

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ МОМЕНТОВ СИЛ ЗАТЯЖКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Э.С.Блюменталь**, кандидат технических наук, доцент кафедры СМИС;  
**В.Л.Юрчик**, Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в Беларуси все большее внимание уделяется метрологическому обеспечению измерения моментов сил затяжки резьбовых соединений.

Это обусловлено в первую очередь расширением сертификации услуг автосервиса, что требует применения приборов для измерения моментов сил (динамометриче-

ских ключей), внесенных в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь и прошедших государственную или ведомственную поверку.

Существует много конструкций приборов для измерения или контроля моментов сил затяжки резьбовых соединений (ключей динамометрических). Условно их можно подразделить на механические и электронные (электрические). В зависимости от способа передачи измерительной информации приборы подразделяются на аналоговые и цифровые.

Принцип действия всех динамометрических ключей основан на измерении (воспроизведении) деформации преобразующего элемента, к которому прикладывается измеряемый момент сил, либо сила, вызывающая этот момент, например, при закручивании резьбовых соединений. В качестве такого преобразующего элемента чаще всего применяют:

- торсион (деформация кручения);
- балку, упругий элемент более сложной формы (деформация изгиба, сжатия, редко – растяжения);
- плоскую пружину, пакет плоских пружин (деформация изгиба);
- спиральную пружину (деформация сжатия или растяжения);
- комбинацию перечисленных элементов.

Для контроля моментов сил чаще всего применяют механические «щелчковые» динамометрические ключи, момент закручивания которыми не может превысить заданный, а по его достижении начинается «прощелкивание» рабочей части. Также для контроля моментов сил применяют электронные динамометрические ключи с визуальным или звуковым сигналом о достижении заданного момента сил. Все

остальные типы динамометрических ключей применяют преимущественно для измерения моментов сил.

Однако почти все ключи, применяемые в Республике Беларусь, обладают не менее чем одним из следующих недостатков:

- большинство не внесено в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь;
- они дорогостоящи, сложны в применении и при поверке, требуют очень осторожного обращения (лабораторные условия);
- они громоздки и неудобны для применения в труднодоступных местах автомобиля;
- они обладают низкой точностью (даже для применения в автосервисе) и низкой надежностью;
- они не являются универсальными;
- они не обладают широким диапазоном измерений моментов сил.

Анализ технических характеристик применяемых в Республике Беларусь динамометрических ключей таких фирм, как Gedore, USAG, Kamasa, King Tony, Kinzo, Unior, Dremotronic, Torcoflex и российских ключей типа КД (Краснодар) и КМШ (Новосибирск), показал, что основными недостатками этих ключей являются первые два из перечисленных выше. Универсальных приборов мало и они дорогостоящи, а другие более дешевые приборы производства Республики Польша и Тайваня, кроме того, обладают низкими точностью и надежностью и узким диапазоном измерений моментов сил.

Поэтому мы решали задачу по созданию относительно дешевого, компактного, надежного цехового прибора (динамометрического ключа) для измерений мо-

ментов сил затяжки резьбовых соединений в широком диапазоне, удобного для применения в труднодоступных местах автомобиля и при поверке, который обладал бы достаточной точностью для применения в автосервисе и на производстве в машиностроении.

Нами разработана конструкция прибора, который позволяет измерять в широком диапазоне моменты сил затяжки резьбовых соединений.

Принцип действия ключа основан на уравнивании измеряемого момента упругой деформации торсиона, один конец которого через втулку и подвижные тяги соединен с трибосекторным механизмом, который жестко закреплен на плате, запрессованной на второй конец торсиона. Трибосекторный механизм преобразует поворот одного конца торсиона относительно второго в круговое движение стрелки показывающего устройства.

За счет применения торсионов переменных диаметров и перпендикулярного расположения относительно них трибосекторного механизма со стрелочным отсчетным устройством мы добились компактности прибора и широкого диапазона измерений моментов сил затяжки резьбовых соединений. На одном конце торсиона расположен квадрат стандартного размера под любую переходную головку, а на другом конце имеется отверстие для ручки.

За счет применения гибких соединительных тяг мы добились удобства в регу-

лировке и достаточной для применения в автосервисе и общем машиностроении точности измерения (классы точности – 2,5; 4) при относительно низкой стоимости сборки, регулировки и ремонта прибора.

За счет применения в приборе заимствованных деталей, которые изготавливаются в массовом производстве на приборостроительных заводах Минска, удалось добиться относительно низкой цены изготовления прибора при высокой надежности и возможности цехового применения [1].

