

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

15» 05 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Машины универсальные испытательные электромеханические
ALSI-TECH 2

Методика поверки

МП-977/08-2024

г. Чехов,
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машин универсальных испытательных электромеханических ALSI-TECH 2 (далее по тексту – машины), используемых в качестве рабочих средств измерений.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц:

- силы от эталонов 2 разряда в соответствии с документом «Государственная поверочная схема для средств измерений силы», подтверждающим прослеживаемость к ГЭТ 32-2011;
- длины - метра от эталонов 2 разряда в соответствии с документом «Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм», подтверждающим прослеживаемость к ГЭТ 2-2021.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А настоящей методики.

В методике поверки реализован метод прямых измерений.

2. Перечень операций поверки средств измерений

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
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 средства измерений	—	—	10.
Определение пределов относительной погрешности измерений силы	Да	Да	10.1.
Определение погрешности измерений перемещения подвижной траверсы без нагрузки	Да	Да ¹⁾	10.2.
Определение погрешности измерений деформации	Да ²⁾	Да ^{1); 2)}	10.3.
Определение погрешности задания скорости перемещений подвижной траверсы без нагрузки	Да	Да ¹⁾	10.4

Продолжение таблицы 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11.
Примечание: 1) - На основании письменного заявления владельца СИ. 2) - При наличии канала измерений деформации.			

2.2. На основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме, методикой поверки предусмотрено проведение периодической поверки отдельных измерительных каналов (перемещения подвижной траверсы без нагрузки, деформации, задания скорости перемещений подвижной траверсы без нагрузки) по сокращённому количеству измеряемых величин и диапазонов измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, % от 20 до 80

Примечание – Условия проведения измерений также должны учитывать требования эксплуатационных документов на средства поверки.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с ПГ ±0,2 °С	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д (рег. № 71394-18)

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п. 10.1. Определение пределов относительной погрешности измерений силы</p>	<p>Рабочие эталоны единицы силы 2 разряда в диапазоне от 0,01 до 2000 кН (ПГ ±0,12 %) по Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта № 2498 от 22.10.2019 г.</p>	<p>67638.17.2Р.00888419 - Динамометры электронные АЦД мод. АЦД/1Р-0,1/1И-0,5 (рег. № 67638-17) 67638.17.2Р.00888426 - Динамометры электронные АЦД мод. АЦД/1С-0,1/1И-0,5 (рег. № 67638-17)</p>
		<p>49913.12.2Р.00178720 - Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМУ-1/1-0,5МГ4 (рег. № 49913-12) 49913.12.2Р.00178723 - Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМУ-5/1-0,5МГ4 (рег. № 49913-12) 49913.12.2Р.00178726 - Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМР-50/1-0,5МГ4 (рег. № 49913-12) 49913.12.2Р.00178729 - Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМС-50/5-0,5МГ4 (рег. № 49913-12) 49913.12.2Р.00178736 - Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМС-500/5-0,5МГ4 (рег. № 49913-12) 49913.12.2Р.66717 - Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМС-2000/5-0,5МГ4 (рег. № 49913-12) 49913.12.2Р.00178740 - Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМР-1000/6-0,5МГ4 (рег. № 49913-12)</p>
	<p>Рабочие эталоны единицы массы 2 разряда соответствующие требованиям ГПС для средств измерений массы – гири класса точности F₁ по ГОСТ OIML R-111-1-2009, утвержденной Приказом Росстандарта № 1622 от 04.07.2022</p>	<p>52768.13.2Р.00627029 - Набор гирь от 1 г до 1 кг класса точности F₁ (рег. № 52768-13)</p>

