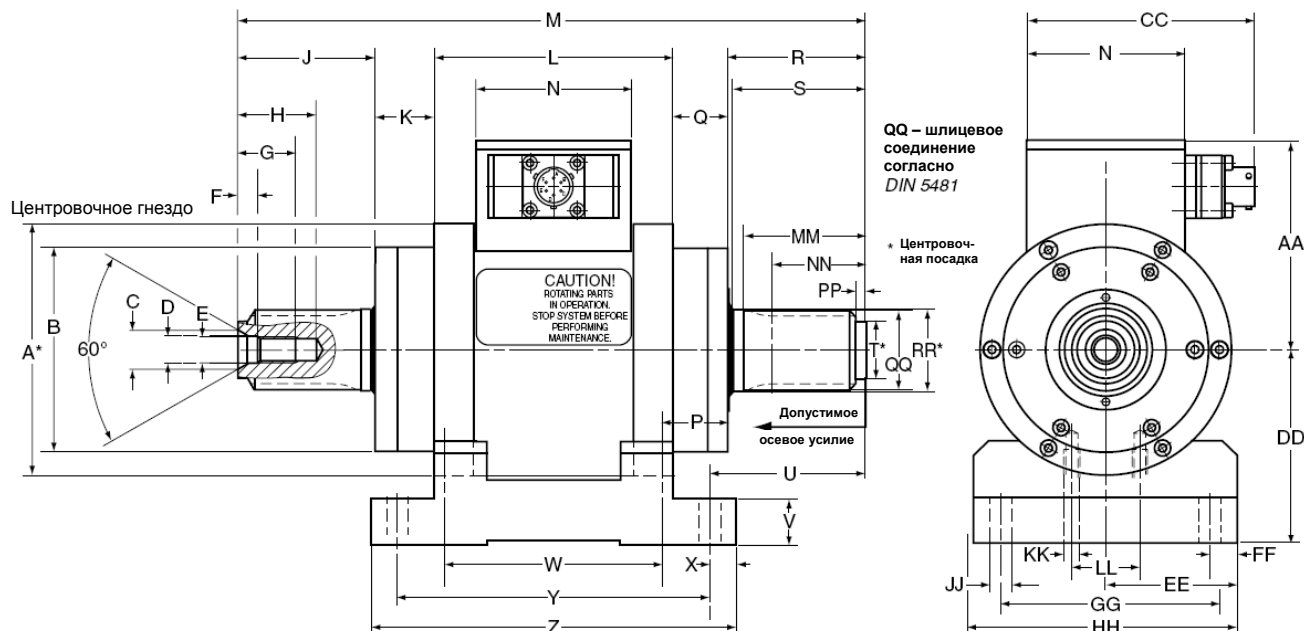
Model*	units	U	V	W	X	Y	Z	AA	CC	DD	EE	FF	GG	HH	Ø JJ	KK	LL
310/X11	mm	39.4	12	76	10	110	130	74	87	60±0.025	45±0.025	8	74	90±0.05	7	M5×10	20
	in	1.551	0.472	2.992	0.394	4.331	5.118	2.913	3.425	2.3632 2.3612	1.7726 1.7707	0.315	2.913	3.5453 3.5413	0.276	M5×0.394	0.787
311/X11	mm	44.4	12	76	10	110	130	74	87	60±0.025	45±0.025	8	74	90±0.05	7	M5×10	20
	in	1.748	0.472	2.992	0.394	4.331	5.118	2.913	3.425	2.3632 2.3612	1.7726 1.7707	0.315	2.913	3.5453 3.5413	0.276	M5×0.394	0.787
312/X11	mm	53.8	18	83	10	119	139	80	87	75±0.025	50±0.025	10	80	100±0.05	9	M6×8	26
	in	2.118	0.709	3.268	0.394	4.685	5.472	3.15	3.425	2.9537 2.9518	1.9695 1.9675	0.394	3.15	3.9390 3.9350	0.354	M6×0.315	1.024
313/X11	mm	63.8	18	83	10	119	139	80	87	75±0.025	50±0.025	10	80	100±0.05	9	M6×8	26
	in	2.512	0.709	3.268	0.394	4.685	5.472	3.15	3.425	2.9537 2.9518	1.9695 1.9675	0.394	3.15	3.9390 3.9350	0.354	M6×0.315	1.024

* Датчики серии ТМ с гладким валом маркируются суффиксом /011,
Датчики серии ТМНС с гладким валом маркируются суффиксом /111.

Спецификация

ТМ 310 – ТМ313

Датчики крутящего момента ТМ и ТМНС со шлицевым соединением



Model*	units	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
312/X21	mm	96g6	78	14.9	10.5	M10	7.5	22	30	40.4	22.8	91	216	60
	in	3.7791 3.7782	3.071	0.587	0.413	M10	0.295	0.866	1.181	1.591	0.898	3.583	8.504	2.362
313/X21	mm	96g6	78	14.9	10.5	M10	7.5	22	30	52.4	22.8	91	240	60
	in	3.7791 3.7782	3.071	0.587	0.413	M10	0.295	0.866	1.181	2.063	0.898	3.583	9.449	2.362

Model*	units	P	Q	R	S	Ø T	U	V	W	X	Y	Z	AA	CC
312/X21	mm	25	21	40.8	39	22h6	47.8	18	83	10	119	139	80	87
	in	0.984	0.827	1.606	1.535	0.8661 0.8656	1.882	0.709	3.268	0.394	4.685	5.472	3.15	3.425
313/X21	mm	25	21	52.8	51	22h6	59.8	18	83	10	119	139	80	87
	in	0.984	0.827	2.079	2.008	0.8661 0.8656	2.354	0.709	3.268	0.394	4.685	5.472	3.15	3.425

Model*	units	DD	EE	FF	GG	HH	Ø JJ	KK	LL	MM	NN	PP	QQ	Ø RR
312/X21	mm	75±0.025	50±0.025	10	80	100±0.05	9	M6×8	26	35	24	4	26×30	31h6
	in	2.9537 2.9518	1.9695 1.9675	0.394	3.15	3.9390 3.9350	0.354	M6×0.315	1.024	1.378	0.945	0.157	26×30	1.2205 1.2198
313/X21	mm	75±0.025	50±0.025	10	80	100±0.05	9	M6×8	26	47	36	4	26×30	31h6
	in	2.9537 2.9518	1.9695 1.9675	0.394	3.15	3.9390 3.9350	0.354	M6×0.315	1.024	1.850	1.417	0.157	26×30	1.2205 1.2198

* Датчики серии ТМ со шлицевым соединением маркируются суффиксом /021,
Датчики серии ТМНС со шлицевым соединением маркируются суффиксом /121.

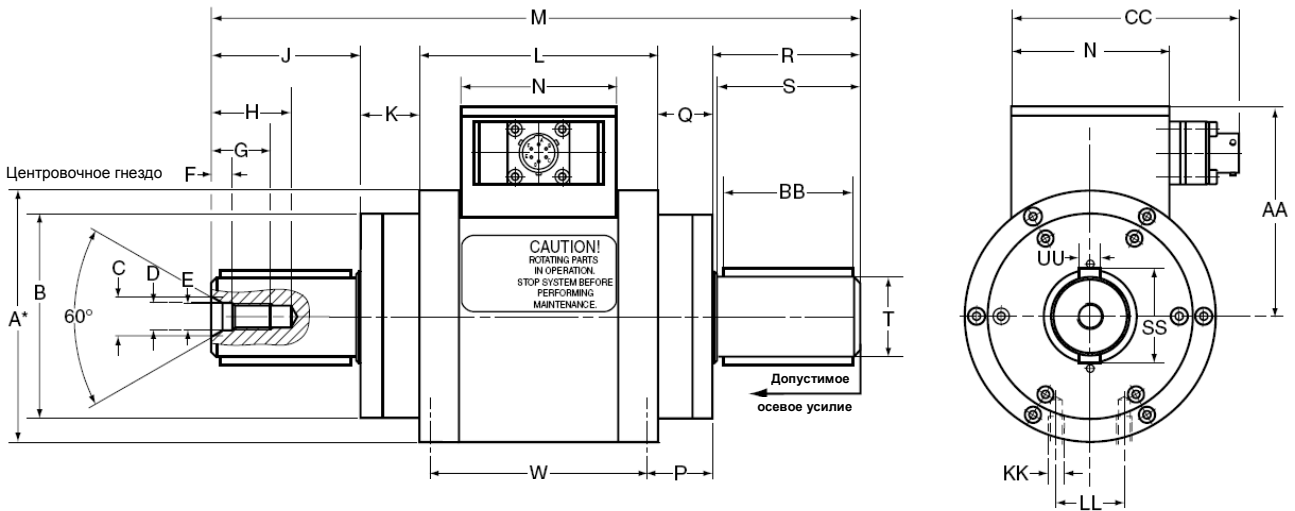
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПЦИИ. Фланцевые переходники для датчиков крутящего момента со шлицевыми соединениями при необходимости заказываются дополнительно. Присоединительные размеры и параметры фланцевых переходников предоставляются по требованию.

Описание	Модель	P/N
Фланец для модели 312/X21	FTM 212	415-212-960-011
Фланец для модели 313/X21	FTM 213	415-213-960-011

Спецификация

ТМ 310 – ТМ313

Датчики крутящего момента ТМВ со шпоночным соединением



Model	units	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	P
310/431	mm	82g6	64	9.6	6.4	M6	5.0	16	21	36.2	16.8	86	190.4	20
	in	3.2283 3.2270	2.52	0.378	0.252	M6	0.197	0.63	0.827	1.425	0.661	3.386	7.496	0.787
311/431	mm	82g6	64	9.6	6.4	M6	5.0	16	21	41.2	16.8	86	200.4	20
	in	3.2283 3.2270	2.52	0.378	0.252	M6	0.197	0.63	0.827	1.622	0.661	3.386	7.89	0.787
312/431	mm	96g6	78	14.9	10.5	M10	7.5	22	30	46.4	22.8	91	228.0	25
	in	3.7791 3.7782	3.071	0.587	0.413	M10	0.295	0.866	1.181	1.827	0.898	3.583	8.976	0.984
313/431	mm	96g6	78	14.9	10.5	M10	7.5	22	30	56.4	22.8	91	248.0	25
	in	3.7791 3.7782	3.071	0.587	0.413	M10	0.295	0.866	1.181	2.22	0.898	3.583	9.764	0.984

Model	units	N	Q	R	S	Ø T	W	AA	BB	CC	KK	LL	SS	UU
310/431	mm	60	15	36.4	35	20h6	76	74	32	87	M5×10	20	25	6h9
	in	2.362	0.591	1.433	1.378	0.7874 0.7869	2.992	2.913	1.26	3.425	M5×0.394	0.787	0.984	0.2362 0.2350
311/431	mm	60	15	41.4	40	20h6	76	74	37	87	M5×10	20	25	6h9
	in	2.362	0.591	1.63	1.575	0.7874 0.7869	2.992	2.913	1.457	3.425	M5×0.394	0.787	0.984	0.2362 0.2350
312/431	mm	60	21	46.8	45	30h6	83	80	42	87	M6×8	26	36	8h9
	in	2.362	0.827	1.842	1.772	1.1811 1.1806	3.268	3.15	1.653	3.425	M6×0.315	1.024	1.417	0.3150 0.3135
313/431	mm	60	21	56.8	55	30h6	83	80	52	87	M6×8	26	36	8h9
	in	2.362	0.827	2.236	2.165	1.1811 1.1806	3.268	3.15	2.047	3.425	M6×0.315	1.024	1.417	0.3150 0.3135

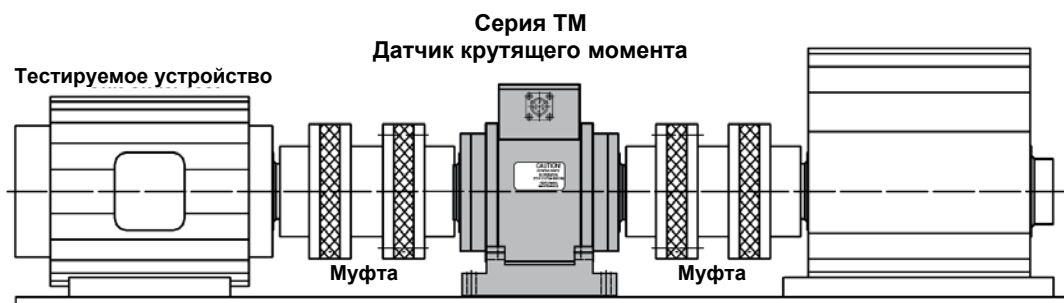
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПЦИИ.

