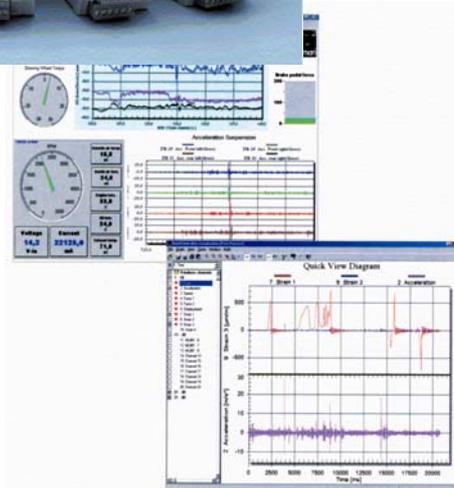




measurement with confidence

# Примеры использования

компонентов и систем Hottinger  
Baldwin Messtechnik(HBM)GmbH



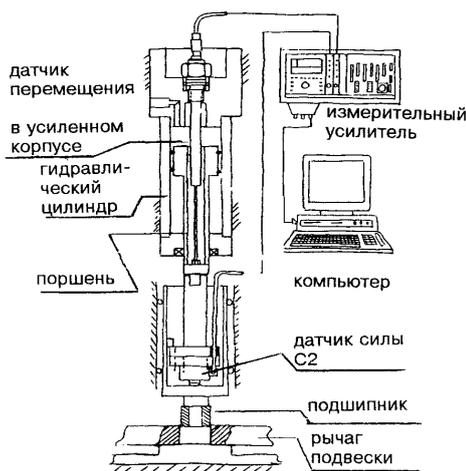
## Контроль процесса производства

Обеспечение высокого качества изделий при низких производственных расходах - одно из основных требований, стоящих перед промышленностью. Для удовлетворения этих требований все процессы производства должны быть оптимизированы. Современная технология измерений фирмы HBM позволяет решить эти проблемы. Наши датчики используются, например, в сборочной технологии, где график приложенной нагрузки дает информацию относительно качества процесса сборки. При изготовлении изделий, обеспечивающих безопасность, типа антиблокировочных систем, колесных опор, привода пневмоподушки и т.д., характеристики процесса производства особенно важны для гарантии качества изделия согласно международным требованиям ответственности изготовителя. Соответствие международным стандартам стало решающим фактором при определении конкурентоспособности фирмы.

Издержки производства всегда противостояли соображениям качества. Но Вы можете избежать этого противостояния, если знакомы с технологиями измерений HBM. При проведении измерений непосредственно во время изготовления изделий уменьшается количество отходов, которое влияет на затраты производства.

Предлагаемая фирмой HBM технология начинается с измерения динамических параметров, например, силы, перемещения, крутящего момента или давления. Следующий этап - это обработка сигнала и оценка допустимой ошибки, определение экстремальных значений, выдача сигналов для связи с другими приборами (контроллерами), распечатка документации и взаимодействие с другими системами автоматизации по стандартным интерфейсам, например, 3964R, Modbus или INTERBUS - S.

### Пример 1 Впрессовывание подшипника в рычаг подвески

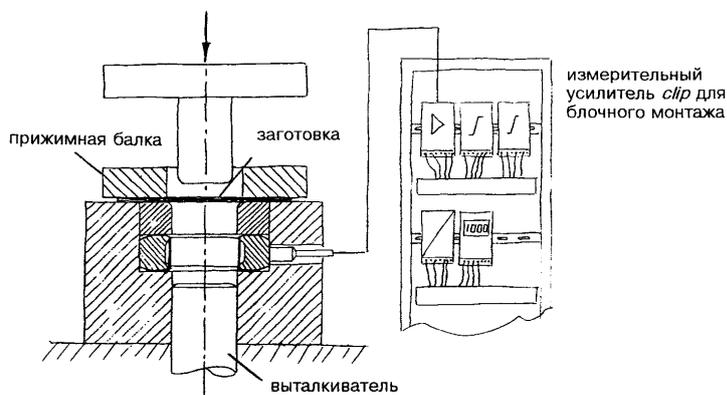


При прессовой посадке характеристики процесса полностью определяет качество изделия. Усилитель типа MGCplus специально разработан для применения в промышленных условиях. Контроль нагрузки и перемещения осуществляется при помощи выбора на усилителе соответствующих пределов переключения или при работе системы под управлением компьютера. Возможнастройка датчика перемещения внутрь гидравлической системы. На эскизе датчик перемещения встроен внутрь поршня (работает при давлении до 350 бар и при температуре до 150 градусов Цельсия).

**Дополнительные преимущества:** Такое применение датчиков перемещения не только экономит место в системе, но и упрощает разработку машины прессовой посадки.

### Пример 2 Измерение силы в формовочных прессах

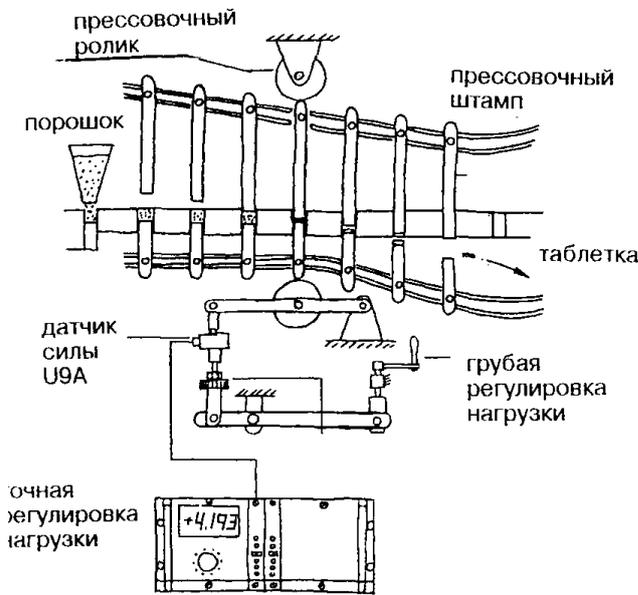
На предыдущем эскизе приложенная нагрузка измеряется при помощи расположенного внутри машины



прессовой посадки датчика силы. В качестве альтернативы может быть предложено расположение датчика под рабочей плоскостью, под шаблоном. На этот датчик наложены некоторые ограничения: максимальный внешний диаметр 46мм, номинальная нагрузка 400кН. Датчик, имеющий форму кольца и помещенный в формовочный пресс, используется для регулировки приложенной нагрузки. Электронная часть представляет собой систему из отдельных функциональных модулей: блока питания, усилителя, переключателя пределов, индикатора. Помимо этого, может быть предложен модуль выходного сигнала 0-20 мА.

**Дополнительные преимущества:** Сило-измерительное кольцо имеет небольшую суммарную погрешность <math><1\%</math>.

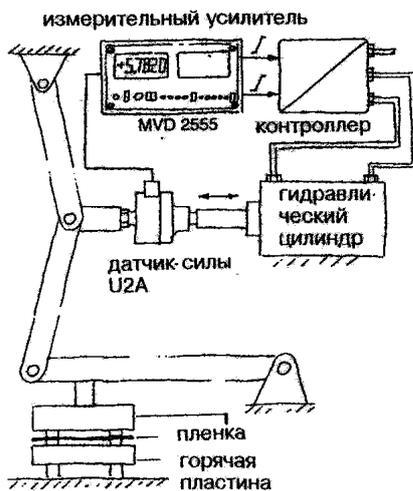
### Пример 3 Контроль качества продукции при производстве таблеток



Пресс для изготовления таблеток производит их из порошка при помощи штамповки в высокоскоростных машинах с вращающимися столами. Критерием оценки качества является величина приложенной к каждой таблетке нагрузки, которая должна иметь узкие границы допуска. Величина нагрузки измеряется при помощи датчика силы, расположенного на участке между штампом, прессовочным роликом и маятниковой опорой. Данные от датчика усиливаются и обрабатываются контролирующим прибором, который выдает информацию о дефектных таблетках. Усилитель имеет фильтр низких частот 250 Гц, который устраняет наводки.

**Дополнительные преимущества:** Датчик воспроизводит точную величину и пиковые значения импульсов силы, а контролирующий прибор осуществляет дальнейшую обработку результата. Фильтр усилителя настроен точно на частоту ожидаемого сигнала.

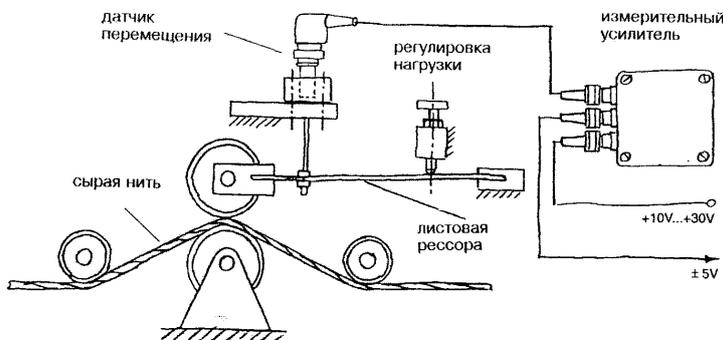
### Пример 4 Измерение приложенной нагрузки при производстве пластиковых сумок



Качество соединения двух пластиковых пленок определяется величиной приложенной нагрузки, причем для обеспечения гарантированного качества изделия надо контролировать каждый отдельный процесс. На рисунке показан принцип создания пластиковых сумок. Нагрузка заданной величины прикладывается гидравлическим цилиндром, измеряется датчиком силы и усиливается коленчато-рычажным соединением. Датчик силы измеряет как растяжение, так и сжатие. При такой версии устройства в нем имеется стержень с резьбой, который упрощает применение датчика в конструкции. Усилитель MVD2555 контролирует максимальные и минимальные значения и имеет переключатели пределов, которые выдают сигналы на устройство управления (контроллер).

**Дополнительные преимущества:** Датчик U2A имеет высокую стойкость к перегрузкам. В случае сбоя (например, соединения более двух пленок), датчик не будет поврежден.

