

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «ОТГ»

А.С. Зубарев



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
МАШИНЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА КРУЧЕНИЕ ND

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-ОТГ-202516

г. Москва
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	6
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А	11
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	13

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на машины для испытаний конструкционных материалов на кручение ND (далее – машины), предназначенные для измерений крутящего момента силы, угла закручивания и осевого усилия (для модификаций ND W-2000T, ND W-6000T, ND W-10000T, ND W-20000T) при проведении испытаний образцов и изделий из различных материалов (металлов, пластмасс, композитов и др.) на кручение, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик машин в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к ГЭТ 149-2023 «Государственный первичный эталон единицы крутящего момента силы» согласно Государственной поверочной схемы для средств измерений крутящего момента силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2152 от 06.09.2024 г.; к ГЭТ 22-2014 «Государственный первичный эталон единицы плоского угла» согласно локальной поверочной схеме; к ГЭТ 32-2011 «Государственный первичный эталон единицы силы» (для модификаций ND W-2000T, ND W-6000T, ND W-10000T, ND W-20000T) согласно Государственной поверочной схемы для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2498 от 22 октября 2019 г.

1.3 Методика поверки реализуется методом прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах А.1 – А.2 Приложения А.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-		10
Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы	да	да	10.1
Проверка диапазона и определение абсолютной (относительной) погрешности измерений угла закручивания	да	да	10.2
Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений осевого усилия*	да	да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10.4

* Только для модификаций ND W-2000T, ND W-6000T, ND W-10000T, ND W-20000T.

2.2 Допускается поверка отдельных измерительных каналов из состава средства измерений (только тех дополнительных датчиков, которые предполагается использовать в процессе эксплуатации машины в течении последующего интервала между поверками).

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые машины и средства поверки и прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 35 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с погрешностью не более 3 %	Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, модификация Testo 622, рег. № 53505-13
п. 10.1 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы	Эталоны единицы крутящего момента силы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2152 от 06.09.2024 г. в диапазоне измерений крутящего момента силы от 0,4 до 20000,0 кН с относительной погрешностью не более ±0,5 %	Измерители крутящего момента силы цифровые ИКМСЦ, рег. № 75733-19 Моментомеры переносные образцовые 3-го разряда МПО, рег. № 5466-76
п. 10.2 Проверка диапазона и определение абсолютной (относительной) погрешности измерений угла закручивания	Эталоны единицы плоского угла, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26.11.2018 (с изменениями, внесенными приказом	Квадрант оптический малогабаритный КО-10, рег. № 1947-75

Продолжение таблицы 2

1	2	3
	Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.04.2019 г. № 1018) в диапазоне измерений плоского угла от 0° до 360°	
п. 10.3 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений осевого усилия*	Эталоны единицы силы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2498 от 22.10.2019 в диапазоне измерений силы от 10 до 2000 кН с относительной погрешностью не более $\pm 0,24$ %	Динамометры электронные переносные ДЭП, рег. № 66698-17
* Только для модификаций ND W-2000T, ND W-6000T, ND W-10000T, ND W-20000T. Вспомогательное оборудование: Приспособление для определения угла закручивания (Приложение Б). Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на поверяемую машину и используемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие машины следующим требованиям:

- внешний вид машины должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность машины должна соответствовать ее руководству по эксплуатации (далее – РЭ);
- наличие маркировки на машине в соответствии с ее РЭ;
- отсутствие явных механических повреждений и загрязнений, влияющих на метрологические характеристики машины.

7.2 Машина считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если она соответствует требованиям, приведенным в п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Если машина и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

8.2 Подготовить машину и средства поверки к работе в соответствии с их документами по эксплуатации.

8.3 Провести контроль условий поверки, используя средства измерений, удовлетворяющие требованиям, указанным в таблице 2.

8.4 Включить машину согласно РЭ. Запустить программное обеспечение.

8.5 Проверить работу всех органов управления машиной.

8.6 Проверить возможность обеспечения равномерного (без заклинивания) приложения крутящего момента силы нагружающим устройством.

8.7 Проверить отображения результатов измерений.

8.8 Машина считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если работа органов управления машиной исправна, приложение крутящего момента силы нагружающим устройством равномерно (без заклинивания), отображаются результаты измерений.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверка программного обеспечения (далее – ПО) проводится для машин с компьютерным управлением.

