

УДК 621.45.01

## ОБЗОР ВАРИАНТОВ ИЗМЕРЕНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ГТД

© Прошлецов А.Д., Аргумбаев А.С., Новикова Ю.Д.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: novikova@ssau.ru

Измерение крутящего момента в эксплуатации и при испытаниях требуется для турбовинтовых, турбовальных и со свободной турбиной двигателей, а также при доводке таких узлов, как компрессор и турбина. Целью данной работы было изучить существующие варианты прямого измерения крутящего момента на валу газотурбинного двигателя (ГТД).

На практике применяются 2 способа измерения крутящего момента: прямое измерение с помощью датчика; косвенное определение с помощью балансирных моментоизмерительных устройств [1].

В настоящий момент на рынке представлено большое количество различных вариантов и типов датчиков прямого измерения крутящего момента [2–8]. К наиболее распространенному типу можно отнести датчики валового типа. Одним из примеров служит простая и надежная система измерения крутящего момента, она основана на индуктивном принципе работы. Этот принцип был впервые применен компанией Magtrol для измерения крутящего момента. Измерительная система состоит из двух концентрических цилиндров, напресованных с каждой стороны зоны деформации вала, и двух концентрических катушек, прикрепленных к корпусу. Два цилиндра имеют отверстия, расположенные в ряд по кругу внахлест относительно друг друга и вращающиеся с валом внутри катушек. Через первичную обмотку протекает переменный ток с частотой 20 кГц. Как только к валу прикладывают 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 напряжение, а и на валу датчика приложен момент, во вторичной обмотке возникает напряжение. Встроенная электроника преобразует сигнал с обмотки в напряжение  $\pm 10$  В в зависимости от направления вращения [4]. В таблице приведены наиболее часто встречающиеся датчики валового типа.

На основе выполненного обзора датчиков прямого измерения крутящего момента были сделаны следующие выводы:

1. Серийные линейки датчиков измерения крутящего момента, представленные на рынке, позволяют измерить крутящий момент в диапазоне от 5 до 40 000 Н·м. При этом с увеличением величины крутящего момента снижается величина максимального количества оборотов ротора.

2. Датчики измерения валового типа позволяют измерить величину крутящего момента с высоким классом точности не менее 0,2.

3. Большинство производителей измерительных устройств расположены в недружественных РФ странах, что существенно увеличивает стоимость измерительной техники и затрудняет процесс закупки и технического обслуживания.

Таблица – Наиболее часто встречающиеся датчики вала вала вала

Наименование датчика	Изображение датчика	Диапазон измерения крутящего момента, Н*м	Максимальная частота вращения, об./мин	Класс точности
ТИЛКОМ M25, M26 Производство: Республика Беларусь [2]		30 120 300 1000 2000	20 000 16 000 16 000 12 000 12 000	0,2
Datum Electronics Limited, M425 Производство: Великобритания [3]		10 250 1000 5000 30000	10000 8000 6000 3500 2000	0,1
Датчик крутящего момента Magtrol серии TS, Производство: Швейцария [4]		5 50 500	15000 8000 6000	0,2

### Библиографический список

1. Измерение крутящего момента при испытаниях авиационных ГТД: учебное пособие / В.А. Григорьев, Д.С. Калабухов, Я.А. Остапук [и др.]; под общ. ред. В.А. Григорьева. Самара: Изд-во Самар. нац. исслед. ун-та, 2016. 24 с.
2. Датчик крутящего момента. URL: [https://el-scada.ru/wp-content/uploads/2020/10/Technical\\_M26.pdf?ysclid=lhxmche2xn652923902](https://el-scada.ru/wp-content/uploads/2020/10/Technical_M26.pdf?ysclid=lhxmche2xn652923902) (дата обращения: 30.05.2023).
3. Датчик крутящего момента M425. URL: [https://www.datum-electronics.ru/m425\\_ru.pdf](https://www.datum-electronics.ru/m425_ru.pdf) (дата обращения: 30.05.2023).
4. Принцип действия датчиков серии ТМ. URL: [https://www.magtrol.ru/catalog/torque\\_detectors/271.html?ysclid=lie50goу6378450328](https://www.magtrol.ru/catalog/torque_detectors/271.html?ysclid=lie50goу6378450328) (дата обращения: 30.05.2023).
5. Способ определения механического момента, передаваемого вращающимся валом: пат. 2183013 Рос. Федерация №. 2183013; заявл. 14.10.1999; опубл. 27.05.2002.
6. Патент № 2265809 Российская Федерация, МПК G01L 3/10 (2000.01). Средства измерения крутящего момента: № 2004105889: заявл. 27.02.2004: опубл. 10.12.2005 / Одиноц С.С., Топилин Г.Е.
7. Патент № 2162217 Российская Федерация, МПК G01N 3/26 (2000.01), G01L 3/14 (2000.01). Датчик-измеритель малых крутящих моментов: № 99109395: заявл. 27.04.1999: опубл. 20.01.2001 / Фридман Б.П., Жернаков В.С., Фридман О.Б.
8. Патент № 2326357 Российская Федерация, МПК G01L 3/14 (2006.01). Измеритель крутящего момента: № 20061318592: заявл. 04.02.2004: опубл. 10.06.2008 / Такамура Акно, Отсука Кеннти, Мията Тоору.