### Пример 5 Контроль толщины нитей

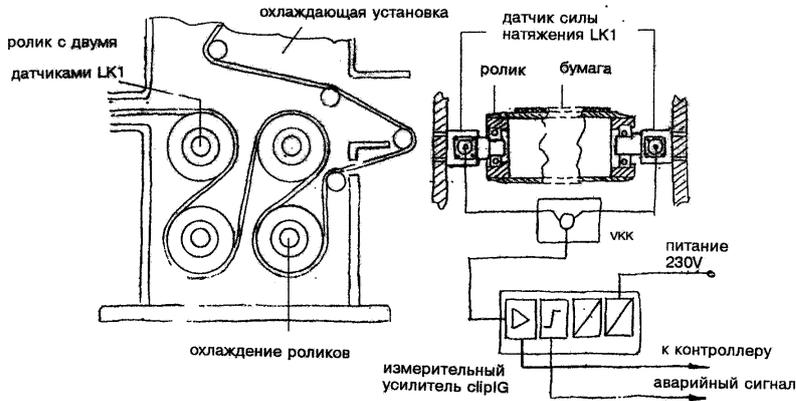


В процессе производства часто возникает задача текущего контроля толщины нитей, провода или материалов листовой формы. Имеется много различных методов, основанных, главным образом, на оптических или лучевых эффектах. Более простой и недорогой путь решения состоит в том, чтобы определить толщину механическими средствами и преобразовывать ее в величину перемещения. На рисунке показан пример такого механического решения. Материал, в этом случае сырая нить, скользит по закрепленному колесу и входит в контакт

с измеряющим колесом. Это колесо должно иметь небольшой вес, и приложенная нагрузка к нити должна быть также невелика, чтобы не порвать нить. Датчик перемещения измеряет толщину нити и выдает сигнал на усилитель MC2A, который разработан для работы в промышленных условиях. Выходной сигнал усилителя составляет  $\pm 5\text{В}$  и может передаваться на индикатор.

**Дополнительные преимущества:** Метод механического измерения толщины является легким, надежным и достаточно дешевым

## Пример 6 Измерение натяжения ремня в печатающих машинах

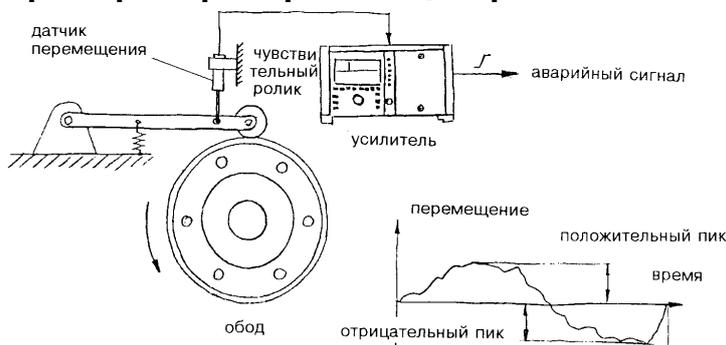


Для качественной работы печатающих машин необходимо, чтобы бумага или пластиковая лента, находились в состоянии постоянного натяжения. При этом надо стараться избегать разрыва бумаги или ленты. Натяжение контролируется измеряющим роликом, оборудованным двумя параллельно работающими датчиками натяжения. С датчиков сигнал подается на усилитель, имеющий фильтр низких частот 2Hz, возникающий из-за вибрации приводов. Усилитель со встроенными пределами

переключения, определяющими допустимую область натяжения бумаги, выдает сигнал на контроллер.

**Дополнительные преимущества:** Датчик натяжения имеет защиту от перегрузки, легко устанавливается и не требует дополнительного обслуживания

## Пример 7 Проверка концентричности обода колеса



Проверка концентричности необходима для всех видов изделий, имеющих круглую форму, но она особенно важна для изделий, которые получены в процессе литья и должны работать при высоких скоростях. Обод колеса для автомашин относится к этой категории изделий. Испытание выполняется относительно простым устройством, которое позволяет зафиксировать обод колеса на медленно вращающемся диске

так, чтобы и радиус, и изменение радиуса могли быть измерены чувствительным роликом.

Чувствительный ролик передает вертикальные перемещения индуктивному датчику перемещения, сигнал от которого передается на измерительный усилитель типа MGСplus. Усилитель содержит в памяти пиковые значения и, следовательно, может отслеживать ошибку концентричности. Запоминаемое значение контролируется переключателем предела, который выдает аварийный сигнал при превышении уровня.

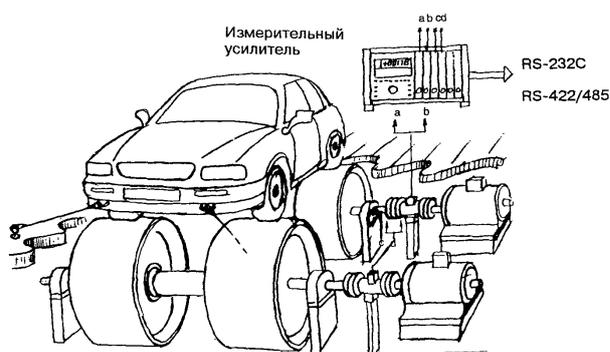
**Дополнительные преимущества:** Используемая измерительная система имеет память пиковых значений, которая необходима для оценки результатов испытаний.

## Испытательные устройства для контроля параметров двигателей и измерения мощности

Увеличение количества выпускаемых автомобилей отрицательно влияет на состояние окружающей среды. В связи с этим, предпринимаются усилия по уменьшению количества выбрасываемых в атмосферу отработанных газов. С другой стороны, владельцы транспортных средств выдвигают требования повышения надежности и безопасности. Это означает, что должна быть улучшена эффективность всех узлов автомобиля. В этом случае измерения крутящего момента, скорости и механической мощности играют ключевую роль.

Увеличение эффективности узлов автомобиля - это сложный процесс, накладывающий определенные требования на точностные характеристики датчиков. Датчики крутящего момента используются для определения качества узлов автомобиля в течении всего срока службы и применяются для измерения момента, скорости и мощности. Кроме того, эти датчики часто используются при текущем контроле и управлении вращающимися частями механических машин и механизмов, испытательными стендами и т.д.. Это дает возможность на ранней стадии обнаружить и исправить ошибки установки, повреждение механизмов, что уменьшает время простоя. Измерения гарантированных характеристик представляют собой другую область применения датчиков и электроники.

## Пример 8 Измерительный стенд для проверки выбросов отработанных газов



В легковых автомобилях количество выбросов выхлопных газов должно быть проверено в ходе 4 различных операций:

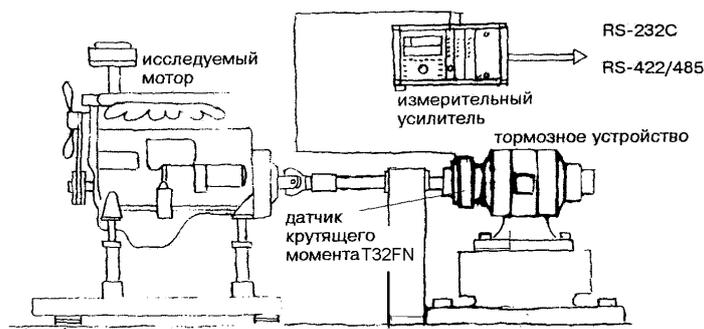
1. автомобиль движется вперед
2. автомобиль движется назад
3. автомобиль движется накатом вперед с горки, двигатель работает на холостых оборотах
4. автомобиль движется накатом назад с горки, двигатель работает на холостых оборотах

Для того, чтобы выполнить эти операции,

нужен стенд, имитирующий движение по дороге, состоящий из 4 роликов диаметром по 2 м, соединенный через датчик крутящего момента с электромотором, задающим тип движения. На рис. изображен принцип работы измерительного стенда, установленного и оборудованного фирмой НВМ (датчики и электроника).

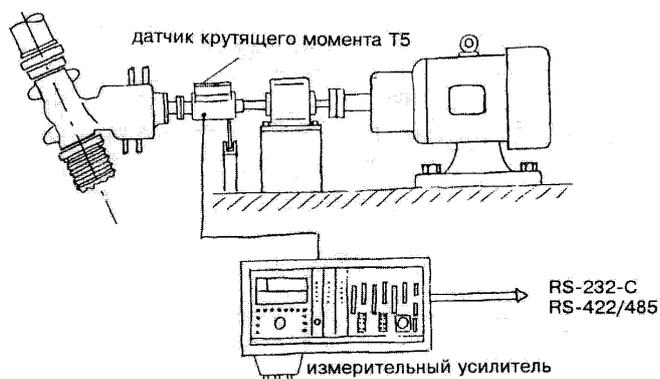
**Дополнительные преимущества:** Датчики крутящего момента на стенде не имеют подшипников и работают по бесконтактному методу передачи сигнала от ротора к статору. Значит, исключена ошибка, возникающая из-за трения. Измерительная система легко калибруется при помощи шунта, входящего в состав усилителя типа MGCplus.

## Пример 9 Измерительный стенд для проверки двигателей внутреннего сгорания



Измерение крутящего момента, скорости и вычисление мощности - основная задача испытаний двигателей. Измерительной единицей на испытательном стенде является датчик крутящего момента. В модели, показанной на рис., используется датчик T32FNA, присоединенный к 3-фазному асинхронному двигателю. Датчик T32FNA удобен компактной конструкцией, упрощающей разработку испытательного стенда. В этом датчике передача сигнала от ротора к статору происходит бесконтактным методом и он не имеет подшипников, следовательно нет погрешности из-за трения. Сигналы скорости и крутящего момента усиливаются при помощи усилителя типа MGCplus. Все сигналы с испытательных стендов, например, вычисление мощности по величинам скорости и крутящего момента, обрабатываются компьютером. Но эту операцию может выполнить и сам усилитель MGCplus. **Дополнительные преимущества:** Датчик T36FN не требует дополнительных средств для установки и не имеет подшипников. Это экономит место, упрощает разработку и дает возможность использовать его для решения различных задач. Для установки датчика в стенд нужно соединить ротор датчика непосредственно с точкой измерения

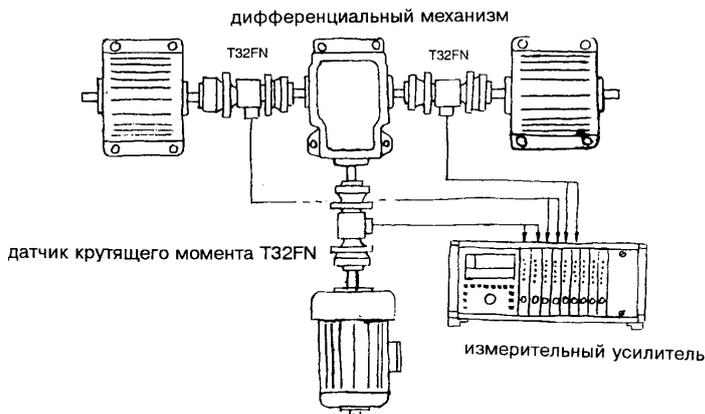
## Пример 10 Испытательный стенд для рулевого механизма



На рисунке изображена система отладки работы рулевого механизма. Рулевой механизм испытывается в ненагруженном состоянии, поэтому датчик крутящего момента, находящийся между рулевым механизмом и двигателем, измеряет только внутреннее трение. Оба направления вращения руля тестируются в течение приблизительно 1 минуты для определения величины трения, которая должна находиться в определенных пределах. Эти измерения можно производить, например, на станциях техобслуживания, имеющих ряд таких испытательных стендов. Усилитель MGCplus разработан для работы в промышленных условиях. Через интерфейсы RS-232-C и RS-485 усилитель может подключаться к компьютеру.