Размеры для опоры указаны на чертеже для датчика с гладким валом (размеры U-Z и DD-JJ)

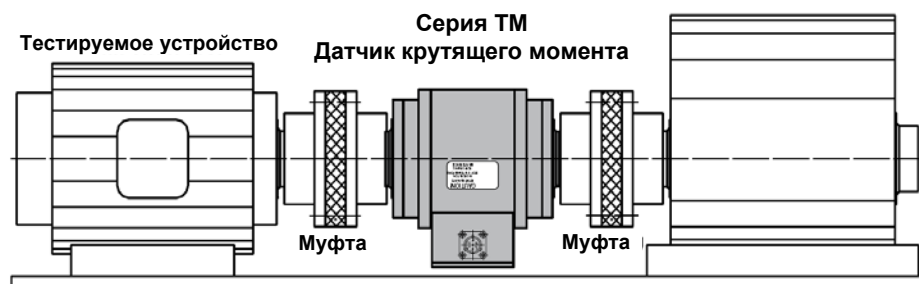
Описание	Модель	P/N
Опора для моделей 310-311	PTM 310	415-309-960-011
Опора для моделей 312-313	PTM 312	415-313-960-011

Спецификация

ТМ 310 – ТМ313



Вариант установки датчика на опоре
(обязателен при высоких скоростях)



Вариант установки в свободном (подвешенном) состоянии
(только при низких скоростях)

МУФТЫ

В том случае, когда датчики крутящего момента Magtrol серий ТМВ, ТМ и ТМНС встроены в приводной механизм, применение двухэлементных малогабаритных муфт является идеальным вариантом, хотя для низких скоростей вращения вала могут быть использованы одноэлементные муфты. Некоторые фирмы-изготовители предоставляют различный набор муфт для двух видов установки датчиков крутящего момента (установки на опоре и в подвешенном состоянии). Критериями выбора подходящих муфт для измерения крутящего момента являются:

- Высокая крутильная жесткость и угловая точность (жесткость в три раза больше жесткости вала)
- Качество зажима (самоцентрирование и соответствующие прочностные качества)
- Работоспособность в скоростном диапазоне вращения вала
- Качество балансировки (в соответствии со скоростным режимом вращения)
- Возможности по компенсации несоосности

Чем выше скорость вращения вала, тем более тщательный требуется выбор муфты и ее установка (соосность и балансировка) на приводной механизм. Представители компании Magtrol при необходимости могут оказать помощь в выборе нужной муфты для вашего датчика.

Спецификация

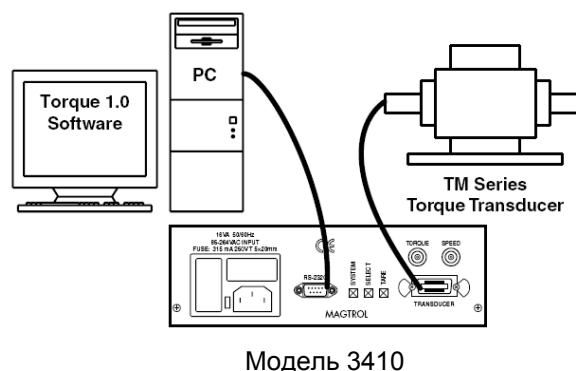
ТМ 310 – ТМ313

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Magtrol предлагает два различных типа измерительной электроники (модели 3410 и 6400), которые обеспечивают питание датчиков ТМ/ТМНС/ТМВ и отображают значения крутящего момента, скорости вращения вала и мощности.

Характеристики (общие для моделей 3410 и 6400):

- Английская и метрическая системы единиц
- Широкий вакуумный флуоресцентный дисплей
- Встроенная самодиагностика
- Индикатор перегрузки
- Функция тарировки
- Коммуникационный интерфейс RS-232
- Выходные сигналы каналов крутящего момента и скорости вращения вала
- Функциональное тестирование
- Программное обеспечение Magtrol Torque 1.0



Модель 6400 имеет следующие дополнительные характеристики:

- Возможность контроля качества по параметрам момент-скорость-мощность
- Коммуникационный интерфейс RS-232 и IEEE-488
- Резервный аналоговый вход

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ MAGTROL TORQUE 1.0

Программное обеспечение Magtrol Torque 1.0 совместимо с программной средой Windows[®], осуществляет автоматическую регистрацию значений крутящего момента, скорости вращения вала и механической мощности. Данные могут быть отправлены на печать, выведены на экран в виде графиков или сохранены в сводную таблицу Microsoft[®] Excel. Стандартные параметры Torque 1.0 включают: регистрацию пиковых значений крутящего момента, поддержка многоосного формата графиков и построение зависимостей необходимых параметров от времени, а также возможность регулирования частоты дискретизации и задания полиномиальной аппроксимации кривой.

При заказе измерительной электроники присоединительный измерительный кабель заказывается отдельно:

Принадлежности	Модель
Соединительный кабель (5/10/20 м)	ER 113

Вследствие постоянного развития и модернизации нашей продукции, мы оставляем за собой право изменять техническую документацию без предварительного предупреждения.

1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

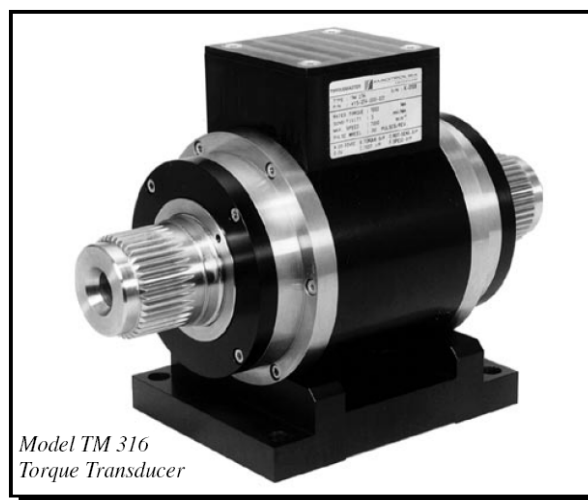
1.3.3 ТМ 314 – ТМ 317

ТМ 314 – ТМ 317

Датчики крутящего момента

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Встроенные преобразователи сигналов измерения крутящего момента и скорости вращения
- Крутящий момент: от 1000 Н·м до 10000 Н·м
- Класс точности: < 0.1% (в зависимости от модели)
- Допустимая перегрузка: 200%
- Предельная перегрузка: 500% (ТМ 317 до 350%)
- Максимальная скорость: до 16 000 об/мин
- Бесконтактные (отсутствие контактных колец)
- Отсутствие вращающихся электронных компонентов
- Повышенная защищенность от электромагнитных помех
- Напряжение питания: от 20В до 32В DC
- Прямая регистрация скорости вращения вала
- Регулируемая предельная частота сигнала крутящего момента (высокочастотный фильтр)
- Встроенная функция самодиагностики
- Вал из нержавеющей стали
- Соответствие нормам EMC Европейских стандартов



Бесконтактные вращающиеся датчики с установкой на вал

ОПИСАНИЕ

Бесконтактные вращающиеся датчики крутящего момента снабжены системой повышенного класса точности для измерения в широких диапазонах крутящего момента и скорости вращения вала. Каждая модель имеет интегрированный электронный модуль, который преобразует измерительный сигнал канала крутящего момента в нормализованное напряжение $0V..±10V$ и обеспечивает частотный выход для канала измерения скорости вращения. Бесконтактные вращающиеся датчики крутящего момента с установкой на вал надежны в работе, имеют повышенную защиту от перегрузок и воздействия электромагнитных помех, обладают высокой степенью стабильности в течение длительного промежутка времени.

Все модели датчиков снабжены уникальной измерительной технологией, основанной на применении бесконтактного дифференциального преобразователя сигнала крутящего момента. Данная измерительная технология имеет множество преимуществ. Одним из основных достоинств является отсутствие вращающихся электронных компонентов.

Покупателям предоставляется несколько исполнений датчиков с различными параметрами. Компания Magtrol предлагает 2 линейки моделей датчиков крутящего момента данных номиналов: линейка датчиков повышенного класса точности (серия ТМ) и линейка моделей повышенного класса точности для высокоскоростных приложений (серия ТМНС).

Каждый датчик содержит вал из закаленной нержавеющей стали с гладкими или шлицевыми концами, алюминиевый корпус, который имеет направляющие подшипники и измерительную электронику. Интегрированная электроника, питающаяся напряжением постоянного тока, обеспечивает передачу сигналов крутящего момента и скорости вращения без использования дополнительного усилителя. Датчик является автономной измерительной системой. Соединение с датчиком осуществляется посредством 6-полюсного разъема, закрепленного на корпусе. Съёмная алюминиевая опора-пьедестал (включается в комплект поставки для моделей серии ТМ и ТМНС и в качестве дополнительной опции для датчиков серии ТМВ) позволяет производить установку датчика с жесткой фиксацией.

ПРИМЕНЕНИЕ

ТМ, ТМВ и ТМНС серии датчиков момента обеспечивают динамическое измерение скорости вращения и крутящего момента для:

- винтовых двигателей – авиационных, судовых и вертолетных
- очистителей ветровых стекол, электрических стеклоподъемников, стартеров генераторов и тормозов в автомобильной промышленности
- масляных и водяных насосов
- приводов редукторов и коробок передач
- сцепления
- механизированных клапанов
- дрелей, пневматического инструмента и других механических приборов.

БАЗОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ



ИНФОРМАЦИЯ ПО ЗАКАЗУ

При заказе датчика крутящего момента необходимо указать код модели согласно спецификации.

TORQUE TRANSDUCERS		
• Model	ТМ 3 <u>14</u> – 3 <u>17</u>	ТМ 3 <u> </u> / 0 <u> </u> 1
Со шлицем	(314–317)	2
Со шпонкой	(314–315)	3
• Model	ТМНС 3 <u>14</u> – 3 <u>17</u>	ТМНС 3 <u> </u> / 1 <u> </u> 1
Со шлицем	(314–317)	2
Со шпонкой	(314–315)	3

Ниже приведены основные характеристики моделей, параметры серий, принцип действия и присоединительные размеры датчиков крутящего момента ТМ 310 – ТМ 313.

Спецификация

ТМ 314 – ТМ317

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛЕЙ

Характеристики в таблице приведены для всех серий датчиков крутящего момента (ТМ, ТМНС и ТМВ).

Модель	Номинал		Крутящая жесткость		Момент инерции		Вес *
	Н·м	фунт·фут	Н·м/рад	фунт·фут/рад	кг·м ²	фунт·фут·м ²	
314 шпонка	1000	737	3.28×10 ⁵	2.41×10 ⁵	3.00×10 ⁻³	2.24×10 ⁻³	9.9
314 шлиц					2.76×10 ⁻³	2.04×10 ⁻³	9.2
315 шпонка	2000	1475	6.56×10 ⁵	4.83×10 ⁵	3.29×10 ⁻³	2.43×10 ⁻³	10.8
315 шлиц					3.01×10 ⁻³	2.22×10 ⁻³	10.1
316	5000	3687	1.94×10 ⁶	1.43×10 ⁶	9.93×10 ⁻³	7.32×10 ⁻³	20.0
317	10000	7375	2.95×10 ⁶	2.17×10 ⁶	1.17×10 ⁻²	8.62×10 ⁻³	22.3

ПАРАМЕТРЫ СЕРИЙ

В таблице приведены параметры для всех стандартных датчиков крутящего момента моделей 314-317 за исключением тех моделей, о которых сказано отдельно.