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.2. Определение погрешности измерений перемещения подвижной траверсы без нагрузки	Рабочие эталоны единицы длины 2 разряда в диапазоне от 0 до 80 м по Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта № 2840 от 29.12.2018 г.	35362.13.2P.00152303 - Системы лазерные измерительные XL-80, рег. № 35362-13
п. 10.3. Определение погрешности измерений деформации	Рабочие эталоны единицы длины 2 разряда в диапазоне от 0 до 80 м по Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта № 2840 от 29.12.2018 г.	35362.13.2P.00152303 - Системы лазерные измерительные XL-80, рег. № 35362-13
п. 10.4. Определение погрешности задания скорости перемещений подвижной траверсы без нагрузки	Рабочие эталоны единицы длины 2 разряда в диапазоне от 0 до 80 м по Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта № 2840 от 29.12.2018 г.	35362.13.2P.00152303 - Системы лазерные измерительные XL-80, рег. № 35362-13
	Средства измерений времени и частоты с пределом измерений 9 ч 59 мин 59,99 с, ПГ $\pm 0,5$ с/сут	Секундомеры электронные Интеграл С-01, рег. № 44154-16
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1. При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности, приведённым в эксплуатационной документации на поверяемые средства измерений, эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, а также требованиям по технике безопасности, которые действуют на месте проведения испытаний.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1. При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки (наименование или товарный знак фирмы-изготовителя, модификация и заводской номер);
- наличие четких надписей и отметок на органах управления;
- отсутствие механических повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность;
- отсутствие повреждения изоляции токопроводящих кабелей;
- комплектность, согласно комплекту поставки.

При обнаружении несоответствий дальнейшие операции поверки прекращают до устранения выявленных несоответствий. В случае невозможности устранения выявленных несоответствий, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие

операции поверки не производят.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией и выдержаны не менее 4 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2. Опробование

При опробовании машин необходимо:

- подготовить к работе машины, эталоны, испытательное и вспомогательное оборудование согласно их эксплуатационной документации;
- проверить соблюдение мероприятий по технике безопасности;
- проверить обеспечение режимов работы и отображения результатов измерений.

При обнаружении несоответствий дальнейшие операции поверки прекращают до устранения выявленных несоответствий. В случае невозможности устранения выявленных несоответствий, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Для идентификации ПО необходимо запустить на ПК соответствующее программное обеспечение, его идентификационное наименование отображается при запуске. В открывшемся окне будет отображаться идентификационное наименование ПО и номер версии (идентификационный номер) ПО. Наименование и номер версии ПО должны совпадать с указанными в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение					
	FASTE ST	MAXTE ST	Alpha	WinPws	Test&Motion+	Test&Motion+Dyn Pack
Идентификационное наименование ПО						
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.2.4	не ниже 1.2.4	не ниже 2.0	не ниже 1.1	не ниже 5.4.7.0	не ниже 0.1

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования.

При обнаружении несоответствий дальнейшие операции поверки прекращают до устранения выявленных несоответствий. В случае невозможности устранения выявленных несоответствий, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10. Определение метрологических характеристик

10.1. Определение пределов относительной погрешности измерений силы

10.1.1. Установить эталонный динамометр в рабочей зоне машины на сжатие согласно руководству по эксплуатации на динамометр.

10.1.2. Нагрузить динамометр три раза силой, равной значению верхнего предела измерений динамометра или наибольшей предельной нагрузке, создаваемой машиной, если последняя меньше верхнего предела измерений динамометра.

10.1.3. После разгрузки отсчетные устройства динамометра и машины обнулить.

10.1.4. Провести три ряда нагружений (прямой ход), содержащих не менее пяти ступеней, равномерно распределенных в диапазоне измерений силы, включая нижний и верхний пределы измерений силы.

10.1.5. После первого и второго рядов нагружения показания силоизмерительного устройства машины и эталонного динамометра необходимо обнулять.

10.1.6. После нагружения третьим рядом, провести ряд разгрузений (обратный ход) по тем же значениям ступеней силы, что и ряды нагружений.

10.1.7. На каждой ступени произвести отсчёт по силоизмерительному устройству машины (F_i) при достижении требуемых показаний эталонного динамометра (F_d).

10.1.8. При невозможности произвести поверку по всем диапазонам измерений силоизмерительного устройства машины с помощью одного эталонного динамометра, следует использовать другие эталонные динамометры, диапазон измерений силы которых обеспечит поверку машины по всем диапазонам измерений силоизмерительного устройства машины.