**Дополнительные преимущества:** Датчик T5 работает в диапазоне малых скоростей вращения.

## Пример 11 Измерение КПД дифференциального механизма

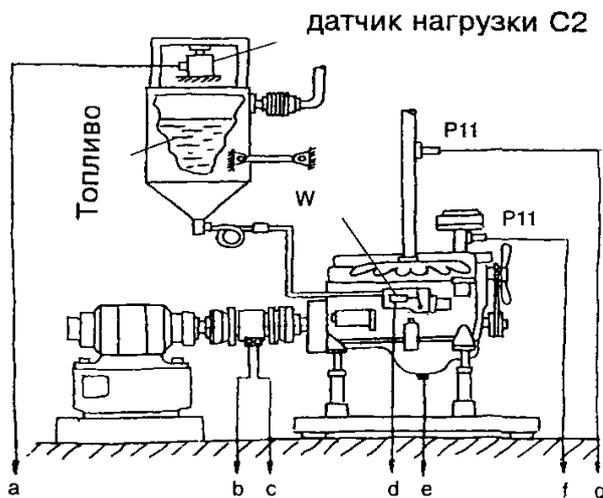


Определение КПД дифференциального механизма является одной из сложных измерительных задач. Потеря мощности в дифференциале сравнительно мала, то есть мощность, отдаваемая мотором, приблизительно равна мощности, которую получает нагрузка. Для определения КПД необходимо измерить разницу между этими мощностями с высокой точностью. На рис. используются прецизионные датчики крутящего момента T32FN. Датчики имеют прекрасные характеристики износостойкости. В качестве усилителя используется MGCplus, который выводит на индикатор скорость вращения, крутящий момент и мощность по трем каналам. Для вычисления КПД через интерфейс можно

подсоединить компьютер.

**Дополнительные преимущества:** Датчик T32 не имеет подшипников и сигнал передается от ротора к статору бесконтактным методом. Зубчатые пары помогут избежать ошибки при установке, которая влияет на точность результата измерений

## Пример 12 Универсальный испытательный стенд для двигателей внутреннего сгорания



a = масса топлива  
b, c = крутящий момент и скорость  
d = положение дроссельной заслонки

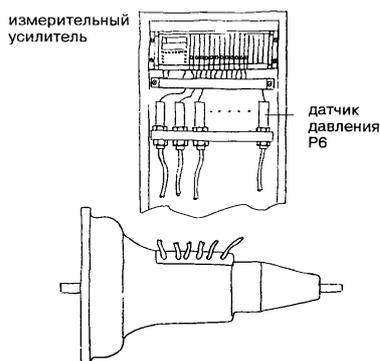
e = температура топлива  
f = давление впрыска  
g = давление выхлопа

При разработке двигателей внутреннего сгорания требуется проводить многочисленные измерения различных параметров состояния двигателя с их последующей обработкой на компьютере. Основными параметрами являются: крутящий момент, давление, скорость, температура и потребление топлива. На представленном рисунке показан выбор наиболее

важных точек измерения. Обычные расходомеры топлива не используются из-за низкой точности. Вместо этого предлагается взвешивать топливный бак и отслеживать потери веса в определенные интервалы времени. Двенадцать каналов в усилителе типа MGCplus используются для измерения параметров. Результаты обработки передаются на компьютер. НВМ предлагает также разработанное для различных измерительных задач программное обеспечение.

**Дополнительные преимущества:** Система измерения, включая все преобразователи, усилители и программное обеспечение, может быть фирмы НВМ.

## Пример 13 Проверка маслораспределительного блока в автоматической коробке передач

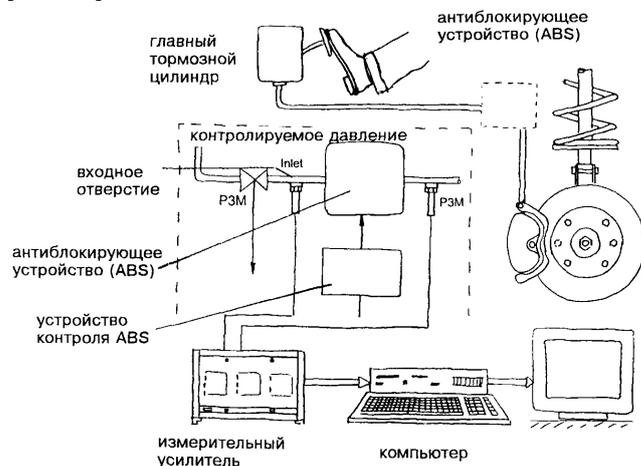


Центральное место в автоматической коробке передач занимает маслораспределительный блок, который представляет собой отлитый из алюминия лабиринт, имеющий заданные размеры. С помощью клапанов он распределяет поток масла, созданный конвертором. Для функционального испытания данный блок устанавливается в коробку переключения передач. В блоке имеются 24 отверстия, которые позволяют измерять давление на различных стадиях переключения передач. Датчики давления типа Р6А размещаются в панели управления и соединяются с отверстиями через гибкие шланги. Панель управления может быть оборудована также усилителем типа MGCplus и контроллером, разработанным клиентом для проведения различных испытательных программ.

**Дополнительные преимущества:** Датчики Р6А использовались на данном испытательном стенде из-за своих хороших точностных характеристик. Кроме

того, использование усилительной системы типа MGCplus с такими стандартными функциями, как: тарировка, фильтрация низкой частоты и переключения пределов - позволяет упростить ряд функций контроллера

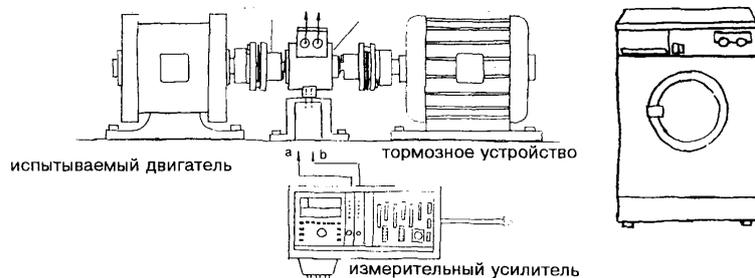
## Пример 14 Испытание систем антиблокировки



На рис. представлена измерительная система, используемая для контроля полного давления тормозной жидкости до и после прохождения ею через систему антиблокировки. Входное и выходное давление измеряется при помощи 2-х датчиков давления РЗМВ. Измерения давления в течение определенного промежутка времени по двум каналам. Высокая резонансная частота этого датчика дает возможность быстро изменяющееся давление без погрешностей. Измерительный усилитель типа MGCplus используется для одновременного усиления и обработки полученных результатов с передачей их на компьютер. Синхронные измерения необходимы для сравнения результатов.

**Дополнительные преимущества:** Материалы, используемые в датчиках, имеют специальное покрытие для защиты от воздействия тормозной жидкости, а также датчик и разъем

## Пример 15 Испытание двигателей стиральной машины



Стиральные машины, подобно другому оборудованию, имеют электрические двигатели. Разработка и изготовление двигателей стиральной машины влекут за собой определение скорости, крутящего момента и мощности двигателя в диапазоне высоких скоростей. Для этого разработан специальный датчик ТЗ4 FN. Он не имеет подшипников и не требует дополнительного обслуживания и,

следовательно, подходит для использования на конвейере во время изготовления продукции. Чтобы трение не оказывало влияния на результаты измерения, передача сигнала от ротора к статору происходит бесконтактным методом.

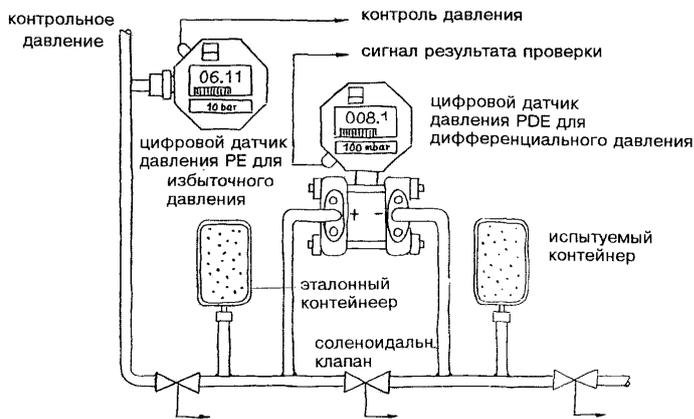
**Дополнительные преимущества:** Ротор и статор - отдельные компоненты. Конструктивно, роторы имеют одинаковое строение для пяти различных диапазонов 1...20 Нм, Следовательно, они взаимозаменяемы

## Текущий контроль в газовых и жидкостных системах

Для обеспечения различных производственных процессов возникает потребность в распределении жидких и газообразных веществ. Эта задача решается благодаря использованию специальных распределительных систем, которые могут представлять собой как трубу длиной 1м, так и сеть трубопроводов, занимающих площадь в несколько квадратных километров. Почти каждый большой город имеет газовые и водопроводные магистрали. Давление в магистрали должно сохраняться постоянным из соображений безопасности, что должно контролироваться надежными и точными датчиками давления. Кроме того, загрязнение фильтров в магистрали проверяется датчиками дифференциального давления. Это позволяет проводить своевременную очистку фильтров, что экономит время и средства.

Данные с различных точек измерений в магистрали передаются через систему дистанционного управления контролирующей станции, где обнаруживаются опасные ситуации и при необходимости принимаются меры по их устранению. Для гарантирования общей безопасности магистрали ее отдельные компоненты подвергаются непрерывным проверкам качества, например, проверкам на герметичность, даже во время ее функционирования. НВМ поставляет надежные изделия с большим запасом прочности для текущего контроля за распределительными системами и их компонентами. Ассортимент изделий простирается от простых датчиков давления и датчиков давления с интегральными усилителями до сложного оборудования для измерения давления с цифровой индикацией и переключателями пределов. Убедитесь в этом сами.

