

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«15» 05 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Машины испытательные универсальные гидравлические ALSI-TECH 1

Методика поверки

МП-444-2024

г. Чехов,
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машин универсальных испытательных гидравлических ALSI-TECH 1 (далее по тексту – машин), 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 4 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.

На основании письменного заявления владельца средства измерений допускается проведение периодической поверки на меньшем числе измеряемых величин, предусмотренных пунктами 10.2, 10.3, 10.4 настоящей методики поверки, с обязательным указанием об объеме проведенной поверки.

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 допускаемой относительной погрешности измерений силы	Да	Да	10.1.
Определение допускаемой абсолютной и относительной погрешности измерения перемещения штока гидроцилиндра	Да	Да ¹⁾	10.2.

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
Определение погрешности измерений перемещений (деформации)	Да ²⁾	Да ^{1); 2)}	10.3.
Определение погрешности задания скорости перемещения штока гидроцилиндра	Да	Да ¹⁾	10.4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11.
Примечание: ¹⁾ - На основании письменного заявления владельца СИ. ²⁾ - При наличии канала измерений перемещений (деформаций).			

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °C 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. Подготовка к поверке	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью $\pm 0,2$ °C; относительной влажности от 20 до 80 % с абсолютной погрешностью ± 2 %	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500-12

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. 10.1. Определение допускаемой относительной погрешности измерений силы	Эталоны единицы силы и средства измерений, соответствующие рабочим эталонам не ниже 2 разряда по Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта № 2498 от 22.10.2019, в диапазоне значений от 0,02 до 5000 кН с относительной погрешностью $\pm 0,12\%$	Динамометры электронные АЦД мод. АЦД/1Р-0,1/1И-0,5 (рег. № 67638-17)
		Динамометры электронные АЦД мод. АЦД/1С-0,1/1И-0,5 (рег. № 67638-17)
		Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМУ-1/1-0,5МГ4 (рег. № 49913-12)
		Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМУ-5/1-0,5МГ4 (рег. № 49913-12)
		Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМР-50/1-0,5МГ4 (рег. № 49913-12)
		Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМС-50/5-0,5МГ4 (рег. № 49913-12)
		Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМС-500/5-0,5МГ4 (рег. № 49913-12)
		Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМС-2000/5-0,5МГ4 (рег. № 49913-12)
		Динамометры электронные ДМ-МГ4 мод. ДМР-1000/6-0,5МГ4 (рег. № 49913-12)
		Динамометры электронные АЦД мод. АЦД/1С-5000/5И-2 (рег. № 67638-17)

Продолжение таблицы 2

	Рабочие эталоны единицы массы 2 разряда по Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта № 1622 от 04.07.2022 – гири класса точности F1 по ГОСТ OIML R-111-1-2009,	Набор гирь от 1 г до 1 кг класса точности F ₁ (рег. № 52768-13)
п. 10.2. Определение погрешности измерений перемещения штока гидроцилиндра	Рабочие эталоны единицы длины и средства измерений, соответствующие рабочим эталонам не ниже 4 разряда по Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта № 2840 от 29.12.2018 - приборы для поверки средств измерений наружных и внутренних размеров в диапазоне от 0 до 6000 мм	Системы лазерные измерительные XL-80, рег. № 35362-13
п. 10.3. Определение погрешности измерений перемещений (деформации)	Рабочие эталоны единицы длины и средства измерений, соответствующие рабочим эталонам не ниже 4 разряда по Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта № 2840 от 29.12.2018 - приборы для поверки средств измерений наружных и внутренних размеров в диапазоне от 0 до 6000 мм	Системы лазерные измерительные XL-80, рег. № 35362-13
п. 10.4. Определение погрешности задания скорости перемещения штока гидроцилиндра	Рабочие эталоны единицы длины и средства измерений, соответствующие рабочим эталонам не ниже 4 разряда по Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта № 2840 от 29.12.2018 - приборы для поверки средств измерений наружных и внутренних размеров в диапазоне от 0 до 6000 мм	Системы лазерные измерительные XL-80, рег. № 35362-13
	Средства измерений времени с пределом измерений 9 ч 59 мин 59,99 с абсолютной погрешностью 0,5 с	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 следов подтекания масла в узлах гидроприводов;
- отсутствие порезов гидравлических шлангов;
- 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. Подготовка к поверке

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией и выдержаны не менее трех 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 в соответствии с п. 3;
- проверить обеспечение режимов работы и отображения результатов измерений;
- проверить обеспечение нагружающим устройством равномерного без рывков приложения силы;
- проверить автоматическое выключение механизма поршня в крайних положениях
- проверить работу кнопки аварийного выключения машины.