10.1.9. Для датчиков с верхним пределом измерений менее 1000 кН провести действия по п.п. 10.1.1 – 10.1.8 для зоны на растяжение.

10.1.10. В случае, если наименьший предел измерений силы машины меньше диапазона измерений силы динамометра, для измерений силы необходимо применять гири класса точности F_1 .

Действительное значение силы, воспроизводимой массой гирь рассчитать по формуле 5:

$$F_d = m \cdot g$$

где:

F – сила (нагрузка) заданная гирей, Н;

m – масса гири, кг;

g – ускорение свободного падения в месте установки машины, m/c^2 .

10.2. Определение погрешности измерений перемещения подвижной траверсы без нагрузки

10.2.1. Для определения пределов допускаемых абсолютной и относительной погрешностей измерений перемещения траверсы без нагрузки во всём диапазоне необходимо использовать систему лазерную измерительную XL-80 (далее по тексту – интерферометр).

10.2.2. Установить оптические элементы для измерений линейных перемещений интерферометра в рабочей зоне машины, согласно руководству по эксплуатации.

10.2.3. Определение пределов допускаемых абсолютной и относительной погрешностей измерений перемещения траверсы без нагрузки для машины проводится по двум диапазонам:

– 1-й диапазон: от 0 до 10 мм включ.;

– 2-й диапазон: 25%, 50%, 75% и 100% от верхнего предела измерений перемещений траверсы.

10.2.4. Проверку пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещения траверсы без нагрузки проводить в диапазоне от 0 до 10 мм.

10.2.5. После настройки интерферометра установить подвижную траверсу в начальное (нижнее) положение. Начальным положением траверсы считается положение, при котором расстояние между основанием и траверсой минимально возможное. Обнулить перемещение на интерферометре и на машине. В программе управления машиной задать оптимальную скорость перемещения подвижной траверсы исходя из технических возможностей машины. Измерения провести в режиме «Растяжения» не менее чем в шести точках, равно распределённых по 1-ому диапазону (п. 10.2.4). Далее отвести траверсу вверх на 2 мм и вернуть обратно. Обнулить перемещение на интерферометре и на машине. Провести измерения в режиме «Сжатия» в тех же точках.

10.2.6. Проверку пределов допускаемой относительной погрешности измерений

перемещения траверсы без нагрузки проводить в диапазоне св. 10 мм до верхнего предела измерений перемещений траверсы.

10.2.7. Установить траверсу в начальное (нижнее) положение. Обнулить перемещение на интерферометре и на машине. Скорость измерений не нормируется. Измерения провести в режиме «Растяжения» в точках равных 25%, 50%, 75% и 100% от верхнего предела измерений перемещений траверсы. Далее отвести траверсу вверх на 2 мм и вернуть обратно. Обнулить перемещение на интерферометре и на машине. Провести измерения в режиме «Сжатия» в тех же точках.

10.3. Определение погрешности измерений деформации

10.3.1. Для определения погрешности измерений деформации во всём диапазоне измерений необходимо использовать систему лазерную измерительную XL-80 (далее по тексту – интерферометр).

10.3.2. Проверку пределов погрешности измерений деформации проводят, разбив на два диапазона измерений:

- от 0,02 до 0,3 мм не менее чем в пяти точках, равно распределённых по диапазону;
- св. 0,3 мм до верхнего предела измерений датчика деформации не менее чем в пяти точках, равно распределённых по диапазону.

10.3.3. Определение погрешности измерений деформации произвести в следующем порядке:

- испытательный образец разделить на две части;
- закрепить в верхнем и нижнем захватах полученные части испытательного образца;
- установить интерферометр согласно руководству по эксплуатации;
- закрепить верхний щуп датчика деформации на часть испытательного образца в верхнем захвате, нижний щуп на часть испытательного образца в нижнем захвате;
- обнулить показания перемещения (деформации) на интерферометре и на машине;
- перемещение до поверяемой точки проводить путём перемещения подвижной траверсы, для чего выбрать оптимальную скорость перемещения подвижной траверсы исходя из технических возможностей машины;
- провести измерения в точках, указанных в п. 10.3.2.