## Пример 16 Контроль герметичности контейнеров

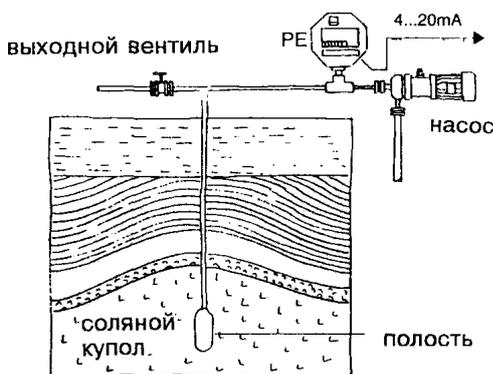


При создании таких контейнеров, как канистры, радиаторы, резервуары бензина и т.д, обычно возникает задача проверки их на герметичность. Для ее решения контейнеры помещаются под воду и ведутся наблюдения за воздушными пузырьками. В промышленном производстве этот метод устаревает и заменяется испытательной системой, изображенной на рис. Идея заключается в том, чтобы одновременно заполнить проверяемый контейнер и контрольный контейнер сжатым воздухом. Датчик дифференциального давления сравнивает давление в обоих контейнерах. Благодаря высокой чувствительности датчика давления

даже небольшая утечка в проверяемом контейнере будет обнаружена очень быстро. Метод сравнения двух контейнеров имеет ряд преимуществ. В процессе быстрого заполнения нагревается сначала воздух, а затем контейнеры. При измерениях только в одном контейнере тепловые эффекты не дают возможности обнаружить утечку. Сравнение измерений в двух контейнерах устраняет такого рода ошибки.

**Дополнительные преимущества:** Датчик дифференциального давления PE снабжен всеми необходимыми компонентами для применения в промышленной поточной линии, а именно: усилителем, индикатором и переключателями пределов для сообщений об утечке.

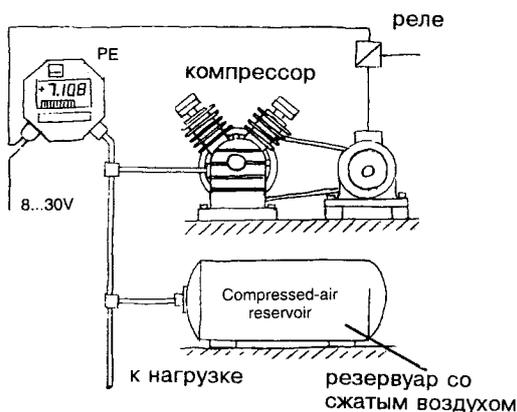
## Пример 17 Измерение давления в подземных хранилищах



Для компенсации неравномерности потребления газа его накапливают, нагнетая в подземные полости и сообщающиеся резервуары. Текущее давление в этом случае является мерой количества накопленного газа и непрерывно проверяется в месте хранения газа. Для этой задачи используется цифровой датчик давления PE DIGIBAR с номинальным давлением 60 или 160 бар. Выходной сигнал 4-20 тА передается на контрольную станцию.

**Дополнительные преимущества:** Версия PDE на батарейках позволяет получать показания на месте без каких-либо внешних источников питания, что очень удобно в применении.

## Пример 18 Контроль давления в системах, использующих сжатый воздух



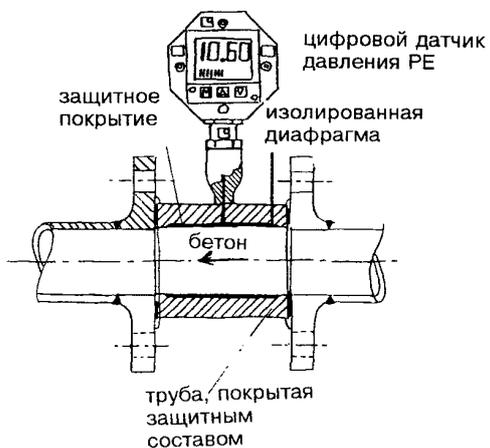
Сжатый воздух используется в промышленности во многих режимах работы, и, в зависимости от способа его применения, требуется давление определенной величины. В самом простом случае компрессор включается и выключается замыканием контактов на механическом датчике давления. В более сложных случаях, например, когда сжатый воздух используется для фиксации оборудования на станках, требуется постоянное давление, снижение которого должно контролироваться с высокой надежностью.

Для подобного применения наиболее удобен цифровой датчик давления PE DIGIBAR. При использовании встроенных переключателей пределов включение и выключение компрессора может контролироваться намного точнее, чем в случае с механическими манометрами,

которые имеют относительно широкий гистерезис переключения и дают некоторые искажения показаний при включении. Если требуется давление еще более стабильное или с точным циклом контроля, то DIGIBAR с выходным сигналом 4..20 тА может использоваться вместе с электрической системой управления.

**Дополнительные преимущества:** DIGIBAR не имеет никаких движущихся механических частей и нечувствителен к давлениям пульсирующего типа, производимых возвратно - поступательными компрессорами. Следовательно, в отличие от механических датчиков давления с контактными переключателями, устройство в меньшей степени подвержено износу.

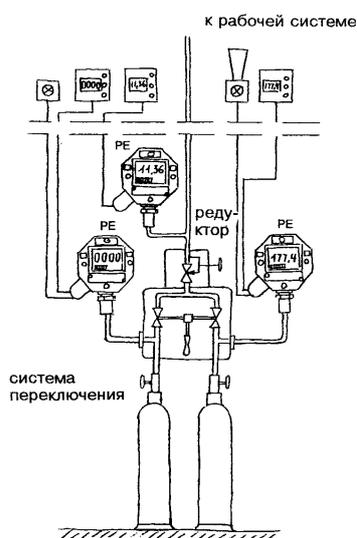
## Пример 19 Контроль давления в бетоноподающем насосе



Грунт, не обладающий соответствующей устойчивостью к нагрузкам, может быть укреплен определенными материалами, подаваемыми под высоким давлением через систему вертикальных труб. Обычно используется водно-цементная суспензия, которая смешивается с воздухом или соответствующей частью почвы, определяемой качеством грунта. Для достижения требуемого укрепления грунта необходимо вести контроль многочисленных параметров. В частности, так называемого давления суспензии, то есть давления, под которым смесь вводится в грунт через вращающееся выпускное отверстие на конце бура. Давление контролируется измерительным оборудованием, установленным сразу за бетоноподающим насосом. Как видно из рисунка, это оборудование состоит из покрытой специальным защитным составом трубы, к которой крепится

цифровой датчик давления PE DIGIBAR, и внутри которой размещена кольцеобразная диафрагма. Жидкость внутри адаптера PE DIGIBAR передает деформацию диафрагмы на датчик, которая определяет соответствующее показание давления. Это значение давления отображается на экране дисплея и может передаваться в виде выходного сигнала 4 ...20 тА на контролирующее устройство.  
**Дополнительные преимущества:** DIGIBAR может использоваться со всеми типами стандартных адаптеров, предназначенных для работы в химически агрессивных средах, что существенно увеличивает область его применения.

## Пример 20 Контроль давления в газовых баллонах

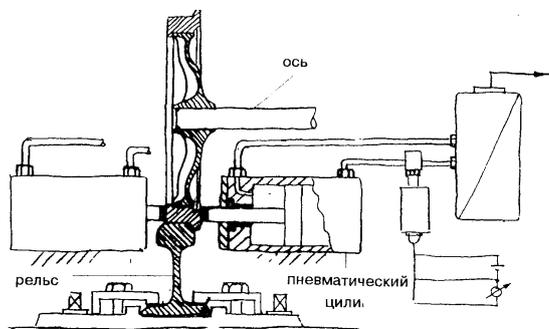


Во многих производственных процессах требуется обеспечение непрерывной подачи газа под постоянным давлением. Газ обычно получают из газовых баллонов с переключением на новый баллон прежде, чем давление в предыдущем начнет понижаться. На рисунке показана система, где давление в каждом баллоне измеряется PE DIGIBAR с последующей передачей показаний на контрольный пункт. Рабочее давление после редуктора точно измеряется третьим датчиком и тоже передается на контрольный пункт. Когда происходит снижение давления, переключатели пределов приборов, установленных на запасных баллонах, подают на рабочее место сигнал тревоги, и замена отработавшего баллона осуществляется вовремя.

**Дополнительные преимущества:** Используемые приборы могут одновременно выполнять функции измерения и контроля, то есть функцию измерения аналоговых отклонений, функцию точного цифрового измерения и функцию дистанционной передачи сигнала тревоги.

## Пример 21 Задача контроля за операциями маневрирования

Маневрирование товарных поездов состоит из следующих этапов: 1-ускорение отдельных товарных

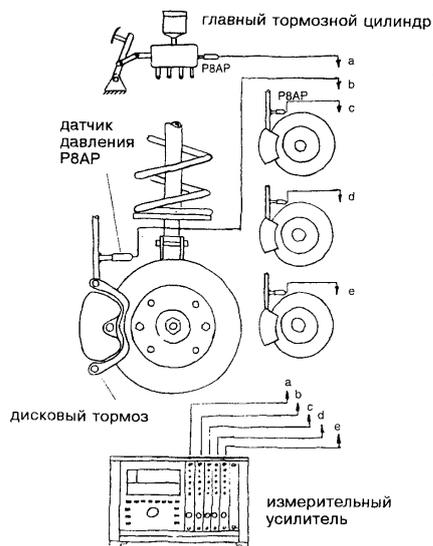


вагонов на маневровой горке, 2-уменьшение скорости при помощи управляемого торможения, 3-управление переводами стрелок, при котором вагон достигает хвоста нужного поезда с мягким контактом. Величина управляемого торможения должна определяться несколькими параметрами: вес оси, скорость движения и т.д. Все параметры передаются на компьютер, который вычисляет правильную силу торможения. Эффект торможения обеспечивается двумя боковыми колодками, прижимающимися к

ободам колес. Давление на колодки передается при помощи цилиндров со сжатым воздухом, а уровень давления регулируется сигналом компьютера через пневматическую систему. Для контроля давления используется датчик типа P8. Сигнал 0 ...5V обеспечивает обратную связь с пневматической системой.

**Дополнительные преимущества:** датчик P8 используется Железнодорожной Компанией ФРГ из-за своих компактных размеров и надежности.

## Пример 22 Контроль состояния тормозной системы автомобиля



В тормозной системе автомобиля важной является не только общая функция торможения, заключающаяся в передаче давления с главного тормозного цилиндра на рабочие, но и возможность быстрого повышения давления при экстренном торможении. Контроль состояния тормозной системы при экстренном торможении требует измерения проходящих переходных процессов с частотой до 1 кГц. При установке оборудования на испытываемое транспортное средство для определения соответствующих характеристик были выбраны датчики давления типа Р8АР, которые крепились на главный и рабочие тормозные цилиндры. Сконфигурированная соответствующим образом система МГС использовалась в качестве измерительного усилителя. Быстрота протекания процесса экстренного торможения обусловила выбор данного усилителя постоянного напряжения. При использовании памяти экстремальных величин в каналах возможно запоминание даже быстрых изменений сигнала с их последующим считыванием. Дополнительные преимущества: Датчик давления Р8АР устойчив к износу, воздействию температур до 140°C, коррозии и не имеет силиконовых наполнителей.