Описанные выше ключи динамометрические прошли Государственные контрольные испытания и внесены в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь. Поверка таких приборов осуществляется согласно методической инструкции МИ 55-99 [2].

В настоящее время эти динамометрические ключи выпускаются обществом с ограниченной ответственностью «Нифор».

Ниже приведены основные технические характеристики выпускаемых динамометрических ключей МТ.

Направление действия ключей и диапазон измерения момента сил в зависимости от условного обозначения, а также класс точности, цена деления, предел допускаемой приведенной погрешности и размах показаний соответствуют указанным в табл. 1.

Таблица 1

## Технические и метрологические характеристики динамометрических ключей МТ

Условное обозначение ключа	Направление действия	Диапазон измерений момента сил, Н · м	Класс точности	Цена деления, Н · м	Предел допускаемой приведенной погрешности, %	Размах показаний ключей, Н · м
МТ-1-60	Двухстороннего действия	0 - 60	2,5 (4)	2,5 (5,0)	$\pm 2,5 (\pm 4)$	1,5 (2,4)
МТ-1-120		0 - 125	2,5 (4)	5,0(5,0)	$\pm 2,5 (\pm 4)$	3,125 (5,0)
МТ-1-240		0 - 250	2,5 (4)	10,0	$\pm 2,5 (\pm 4)$	6,25 (10)
МТ-1-500		0 - 500	2,5 (4)	20,0	$\pm 2,5 (\pm 4)$	12,5 (20)
МТ-1-800		0 - 800	4	20,0	$\pm 4$	32
МТ-1-1500		0 - 1500	4	100,0	$\pm 4$	60
МТ-2-60	Одностороннего действия	0 - 60	1,5 (2,5)	1,5 (2,5)	$\pm 1,5 (\pm 2,5)$	0,9 (1,5)
МТ-2-120		0 - 120	2,5 (4)	2,5 (5,0)	$\pm 2,5 (\pm 4)$	3,0 (4,8)
МТ-2-240		0 - 240	2,5 (4)	5,0 (10,0)	$\pm 2,5 (\pm 4)$	6,0 (9,6)
МТ-2-500		0 - 500	2,5 (4)	10,0	$\pm 2,5 (\pm 4)$	12,5 (20)

Габаритные размеры ключей, предельные отклонения квадрата и масса ключей указаны в табл. 2.

Таблица 2

## Технические характеристики динамометрических ключей МТ

Условное обозначение ключа	Габаритные размеры не более, мм	Предельные отклонения квадрата, мм	Масса, не более, кг
МТ-1-60	90x90x60	12,5 - 0,25	0,3
МТ-1-120	90x90x60	12,5 - 0,25	0,3
МТ-1-240	90x90x60	12,5 - 0,25	0,3
МТ-1-500	140x115x70	20,0 - 1,0	0,8
МТ-1-800	165x115x70	20,0 - 1,0	1,5
МТ-1-1500	300x175x100	40,0 - 1,0	3,5
МТ-2-60	90x90x60	12,5 - 0,25	0,5
МТ-2-120	90x90x60	12,5 - 0,25	0,5
МТ-2-240	90x90x60	12,5 - 0,25	0,5
МТ-2-500	180x115x70	20,0 - 1,0	1,2

Ключи изготавливаются из следующих материалов:

- торсион из стали марок 40Х по ГОСТ 4543 или 65Г по ГОСТ 14959;
- кронштейн и втулка из стали 20 по ГОСТ 1050.

Ключи устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха от минус 10 до плюс 30 °С и к воздействию относительной влажности окружающего воздуха до 98% при температуре 25 °С. Размах показаний ключей не превышает абсолютно-

го значения предела допускаемой погрешности.

Ключи выдерживают кратковременную перегрузку (до 30 с) моментом, превышающим на 15% верхний предел показаний. Испытания показали, что ключи выдерживают 1000 циклов переменной нагрузки, изменяющейся от 0 до  $50 \pm 5$  % от верхнего предела измерений. Средняя наработка на отказ ключей с учетом технического обслуживания, регламентированного паспортом, составляет  $10^4$  ч.

### Л и т е р а т у р а

1. Блюменталь Э.С., Юрчик В.Л. Метрологическое обеспечение измерения крутящего момента // Тезисы доклада на 52 междун. конференции проф.-преп. состава, ученых, аспирантов и студентов БГПА. – Мн., 1997.
2. МИ 55-99. Методическая инструкция. Ключи динамометрические. Методика поверки. – Мн., 1999.