10.3.4. Измерения повторить.

10.4. Определение погрешности задания скорости перемещений подвижной траверсы без нагрузки

10.4.1. Перед проведением измерений необходимо перевести машину через программу управления на ПК из автоматического в ручной режим измерений.

10.4.2. Для определения относительной погрешности задания скорости перемещения подвижной траверсы без нагрузки необходимо использовать секундомер электронный Интеграл С-01 (далее – секундомер) и систему лазерную измерительную XL-80 (далее – интерферометр).

10.4.3. Определение погрешности задания скорости перемещения подвижной траверсы без нагрузки проводится в зависимости от диапазона скорости, указанного в индивидуальных технических паспортах на машины.

10.4.4. Установить оптические элементы для измерений линейных перемещений интерферометра в рабочей зоне машины, согласно руководству по эксплуатации.

10.4.5. После настройки интерферометра установить подвижную траверсу в начальное (нижнее) положение. Обнулить перемещение в программе управления машиной и компьютере интерферометра.

10.4.6. Через программу управления машиной или с пульта управления машиной задать минимальную скорость перемещения траверсы. Одновременно запустить перемещение траверсы и секундомер. При достижении перемещения равного 0,01 мм остановить секундомер и перемещение траверсы.

10.4.7. Через программу управления машиной или с пульта управления машиной задать максимальную скорость перемещения траверсы. Одновременно запустить перемещение траверсы и секундомер. При достижении перемещения равного максимально возможному значению хода траверсы остановить секундомер и перемещение траверсы.

10.4.8. Измерения повторить.

10.4.9. Рассчитать измеренную скорость по формуле:

$$V_{\text{пер } i} = \frac{S}{t_i}$$

где $V_{\text{пер } i}$ - скорость перемещения подвижной траверсы в i -ой точке, мм/мин;

S - расстояние между нижней и верхней отметками, мм;

t_i - время перемещения траверсы от нижней отметки к верхней в i -ой точке, мин.

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Подтверждение соответствия датчиков метрологическим требованиям проводится в форме расчёта погрешности измерения силы, перемещения подвижной траверсы, деформации, задания скорости перемещений подвижной траверсы без нагрузки.

11.1. Относительную погрешность измерений силы определить по формуле:

$$\delta_{Fij} = \frac{F_{ij} - F_{di}}{F_{di}} \cdot 100$$

где δ_{Fij} - относительная погрешность измерений силы на i -ой ступени при j -ом ряде нагружения, %;

F_{ij} - значение измерений силы по силоизмерительному устройству машины на i -ой ступени при j -ом ряде нагружения, кН;

F_{di} - действительное значение силы (показания эталонного динамометра) на i -ой ступени, кН.

11.2. Погрешность измерений перемещения подвижной траверсы без нагрузки определяется исходя из указаний п. 10.2.4.

11.2.1. Абсолютная погрешность измерений перемещений подвижной траверсы по формуле:

$$\Delta_i = L_{\text{изм}i} - L_{\text{эт}i}$$

где $L_{\text{изм}i}$ - перемещение, измеренное машиной в i -ой точке, мм;

$L_{\text{эт}i}$ - перемещение, измеренное по эталону (интерферометру), в i -ой точке, мм.

11.2.2. Относительная погрешность измерений перемещений подвижной траверсы по формуле:

$$\delta_i = \frac{L_{\text{изм}i} - L_{\text{эт}i}}{L_{\text{эт}i}} \cdot 100\%$$

где $L_{\text{изм}i}$ - перемещение, измеренное машиной в i -ой точке, мм;

$L_{\text{эт}i}$ - перемещение, измеренное по эталону (интерферометру), в i -ой точке, мм.

11.3. Погрешность измерений деформации определяется исходя из указаний п. 10.3.2.

11.3.1. Абсолютная погрешности измерений деформации по формуле:

$$\Delta L_{ija} = L_{ijд} - L_{ijэ}$$

где ΔL_{ija} - абсолютная погрешность измерений деформации на j -ой ступени на i -ом цикле, мкм.