Стандартная версия	Модель	Серия ТМ	Серия ТМНС
Измерение крутящего момента			
Номинальный крутящий момент (RT)	314-317	от 0 до ±100% RT	
Допустимая перегрузка (макс. пиковое значение момента в динамике без изменения свойств)	314-317	от 0 до ±200% RT	
Предельная перегрузка (максимальное значение момента в динамике до разрушения)	314-316	от 0 до ±500% RT	
	317	от 0 до ±350% RT	
Общая ошибка линеаризации и гистерезиса при 100% RT	314-316	< ±0.1% RT	
	317	< ±0.15% RT	
Общая ошибка линеаризации и гистерезиса от 100% до 200% RT	314-316	< ±0.1% от измер. величины	
	317	< ±0.15% от измер. величины	
Температурное влияние на чувствительность: • в диапазоне от +10 °С до +60 °С • в диапазоне от -25 °С до +80 °С	314-317	< ±0.1% RT/10К	
		< ±0.2% RT/10К	
Влияние скорости на нулевой сигнал датчика	314-317	< ±0.01% RT/1000 об/мин	
Долговременная стабильность сигнала чувствительности	314-317	< ±0.05% RT/год	
Измерение скорости			
Номинальный диапазон	314-315	1-7 000 об/мин	1 - 16 000 об/мин
	316-317	1-5 000 об/мин	1 - 12 000 об/мин
Число зубьев	314-317	60	
Минимальная регистрируемая скорость	314-317	1 об/мин	
Режимы работы			
Допустимая температура хранения	314-317	от -40 °С до +100 °С	
Рабочий температурный диапазон	314-317	от -40 °С до +85 °С	
Механическое ударное воздействие	314-317	соответствует IEC 68.2.27 / Класс D3	
Вибрация	314-317	соответствует IEC 68.2.6 / Класс D3	
Класс защиты	314-317	IP 44	



Спецификация

ТМ 314 – ТМ317

Механические характеристики		
Концы вала	314-315	со шлицами или со шпонкой
	316-317	со шлицами
Качество балансировки	314-317	G1 соответствует ISO 1940
Нижняя опора (пьедестал)	314-317	есть
Входные и выходные сигналы		
Напряжение питания/ток	314-317	от 20 до 30 В / 100 мА
Выходной сигнал – канал момента (номинальный / max)	314-317	$\pm 5 / \pm 10$ В
Допустимые частоты фильтра	314-317	5000, 2500, 1000, 500, 200, 100, 40, 20, 10, 5, 2, 1 Гц
Выходной сигнал – канал скорости вращения	314-317	выход с открытым коллектором (15 Ом in series), макс. 30 В, защита от короткого замыкания
Разъемы		
Разъем (розетка)	314-317	опционально (P/N 957.11.08.0081)

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Измерительная система, работающая по принципу дифференциального трансформатора и основанная на пропорциональности крутящего момента и возникающей в результате деформации индуктивности, состоит из двух концентрических цилиндров, расположенных на валу с двух сторон области концентраций деформации вала, и двух концентрических катушек статора, прикрепленных к корпусу.

Каждый цилиндр имеет расположенный по кругу ряд пазов и вращается совместно с валом внутри катушки. Переменный ток с частотой до 20 кГц протекает через первичную обмотку. Когда крутящий момент отсутствует, пазы на двух цилиндрах не совмещены. При наличии крутящего момента деформационная зона подвергается угловой деформации и пазы начинают перекрывать друг друга. Таким образом, во вторичной обмотке возникает напряжение, пропорциональное крутящему моменту. Формирующая электроника, встроенная в датчик, преобразует номинальный крутящий момент в напряжение от 0 до ± 5 В. Фильтр высоких частот настраивается от 5 кГц до 1 Гц, что позволяет регулировать частотный диапазон для полезного сигнала и отсекалть нежелательные сигналы высокой частоты.

Оптический сенсор считывает скорость с зубчатой части механизма непосредственно на измерительную систему. Формирующая электроника выдает частотный сигнал, пропорциональный скорости вращения вала. Активный контур компенсирует смещение нуля и температурный дрейф с точностью 0.1% на каждые 10К.

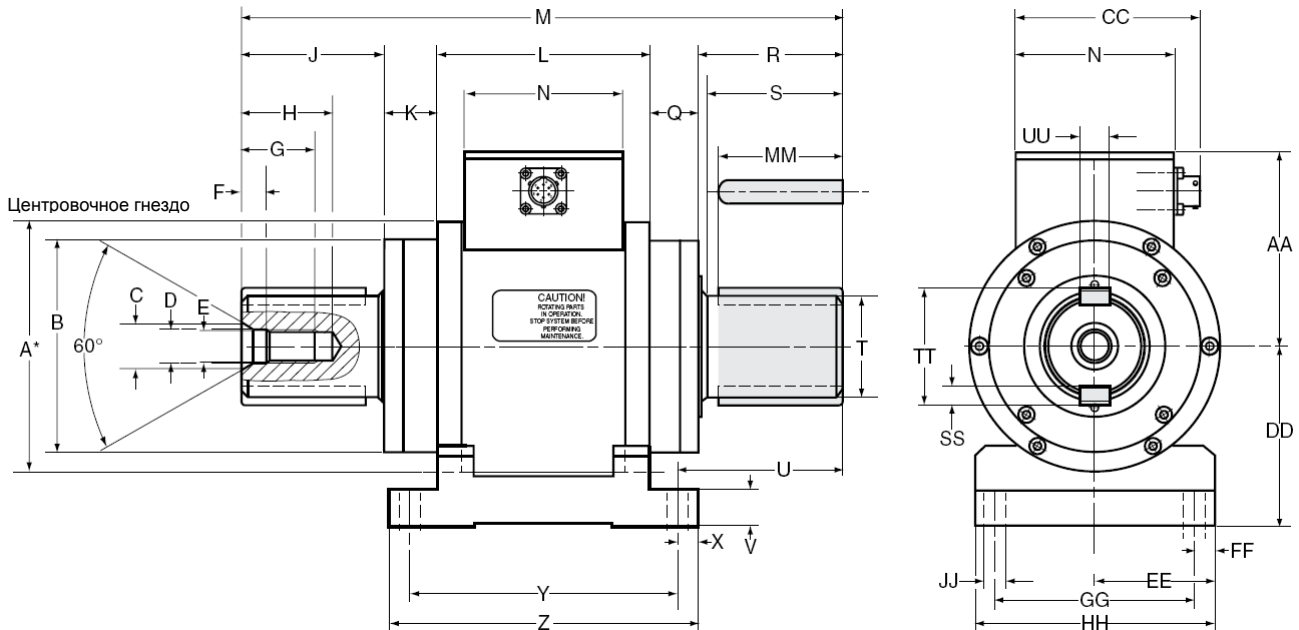
РАЗМЕРЫ

Ниже на рисунках приведены размеры для различных версий датчиков крутящего момента серий ТМ, ТМНС в исполнении со шпоночным и шлицевым типом соединения.

Спецификация

ТМ 314 – ТМ317

Датчики крутящего момента ТМ и ТМНС со шпоночным соединением



Model*	units	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Q	R	S	Ø T	U
314/X31	mm	125g6	106	23	17	M16	12	36	45	67.7	26.8	106	294	80	25	68.5	65	50h6	79.5
	in	4.9207 4.9197	4.173	0.906	0.669	M16	0.472	1.417	1.772	2.665	1.055	4.173	11.575	3.150	0.984	2.697	2.559	1.9685 1.9679	3.130
315/X31	mm	125g6	106	23	17	M16	12	36	45	87.7	26.8	106	334	80	25	88.5	85	50h6	99.5
	in	4.9207 4.9197	4.173	0.906	0.669	M16	0.472	1.417	1.772	3.453	1.055	4.173	13.150	3.150	0.984	3.484	3.346	1.9685 1.9679	3.917

Model*	units	V	X	Y	Z	AA	CC	DD	EE	FF	GG	HH	Ø JJ	MM	SS	TT	UU
314/X31	mm	18	10	134	154	98	93	90±0.025	60±0.025	10	100	120±0.05	11	60.0	9h11	57	14h9
	in	0.709	0.394	5.276	6.063	3.858	3.661	3.5443 3.5423	2.3632 2.3612	0.394	3.937	4.7264 4.7224	0.433	2.362	0.3543 0.3508	2.244	0.5512 0.5495
315/X31	mm	18	10	134	154	98	93	90±0.025	60±0.025	10	100	120±0.05	11	59.7	9h11	57	14h9
	in	0.709	0.394	5.276	6.063	3.858	3.661	3.5443 3.5423	2.3632 2.3612	0.394	3.937	4.7264 4.7224	0.433	2.350	0.3543 0.3508	2.244	0.5512 0.5495

* Датчики серии ТМ со шпоночным соединением маркируются суффиксом /031.

Датчики серии ТМНС со шпоночным соединением маркируются суффиксом /131.

ИНФОРМАЦИЯ ПО ЗАКАЗУ

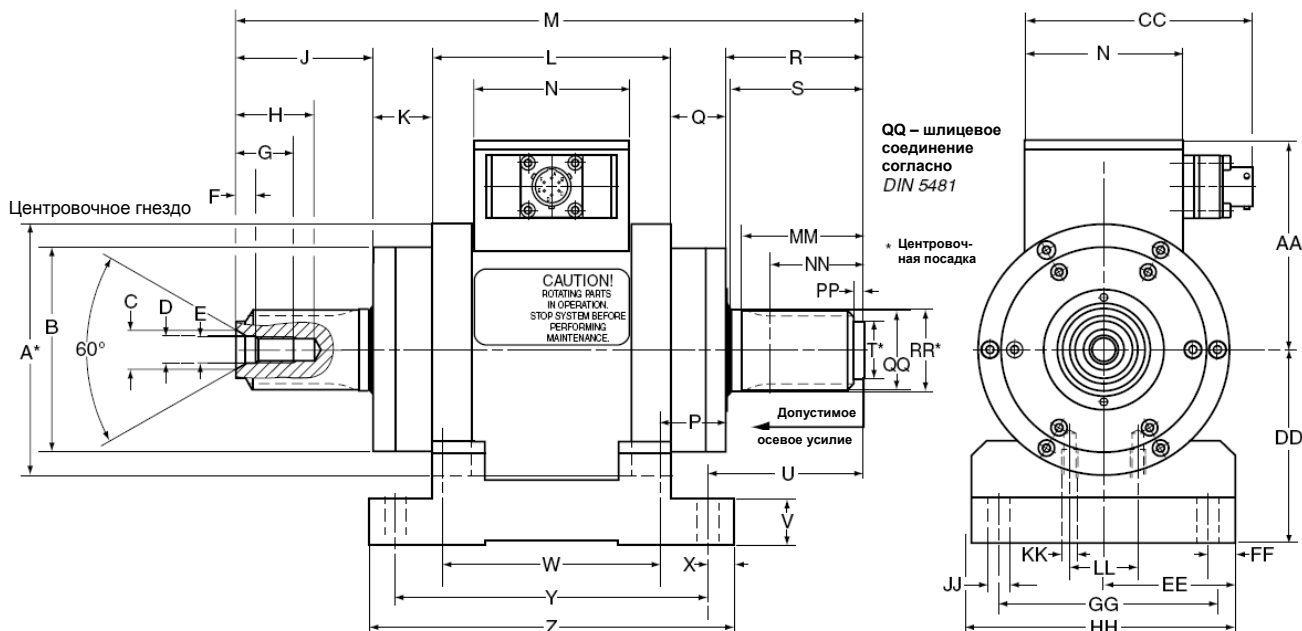
При заказе датчика крутящего момента необходимо указать код модели согласно спецификации.