## Контрольные, лабораторные и калибровочные измерения

Измерительные процессы составляют существенную часть технического развития, непрерывно совершенствуясь для удовлетворения возрастающих потребностей и отвечая на запросы новых направлений. Проблемы сотрудничества, защиты окружающей среды, экономии энергии, сохранения сырья - вот далеко неполный перечень задач, требующих применения точных измерительных методов. Новые методы производства, разработка и проектирование материалов требуют проверок на безопасность, использующих измерительные методы. Современная технология измерений НВМ хорошо подходит для этого.

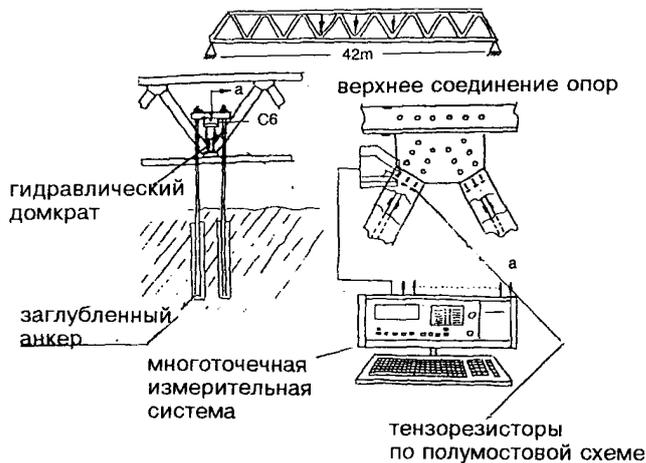
Цифровые диалоговые системы измерения фирмы НВМ гарантируют надежные решения измерительных задач. Измерительные системы НВМ хорошо зарекомендовали себя, например, в оборудовании для наладочных, экспериментальных испытаний, испытаний по проверке материалов и по определению их свойств, при определении рабочих напряжений. Эти системы выдают информацию относительно механических характеристик конструкций и материалов, а также относительно нагрузок на детали в эксплуатационных режимах. Измерительное оборудование НВМ также используется в неблагоприятных условиях окружающей среды. Цифровая обработка сигнала обеспечивает его высокую стабильность и отличную воспроизводимость, т.е. те особенности, которые делают оборудование НВМ идеальным для выполнения требований задач калибровки. Надежность и безопасность, ориентируемая на национальные и международные стандарты типа DIN90001 Международной организации по стандартизации, проверяется фирмой НВМ на оборудовании для калибровки, компоненты которого удовлетворяют более высоким уровням стандартов калибровки.

## Экспериментальная механика: экспериментальный анализ напряжений

Несмотря на наличие современных вычислительных методов, экспериментальная проверка на прочность не потеряла своей актуальности. Этому есть следующие объяснения. Исследуемый объект может иметь сложную форму или другие характеристики, представляющую трудности для компьютерных вычислений. Могут использоваться новые материалы с частично неоднородными структурами или новые методы производства. Кроме того, часто бывает необходима экспериментальная проверка силой критических нагрузок на детали. Так как напряжения, встречающиеся в объектах измерения - мера их механической нагрузки, то тензодатчики широко используются в области экспериментального анализа давления для обнаружения таких напряжений. Тензодатчики выдают показания, имеющие очень низкую погрешность относительно фактического напряжения в точке измерения. Используя законы, определяющие поведение материалов, например, закон Гука, можно рассчитать механические напряжения, существующие в измеряемом объекте.

Современное оборудование типа цифровых систем измерения, используемых в диалоговом режиме с компьютерами, сделало задачу оценки получаемых результатов более простой, чем это представлялось вначале. Применение сложных оценочных алгоритмов для определения остаточного напряжения и динамичная обработка результатов, получаемых с помощью тензорезисторов типа розетки и требующих многоканальной синхронной связи сигнала, стало теперь для диалоговых систем измерения обычной задачей. Фирма НВМ имеет подходящее программное обеспечение, используемое для получения и оценки сигналов измерения. Пакет программ Caiman, разработанный для продукции фирмы НВМ в среде MS-Windows, идеально подходит для экспериментального анализа напряжений тензодатчиками и диалоговой системой измерения и является удобным программным обеспечением для решения почти всех оценочных задач.

## Пример 23 Измерение напряжений в мостах через каналы

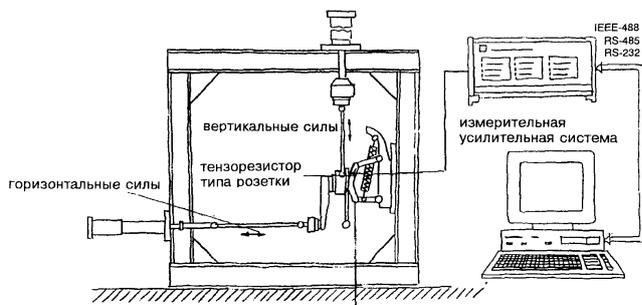


При расширении водных каналов появляется удобная возможность проводить измерения напряжений на нефункционирующем мосте. Был проведен эксперимент, в задачу которого входило определение напряжений в верхних точках соединения опор. Нагрузка производилась гидравлическими домкратами, давившими на зафиксированные в земле анкеры. В общей сложности 416 датчиков LA11 10/120 были соединены в полумостовые схемы цементом X 60 и защищены распыляемой отвердевающей замазкой. На рисунке показано расположение точек измерения в верхних точках соединения опор, а также изображены датчики С6 для определения приложенной нагрузки и современная многоточечная измерительная система. К особенностям относятся: соединение

тензодатчиков по различным мостовым схемам, тензодатчики и индуктивные датчики, термопары, терморезисторы, источники тока и напряжения, измерение сопротивления и компьютерные интерфейсы типа IEEE-488-78 и RS-232C/V.24.

**Дополнительные преимущества:** Используя этот прибор можно соединить отдельные тензодатчики в четырех-проводное соединение для высокоточных измерений на расстоянии до 500м

## Пример 24 Динамические напряжения в подвеске колеса

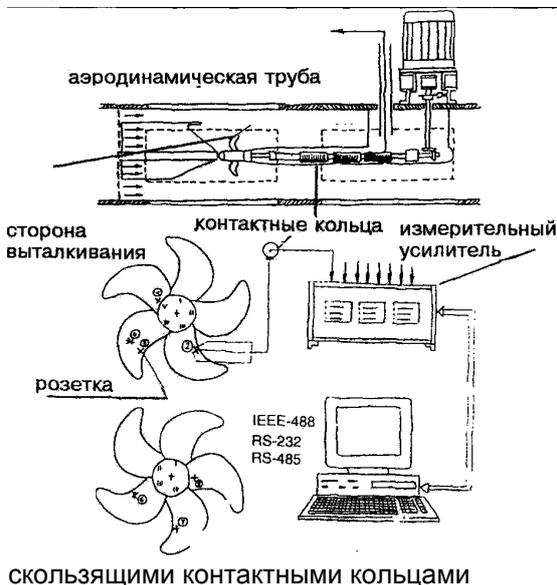


Важные для безопасности узлы автомобильных шасси, например узлы осей, требуют экспериментальной проверки силой на испытательном стенде. Подобные измерения относятся к разряду наиболее трудных измерительных задач, поскольку измерению подлежат сложные многонаправленные и динамические напряжения. На рисунке изображен испытательный стенд, в котором автомобильный поворотный кулак подвергнут многонаправленным динамическим нагрузкам. На испытуемом объекте закреплены тензорезисторы типа розетки, которые

подают сигналы на измерительный усилитель. контролируемой компьютером системы заключается в том, что напряжения, измеряемые по нескольким каналам, абсолютно синхронны во времени потому, что каждый канал измерения имеет собственный усилитель с аналогово-цифровым преобразователем.

**Дополнительные преимущества:** Усилитель MGCplus позволяет получать синхронные результаты измерений, что является особенностью, необходимой для решения данной задачи. Этот тип измерения не может быть выполнен так называемыми "сканерами" (последовательным опросом измеряемых точек).

## Пример 25 Экспериментальный анализ напряжений в лопастях модели корабельного винта



Винты с серповидной формой лопастей получили широкое распространение потому, что они производят меньше шума и вибрации. Расчет прочности в этом случае очень сложен, и приходится пользоваться измерениями напряжений на моделях. На рисунке изображена модель винта и расположение точек измерения со стороны всасывания и перекрещенных сдвоенных тензодатчиков и два розеточных тензорезистора с тремя измерительными решетками каждый). Испытание проводилось в аэродинамической трубе. Сигналы тензодатчиков передавались на усилитель при помощи скользящего контактного кольца, размещенного в полости вала. **Дополнительные преимущества:** MGCplus можно использовать совместно с усилителями постоянного напряжения или несущей частоты. В случае использования скользящих контактных колец рекомендуется всегда применять усилители несущей частоты, потому что они помогают устранять эффект термоэлектрических напряжений, вызываемый

## Пример 26 Статические испытания моделей каркасных сооружений



С целью проверки статических расчетов для зданий сложной структуры, особенно для зданий с необычным профилем крыши, часто проводятся измерения напряжений на масштабных моделях. На рис. показана модель крыши и расположение точек нагрузки. Модели делаются из стекловолокна, укрепленного жидкой смолой, и имеют сложную форму. Для моделирования однородной нагрузки на крышу, вызванной, например, снегом, требуется большое число точек

приложения нагрузки. В одном практическом случае, были выбраны 900 точек, которые подвергались нагрузке системой рычагов. С помощью быстро отвердевающего клея Z70 на модели были закреплены розеточные тензорезисторы типа RY41 6/120. Соединение компьютера с измерительным комплексом значительно улучшает метод оценивания и воспроизведения результатов.

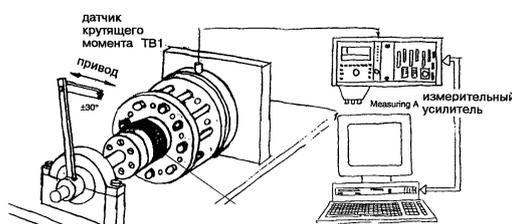
**Дополнительные преимущества:** Система позволяет не только соединить отдельные тензорезисторы короткими кабелями, как это требуется в статической модели, но также получить фактически безошибочные измерения при длине кабеля до 500 м благодаря соединению отдельных тензорезисторов в специальную 4-проводную схему

## Экспериментальная механика: испытания на прочность

Испытание материалов на прочность играет существенную роль во многих областях жизни, хотя мы не всегда осознаем это. Возьмем, например, автомобильные шины. Изготовитель гарантирует, что используемые материалы будут выдерживать критические нагрузки. Эта гарантия возможна только в том случае, когда проведены всесторонние испытания материала. Безопасность подъема на телевизионную трансляционную башню, вершина которой может колебаться в разные стороны на несколько метров, также основана на всесторонних испытаниях материала. Но испытания на прочность проводятся не только в промышленности или строительстве. Они находят применение также в медицине, в биологии, в технологиях, относящихся к окружающей среде.