$L_{ijд}$ - значение деформации, измеренное датчиком на j -ой ступени на i -ом цикле, мкм;

$L_{ijэ}$ - значение деформации по эталону (интерферометру) на j -ой ступени на i -ом цикле, мкм.

Значение абсолютной погрешности измерений деформации выбрать исходя из формулы:

$$\Delta L_{\text{max}a} = \max(L_{ija})$$

11.3.2. Относительная погрешность измерений деформации по формуле:

$$\delta L_{ij0} = \frac{L_{ijд} - L_{ijэ}}{L_{ijэ}} \cdot 100$$

где δL_{ij0} – относительная погрешность измерений деформации на j -ой ступени на i -ом цикле, %.

$L_{ijд}$ – значение деформации, измеренное датчиком на j -ой ступени на i -ом цикле, мкм;

$L_{ijэ}$ – значение деформации по эталону (интерферометру) на j -ой ступени на i -ом цикле, мкм.

Значение допускаемой относительной погрешности измерений деформации выбрать исходя из формулы:

$$\Delta L_{max0} = \max(L_{ij0})$$

11.4. Относительная погрешность задания скорости перемещения подвижной траверсы без нагрузки в i -ой точке по формуле:

$$\delta_{V_{пер i}} = \frac{V_{пер i} - V_{пер д i}}{V_{пер д i}} \cdot 100$$

где $\delta_{V_{пер i}}$ – относительная погрешность задания скорости перемещения подвижной траверсы в i -ой точке, %;

$V_{пер д i}$ – заданное значение скорости перемещения подвижной траверсы в i -ой точке, мм/мин.

11.5. Значения погрешностей измерения силы, перемещения подвижной траверсы, деформации, задания скорости перемещений подвижной траверсы без нагрузки не должны превышать значений, указанных в Приложении А настоящей методики.

11.6. В случае, если значения погрешностей превышают, указанные в Приложении А значения, средство измерений признают непригодным к применению с выдачей извещения о непригодности.

12. Оформление результатов поверки

12.1. Сведения о результате поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2. При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению. Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

12.3. Нанесение знака поверки на средство измерений не выполняется. Пломбирование средства измерений не производится.

12.4. При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению. Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



Д.Ю. Рассамахин

Приложение А

**Метрологические требования к машинам универсальным испытательным
электромеханическим ALSI-TECH 2**

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Модификация	Диапазон измерений нагрузки (силы) ¹⁾ , кН	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы в диапазоне от 0,2 % до 1 % от верхнего предела измерений включ., %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы в диапазоне св. 1 % до 100 % от верхнего предела измерений, %
ALSI-TECH 2-0,5.B	от 0,001 до 0,5	±1	±0,5
ALSI-TECH 2-1.B	от 0,002 до 1		
ALSI-TECH 2-2.B	от 0,004 до 2		
ALSI-TECH 2-3.B	от 0,006 до 3		
ALSI-TECH 2-5.B	от 0,01 до 5		
ALSI-TECH 2-10.B	от 0,02 до 10		
ALSI-TECH 2-20.B	от 0,04 до 20		
ALSI-TECH 2-25.B	от 0,05 до 25		
ALSI-TECH 2-30.B	от 0,06 до 30		
ALSI-TECH 2-50.B	от 0,1 до 50		
ALSI-TECH 2-100.B	от 0,2 до 100		
ALSI-TECH 2-150.B	от 0,3 до 150		
ALSI-TECH 2-200.B	от 0,4 до 200		
ALSI-TECH 2-250.B	от 0,5 до 250		
ALSI-TECH 2-300.B	от 0,6 до 300		
ALSI-TECH 2-400.B	от 0,8 до 400		
ALSI-TECH 2-500.B	от 1 до 500		
ALSI-TECH 2-600.B	от 1,2 до 600		
ALSI-TECH 2-800.B	от 1,6 до 800		
ALSI-TECH 2-1000.B	от 2 до 1000		
ALSI-TECH 2-1200.B	от 2,4 до 1200		
ALSI-TECH 2-1500.B	от 3 до 1500		
ALSI-TECH 2-1600.B	от 3,2 до 1600		
ALSI-TECH 2-2000.B	от 4 до 2000		

¹⁾ – Фактическое значение измерений нагрузки (силы) указывается в индивидуальных технических паспортах на машины и зависит от типа датчика (датчиков) силы, установленного на машине.