9.2 Прочитать в заголовке главного окна идентификационное наименование ПО. Прочитать в правом нижнем углу главного окна номер версии ПО.

9.3 Машина считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО машины соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	FastTest
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V1.0.0
Цифровой идентификатор ПО	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы

10.1.1 Выбрать измерители крутящего момента силы с датчиками крутящего момента силы (далее - датчик), соответствующими диапазону измерений крутящего момента силы машины. Измерения начинать с датчика, который обеспечит проведение измерений верхнего предела измерений машины.

10.1.2 Установить датчик на ось испытаний машины доступным способом крепления (захваты, адаптеры или фланцы) для передачи на него крутящего момента силы.

10.1.3 Выполнить подготовку машины к проведению измерений: нагрузить датчик в выбранном направлении (по часовой стрелке или против) крутящим моментом силы, равным значению верхнего предела измерений датчика или предельной нагрузке, создаваемой машиной, если последняя меньше верхнего предела измерений датчика. Разгрузить датчик, затем обнулить показания крутящего момента силы на системе управления машины и на устройстве индикации измерителя крутящего момента силы.

10.1.4 Провести три ряда нагружений в выбранном направлении (по часовой стрелке или против), содержащий не менее пяти ступеней, равномерно распределенных в диапазоне измерений крутящего момента силы, включая нижний и верхний предел измерений, указанные в таблицах А.1 и А.2 Приложения А. После каждого ряда нагружения следует обнулять показания крутящего момента силы на системе управления машины и на устройстве индикации измерителя крутящего момента силы.

10.1.5 Выполнить п.п. 10.1.3 – 10.1.4, выполняя нагружение в обратном направлении.

Примечание - Если один датчик не позволяет провести измерения полного диапазона измерений крутящего момента силы, то следует использовать другие измерители крутящего момента силы с датчиками, которые позволяют провести измерения в выбранных ранее точках

(п. 10.1.4). Измерения начинать с датчика, который обеспечит проведение измерений в точках с большим моментом силы.

10.1.6 На каждой ступени произвести отсчет показаний устройства индикации измерителя крутящего момента силы $M_{эmi}$ при достижении требуемых показаний крутящего момента силы на системе управления машины M_i .

10.1.7 Для каждой ступени рассчитать относительную погрешность измерений крутящего момента силы на i -ой ступени при k -ом ряде нагружения $\delta_{M_{ik}}$, %, по формуле

$$\delta_{M_{ik}} = \frac{M_{ik} - M_{эmi}}{M_{эmi}} \cdot 100, \quad (1)$$

где M_{ik} - значение измерений крутящего момента силы по показаниям системы управления машины на i -ой ступени при k -ом ряде нагружения, Н·м;

$M_{эmi}$ - действительное значение крутящего момента силы (показания устройства индикации измерителя крутящего момента силы) на i -ой ступени, Н·м.

10.1.8 Выполнить пункты 10.1.1 – 10.1.7 для всех датчиков из комплекта машины.

10.1.9 Машина считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и относительная погрешность измерений крутящего момента силы соответствуют значениям, приведенным в таблицах А.1 и А.2 Приложения А.

10.2 Проверка диапазона и определение абсолютной (относительной) погрешности измерений угла закручивания

10.2.1 Установить во вращающийся захват машины приспособление для измерения угла закручивания (далее - приспособление).

10.2.2 Установить квадрант оптический малогабаритный КО-10 (далее - квадрант) на горизонтальную площадку приспособления и, при помощи системы управления машиной, установить приспособление в горизонтальное положение с точностью $\pm 1'$ по показаниям квадранта. Затем снять квадрант с приспособления.

10.2.3 Обнулить показания угла закручивания на системе управления машины.

10.2.4 Задать на системе управления машины значение угла закручивания 1° и необходимое значение частоты вращения вала. Затем выполнить закручивание на установленный угол.

10.2.5 После прекращения закручивания установить квадрант на горизонтальную площадку приспособления и выполнить измерение угла закручивания квадрантом $\varphi_{эmi}$. Затем снять квадрант с приспособления.

10.2.6 Выполнить п.п. 10.2.4 – 10.2.5, задав углы закручивания 50° , 100° , 360° и углы, соответствующие средней и верхней точкам диапазона измерений угла закручивания машины. Дополнительно считать количество полных и неполных оборотов, совершенных площадкой приспособления.