Следовательно, имеется широкий спектр приложений испытаний материалов на прочность. НВМ предлагает измерительные системы силы, крутящего момента, давления, напряжения почти во всех требуемых диапазонах измерений для решения самых разнообразных задач. Ассортимент изделий простирается от дешевых систем измерения до точных систем, сертифицированных Немецкой Службой Калибровки (DKD). Ниже приводятся некоторые наиболее часто возникающие прикладные задачи и их решения. Например, изменение прочности яичной скорлупы является примером влияния загрязнения окружающей среды на воспроизводство птиц.

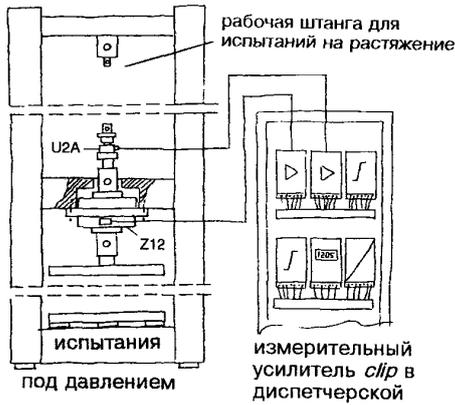
## Пример 27 Износостойкость каучуковых соединений



Гибкие соединительные муфты из каучука и металла используются для компенсации ошибки совмещения в соединенных валах. Для проверки предела усталости каучука и поверхности вулканизации должны быть проведены испытания. В данном случае, как показано на рис., проверяемым элементом есть фланец, жестко прикрепленный к основанию статического датчика крутящего момента. Другой

элемент соединения поворачивается на угол  $30^\circ$  эксцентриковым приводом, т.е. каучуково-металлическая часть соединения подвергается нагрузкам с непрерывным чередованием вращающего момента. Датчик крутящего момента ТВ1 соединен с измерительным усилителем MGCplus который связан с компьютером через цифровой выход. Компьютер фиксирует полезный крутящий момент, который представляется как значение экстремальной амплитуды в числовом виде или как функция времени. Процесс измерения повторяется в нескольких временных интервалах так, чтобы можно было оценить любое изменение полезного крутящего момента, и, следовательно, оценить предел усталости элемента. Дополнительные преимущества: Благодаря компактному исполнению датчик крутящего момента позволяет использовать испытательные стенды простой конструкции и, несмотря на высокую точность, является нечувствительным к боковым и осевым воздействиям.

## Пример 28 Расширение измерительного диапазона механизма по проверке материалов на прочность



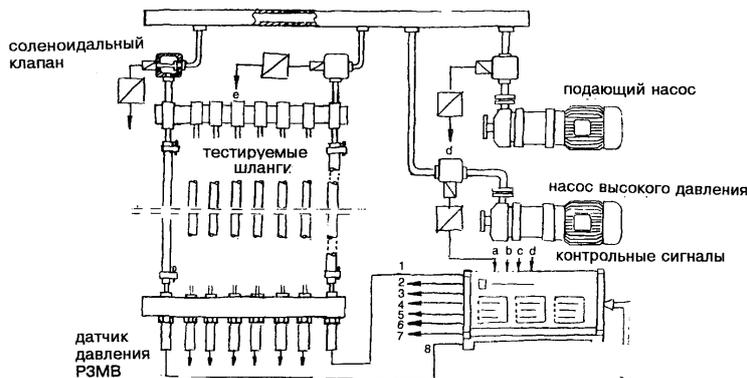
В механизме по проверке материалов на прочность датчик силы вместе с приборным обеспечением отвечает за точность и допустимый диапазон измерений. Раньше датчик обычно встраивался в верхнюю поперечину. Сейчас распространенным методом есть установка датчика сжатия/растяжения S2 в подвижной балке. Этот прием позволяет создать две рабочие области, одну для измерений сжатия, другую для измерений растяжения, не перестраивая механизма. Благодаря своей плоской конструкции датчик размещается внутри подвижной балки. Из-за требований к точности испытательных механизмов диапазон измерения силы не должен быть меньше 10 % номинальной силы датчика. Средством для достижения этого является использование второго датчика силы, который просто устанавливается в

крепежном устройстве датчика S2 и, в зависимости от номинальной нагрузки, расширяет измерительный диапазон сил растяжения многократно. По конструктивным причинам для этой задачи используется тензодатчик U2A/50kH, он может быть откалиброван как датчик силы.

**Дополнительные преимущества:** Полное измерительное оборудование, т.е. датчик, усилитель, компьютер и программное обеспечение могут быть получены от одной компании

## Пример 29 Проверка безопасности высоконапорных шлангов

Высоконапорные шланги перед поставкой должны пройти двойное испытание: испытание на разрыв и на изменение объема под давлением. На проверочном стенде, разработанном специально для этих испытаний, тестируются восемь шлангов. Датчики давления типа РЗМ устанавливаются на одном из

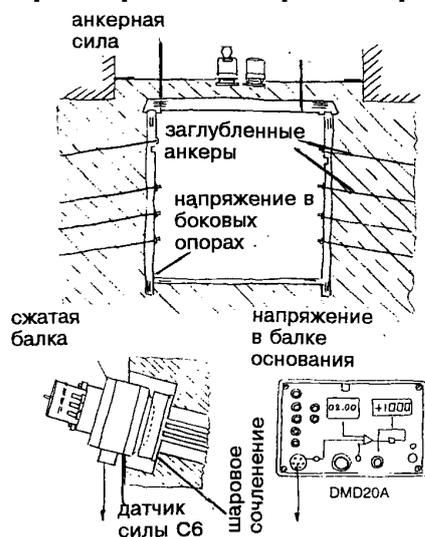


концов каждого шланга. Шланги соединяются с подающей трубой через соленоидальные клапаны. Испытательный цикл начинается с запуска подающего насоса с включением после закрытия соленоидальных клапанов насоса высокого давления для создания тестируемого давления в шлангах. MGCplus опрашивает восемь каналов и передает данные на компьютер. Разрыв шланга регистрируется давления.

Изменение объема под давлением, то есть растяжение, обнаруживается компьютером в ходе непрерывных потактовых сравнений давления в каждом шланге. Так как шланг закрыт с обоих концов, изменение объема вызывает снижение давления, которое обнаруживается компьютером и выдается в виде сигнала тревоги.

**Дополнительные преимущества:** Измерительная разрешающая способность датчика РЗМ вместе с многоканальным измерительным усилителем MGCplus делает возможным обнаружение падение давления за очень короткий промежуток времени, что позволяет оптимизировать полный испытательный цикл.

## Пример 30 Контроль прочности при прокладке тоннелей



При прокладке железнодорожного туннеля под путями был использован метод строительства с боковыми опорами и крышей. Он заключался в забивании боковых свай, а затем сооружении крыши по мере производства земляных работ. Это позволяет восстановить нормальное движение на поверхности через короткий промежуток времени. В связи с большими размерами туннеля (в данном случае 19 м шириной, 24 м глубиной), боковые опоры были укреплены заглубленными анкерами. Силы растяжения в этих анкерах должны непрерывно контролироваться в определенных точках. В ходе работ было получено большое количество показаний относительно горизонтальной деформации и наклона боковых опор и давления грунта на них. Анкерные силы воздействовали на боковые опоры через встроенные датчики силы С6/2000 кН. Из-за больших расстояний измерительные кабели подводились к соединительным панелям, располагаемым вблизи отдельных групп анкеров. Измерение анкерных сил проводилось в определенные интервалы времени с помощью измерительного прибора MVD2555 с питанием от аккумулятора.

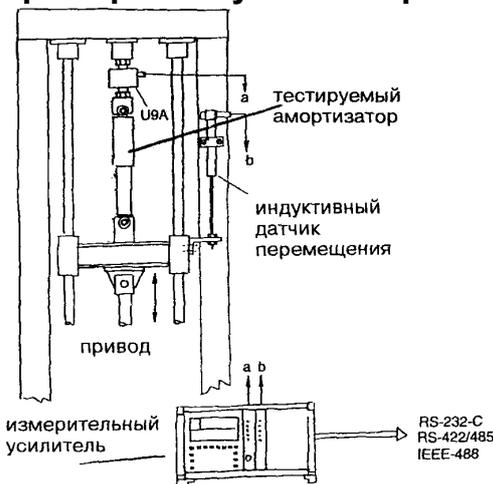
**Дополнительные преимущества:** Датчик С6 нечувствителен к эксцентриситету нагрузок, который является неизбежным при его установке в тяжелых условиях прокладки туннеля.

# Измерение механических характеристик

На потребительское качество изделий, помимо прочности материала, влияют многие другие факторы. Например, характеристики амортизатора проверяются на соответствие определенным нормам для обеспечения комфорта и безопасности пассажиров транспортного средства. Механические устройства типа шасси транспортных средств испытываются обладают высокой динамической устойчивостью, поскольку не имеют механически перемещающихся частей. Для такого типа измерений HBM предоставляет гибкие измерительные системы, применяемые в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и испытательных работах. Кроме того, промышленные измерительные системы, могут быть легко интегрированы в поточные линии. Компания имеет также почти уникальный ассортимент датчиков для измерения силы, давления, ускорения, крутящего момента и перемещения. С помощью измерительных усилителей - от неприхотливых и точных промышленных типов с фильтрами и функциями пределов до всемирно известного прецизионного оборудования - фирма HBM может решить почти любую проблему измерения.

Изделия, характеризующие жесткостью посадки, например, забортованные автомобильные шины или хомут крепления шланга, проверяются на сохранение сил сжатия. И здесь клиенты HBM могут оценить простоту использования выпускаемого фирмой оборудования. Общеизвестная точность и стабильная работа изделий HBM гарантирует клиентам желаемую надежность при проведении испытаний своей продукции. Система измерений с помощью тензодатчиков имеет то преимущество, что она чрезвычайно неприхотлива и обладает высокой динамической устойчивостью, поскольку не имеет механически перемещающихся частей. Для такого типа измерений HBM предоставляет гибкие измерительные системы, применяемые в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и испытательных работах. Кроме того, фирма предлагает промышленные измерительные системы, которые могут быть легко интегрированы в поточные линии. Компания имеет также почти уникальный ассортимент датчиков для измерения силы, давления, ускорения, крутящего момента и перемещения. С помощью измерительных усилителей - от неприхотливых и точных промышленных типов с фильтрами и функциями пределов до всемирно известного прецизионного оборудования - фирма HBM может решить почти любую проблему измерения. Соответствие измерительных систем национальным стандартам - обычное дело в HBM. Сертификаты приемочного испытания и DKD-сертификаты выдаются по первому запросу.