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений перемещения подвижной траверсы без нагрузки, мм	от 0 до 2500*
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещения траверсы без нагрузки в диапазоне от 0 до 10 мм включ, мм	±0,05
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений перемещения траверсы без нагрузки в диапазоне св. 10 мм до верхнего предела измерений, %	±0,5
Диапазон, мм/мин	от 0,001 до 1000*
Пределы допускаемой относительной погрешности задания скорости перемещения траверсы без нагрузки, %	±0,5

Наименование характеристики	Значение
* – Минимально и максимально возможные значения. Фактическое значение диапазона указано в индивидуальных технических паспортах на машины.	

Таблица 3 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
CD-2510 CD-5010	от 0 до 10	±3	±1
YYU	от 0 до 25		
YYJ	от 0 до 4		
DX800	от 0 до 800	±6	±2
DX1000	от 0 до 1000		
YYHT 5/25(50)	от -5 до +5	±3	±1

Таблица 4 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3541-X ¹⁾ -025M1-Y ²⁾ 3541-X ¹⁾ -040M1-Y ²⁾ 3541-X ¹⁾ -070M-Y ²⁾ 3541-X ¹⁾ -100M-Y ²⁾ 3541-X ¹⁾ -120M-Y ²⁾	от 0 до +2,5 от 0 до +4 от 0 до +7 от 0 до +10 от 0 до +12	±3	±1

¹⁾ – Базовая длина: 003M – 3 мм; 005M – 5 мм; 008M – 8 мм; 010M - 10 мм; 012M – 12 мм; 020M – 20 мм.

²⁾ – Датчики комплектуются различным исполнением контактных щупов, которые обеспечивают проведение измерений образцов изделий или материалов и маркируются в зависимости от типа исполнения: LT; ST; HT1; HT2; LHT.

Таблица 5 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Базовая длина, мм	Максимальный диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3542-010M-X ¹⁾ -Y ²⁾	10	от -1 до +10	±3	±1
3542-0125M-X ¹⁾ -Y ²⁾	12,5	от -1,25 до +12,5		
3542-020M-X ¹⁾ -Y ²⁾	20	от -2 до +20		
3542-025M-X ¹⁾ -Y ²⁾	25	от -2,5 до +25		
3542-030M-X ¹⁾ -Y ²⁾	30	от -3 до +30		
3542-040M-X ¹⁾ -Y ²⁾	40	от -4 до +40		
3542-045M-X ¹⁾ -Y ²⁾	45	от -4,5 до +45		
3542-050M-X ¹⁾ -Y ²⁾	50	от -5 до +50		
3542-075M-X ¹⁾ -Y ²⁾	75	от -7,5 до +75		
3542-080M-X ¹⁾ -Y ²⁾	80	от -8 до +80		
¹⁾ - Диапазон измерений, % от базовой длины: 005: ±5 %; 010: ±10 %; 020: -10 % / +20 %; 025: -10% / +25%; 050: -10 % / +50 %; 100: -10 % / +100% ²⁾ - Датчики комплектуются различным исполнением контактных щупов, которые обеспечивают проведение измерений образцов изделий или материалов и маркируются в зависимости от типа исполнения: LT; ST; HT1; HT2; LHT.				