TORQUE TRANSDUCERS		TM 3□□/0□1
• Model	TM 314 – 317	TM 3□□/0□1
• Со шлицом	(314–317)	2
• Со шпонкой	(314–315)	3
• Model	TMNS 314 – 317	TMNS 3□□/1□1
• Со шлицом	(314–317)	2
• Со шпонкой	(314–315)	3

Спецификация

ТМ 314 – ТМ317

Датчики крутящего момента ТМ и ТМНС со шлицевым соединением



Model*	units	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	Ø T	U	V
314/X21	mm	125g6	106	23	17	M16	12	36	45	50.7	26.8	106	260	80	32	25	51.5	48	44h6	62.5	18
	in	4.9207 4.9197	4.173	0.906	0.669	M16	0.472	1.417	1.772	1.996	1.055	4.173	10.236	3.150	1.260	0.984	2.028	1.890	1.7323 1.7317	2.461	0.709
315/X21	mm	125g6	106	23	17	M16	12	36	45	70.7	26.8	106	300	80	32	25	71.5	68	44h6	82.5	18
	in	4.9207 4.9197	4.173	0.906	0.669	M16	0.472	1.417	1.772	2.784	1.055	4.173	11.811	3.150	1.260	0.984	2.815	2.677	1.7323 1.7317	3.248	0.709
316/X21	mm	155g6	135	28.4	21	M20	15	42	53	82.7	25.8	124	340	80	33	24	83.5	80	55h6	94.5	18
	in	6.1018 6.1008	5.315	1.118	0.827	M20	0.591	1.654	2.087	3.256	1.016	4.882	13.386	3.150	1.299	0.945	3.287	3.150	2.1654 2.1646	3.721	0.709
317/X21	mm	155g6	135	28.4	21	M20	15	42	53	107.7	25.8	124	390	80	33	24	108.5	105	60h6	119.5	18
	in	6.1018 6.1008	5.315	1.118	0.827	M20	0.591	1.654	2.087	4.240	1.016	4.882	15.354	3.150	1.299	0.945	4.272	4.134	2.3622 2.3615	4.705	0.709

Model*	units	W	X	Y	Z	AA	CC	DD	EE	FF	GG	HH	Ø JJ	KK	LL	MM	NN	PP	QQ	Ø RR
314/X21	mm	92	10	134	154	98	93	90±0.025	60±0.025	10	100	120±0.05	11	M8×10	36	42	28	8	45×50	52h6
	in	3.622	0.394	5.276	6.063	3.858	3.661	3.5443 3.5423	2.3632 2.3612	0.394	3.937	4.7264 4.7224	0.433	M8× 0.394	1.417	1.654	1.102	0.315	45×50	2.0472 2.0465
315/X21	mm	92	10	134	154	98	93	90±0.025	60±0.025	10	100	120±0.05	11	M8×10	36	62	48	8	45×50	52h6
	in	3.622	0.394	5.276	6.063	3.858	3.661	3.5443 3.5423	2.3632 2.3612	0.394	3.937	4.7264 4.7224	0.433	M8× 0.394	1.417	2.441	1.890	0.315	45×50	2.0472 2.0465
316/X21	mm	106	10	150	170	113.5	93	105±0.025	80±0.025	10	140	160±0.05	11	M8×10	50	70	50	8	60×65	70h6
	in	4.173	0.394	5.905	6.693	4.468	3.661	4.1348 4.1329	3.1506 3.1486	0.394	5.512	6.3012 6.2972	0.433	M8× 0.394	1.968	2.756	1.968	0.315	60×65	2.7559 2.7552
317/X21	mm	106	10	150	170	113.5	93	105±0.025	80±0.025	10	140	160±0.05	11	M8×10	50	95	80	8	65×70	72h6
	in	4.173	0.394	5.905	6.693	4.468	3.661	4.1348 4.1329	3.1506 3.1486	0.394	5.512	6.3012 6.2972	0.433	M8× 0.394	1.968	3.740	3.150	0.315	65×70	2.8346 2.8339

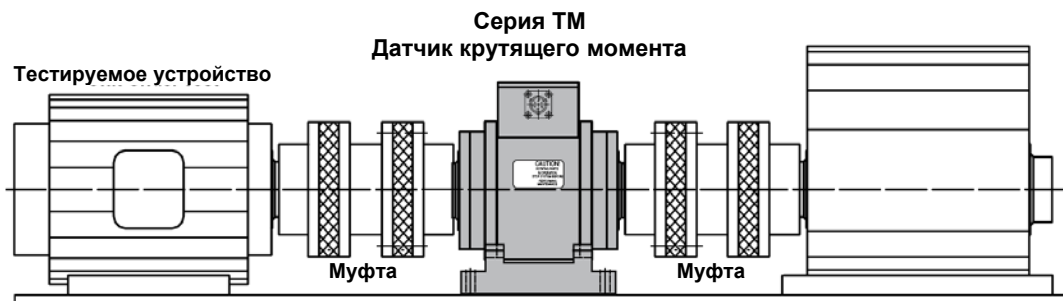
* Датчики серии ТМ со шлицевым соединением маркируются суффиксом /021,
Датчики серии ТМНС со шлицевым соединением маркируются суффиксом /121.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПЦИИ. Фланцевые переходники для датчиков крутящего момента со шлицевыми соединениями при необходимости заказываются дополнительно. Присоединительные размеры и параметры фланцевых переходников предоставляются по требованию.

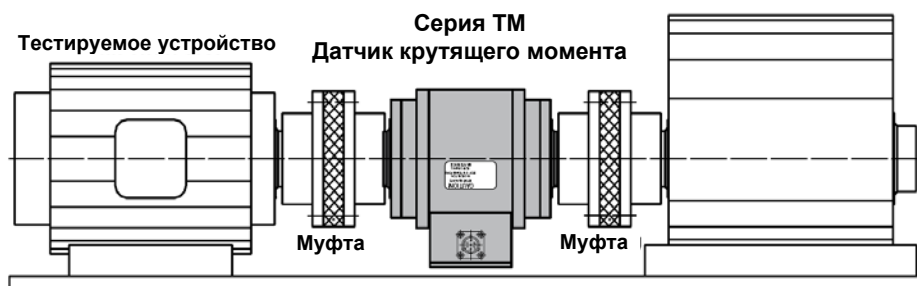
Описание	Модель	P/N
Фланец для модели 314/X21	FTM 214	415-214-960-011
Фланец для модели 315/X21	FTM 215	415-215-960-011
Фланец для модели 316/X21	FTM 216	415-216-960-011
Фланец для модели 317/X21	FTM 217	415-217-960-011

Спецификация

ТМ 314 – ТМ317



Вариант установки датчика на опоре
(обязателен при высоких скоростях)



Вариант установки в свободном (подвешенном) состоянии
(только при низких скоростях)

МУФТЫ

В том случае, когда датчики крутящего момента Magtrol серий ТМ и ТМНС встроены в приводной механизм, применение двухэлементных малогабаритных муфт является идеальным вариантом, хотя для низких скоростей вращения вала могут быть использованы одноэлементные муфты. Некоторые фирмы-изготовители предоставляют различный набор муфт для двух видов установки датчиков крутящего момента (установки на опоре и в подвешенном состоянии). Критериями выбора подходящих муфт для измерения крутящего момента являются:

- Высокая крутильная жесткость и угловая точность (жесткость в три раза больше жесткости вала)
- Качество зажима (самоцентрирование и соответствующие прочностные качества)
- Работоспособность в скоростном диапазоне вращения вала
- Качество балансировки (в соответствии со скоростным режимом вращения)
- Возможности по компенсации несоосности

Чем выше скорость вращения вала, тем более тщательный требуется выбор муфты и ее установка (соосность и балансировка) на приводной механизм. Представители компании Magtrol при необходимости могут оказать помощь в выборе нужной муфты для вашего датчика.

Спецификация

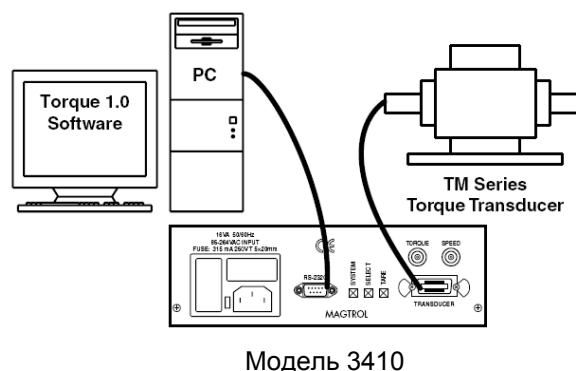
ТМ 314 – ТМ317

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Magtrol предлагает два различных типа измерительной электроники (модели 3410 и 6400), которые обеспечивают питание датчиков ТМ/ТМНС/ТМВ и отображают значения крутящего момента, скорости вращения вала и мощности.

Характеристики (общие для моделей 3410 и 6400):

- Английская и метрическая системы единиц
- Широкий вакуумный флуоресцентный дисплей
- Встроенная самодиагностика
- Индикатор перегрузки
- Функция тарировки
- Коммуникационный интерфейс RS-232
- Выходные сигналы каналов крутящего момента и скорости вращения вала
- Функциональное тестирование
- Программное обеспечение Magtrol Torque 1.0



Модель 6400 имеет следующие дополнительные характеристики:

- Возможность контроля качества по параметрам момент-скорость-мощность
- Коммуникационный интерфейс RS-232 и IEEE-488
- Резервный аналоговый вход

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ MAGTROL TORQUE 1.0

Программное обеспечение Magtrol Torque 1.0 совместимо с программной средой Windows[®], осуществляет автоматическую регистрацию значений крутящего момента, скорости вращения вала и механической мощности. Данные могут быть отправлены на печать, выведены на экран в виде графиков или сохранены в сводную таблицу Microsoft[®] Excel. Стандартные параметры Torque 1.0 включают: регистрацию пиковых значений крутящего момента, поддержка многоосного формата графиков и построение зависимостей необходимых параметров от времени, а также возможность регулирования частоты дискретизации и задания полиномиальной аппроксимации кривой.

При заказе измерительной электроники присоединительный измерительный кабель заказывается отдельно:

Принадлежности	Модель
Соединительный кабель (5/10/20 м)	ER 113

Вследствие постоянного развития и модернизации нашей продукции, мы оставляем за собой право изменять техническую документацию без предварительного предупреждения.

2. Установка и Конфигурация

2.1 СПОСОБЫ УСТАНОВКИ

Датчики крутящего момента Magtrol серии ТМ, прежде всего, должны рассматриваться как высокоточный измерительный инструмент, а не устройство для передачи момента. Соосность вала датчика с валами двигателя и нагрузки сильно влияет на точность измерения, а также на срок службы изделия, особенно на подшипники и муфты.

Существует 2 способа установки датчика серии ТМ: подвешенный и закрепленный.

2.1.1 Подвешенный способ установки

Оба конца вала датчика крутящего момента через муфты соединяются с валами двигателя и нагрузки (рис. 2-1). В этой конструкции предполагается использование однодисковых муфт, что достаточно для компенсации несоосности при установке.

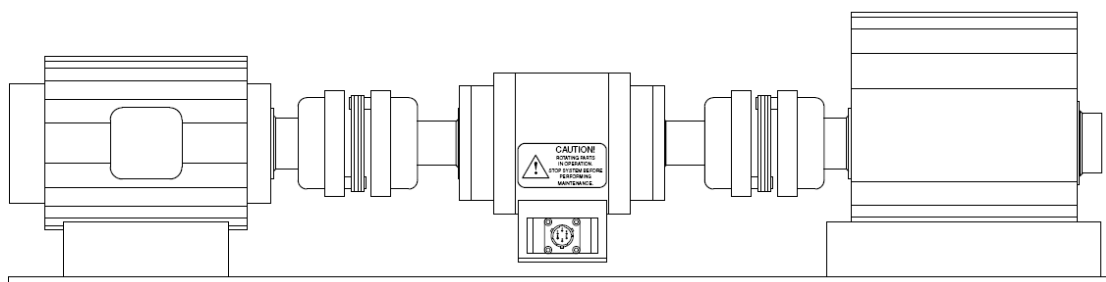


Рисунок 2-1. Подвешенный способ установки

2.1.1.1 Преимущества

- Однодисковая муфта дешевле двухдисковой
- Укороченная база муфты позволяет увеличить крутильную резонансную частоту (по сравнению с двухдисковыми муфтами)

2.1.1.2 Недостатки

- Такой способ установки датчика не позволяет фиксировать радиальное перемещение. Таким образом, в данном варианте критическая скорость меньше, чем в случае закрепленного датчика.



