

Селезнев Евгений Игоревич

студент

Жмыхов Максим Эдуардович

студент

Бабаскина Анастасия Александровна

студентка

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

г. Курск, Курская область

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДИНАМОМЕТР: УСТРОЙСТВО, КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ

Аннотация: в данной статье рассмотрен электрический динамометр как важный контрольно-измерительный прибор метрологии. Проанализировано устройство электрического динамометра. Приведены принципы работы исследуемого измерительного прибора. Представлена классификация наиболее распространённых динамометров.

Ключевые слова: динамометр, датчик, прибор.

Динамометр электрический – это устройство, предназначенное для того, чтобы измерять силу в аппарате, машине, станке, такие приборы еще называют «силомеры». С их помощью измеряется сила резания и влияние на неё разных факторов, сила тяги, сила крутящего момента в механизмах.

Существуют динамометры для измерения от одного до трех показателей одновременно. Как раз в зависимости от числа измеряемых компонент, различают однокомпонентные, двухкомпонентные и трехкомпонентные устройства. Относительно действия, по принципу которого они работают, различают электрические, гидравлические и механические аппараты. При сверлении, чаще всего, применяют электрический и гидравлический динамометры, потому что они позволяют измерить величину осевой силы и крутящего момента.

Все динамометры имеют сходное устройство. Резец, который фиксируется специальным механизмом, работает синхронно с устройством, распределяющим

силу резания на компоненты (один, два или три). Также в конструкции прибора предусмотрены датчики, чтобы силу, которую измеряет динамометр, преобразовывать в показатели. Они как раз и считываются регистрирующим устройством. В качестве показателей выступают силы электрического тока, электрическая емкость, давление жидкости, крутящий момент, сила резания и прочее [1].

В настоящей статье мы хотели немного поподробнее рассказать об электрических динамометрах. Электрические динамометры подразделяются на индукционные, пьезоэлектрические, конденсаторные (ёмкостные) и с проволочными датчиками сопротивления. С помощью таких устройств можно замерить нагрузки при совершении производственных и строительных процессов. Замеры, в результативном виде, выглядят, как запись на осциллограмме. Например, при бурении скважин значение электрического динамометра очень велико – с его помощью отслеживают силу нагрузки во время спуска-подъема колонны.

В основе процессов, на которых работает динамометр сжатия-растяжения, заключен принцип использования упругих деформаций инструмента, вернее, прекращения деформаций после ослабления воздействия на материал извне. Возникает электрическая энергия, которую трансформируют датчики из малых перемещений частиц (упругих деформаций). Датчики бывают емкостного, пьезоэлектрического, индуктивного, электромагнитного свойства, а также датчик сопротивления (тензорезисторный) [4, с. 206–210].

Самый распространенный вид электрических динамометров – тензорезисторный. Преимущество именно этого вида приборов заключается в том, что он имеет высокую собственную частоту (несколько килогерц). Также он дает возможность измерений разного рода: и динамических, и статических. Динамический вид измерения предполагает изучение норм и законов, согласно которым совершаются физические процессы в объекте исследования. Статическое измерение предполагает неизменность физической величины во время процесса измерения.

Выше были описаны виды датчиков, которые применяются для работы. Согласно тому, какие датчики используются в конкретном приборе, говорят о предназначении всего устройства. Широко применяемый тензорезисторный динамометр имеет в своей конструкции упругий элемент и тензорезисторные решетки. Нагрузка, которая воздействует на прибор, деформирует их. От этого токи моста сопротивления приходят в разбалансированное состояние и подают сигнал, который записывается вторичным прибором, в котором для этого имеется специальная шкала. Шкала градуируется в единицах силы. Этот вид прибора применяют в промышленности, когда требуется измерить силу сжатия. Также устройство служит для проверки силоизмерительных машин и определения напряжения [4, с. 107–127].