Таблица 6 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Базовая длина, мм	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Диапазон измерений поперечной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной и поперечной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3560-BIA-010M1-005-X ¹⁾	10	от -1 до +1	от -1 до +1	±3	±1
3560-BIA-025M-005-X ¹⁾	25	от -1,25 до +1,25	от -1 до +1		
3560-BIA-025M-010-X ¹⁾	25	от -2,5 до +2,5	от -1 до +1		
3560-BIA-050M2-005-X ¹⁾	50	от -2,5 до +5	от -1 до +1		
¹⁾ - Датчики комплектуются различным исполнением контактных щупов, которые обеспечивают проведение измерений образцов изделий или материалов и маркируются в зависимости от типа исполнения: LT; ST; HT1; HT2; LHT.					

Таблица 7 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3540-001M-X ¹⁾ 3540-004M-X ¹⁾ 3540-006M-X ¹⁾ 3540-012M-X ¹⁾ 3540-025M-X ¹⁾ 3540-050M-X ¹⁾	от 0 до 1 от 0 до 4 от 0 до 6 от 0 до 12 от 0 до 25 от 0 до 50	±3	±1
¹⁾ – Датчики комплектуются различным исполнением контактных щупов, которые обеспечивают проведение измерений образцов изделий или материалов и маркируются в зависимости от типа исполнения: LT; ST; HT1; HT2; LHT.			

Таблица 8 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Базовая длина, мм	Максимальный диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3549-010M-X ¹⁾ -Y ²⁾ 3549-0125M-X ¹⁾ -Y ²⁾ 3549-020M-X ¹⁾ -Y ²⁾ 3549-025M-X ¹⁾ -Y ²⁾ 3549-030M-X ¹⁾ -Y ²⁾ 3549-040M-X ¹⁾ -Y ²⁾ 3549-050M-100*.-**	10 12,5 20 25 30 40 50	от -1 до +10 от -1,25 до +12,5 от -2 до +20 от -2,5 до +25 от -3 до +30 от -4 до +40 от -5 до +50	±3	±1
¹⁾ Диапазоны измерения деформации по запросу: 010: ±10 %; 020: +20 % / -10 %; 050: +50 % / -10 %; 100: +100 % / -10 %				
²⁾ – Датчики комплектуются различным исполнением контактных щупов, которые обеспечивают проведение измерений образцов изделий или материалов и маркируются в зависимости от типа исполнения: ST; HT.				

Таблица 9 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Базовая длина, мм	Максимальный диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3448-010M-X ¹⁾ 3448-025M-X ¹⁾ 3448-050M-X ¹⁾	10 25 50	от -1 до +10 от -2,5 до +25 от -5 до +25	±3	±1
¹⁾ – Диапазон измерений, % от базовой длины: 005: ±5 %; 010: ±10 %; 020: -10 % / +20 %; 050: -10 % / +50 %; 100: -10 % / +100 % (недоступен для базовой длины 50 мм).				

Таблица 10 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Базовая длина, мм	Максимальный диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3548COD-005M-X ¹⁾ -Y ²⁾ 3548COD-008M-X ¹⁾ -Y ²⁾	5 8	от 0 до 12 от 0 до 12	±3	±1
3548COD-010M-X ¹⁾ -Y ²⁾ 3548COD-012M-X ¹⁾ -Y ²⁾ 3548COD-020M-X ¹⁾ -Y ²⁾	10 12 20	от 0 до 12 от 0 до 12 от 0 до 12	±3	±1

¹⁾ – Диапазон измерений: 025M: от 0 до 2,5 мм; 040M: от 0 до 4 мм; 070M: от 0 до 7 мм; 100M: от 0 до 10 мм; 120M: от 0 до 12 мм.

²⁾ – Датчики комплектуются различным исполнением контактных щупов, которые обеспечивают проведение измерений образцов изделий или материалов и маркируются в зависимости от типа исполнения: ST; HT.

Таблица 11 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
7642-X ¹⁾ -025M 7642-X ¹⁾ -075M 7642-X ¹⁾ -125M	от -0,5 до +2,5 от -0,5 до +7,5 от -0,5 до +12,5	±3	±1

¹⁾ – Базовая длина: 010M: 10 мм; 012M: 12 мм; 0125M: 12,5 мм; 020M: 20 мм; 025M: 25 мм; 050M: 50 мм.