Примечание: Низкая сила трения в подшипниках, а также масса встроенного блока электроники не позволяет корпусу датчика вращаться вместе с валом.

2.1.2 Закрепленный способ установки

Корпус датчика закрепляется на испытательном стенде через специальную опору. Это позволяет использовать датчик при высоких оборотах вращения. Для компенсации несоосности при установке должны быть использованы двухдисковые муфты.

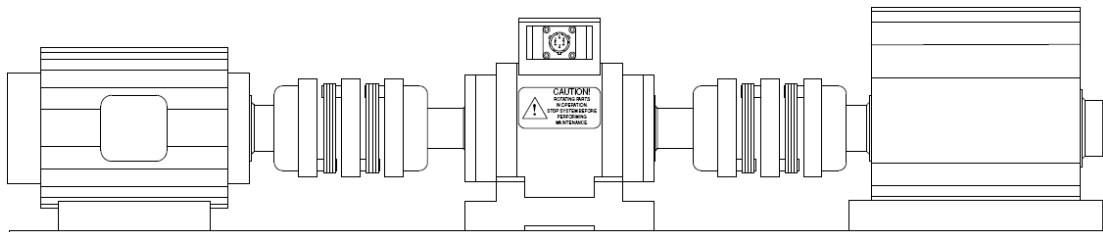


Рисунок 2-2. Закрепленный способ установки

2.1.2.1 Преимущества

- Допускаются высокие скорости вращения благодаря закреплению корпуса датчика, позволяющему уменьшить изгибающий момент на валу

2.1.2.2 Недостатки

- Увеличение общей длины испытательного стенда в связи с использованием двухдисковых муфт.
- Общее увеличение стоимости с использованием более дорогих компенсационных муфт



Примечание: Такой способ установки применяется при возможных больших несоосностях, а также при высоких скоростях вращения.

Некоторые модели муфт фланцевого типа для высоких скоростей вращения могут иметь исполнение с посадкой под шлицевое соединение непосредственно на датчик крутящего момента

2.2 ПАРАЗИТНЫЕ СИЛЫ

Неправильная установка датчиков способствует возникновению паразитных сил на валу в радиальном и осевом направлениях.

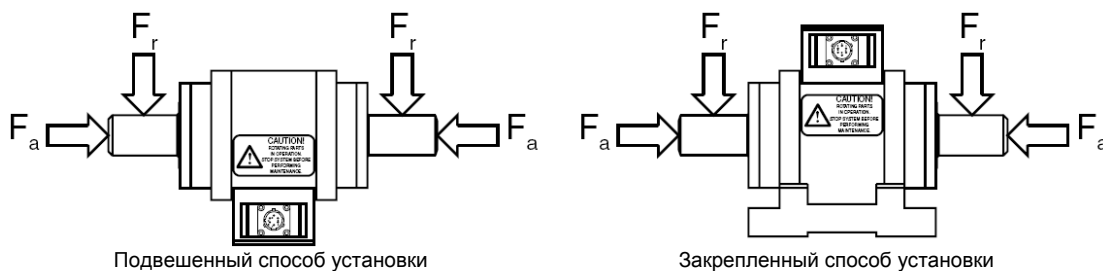


Рисунок 2-3. Паразитные силы

2.2.1 Радиальные силы (изгиб)

Радиальные силы, создающие изгибающий момент на валу, суммируются в центре масс. Эта неуравновешенность периодически нагружает вал с частотой прямопропорциональной частоте вращения. Этот эффект особенно ощущается на больших оборотах.



Внимание! В тяжелых случаях, большая изгибающая сила может быть причиной деформации вала, что приведет к неверным измерениям.

В приведенной ниже таблице приведены максимально-допустимые радиальные силы на валу датчиков серии ТМВ, ТМ и ТМНС для подвешенного и закрепленного способов установки.

Модель	F_r max (подвешенный способ установки)	F_r max (закрепленный способ установки)	
		ТМ / ТМВ	ТМНС
	N	N	N
ТМ 301	*	8	-
ТМ 302	*	16	-
ТМ 303	*	25	25
ТМ 304	20	50	50
ТМ 305	40	80	80
ТМ 306	70	120	120
ТМ 307	60	120	120
ТМ 308	80	160	120
ТМ 310	120	300	280
ТМ 311	200	410	280
ТМ 312	300	570	420
ТМ 313	500	550	410
ТМ 314	800	900	680
ТМ 315	1100	850	640
ТМ 316	2200	1460	1090
ТМ 317	2200	1300	980

* подвешенный способ установки не рекомендуется

2.2.2 Осевые силы (сжатие)

При подвешенном способе установки, осевые силы фактически не влияют на результат измерения, так как они не провоцируют деформацию вала.

При закрепленном способе установки, осевые силы создают напряжение в подшипниках. Это приводит к их преждевременному износу и увеличению остаточного момента. При таком способе установки максимально-допустимые осевые нагрузки меньше, чем при подвешенном способе.



Примечание: Важно избегать одновременного воздействия осевых и радиальных сил на валу датчика, особенно при закрепленном способе установки.

В приведенной ниже таблице приведены максимально-допустимые осевые силы на валу датчиков серии ТМВ, ТМ и ТМНС для подвешенного и закрепленного способов установки.

Модель	F_a max (подвешенный способ установки)	F_a max (закрепленный способ установки)
	N	N
ТМ 301	600	35
ТМ 302	600	35
ТМ 303	1000	35
ТМ 304	1100	100
ТМ 305	1500	100
ТМ 306	2500	100
ТМ 307	3500	100
ТМ 308	4000	100
ТМ 310	6000	120
ТМ 311	10000	120
ТМ 312	20000	150
ТМ 313	30000	150
ТМ 314	60000	200
ТМ 315	80000	200
ТМ 316	150000	200
ТМ 317	150000	200

* подвешенный способ установки не рекомендуется

2.3 ВИБРАЦИИ НА ВАЛУ ДАТЧИКА

Наличие радиальной несоосности в конструкции приведет к появлению радиальных биений вала. Это, в свою очередь, вызовет паразитные вибрации, повлияющие на измерительный сигнал с датчика.

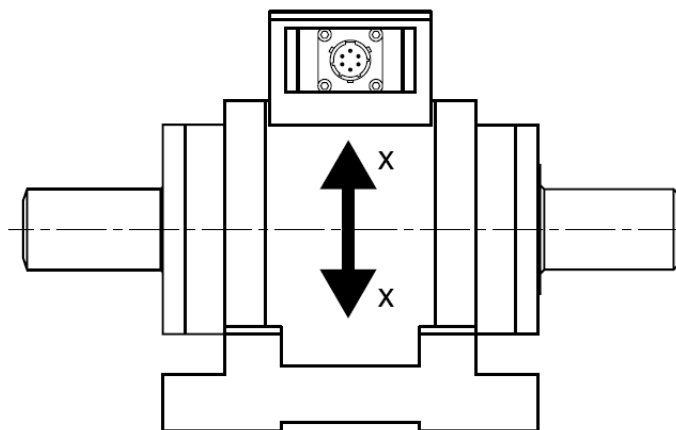


Рисунок 2-4. Радиальное перемещение

2.3.1 Допустимые вибрации на валу датчика

Биение вала создает вибрации. Эти вибрации выражаются скоростью (в м/с) либо ускорением (в м/с² или в g)



Примечание: g – обычно используется как единица измерения ускорения. Она представляет собой ускорение свободного падения равное 9,81 м/с², часто округляют до 10 м/с².

Оба этих параметра зависят от биения и оборотов вала. Ниже приведены формулы для их расчета:

$$\text{Скорость: } v = 2 * \pi * n * x \text{ (м/с)}$$

$$\text{Ускорение: } a = 4 * \pi^2 * n^2 * x \text{ (м/с}^2\text{)}$$

x – радиальное перемещение (м)

n – частота вращения (с⁻¹)

На Рисунке 2-5 представлен график зависимости ускорения вибраций от частоты вращения.

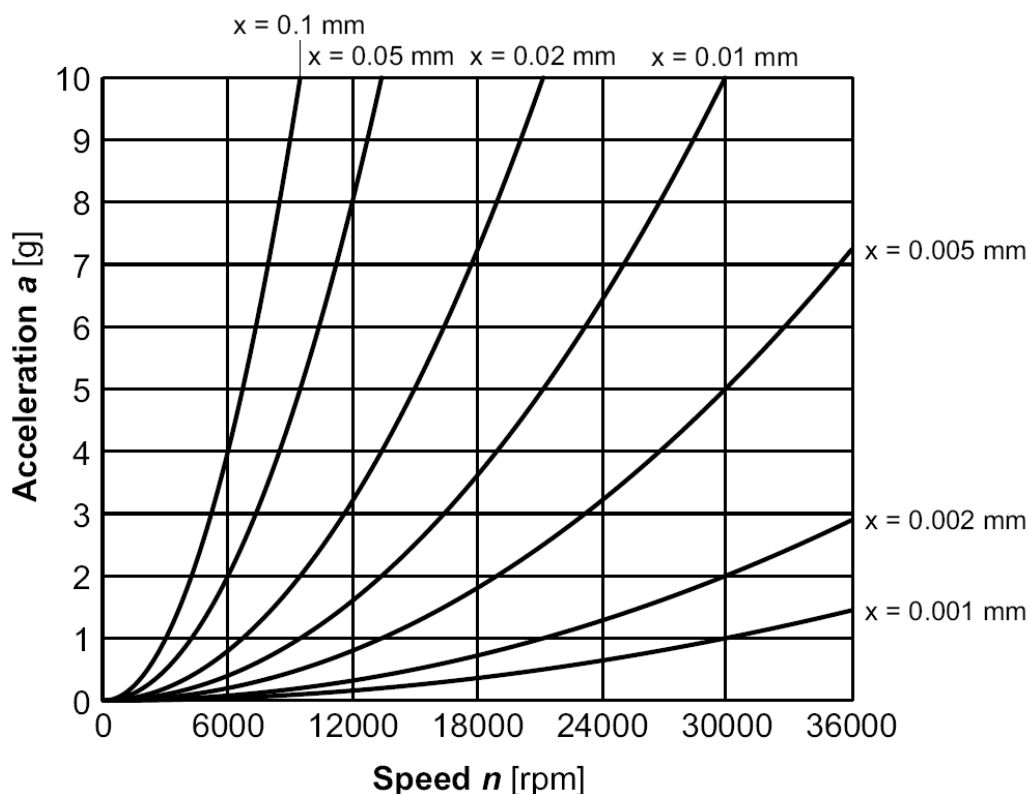


Рисунок 2-5. Зависимость ускорения вибрации от частоты вращения

Датчики Magtrol серии ТМ были протестированы при следующих условиях:

2.3.1.1 Случайная вибрация

- Спектральная плотность сигнала $0,05 \text{ g}^2/\text{Гц}$ в промежутке от 20Гц до 500Гц
- Вибрации в течении 90 минут по 3-м осям (x, y, z)

2.3.1.2 Синусоидальная вибрация

- Частота от 10Гц до 500Гц, при скорости изменения 1октава/мин
- От 10Гц до 60Гц: двойная амплитуда 0,35мм
- От 60Гц до 500Гц: двойная амплитуда 5g
- Цикл выполняется 90 минут вдоль каждой оси (x, y, z)



Примечание: Уровень вибрации, определяемый в пункте 2.3.1.2 (Синусоидальная вибрация) не должен превышать регулярного базиса.

2.3.2 Преобразователь электрического сигнала крутящего момента

Датчики крутящего момента серии ТМ комплектуются электронным преобразователем сигнала крутящего момента. Этот преобразователь основан на несущей частоте, содержащей синхронный демодулятор и высокочастотный фильтр Баттерворта второго порядка. Срез частот фильтром устанавливается с помощью микропереключателей (от SW1 до SW12), которые доступны под крышкой блока электроники датчика (см. Рисунок 2-6). Возможные различные настройки изображены на обратной стороне крышки.