Индукционный динамометр применяется при испытаниях двигателей мощностью до 966 лошадиных сил. Этот вид прибора тоже электрический и малоинерционный. Охлаждается водой. Принцип действия заключается в создании тормозящего момента за счет действия вихревых токов. В магнитное поле погружен металлический диск, который вращается с определенной скоростью. На нем появляются вихревые токи, которые фиксируются тензодатчиком. Также в конструкцию входит магнитный датчик (датчик с переменным магнитным сопротивлением), который фиксирует, какое количество оборотов совершает диск за минуту.

Пьезоэлектрические динамометры измеряют статические силы. Реакционными элементами являются специальные пластинки, изготовленные из пьезокварца. Пьезокварц применяется потому, что этот минерал имеет соответствующие свойства, создавая прямой и обратный пьезоэффект. В динамометре на поверхности этих пластинок образуется электрический заряд, когда они подвергаются нагрузке. Реакция пластинок зависит от того, какое положение принимают плоскости разреза по отношению к осям кристаллов в зависимости от того, воздействует на них сила сжатия или сдвига.

Пластинки расположены по кругу и зажаты между двумя кольцами, выполненными из стали. К пластинкам присоединён усилитель, который имеет большое сопротивление на входе. Он преобразует заряд в электрическое напряжение. Для снятия заряда между пластинами находятся электроды. При ударе возникает электрический заряд, поэтому пьезокварцевые динамометры применяют для измерения ударных нагрузок, особенно при повышенной температуре [2, с. 77–93].

Это позволяют свойства кварца, который практически не имеет температурной зависимости и обладает высоким удельным электрическим сопротивлением.

Динамометр с проволочными датчиками сопротивления также применяется в промышленности. Особенно широкое применение получил динамометр Б.И. Мухина. Основой прибора является так называемая «лодочка». Это квадратная пластина, которая крепится внутри корпуса прибора на звеньях. Звенья (опоры) упругие, состоят из закаленной стали и имеют форму полых трубок. Они имеют следующую особенность: обладают малой жесткостью относительно вектора, перпендикулярного оси, и высокой жесткостью относительно вектора, параллельного оси.

Опоры в стыках деталей содержат по два проволочных датчика с базой 10 миллиметров. Это необходимо для устранения контактных деформаций. Также имеется датчик для измерения горизонтальных сил (один датчик вдоль горизонтальной оси Z) и датчики, фиксирующие крутящий момент (по два датчика на осях Y и X). Прибор используют при фрезеровании, шлифовке, точении, нарезании резьбы резцом. Во время перечисленных процессов динамометром измеряют силу резания. При просверливании, процессе зенкерования, нарезании резьбы метчиком этим прибором измеряется осевая сила и крутящий момент [3].

В целом на сегодняшний день измерительные динамометры, в частности электрические динамометры, находят свое применение в следующих сферах:

1. Широко используются на всевозможных промышленных предприятиях, где возникает необходимость в различных силовых измерениях;
2. Применяются для осуществления плановых проверок станков и агрегатов испытательного назначения;

3. Незаменимы при поверке силовых приборов для определения силы 1 и 3 разрядов и во время производства калибровки.

Список литературы

1. Динамометры. Общие метрологические и технические требования. ISO 376:2011 // Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 55223–2012. – М.: Стандартинформ. – 2013. – 45 с.

2. Медведева Н.П. Экспериментальная баллистика. Часть I. Методы измерения давления: Учебное пособие. – Томск: Том. ун-т, 2006. – 172 с.

3. Мухин Б.И. Исследование токарных динамометров: Автореферат дис. ... канд. техн. наук. – М., 1962. – 22 с.

4. Секацкий В.С. Методы и средства измерений и контроля: Учебное пособие / В.С. Секацкий, Н.В. Мерзликина. – Красноярск: ИПЦСФУ, 2007. – 286 с.

5. Электронный динамометр – все о механизмах «силомеров» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://remoskop.ru/dinamometr-jelektronnyj-rastjazhenija-szhatija.html> (дата обращения: 19.12.2016).