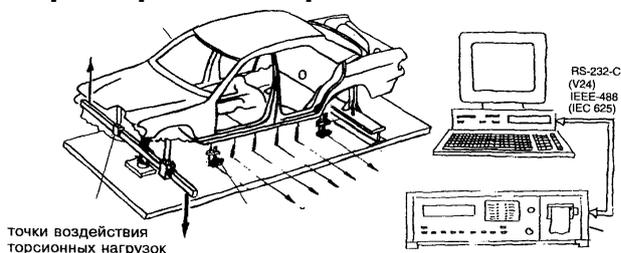
## Пример 31 Изучение характеристик автомобильных амортизаторов



Проверка характеристик автомобильных амортизаторов проводится на автоматическом испытательном стенде в процессе изготовления каждого отдельного амортизатора. По мере разработки и усовершенствования моделей, проводятся дополнительные проверки отдельных компонентов амортизаторов. Для их проверки требуется устройство, подобное испытательному стенду, но отличающееся приводом подвижной поперечной балки. Быстрый гидравлический привод необходим в испытаниях амортизаторов, при которых допускаются колебательные нагрузки на испытуемый объект с корректируемыми рабочим ходом и Измерительное оборудование состоит из датчика растяжения/сжатия, закрепленного в верхней неподвижной балке механизма. Перемещение подвижной балки измеряется индуктивным датчиком перемещения, который двигается параллельно нижней составляющей амортизатора. Для оценки характеристик, например, вибрация клапана в поршне амортизатора при изменении направления движения, электронная измерительная система и метод оценивания должны обладать соответствующими свойствами. Поэтому в данном случае используется измерительный

усилитель MGCplus, который допускает цифровое, синхронное измерение сигналов силы и перемещения. Условие абсолютной синхронности получения этих двух сигналов является существенным для получения правильной оценки. **Дополнительные преимущества:** Полное измерительное оборудование, то есть датчики, усилители, компьютер и программное обеспечение могут быть получены от одного поставщика.

## Пример 32 Измерение жесткости каркаса кузова

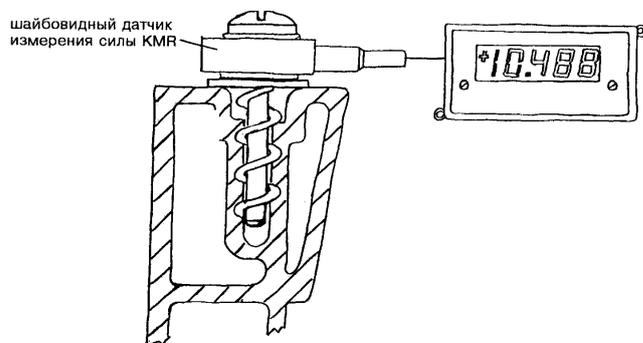


Несмотря на существование разработанных вычислительных методов, используемых при разработке кузова автомобиля, попрежнему остается актуальной экспериментальная проверка фактического поведения кузова при нагрузках. Сюда относится определение деформации при заданных типах нагрузок, например, при торсионных и изгибающих нагрузках. На рис. показаны точки воздействия нагрузки при испытаниях скручивания. Кузов фиксируется в

точках крепления заднего моста, а скручивающий момент воздействует на точки переднего моста. Деформации измеряются в общей сложности в 50 точках датчиками перемещения типа WA с использованием многоточечной измерительной системы. После оцифровки сигналы передаются по интерфейсу RS-232C (V.24) на компьютер для обработки, который выдает, например, график поведения деформации выше продольной оси транспортного средства.

**Дополнительные преимущества:** Кроме измерений и передачи их результатов на компьютер, многоточечная измерительная система выводит на дисплей значение деформации в каждой точке измерения. Это предотвращает ошибки в процессе механического исследования деформации, которые обнаруживаются только при компьютерной оценке и приводят к необходимости повторения испытаний

### Пример 33 Анализ поведения винта в пластмассе

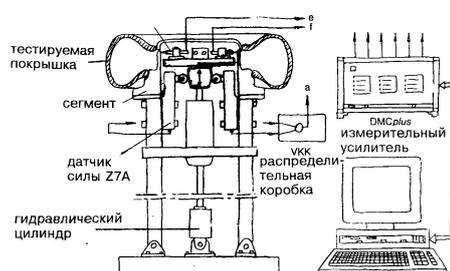


В ходе базовых исследований поведения винта в пластмассе надо принимать во внимание два аспекта: сначала, когда винт зафиксирован, затягивающий крутящий момент будет иметь определенную величину. Затем, в ходе испытания, эта величина будет определяться тем, насколько удерживающая сила винта ослабевает из-за изменения характеристик пластмассы. Для решения этой задачи подходит шайбовидный датчик измерения силы KMR. Самый маленький датчик такого типа имеет внутренний диаметр 6.5 мм и номинальную силу 20 кН. Так как измерения

остаются точными в 5%-м диапазоне номинальных нагрузок, становится возможным тестировать маленькие винты. В этом случае в качестве усилителя использовался измерительный усилитель MVD 2555A.

**Дополнительные преимущества:** Датчик размещен в сварном корпусе из нержавеющей стали. Следовательно, он может также использоваться для испытаний стальных винтов в неблагоприятных условиях окружающей среды.

### Пример 34 Жесткость забортовки бескамерных покрышек



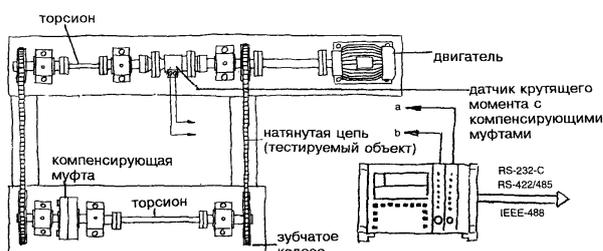
Жесткость забортовки покрышки является мерой ее прочной посадки за буртики обода, где не должно быть потери давления при самых критических нагрузках. Поэтому все типы покрышек подвергаются испытанию изготовителями. Испытательное устройство показано на рис. в разрезе в упрощенной форме. Оно состоит в основном из точной копии обода, разделенного на восемь сегментов.

Смоделированный обод может быть расширен конусом с гидравлическим приводом. Сегменты связаны с датчиком

силы Z7A, который измеряет силу расширения. Перемещение измеряется в двух точках на окружности с помощью датчика WA. Эта комбинация приборов выполняет те же задачи, что и первоначальное оборудование, но при этом позволяет использовать широкий диапазон оценочных методов. Для измерения определяются электрические сигналы сил на двух противоположных сегментах и сигналы передаются на усилитель и оцифровываются. Затем через компьютер могут быть запрошены либо отдельные сигналы из противоположных сегментов, либо средний сигнал из всех сегментов. Сигналы перемещения также могут быть выданы отдельно или как среднее значение. Компьютер может выдать характеристики покрышки, включая данные относительно допустимых погрешностей.

**Дополнительные преимущества:** Функции, прежде выполняемые специальными устройствами, теперь могут реализовываться устройствами стандартного производства вместе с компьютером. Это позволяет более гибко использовать данный испытательный и стенд в случаях, когда происходят изменения в процедурах оценивания

### Пример 35 Испытания передаточной цепи



Выборочные образцы цепей, подвергаемых сильному натяжению и используемых, например, в мотоциклах и в двигателях внутреннего сгорания, должны пройти испытания на прочность, работая долгое время. Все комбинации соотношения скорость/нагрузка могут быть исследованы на специальном испытательном стенде. Он имеет две идентичные цепи и два зубчатых колеса, соединение которых образуют замкнутую систему сил и моментов. На испытательном стенде в

состоянии покоя поворачивают в противоположных направлениях и скрепляют две части соединительной компенсирующей муфты. Возникающий крутящий момент измеряется датчиком T32FN, расположенным в звене передачи крутящего момента. При испытаниях на долговечность цепь постепенно растягивается, что приводит к уменьшению натяжения. Для минимизации этого эффекта в звене передачи силы и крутящего момента расположены два торсиона. Использование оборудования для измерения крутящего момента позволяет сперва точно отрегулировать желаемое натяжение и затем его непрерывно контролировать. Если крутящий момент становится меньше заданного, то измерительный усилитель MGCplus подает сигнал и натяжение может быть подрегулировано.

**Дополнительные преимущества:** Датчик крутящего момента T32FN функционирует без подшипников и контактных колец и, следовательно, очень удобен для использования в испытаниях на долговечность

# Технические характеристики продукции НВМ



Фирма Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH (HBM), ФРГ основана в 1950 г. За это время фирма накопила богатейший опыт в области создания преобразователей. HBM использует уникальную технологию производства широкого ассортимента высокоточных фольговых тензорезисторов, тензорезисторных датчиков силы, давления, крутящего момента и др. Датчики HBM выделяются специалистами благодаря высокой точности измерений, надежности, долговременной стабильности и повторяемости измерительных данных.

## Датчики веса

Датчики весоизмерительные тензорезисторные предназначены, в основном, для встраивания в весы – железнодорожные, автомобильные, бункерные, конвейерные и дозаторы.

Основу датчика представляет упругий элемент из стали или алюминия с наклеенными на него тензорезисторами. Тензорезисторы преобразуют деформацию упругого элемента, вызванную прилагаемым усилием нагрузки в изменение выходного сопротивления мостовой схемы включения резисторов. Для обеспечения высоких метрологических характеристик в схему датчика включаются также компенсирующие элементы.



Модель	Тип	Диапазон измерения	Класс точности	Температурный диапазон °С	Класс защиты
Z6	На изгиб	5-1000 кг	D1/C3/C4/C6	-10..+40	IP68
HLC	На изгиб	0.22-4.4 т	D1/C3	-10..+40	IP68
BLC	На изгиб	0.55-1.76 т	D1/C3	-10..+40	IP67
C2	Сжатие	0.05-50 т	0.2/0.1	-10..+40	IP67
U2A	Сжатие/растяжение	50кг-20т	0.2/0.1/D1	-10..+40	IP67
RSCA	Растяжение	50-5000 кг	D1/C3	-10..+40	IP65
RSCB	растяжение	0.2-5 т	C1	-10..+40	IP67
C16A	Сжатие	20-200 т	D1/C3	-10..+40	IP68
RTN	Сжатие	1-470 т	0.1/0.05/C3	-10..+40	IP68
PW...	Изгиб	1- 660 кг	C3	-10..+40	IP65

## Датчики силоизмерительные.

Датчики силоизмерительные используются для измерения усилия сжатия и/или растяжения. Для силоизмерительных датчиков производства HBM характерны высокая точность, долговременная стабильность, высокая степень пыле- и влагозащиты. Силоизмерительные датчики допускают большие боковые воздействия. Некоторые типы датчиков имеют компенсацию изгибающего момента и могут иметь многомостовую схему.