Примечания

1 При закручивании против часовой стрелки: если при установке в горизонтальное положение индекс указывает на значение справа от нулевой точки шкалы предварительного ориентирования квадранта, то считать, что площадкой выполнен полный оборот и начат новый неполный оборот. Если слева, то оборот был неполным и новый оборот не был начат.

2 При закручивании по часовой стрелке: если при установке в горизонтальное положение индекс указывает на значение слева от нулевой точки шкалы предварительного ориентирования

квадранта, то считать, что площадкой выполнен полный оборот и начат новый неполный оборот. Если справа, то оборот был неполным и новый оборот не был начат.

10.2.7 Выполнить п.п. 10.2.4 – 10.2.6, выполняя закручивание в обратном направлении.

10.2.8 Для каждой точки диапазона рассчитать абсолютную погрешность измерений угла закручивания Δ_{φ_j} , по формулам (2) - (3).

10.2.8.1 Если вращение происходит против часовой стрелки

$$\Delta_{\varphi_j} = |\varphi_j| - ((m-1) \cdot 360 + \varphi_{\text{эм}j}), \quad (2)$$

где φ_j – угол закручивания по показаниям системы управления машины в j -ой точке, ...°;
 $\varphi_{\text{эм}j}$ – действительное значение угла закручивания, измеренное квадрантом в j -ой точке, ...°;
 m – количество полных и неполных оборотов, совершенное площадкой приспособления.

10.2.8.2 Если вращение происходит по часовой стрелке

$$\Delta_{\varphi_j} = |\varphi_j| - (m \cdot 360 - \varphi_{\text{эм}j}), \quad (3)$$

где φ_j – угол закручивания по показаниям системы управления машины в j -ой точке, ...°;
 $\varphi_{\text{эм}j}$ – действительное значение угла закручивания, измеренное квадрантом в j -ой точке, ...°;
 m – количество полных и неполных оборотов, совершенное площадкой приспособления.

10.2.9 Для углов закручивания свыше 100° для каждой точки диапазона рассчитать относительную погрешность измерений угла закручивания δ_{φ_j} , по формулам (4) - (5).

10.2.9.1 Если вращение происходит против часовой стрелки

$$\delta_{\varphi_j} = \frac{\Delta_{\varphi_j}}{(m-1) \cdot 360 + \varphi_j} \cdot 100, \quad (4)$$

где φ_j – угол закручивания по показаниям системы управления машины в j -ой точке, ...°;
 $\varphi_{\text{эм}j}$ – действительное значение угла закручивания, измеренное квадрантом в j -ой точке, ...°;
 m – количество полных и неполных оборотов, совершенное площадкой приспособления.

10.2.9.2 Если вращение происходит по часовой стрелке

$$\delta_{\varphi_j} = \frac{\Delta_{\varphi_j}}{m \cdot 360 - \varphi_j} \cdot 100, \quad (5)$$

где φ_j – угол закручивания по показаниям системы управления машины в j -ой точке, ...°;
 $\varphi_{\text{эм}j}$ – действительное значение угла закручивания, измеренное квадрантом в j -ой точке, ...°;
 m – количество полных и неполных оборотов, совершенное площадкой приспособления

10.2.10 Машина считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная (относительная) погрешности измерений угла закручивания соответствуют значениям, указанным в таблице А.2 Приложения А.

10.3 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений осевого усилия

10.3.1 Выбрать динамометры электронные переносные ДЭП (далее - динамометр) с упругими элементами, соответствующими диапазону измерений осевого усилия машины. Измерения начинать с динамометра, который обеспечит проведение измерений верхнего предела измерений машины.

10.3.2 Установить упругий элемент динамометра на ось испытаний машины доступным способом крепления для передачи на него осевого усилия.

10.3.3 Задать на системе управления машины скорость вращения вала 0,1 об/мин. С помощью машины плавно приложить возрастающий крутящий момент силы к головке болта по часовой стрелке. Нагрузить упругий элемент динамометра усилием, равным значению верхнего предела измерений динамометра или предельной нагрузке, создаваемой машиной, если последняя меньше верхнего предела измерений динамометра. Разгрузить динамометр, затем обнулить показания осевого усилия на системе управления машины и на динамометре.

10.3.4 С помощью машины плавно приложить возрастающий крутящий момент силы к головке болта по часовой стрелке. При достижении показаний на системе управления машины первой измеряемой точки, соответствующей верхнему пределу измерений машины, остановить машину.

10.3.5 Зафиксировать показания осевого усилия на системе управления машины и на динамометре.