Таблица 12 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Максимальный диапазон измерений поперечной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений поперечной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений поперечной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3575-050M-X ¹⁾ 3575-100M-X ¹⁾ 3575-250M-X ¹⁾ 3575-300M-X ¹⁾ 3575-500M1-X ¹⁾	от -0,5 до +0,5 от -1 до +1 от -2,5 до +2,5 от -3 до +3 от -5 до +5	±3	±1

¹⁾ – Датчики комплектуются различным исполнением контактных щупов, которые обеспечивают проведение измерений образцов изделий или материалов и маркируются в зависимости от типа исполнения: LT; ST; HT1; HT2; LHT.

Таблица 13 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Максимальный диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой к диапазону измерений относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3800-X ¹⁾ -250М 3800-X ¹⁾ -500М	от 0 до 250 от 0 до 500	±3	±1
¹⁾ – Базовая длина: 020М: 20 мм; 025М: 25 мм; 050М: 50 мм			

Таблица 14 - Метрологические характеристики

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Диапазон измерений поперечной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений поперечной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений поперечной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
MINI MFA 2	от 0,06 до 3	-	±3	±1	-	-
MFA 20	от 0,4 до 20	-	±3	±1	-	-
MFA 8	от 0,16 до 8	-	±3	±1	-	-
MFA 12	от 0,24 до 12	-				
MFA 25	от 0,5 до 25	-				
MFU	от 0 до 4	от 0 до 4	±3	±1	±3	±1
MFD	от 0 до 3	от 0 до 3	±3	±1	±3	±1
MFQ A/B	-	от 0 до 4	-	-	±3	±1
MFQ H/R	-	от 0 до 4	-	-	±3	±1
MFХ 200-В	от 0 до 200	-	±3	±1	-	-
MFХ 500-В	от 0 до 500	-	±3	±1	-	-
MFL 300-В	от 0 до 300	-	±3	±1	-	-
MFL 500-В	от 0 до 500	-	±3	±1	-	-
MFL 800-В	от 0 до 800	-	±3	±1	-	-
MFE 900	от 0 до 900	-	±6	±2	-	-
MFE 1200	от 0 до 1200	-	±6	±2	-	-
MFHT 5	от -5 до +5	-	±3	±1	-	-
ATONE1-M5-0,5 ATONE1-M5-1	от 0 до 130 включ. св. 130 до 260	от 0 до 109 включ. св. 109 до 218	±1,5 ±3	±0,5 ±1	±1,5 ±3	±0,5 ±1
ATONE2-M5-0,5 ATONE2-M5-1	от 0 до 260 включ. св. 260 до 520	от 0 до 109 включ. св. 109 до 218	±1,5 ±3	±0,5 ±1	±1,5 ±3	±0,5 ±1
ATONE3-M5-0,5 ATONE3-M5-1	от 0 до 390 включ. св. 390 до 780	от 0 до 109 включ. св. 109 до 218	±1,5 ±3	±0,5 ±1	±1,5 ±3	±0,5 ±1
ATONE1-M9-0,5 ATONE1-M9-1	от 0 до 220 включ. св. 220 до 440	от 0 до 116 включ. св. 116 до 232	±1,5 ±3	±0,5 ±1	±1,5 ±3	±0,5 ±1

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Диапазон измерений поперечной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений поперечной деформации в диапазоне от 0,02 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений поперечной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
ATONE2-M9-0,5 ATONE2-M9-1	от 0 до 440 включ. св. 440 до 880	от 0 до 116 включ. св. 116 до 232	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 1	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 1
ATONE3-M9-0,5 ATONE3-M9-1	от 0 до 660 включ. св. 660 до 1320	от 0 до 116 включ. св. 116 до 232	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 1	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 1
ATLE-05	От 8 до 127 включ.	-	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$	-	-
ATLE-15	От 8 до 380 включ.	-	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$	-	-
ATROD series	от 0 до 550	от 0 до 100	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$
ATHT series	от 0 до 47	от 0 до 41	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$
AT202T	от 2,5 до 25	-	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$	-	-