Модель	Тип	Диапазон измерения	Класс точности	Температурный диапазон °С	Класс защиты
C2	сжатие	0.5-200 кН	0.1	-10..+70	IP67(IP68)
C4	сжатие	20-500 кН	0.5	+10..+40	IP67
C6A	сжатие	200-5000 кН	0.5	-10..+70	IP67
C9B	сжатие	0.5-50 кН	0.5	-10..+70	IP67
C18	сжатие	10-4500 кН	0.05	-10..+40	IP68
KD/STZ/KDB	сжатие	0.6-5 мН	0.5	+10..+40	
KMR	сжатие	20-500 кН	1	+10..+40	IP67
U2B	сжатие/ растяж.	0.5-200 кН	0.1	-10..+70	IP67(IP68)
U3	сжатие/ растяж.	0.5-100 кН	0.2	-10..+70	IP65
U5	сжатие/ растяж.	0.1-1 мН	0.1	-10..+70	IP65
U9B	сжатие/ растяж.	0.5-50 кН	0.5	-10..+70	IP67
Z30	сжатие/ растяж.	0.05-10 кН	0.5	+10..+40	IP50
Z4A	сжатие/ растяж.	20-500 кН	0.5	+10..+40	IP67

## Датчики давления

Датчики давления используются в областях, где требуется надежность, прочность и высокие динамические характеристики. Испытанная конструкция на основе стальных мембран или цельного измерительного тела обеспечивают значительную перегрузочную способность и большой срок эксплуатации.



Тип	Диапазон измерения	Класс точности	Температурный диапазон
P3MB	1-15000 бар	0.1/0.15/0.2	-10..+80
P6A	10-500 бар	0.2	-10..+80
P8AP	10-500 бар	0.3	-10..+70
P15	10-500 бар	1	-20..+70
PE300	10-2000 бар	0.15/0.2/0.3	-20..+70

## Датчики крутящего момента

Датчики крутящего момента включают:

- датчики с передачей крутящего момента через вал или фланец;
- неподвижные датчики момента для измерения реакции опоры.

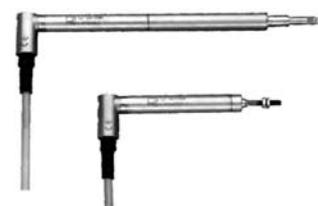
Передача сигнала осуществляется бесконтактным способом или посредством контактных колец. Дополнительно для передачи крутящего момента предлагаются сбалансированные зубчатые, сильфонные или пластинчатые соединительные муфты.



Тип	Диапазон скорости (обороты в минуту)	Диапазон измерения
T4A	4000	5-1000 Нм
T4WA-S3	4000	5-10000 Нм
T5	4000	10-200 Нм
T10F	15000-8000	50-10000 Нм
T10FS	22000-18000	0.5-10 кНм
T20WN	10000	0.1-200 Нм
T32FNA	20000-11000	50-25000 Нм
T34FN	40000	1-20 Нм
TB1A	статика	0.1-10 кНм
TB2	статика	0.5-10 кНм

## Датчики перемещения

Индуктивные датчики перемещения отличаются высокими метрологическими характеристиками и большим сроком службы. Датчики типа WA, благодаря герметичному исполнению выдерживает давление до 350 бар.



Тип	Диапазон измерений	Класс точности	Класс защиты
WA	0..2 - 0..500 мм	0.1/0.2	IP67
W1EL/0	+/-1	0.2	IP20

## Вторичные преобразователи

Семейство преобразователей PME



- Модульная система вторичных преобразователей, состоящая из автономных интеллектуальных модулей, для децентрализованных измерений на месте, в особенности для использования в производственных и сборочных линиях, крупных агрегатах или для использования в испытательных стендах
- Доступны все настройки в ходе измерений. Например, возможно подключение тензодатчиков, индуктивных датчиков, датчиков постоянного напряжения, термопар, датчиков крутящего момента и измерения скорости вращения.
- Возможно ручное управление модулями, а также с помощью ПК, используется программное обеспечение
- Компактный литой алюминиевый корпус для монтажа на DIN-рельс в комплекте с разъемами промышленного типа. Наличие питающего напряжения (24В) упрощает монтаж прибора
- Для выполнения задач контроля имеются регистраторы предельных значений, память пиковых значений и управляющие входы и выходы
- Двухнаправленная передача параметров и измеренных значений по стандартному интерфейсу CAN с протоколом CANopen в каждом модуле

Существуют одноканальные и многоканальные модули с интерфейсом Profibus DP.

С помощью промышленного вторичного преобразователя MP85 фирма Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH (HBM) предлагает высокоэффективное решение для задач контроля и измерения двух связанных измерительных величин. Во время запрессовки подшипников или втулок, контроля посадки и сборки или во время выполнения задач монтажа используя зависимость "сила-перемещение" можно однозначно делать вывод о качестве и стабильности процесса. Модуль MP85 может также использоваться для контроля зависимости "крутящий момент-угол поворота". Это происходит при контроле монтажа и эксплуатационных испытаниях или контроле радиусности с помощью анализа зависимости "угол поворота - перемещение". Высокоэффективные методы анализа для оценки кривых обеспечивают неповторимую гибкость и оптимизацию процесса контроля. В качестве критерия оценки используются до 9 заранее определенных окон полей допуска для каждой кривой или образцовая кривая по огибающей. Для облегчения ввода параметров имеется возможность переключения между абсолютным и относительным методами вычисления координат.

### MGCplus

MGCplus — модульная, цифровая, самостоятельная система сбора и обработки

измерительных данных. До 10000 каналов могут одновременно и синхронно осуществлять аналого-цифровое преобразование, цифровую фильтрацию и масштабирование сигнала. Для прибора разработано более 10 одно- и восьмиканальных модулей усилителей постоянного тока и несущей частоты 225Гц, 600Гц, 4,8 кГц и 9,6 кГц, несколько вариантов исполнения корпуса. Одноканальные модули позволяют подключать



практически все известные типы датчиков и обеспечивают частоту опроса до 19200 изм/сек.

Восьмиканальные модули обеспечивают частоту опроса до 2400 изм/сек и предназначены для работы с четверть-, полу- и полномостовыми схемами, термопарами, термометрами сопротивления и источниками напряжения. Каждый канал имеет собственный 20-битный АЦП, систему автокалибровки, аналоговые выходы по току, напряжению и источник питания для пассивных датчиков с регулируемым напряжением. Для контроля над технологическими процессами каждый канал прибора может быть оснащен четырьмя релейными модулями.

Гибкость системе придает возможность задания до трех различных частот опроса в одном корпусе. Полоса пропускания усилителей до 50кГц. Класс точности от 0,0025% до 0,05%. Центральный процессор осуществляет сбор данных, временное хранение и управление прибором. Совместимость с другим цифровым оборудованием возможна благодаря использованию современных стандартных и специализированных цифровых интерфейсов, таких как Profibus и CAN. Максимальная скорость сбора данных достигается при интеграции системы в современные локальные вычислительные сети Ethernet. Прибор полностью настраивается и контролируется с помощью панели управления или программы SATMAN с простым, интуитивным интерфейсом. Программа позволяет проводить сбор данных и визуализацию. Встроенный жесткий диск дает возможность использовать прибор самостоятельно и в мобильных испытаниях.

### Spider 8 для измерений на базе компьютера

В настоящее время использование компьютера существенно облегчает обработку и хранение результатов измерения. Для того, чтобы еще больше упростить получение результатов измерения фирмой HBM разработан восьмиканальный прибор Spider 8.

Обработка сигналов производится синхронно в каждом канале. Максимальная скорость измерения – до 9600 измерений в секунду. Металлический корпус обеспечивает высокую электромагнитную защиту. Spider8 имеет возможность расширения до 64 каналов.



### Усилители HBM

Тип	Датчики	Каналы	Выход	Класс точности	Класс защиты	Температурный диапазон
Clip	Полный мост/полумост	1/модуль	аналоговый	0.1	IP65	- 20..+50
MGA II	Полный мост/полумост	12/прибор	аналоговый	0.05, 0.1	IP20	- 10..+60
MVD2510	Полный мост	1/прибор	аналоговый	0.1	IP40/ IP51	- 20..+45
MVD2555	Полный мост/полумост/потенциометр	1/прибор	Аналоговый, RS232	0.1	IP40/ IP51	- 20..+45
MVD2555-RS485	Полный мост/полумост/потенциометр	1/прибор	Аналоговый, RS485	0.1	IP40/ IP51	- 20..+45
PME	Полный мост/полумост/потенциометр /источник тока, напряжения/термопара	1/модуль	Аналоговый, CANopen, Profibus DP, Interbus S	0.03/0.1	IP20	- 20..+50
PME:MP85/MR85DP	Полный мост/полумост/потенциометр /источник напряжения/термопара/ счетчик импульсов	2/модуль	CANopen, Profibus DP	0.03/0.1	IP20	- 20..+50
DMP40	Полный мост	16/модуль	RS232, RS422/485, IEEE488	0.0005		0..+40
MGCPlus	Полный мост/полумост/потенциометр /источник тока, напряжения/термопара/емкостные/	16/модуль	Аналоговый, IEEE488, RS485, RS232, Ethernet, 2 PC-Card-Slots, Festplatte	0.03	IP20/ IP30	- 10..+45
Scout55	Полный мост/полумост/потенциометр	1/модуль	Аналоговый, RS232	0.1	IP40/ IP51	- 20..+50
Spider8	Полный мост/полумост/потенциометр /источник тока, напряжения/термопара	8/прибор	RS232, порт принтера управление с компьютера	0.1		- 10..+50

## Получение данных

Данные от системы измерения представляются в виде каналов, каждый из которых соответствует конкретному датчику. По каждому каналу можно установить индивидуальные параметры получения результатов измерений и способ хранения, тип датчика, способ фильтрации.

## Обработка данных

- В online режиме (виртуальный канал):
  - Элементарные функции (+, -, \*, /, ...)
  - Интеграл и производная
  - Экспериментальный стресс-анализ
  - Цифровые фильтры, сжатие и анализ пиков
- Математические библиотеки:
  - Статистические функции
  - Анализ сигнала (FFT, спектр, интеграл, производная)
  - Анализ пиков
  - Интерполяция
  - Гистограмма

## Представление данных

Данные можно вывести:

1. в виде графика (в текущем времени и общий график);
2. в виде индикатора текущего значения;
3. в виде таблицы;
4. в форматах Microsoft Excel, Microsoft Access и т.д.
5. в виде отчета;

Catman® совместим с ActivX приложениями.