10.3.6 Повторить п.п. 10.3.4 - 10.3.5 для средней точки и нижнего предела измерений машины. При невозможности произвести проверку по всему диапазону измерений машины с помощью одного динамометра, следует использовать другой динамометр, диапазон измерений силы которого обеспечит проведение измерений.

10.3.7 Для каждой точки диапазона рассчитать относительную погрешность измерений осевого усилия δ_{F_c} , %, по формуле

$$\delta_{F_c} = \frac{F_c - F_{эмс}}{F_{эмс}} \cdot 100, \quad (6)$$

где F_c – осевое усилие по показаниям системы управления машины в c -ой точке, кН;

$F_{эмс}$ – действительное значение осевого усилия, измеренного динамометром в c -ой точке, кН.

10.3.8 Машина считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и относительная погрешность измерений осевого усилия соответствуют значениям, указанным в таблице А.1 Приложения А.

10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.4.1 Положительное решение о соответствии машины метрологическим требованиям и пригодности к дальнейшему применению выносится на основании выполнения всех операций поверки по данной методике, и при получении значений измеренных физических величин с погрешностями, не превышающими указанных в таблицах А.1 – А.2 Приложения А.

10.4.2 Отрицательное решение о несоответствии машины метрологическим требованиям и непригодности к дальнейшему применению выносится на основании выполнения любой из операций поверки по данной методике и при получении значений измеренных физических величин с погрешностями, превышающими указанные в таблицах А.1 – А.2 Приложения А.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки в произвольной форме. Протокол может храниться на электронных носителях.

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению и по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование от несанкционированного доступа для машин с компьютерным управлением не предусмотрено.

11.3 При отрицательных результатах поверки средство измерений признается непригодным к применению и по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

11.4 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) и объеме проведенной поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Ведущий инженер
по метрологии



И.А. Смирнова

Ведущий инженер
по метрологии



А.С. Крайнов

Главный метролог



А.В. Галкина

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Модификация	Диапазон измерений крутящего момента силы основного датчика, Н·м	Верхний предел диапазона измерений крутящего момента силы дополнительных датчиков, Н·м	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений крутящего момента силы, %	Диапазон измерений осевого усилия, кН	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений осевого усилия, %
ND S-20	от 0,4 до 20,0	-	±1	-	-
ND S-30	от 0,6 до 30,0	-	±1	-	-
ND S-50	от 1,0 до 50,0	-	±1	-	-
ND S-100	от 2,0 до 100,0	-	±1	-	-
ND S-200	от 4,0 до 200,0	-	±1	-	-
ND S-500	от 10,0 до 500,0	-	±1	-	-
ND S-1000	от 20,0 до 1000,0	-	±1	-	-
ND W-20	от 0,4 до 20,0	-	±1	-	-
ND W-30	от 0,6 до 30,0	-	±1	-	-
ND W-50	от 1,0 до 50,0	-	±1	-	-
ND W-100	от 2,0 до 100,0	-	±1	-	-
ND W-200	от 4,0 до 200,0	-	±1	-	-
ND W-500	от 10,0 до 500,0	50; 100	±1	-	-
ND W-1000	от 20,0 до 1000,0	50; 100; 200	±1	-	-
ND W-2000	от 40,0 до 2000,0	50; 100; 200	±1	-	-
ND W-3000	от 30,0 до 3000,0	50; 100; 200	±1	-	-
ND W-5000	от 50,0 до 5000,0	50; 100; 200	±1	-	-
ND W-2000T	от 40,0 до 2000,0	50; 100; 200	±1	от 10 до 500	±1
ND W-6000T	от 60,0 до 6000,0	200; 500; 1000	±1	от 20 до 1000	±1
ND W-10000T	от 100,0 до 10000,0	200; 500; 1000	±1	от 20 до 1000	±1
ND W-20000T	от 260,0 до 20000,0	200; 500; 1000; 2000	±1	от 50 до 2000	±1

Таблица А.2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений угла закручивания (по часовой стрелке/против часовой стрелки)	от -1080° до $+1080^{\circ}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла закручивания в диапазоне от 0° до 100°	$\pm 1^{\circ}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений угла закручивания в диапазоне св. 100° до верхнего предела измерения, %	± 1
Нижний предел диапазона измерений крутящего момента силы, % от верхнего предела дополнительных датчиков	2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Эскиз приспособления для определения угла закручивания