Некоторые приложения могут гарантировать точную настройку «нуля» датчика. Для этого необходимо активировать потенциометр настройки путем включения микропереключателя SW12. Потенциометр позволяет производить настройку «нуля» в пределах 610%, эквивалентных 60,5 В. При выключении микропереключателя SW12 настройки возвращаются в стандартное положение.



Примечание: У микропереключателя SW11 нет функций.

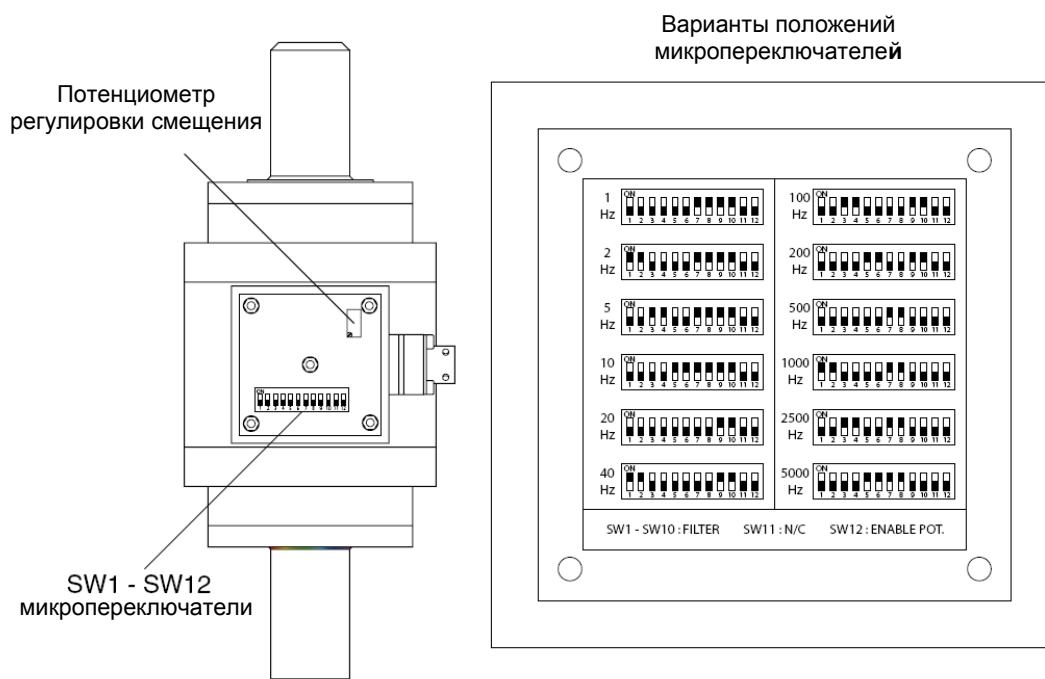


Рисунок 2-6. Микропереключатели SW1-SW12 и потенциометр

2.4 МОНТАЖНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

При статических измерениях допускается превышение номинального значения крутящего момента. В случае превышения номинального значения крутящего момента, любые посторонние нагрузки, такие как осевые, сдвиговые и изгибные силы должны быть устранены.

2.4.1 Динамический момент

Статические и динамические измерения отличаются друг от друга ростом момента с течением времени. Постоянный момент представляется статическим измерением, тогда как переменный момент обуславливается только динамическим измерением.

Датчики крутящего момента Magtrol серии ТМ позволяют измерять как статический, так и динамический моменты, без перекалибровки прибора.

2.4.2 Собственная частота приводного механизма

Для того чтобы определить динамический момент и частотную характеристику, и при этом не допустить разрушение системы необходимо рассчитать действительную частоту крутильных колебаний привода. Однако, в цепи вращающихся деталей в этой системе возможен перекося плоскости фланца, что может вызвать вибрацию.

На практике эта ситуация может быть разрешена комплексом решений, требующих точных расчетов. Например, рассмотрим физическую модель, в привод которой входит торсион с маховиком. Ниже приведена упрощенная модель (рис. 2-7), которая не редко применяется в конструкциях привода.



Примечание: Для детального анализа динамической характеристики, необходимо ознакомиться с литературой по теории механизмов и машин.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{C_t \frac{J_1 + J_2}{J_1 \cdot J_2}}$$

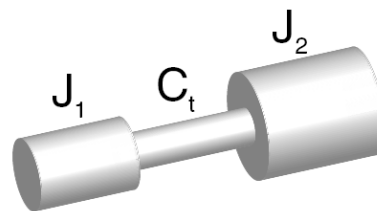


Рисунок 2-7. Упрощенная модель привода

где f_0 – собственная частота системы (Гц)

C_t – жесткость вала при кручении (Нм/рад)

J_1 – момент инерции вала двигателя, муфты и $\frac{1}{2}$ вала датчика (кгм²)

J_2 – момент инерции вала нагрузки, муфты и $\frac{1}{2}$ вала датчика (кгм²)



Примечание: Собственная частота крутильных колебаний приводного механизма меньше в связи с применением датчика крутящего момента. Поэтому для получения реальной частоты системы в целом, необходимо произвести перерасчет с учетом влияния датчика.

Торсион включает в себя только деформируемую часть вала. Значения жесткости при кручении (C_t) даны в технических условиях. J_1 и J_2 – два момента инерции, действующие на оба конца деформируемой части вала. Они могут быть рассчитаны путем сложения моментов инерции каждого элемента. Моменты инерции датчиков также даны в технических условиях. Для того чтобы получить параметры моментов инерции компонентов приводного механизма, необходимо знать данные по муфтам, двигателю и нагрузке.

Собственная частота крутильных колебаний определяют следующее:

- частотную характеристику измерительной системы
- способность системы реагировать на быстрые изменения момента
- динамику приводного механизма усиливать или ослаблять измеряемый сигнал

На графике изображены изменения частоты при различных показателях коэффициента качества (Q), который зависит от величины демпфирования торсиона. Усиление влияния резонанса на сигнал крутящего момента зависит от частоты крутильных колебаний системы.

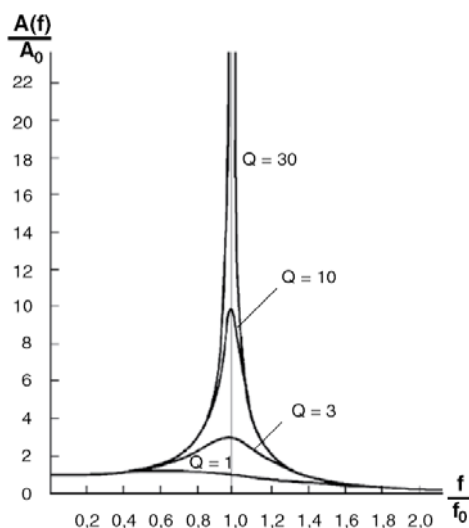


Рисунок 2-8. График изменения частоты



Примечание: Система должна быть сконструирована и задействована таким образом, чтобы избежать ежедневных собственных частот. Передаточная функция должна быть как можно ближе к единице. Следовательно, частота крутильных колебаний приводного механизма должна быть меньше $0,5 f_0$.

2.4.3 Собственная частота крутильных колебаний измерительного вала

Эта частота соответствует частоте, которая может возникать от крутильного резонанса. Ниже приведена таблица со значениями собственных частот для каждого датчика серии ТМ.

Model	Собственные частоты крутильных колебаний
	Hz
ТМ 301	*
ТМ 302	171
ТМ 303	255
ТМ 304	355
ТМ 305	476
ТМ 306	665
ТМ 307	903
ТМ 308	1058
ТМ 310	879
ТМ 311	1096
ТМ 312	1168
ТМ 312/021	1150
ТМ 313	1405
ТМ 313/021	1338
ТМ 314	1227
ТМ 314/021	1269
ТМ 315	1302
ТМ 315/021	1334
ТМ 316	1219
ТМ 317	1212

* - эти показатели пока недоступны.



Примечание: Все три серии датчиков - ТМВ, ТМ, ТМНС – каждой модели снабжены одинаковыми измерительными валами.

2.4.4 Максимальная величина амплитуды в динамике

Полная амплитуда не должна превышать 200% от номинального момента датчика. Это справедливо также при переменных нагрузках. Амплитуда находится в пределах от $-200\% M_{\text{НОМ}}$ до $+200\% M_{\text{НОМ}}$.

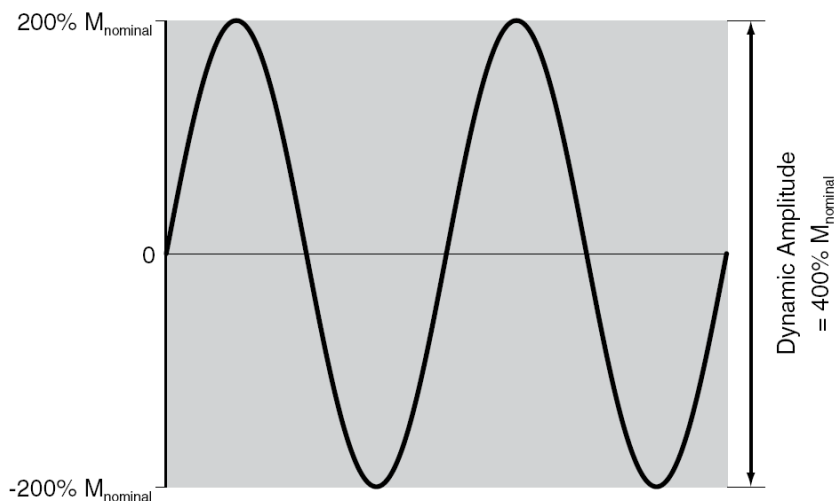


Рисунок 2-9. Допустимые динамические нагрузки

2.5 СИСТЕМА ЗАЩИТЫ



Опасность! Все вращающиеся части должны быть закрыты защитными устройствами с целью обеспечения безопасности пользователя, окружающих людей и объектов от любых видов повреждения в результате блокирования привода, превышения крутящего момента или других потенциальных проблем.

Требования к защитным устройствам:

- Защитные устройства должны закрывать доступ к подвижным частям (во время испытаний)
- Защитные устройства должны закрывать все части, которые могут быть причиной разрушения, и защитить от последующего разброса отломанных частей.
- Не допускать касания защитного устройства с вращающимися частями
- Держать защитные устройства на достаточном расстоянии от вращающихся частей

На рисунке 2-10 приведен отличный пример защитного устройства. Все части стенда легко доступны, и пользователь защищен от любого риска при закрытом кожухе.

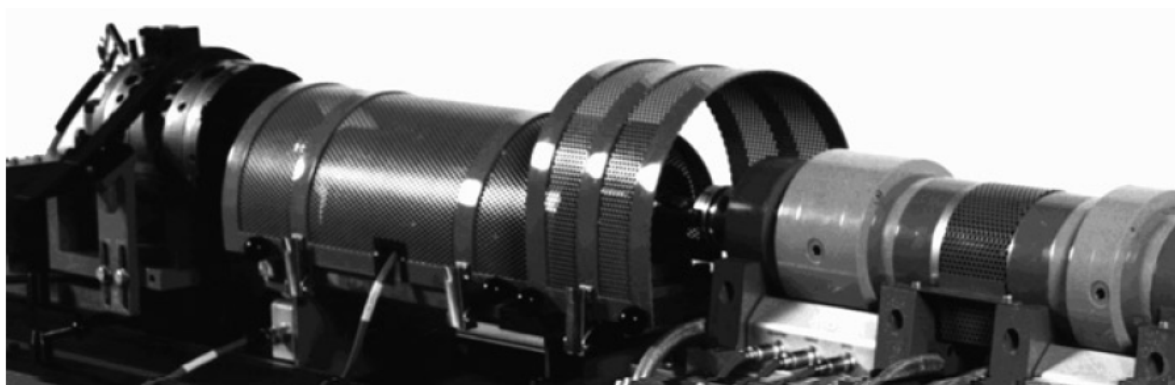
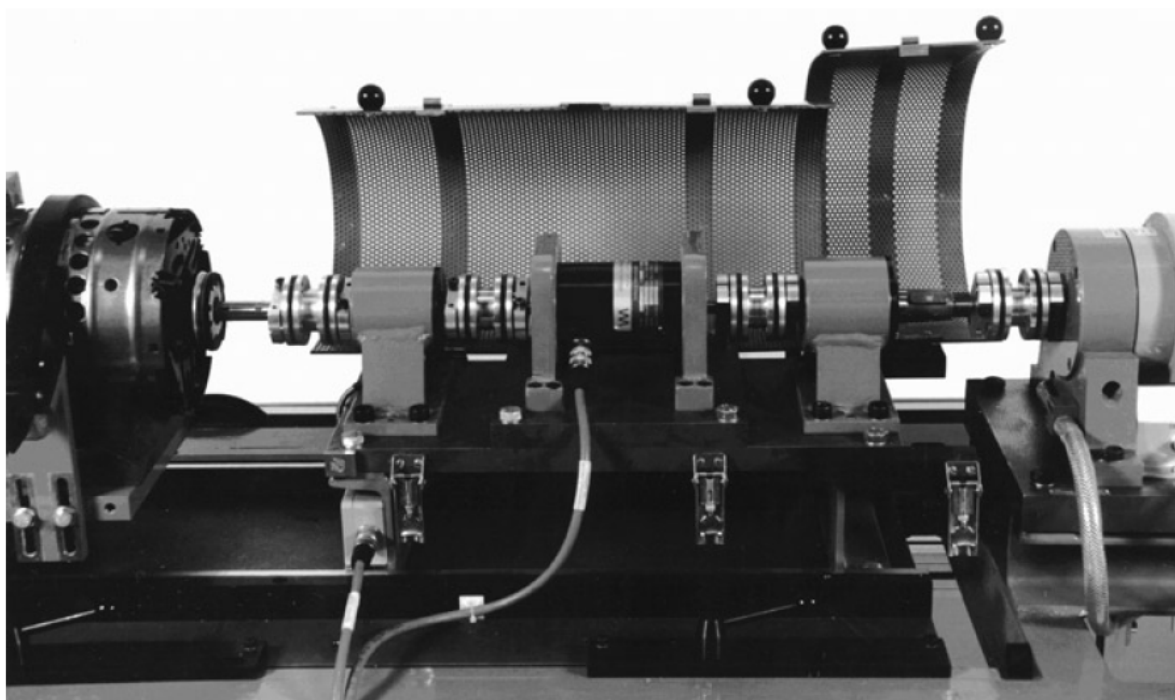


Рисунок 2-10. Пример защитных систем



Квалифицированный персонал

Этот датчик должен обслуживаться только квалифицированным персоналом в строгом соответствии с ниже приведенными техническими условиями и предписаниями по технике безопасности. При этом в различных случаях использования дополнительно должны соблюдаться необходимые правовые предписания и указания по технике безопасности. Это относится также к использованию принадлежностей.

Квалифицированным является персонал, которому доверены установка, монтаж, ввод в эксплуатацию и эксплуатация изделия, и который обладает квалификацией, соответствующей роду его деятельности.

2.6 ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛА

Magtrol предлагает измерительную электронику, которая обеспечивает сбор сигналов с датчика крутящего момента, преобразует их и отображает их на дисплее. Также электроника производит аналогово-цифровое преобразование и способна передавать данные дальше в системы высокого уровня.

2.6.1 Модель электроники 3410

Измерительная электроника модели 3410 обрабатывает сигналы момента и частоты вращения, отображает на дисплее измеренные показатели этих величин, а также рассчитывает и показывает мощность.



Рисунок 2-11. Преобразователь модели 3410

При помощи RS-232 интерфейса данные могут быть переданы на компьютер, оснащенный программным обеспечением LabVIEW™-based Torque 1.0, которое идет в комплекте с каждой электроникой модели 3410.

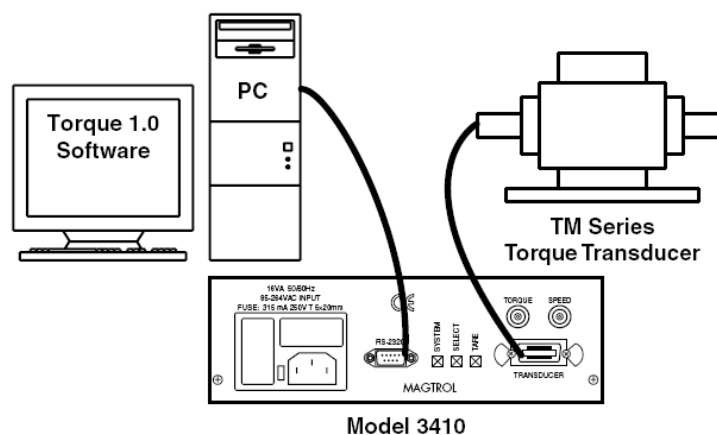


Рисунок 2-12. Схема подключения



Примечание: Дополнительную информацию по работе электроники 3410 можно посмотреть в соответствующем руководстве пользователя (также доступно на сайте www.magtrol.ru).

2.6.2 Модель измерительной электроники 6400

В отличие от модели 3410 в ней добавлены аналоговый вход и настраиваемая функция контроля качества (годен – не годен).



Рисунок 2-13. Измерительная электроника модели 6400

При помощи RS-232 или IEEE-488 интерфейса данные могут быть переданы на компьютер, оснащенный программным обеспечением LabVIEW™-based Torque 1.0, которое также идет в комплекте с электроникой.

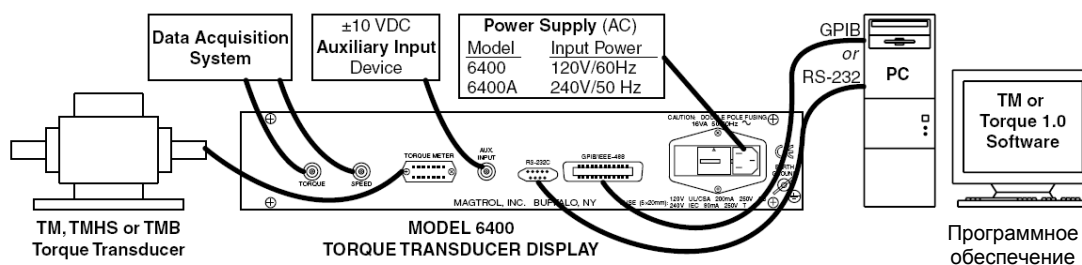


Рисунок 2-14. Схема подключения

Data Acquisition System - Система сбора данных

Auxiliary Input – Резервный входной канал для аналогового сигнала

Torque Transducer – Датчик крутящего момента



Примечание: Дополнительную информацию по работе электроники 6400 можно посмотреть в соответствующем руководстве пользователя (также доступно на сайте www.magtrol.ru).

2.7 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОДСОЕДИНЕНИЯ



Примечание: Соединительный кабель (ER 113-0X) состоит из ответного разъема со стороны датчика и определенного метража измерительного экранированного кабеля, содержащего 4 витые пары. Возможен вариант комплектации ответным разъемом со стороны подключения к измерительной электронике компании Magtrol или вариант со свободными концами для подключения к электронике сторонних производителей.

Подсоединение датчиков крутящего момента в исполнении на валу предельно простое. После монтажа датчика в приводной механизм, для начала функционирования датчика необходимо подсоединить только один кабель.

2.7.1 Заземление



Внимание: Перед подключением датчика крутящего момента к измерительной электронике корпус датчика необходимо заземлить.

Датчик крутящего момента, испытательный стенд, привод и исполнительный механизм должны иметь общее заземление. При закрепленном варианте установки датчика момента заземление датчика обеспечивается соединением опоры-пьедестала с корпусом заземленного испытательного стенда. В случае варианта установки датчика момента в свободном подвешенном состоянии необходимо наличие специального провода заземления как показано на Рис. 2-17.

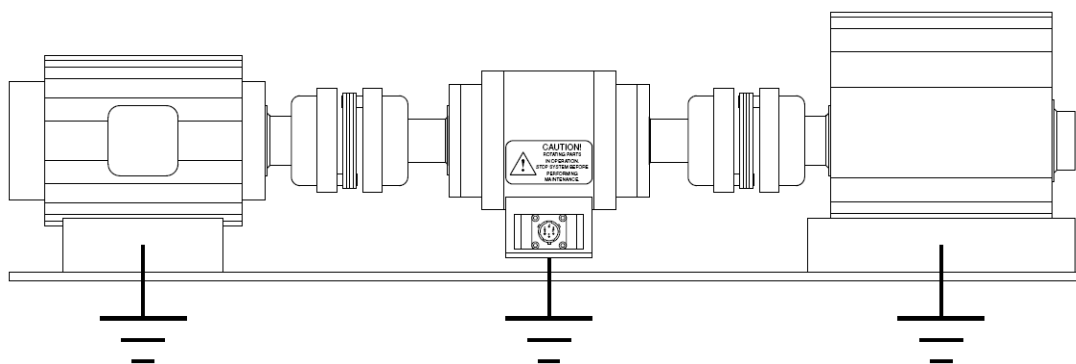
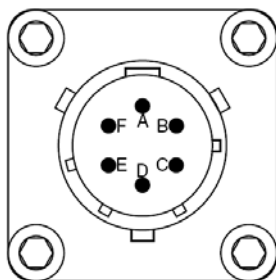


Рис. 2-17 Общее заземление

2.7.2 Соединительные кабели

Присоединительный кабель имеет со стороны подсоединения к датчику ответный 6-пиновый Souriau разъем и 14-пиновый Centronics разъем со стороны подключения к измерительной электронике. Назначение контактов см. Рис 2-18 и Рис.2-19

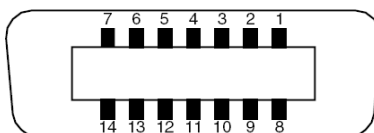


- A. Питание 20...32 В DC
- B. Измерительный сигнал -10..+10 В DC
- C. N/C (нет подключения)
- D. Power supply/torque grounding 0 В DC
- E. Тестовый сигнал самодиагностики (высокий импеданс)
- F. Сигнал канала скорости вращения (открытый коллектор)

Рис.2-18 Назначение контактов 6-пинового Souriau разъема



Примечание: Функция самодиагностики активна только в том случае, когда вход заземлен.



- 1. N/C (нет соединения)
- 2. N/C (нет соединения)
- 3. Питание +24 В DC
- 4. Ноль питания 0 В DC
- 5. Экран
- 6. N/C (нет соединения)
- 7. N/C (нет соединения)
- 8. N/C (нет соединения)
- 9. N/C (нет соединения)
- 10. Сигнал канала скорости вращения
- 11. N/C (нет соединения)
- 12. Тестовый сигнал самодиагностики
- 13. Измерительный ноль 0 В DC
- 14. Измерительный сигнал -10..+10 В DC

Рис.2-19 Назначение контактов 14-пинового Centronics разъема



Примечание: Возможен вариант исполнения присоединительного кабеля со свободными концами с одной стороны для подключения к электронике сторонних производителей.

3. Принцип действия

Датчики крутящего момента серии ТМ основаны на индуктивном принципе работы.

3.1 СТРОЕНИЕ ДАТЧИКА КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

Часть датчика, непосредственно измеряющая момент, состоит из трех элементов: вала со специальной областью концентратором деформаций, двух катушек обмотки и двух металлических цилиндров.

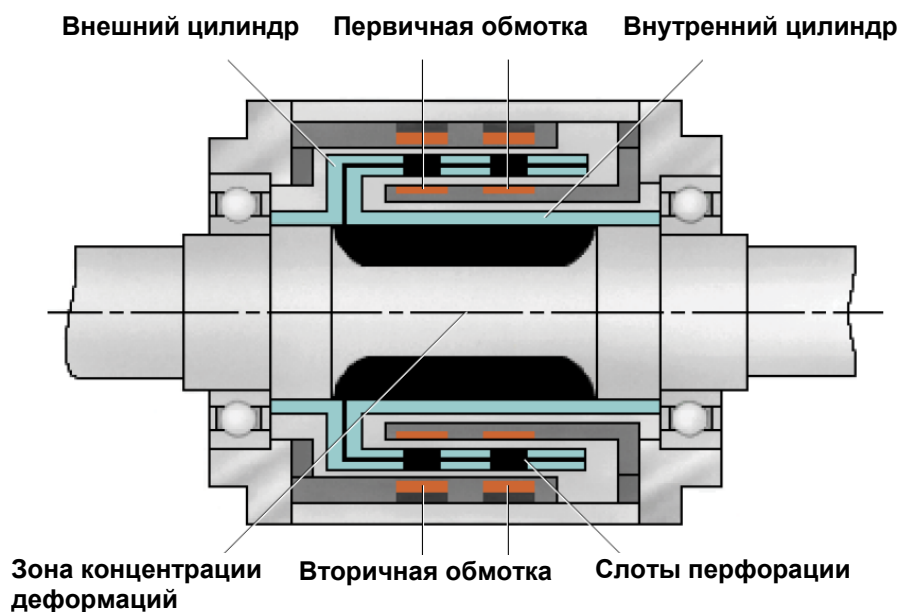


Рис.3-1 Элементы конструкции датчика момента серии ТМ

Первичная и вторичная обмотки, составляющие дифференциальный трансформатор, разделены двумя концентрическими алюминиевыми цилиндрами. Эти цилиндры подсоединены к измерительному валу – внешний цилиндр к одной стороне области концентратора деформаций и внутренний цилиндр к противоположной. Оба цилиндра имеют два ряда слотов перфорации на их поверхности. При отсутствии момента на измерительном валу слоты расположены внахлест и обеспечивают полное экранирование магнитной индукции между первичной и вторичной секциями обмотки, поскольку цилиндры выполнены из немагнитного материала.

Как только к валу приложен крутящий момент, область концентратора деформаций испытывает увеличивающееся угловое скручивание. При этом происходит смещение слотов перфорации с образованием областей раскрытия, которые позволяют свободно протекать магнитной индукции от одной секции обмотки к другой. Количество магнитной индукции пропорционально приложенному крутящему моменту. Таким образом, когда к первичной обмотке приложено синусоидальное напряжение и на валу датчика имеется крутящий момент, во вторичной обмотке возникает напряжение, величина которого пропорциональна моменту.

3.1.1 Дифференциальный трансформатор

Первичная катушка трансформатора состоит из двух равных последовательно соединенных обмоток.

Обмотки возбуждаются переменным током на несущей частоте 20 кГц, которая генерируется встроенной в трансформатор электроникой. В дополнение постоянный ток прикладывается к первичной обмотке для того чтобы определить температуру датчика в целом и компенсировать влияние температуры на измерительный сигнал. Вторичная катушка состоит из двух обмоток в противофазе. Это позволяет формировать пропорциональный крутящему моменту сигнал напряжения в зависимости от расстояния между слотами перфорации цилиндров.

3.2 КАНАЛ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ

Датчик скорости вращения вмонтирован в корпус с целью измерения количества оборотов вала или его положения. Основанный на оптическом принципе датчик скорости вращения закреплен напротив зубчатой части ротора и производит 60 импульсов на оборот.

3.3 ВСТРОЕННАЯ ФУНКЦИЯ САМОДИАГНОСТИКИ

Разъем канала крутящего момента имеет специальный пин для активации тестового сигнала.

Логический ноль на этом контакте активировать тестовый сигнал эквивалентный +5 V DC, который накладывает себя на измерительный сигнал. Функция самодиагностики может активироваться во время работы датчика. Сигнал формируется электронной схемой управления и в цепи схемы самодиагностики проверяется корректная работа электронного преобразователя сигнала.

Функция самодиагностики не исключает необходимости статической калибровки датчика.

4. Техническое обслуживание и ремонт

4.1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Датчики крутящего момента серии ТМ швейцарской компании Magtrol в действительности не подлежат техническому обслуживанию благодаря ряду конструктивных особенностей:

- Долговечной системе смазки подшипников
- Бесконтактной передаче сигнала с вращающихся элементов на измерительную электронику. Индукционный принцип передачи устраняет механический износ датчика.

Однако, интенсивное использование датчика может потребовать замены прецизионных подшипников вращения. Теоретический ресурс подшипников составляет 5000 часов и компания Magtrol рекомендует замену подшипников после выработки их основного ресурса. Подшипники следует заменить, как только они начнут демонстрировать характерные признаки износа. Работа датчика за рамками допустимых рабочих условий приводит к повышенному износу подшипников. Особенно это проявляется при эксплуатации датчика на превышающих норму скоростях оборотов, что приводит к возникновению недопустимых осевых и радиальных нагрузок на элементах подшипников.



Внимание: Пользователю не следует пытаться произвести замену подшипников самостоятельно. Необходимо вернуть датчик для замены фирме производителю. Пользователю также не следует производить изменения, модернизацию или ремонт любых механических или электронных компонентов. При наличии подозрения на проблемы необходимо обратиться в компанию Magtrol для устранения неполадок, соответствующей настройки или юстировки датчика в фабричных условиях. Несоблюдение этих правил может привести к серьезным повреждениям датчика.



Примечание: Корпус датчика крутящего момента загерметизирован. Наличие свидетельств вскрытия или попыток несанкционированной модификации лишает продукцию гарантийных обязательств.

4.2 РЕМОНТ

В случае дефекта, пожалуйста, обращайтесь к разделам *Гарантия* и *Сервисная информация* данного руководства пользователя. В случае возврата или отправки датчика для устранения дефекта очень важно приложить следующие данные:

- Номер модели, инвентарный номер, серийный номер, номер заказа и дату приобретения
- Описание дефекта и условия, при которых он возник
- Описание испытательного стенда (рисунок, фотография или набросок и т.д.)
- Описание испытуемого объекта (рисунок, фотография или набросок и т.д.)
- Описание цикла нагружения



Внимание! Техническое обслуживание должно осуществляться компанией Magtrol для того чтобы гарантировать заявленную точность измерения. Для того чтобы устранить неисправность или дефект в возможно кратчайшие сроки, пожалуйста, надежно упакуйте датчик и следуйте инструкциям, приведенным в разделе *Сервисная информация*.

Гарантийные обязательства

Компания Magtrol, Inc. гарантирует, что ее продукция не содержит дефектов материала и сборки и при нормальном использовании и обслуживании имеет гарантийный срок эксплуатации 24 месяца. Программное обеспечение функционирует в соответствии с запрограммированными инструкциями для соответствующих устройств компании Magtrol. Эта гарантия распространяется только на продукцию фирмы Magtrol и не распространяется на предохранители, компьютерную среду, или другие продукты, которые в результате ненадлежащего использования, переоборудования, изменения, эксплуатации в аномальных условиях, нарушения норм работы или перевозки, были выведены из строя или потеряли свою пригодность. Гарантийные обязательства компании Magtrol действительны только в рамках гарантийного периода и распространяются только на гарантийные случаи. Компания Magtrol оставляет за собой право оценки неисправности и в случае заключения о наличии дефекта не по вине компании производителя на ремонтные и сервисные работы будет выставлен соответствующий счет. При негарантийном случае компания Magtrol по требованию заказчика может предварительно оценить ориентировочную стоимость ремонтных работ. Для устранения неисправности по гарантийному случаю необходимо отправить устройство производителю (компании Magtrol) с подробным описанием неисправности. При этом транспортные услуги оплачиваются покупателем. **Компания Magtrol не несет никаких рисков повреждения устройств в период транспортировки.**

Модификации и изменения

Датчик не может быть изменен без нашего явно выраженного согласия. Ни конструктивно, ни технически. Каждое изменение полностью исключает ответственность с нашей стороны за причиненный ущерб.

Magtrol не несет никаких обязательств ни за какие виды повреждений или потери вне гарантийного случая.

ТРЕБОВАНИЯ

Сразу по прибытии товара, покупатель должен проверить поставку в соответствии с упаковочным листом и в 30-дневный срок уведомить компанию Magtrol о любых видах несоответствия. В случае отсутствия уведомления поставка рассматривается как соответствующая нормам и комплектации заказа. Все риски потери, ущерба или повреждения в период транспортировки покупатель адресует перевозчику. По требованию покупателя компания Magtrol может предварительно оценить ориентировочную стоимость устранения неисправностей, возникших во время транспортировки.

Информация по обслуживанию

ОТПРАВКА ОБОРУДОВАНИЯ MAGTROL ДЛЯ РЕМОНТА И/ИЛИ КАЛИБРОВКИ

Перед отправкой оборудования в компанию Magtrol, пожалуйста, посетите Интернет сайт компании по адресу <http://www.magtrol.com/support/rma.htm> с целью авторизации в службе возврата RMA.

В зависимости от места расположения Вы будете адресованы в одно из отделений компании Magtrol в Соединенных Штатах или Швейцарии.

Отправка оборудования в Magtrol, Inc. (United States)

При отправке оборудования в отделение Magtrol в США необходимо

1. Посетить Интернет сайт компании Magtrol's по адресу <http://www.magtrol.com/support/rma.htm> пройти авторизацию в службе RMA.
2. Заполнить RMA форму онлайн.
3. После заполнения формы RMA номер будет выслан Вам по электронной почте. Необходимо приложить этот номер ко всей сопроводительной документации.
4. Отправить оборудование в компанию
Magtrol, Inc. (United States)
70 Gardenville Parkway
Buffalo, NY 14224
Attn: Repair Department
5. После получения оборудования сервисный центр компании Magtrol проанализирует состояние оборудования и вышлет счет на необходимые комплектующие и сервисные работы по восстановлению или калибровке по факсу или электронной почте.
6. После получения счета необходимо предоставить Magtrol Р.О. номер как можно быстрее. Подтверждение оплаты счета является необходимым условием для отправки оборудования покупателю.

Отправка оборудования в Magtrol SA (Switzerland)

В случае отправки оборудования в Швейцарию процедура регистрации в службе RMA не требуется.

Просто отправьте ваше оборудование в отделение фирмы Magtrol в Швейцарии по адресу

Magtrol SA
After Sales Service
Centre technologique Montena
1728 Rossens / Fribourg
Switzerland
VAT No: 485 572

При отправке, пожалуйста, руководствуйтесь следующими правилами:

- Используйте перевозчика : TNT • 1-800-558-5555 • Account No 154033. Выбирайте тип отправки ECONOMIC (3 дня максимум внутри Европы)
- Приложите следующие документы к вашему оборудованию
 - Адрес получателя (как указано выше)
 - Счет об оплате, с указанием даты приобретения оборудования и наименования позиций к возврату или пересылке
 - Описание возникших неисправностей и/или указание диапазона калибровки с параметрами преднастройки
- Оценочная стоимость ремонтных или калибровочных работ будет выслана незамедлительно после анализа состояния оборудования. Если стоимость ремонтных работ или калибровки не превышает 25% стоимости нового устройства, работы могут быть выполнены без предварительного согласования с заказчиком

В связи с постоянным совершенствованием нашей продукции, компания MAGTROL оставляет за собой право изменения и модификации технической документации без предварительного уведомления.



Испытания, Измерение и Контроль: Моменты – Скорости – Мощности

www.magtrol.com

MAGTROL INC

70 Gardenville Parkway
Buffalo, New York 14224 USA
Phone: +1 716 668 5555
Fax: +1 716 668 8705
E-mail: magtrol@magtrol.com

MAGTROL SA

Centre technologique Montena
1728 Rossens / Fribourg, Switzerland
Phone: +41 (0)26 407 3000
Fax: +41 (0)26 407 3001
E-mail: magtrol@magtrol.ch

Subsidiaries in:

- Germany
- France
- Great Britain
- China

Worldwide Network
of Sales Agents



n° 150887

Due to the continual development of our products, we reserve the right to modify specifications without forewarning.