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	MAXTES T	Alpha	WinPws	Test&M otion+	Test&Motio n+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 допускаемой относительной погрешности измерений силы

10.1.1. Установить динамометр на сжатие в рабочее пространство машины согласно руководству по эксплуатации на динамометр. НПИ динамометра должно соответствовать НПИ машины или быть больше. При установке динамометра в захваты машины необходимо обеспечить соосность. Обнулить показания динамометра и машины.

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 трех ступеней в диапазоне измерения от 0,2% до 1% от НПИ и семи ступеней в диапазоне измерения от 1% до 100% от НПИ, равномерно распределенных в диапазоне измерений силы, включая нижний и верхний пределы измерений силы. Скорость нагружения должна обеспечивать корректное снятие показаний машины и динамометра для исследуемой ступени нагружения, с учетом быстросействия измерительных систем динамометра и машины.

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

10.1.6. 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 1:

$$F_d = m \cdot g \quad (1)$$

где

F – сила заданная гирей, Н;

m – масса гири, кг;

g – ускорение свободного падения в месте установки машины (допускается использовать приложение А МИ 3278-2010 для определения местного ускорения свободного падения), м/с².

10.2. Определение погрешности измерений перемещения штока гидроцилиндра

10.2.1. Для определения пределов допускаемых абсолютной и относительной погрешностей измерений перемещения штока гидроцилиндра 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 штока гидроцилиндра проводить по двум диапазонам:

– 1-й диапазон: от 0 до 10 мм включ.;

– 2-й диапазон: св. 10 мм до максимально возможного диапазона перемещения штока гидроцилиндра.

10.2.4. Проверку пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещения штока гидроцилиндра проводить в диапазоне от 0 до 10 мм.

10.2.5. После настройки интерферометра установить поршень силового привода машины в крайнее положение (когда поршень убран). Обнулить перемещение на интерферометре и на машине. В программе управления машиной или на пульте управления машиной для диапазона измерения от 0 до 10 мм включительно задать скорость перемещения штока, не превышающую 1 мм/мин. Измерения провести в режиме «Растяжения» в точках 0,01 мм; 0,05 мм; 0,2 мм; 1 мм; 4 мм; 7 мм и 10 мм. Далее отвести шток 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 штока гидроцилиндра проводить в диапазоне св. 10 мм до верхнего предела измерения перемещения штока гидроцилиндра.

10.2.7. Установить поршень в начальное положение. Обнулить перемещение на интерферометре и на машине. Скорость измерений не нормируется. Измерения провести в режиме «Растяжения» в пяти точках, равномерно расположенных по 2-ому диапазону (п. 10.2.3). Далее отвести шток 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 перемещений (деформации)

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

10.3.2. Проверку пределов погрешности измерений перемещений (деформации) проводят, разбив на два диапазона измерений в зависимости от модели измерителя перемещений (деформации):

- от 0 до 0,3 мм в точках: 0,02 мм, 0,1 мм, 0,15 мм, 0,2 мм, 0,25 мм, 0,3 мм;
- св. 0,3 мм до верхнего предела измерений измерителя перемещений (деформации) не менее чем в пяти точках, равно распределённых по диапазону.

10.3.3. Определение погрешности измерений перемещений (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 экстензометра 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 поршня, для чего выбрать оптимальную скорость перемещения поршня исходя из технических возможностей машины;
- провести измерения в точках, указанных в п. 10.3.2.

10.3.4. Измерения повторить три раза в двух направлениях в зависимости от модели измерителя перемещений (деформации).

10.4. Определение погрешности задания скорости перемещения штока гидроцилиндра

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 штока гидроцилиндра 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 штока гидроцилиндра 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 поршень силового привода машины в крайнее положение (когда поршень убран). 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 поршня. Одновременно запустить перемещение поршня и секундомер. При достижении перемещения равного 0,01 мм остановить секундомер и перемещение поршня.

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

10.4.8. Измерения повторить три раза.

10.4.9. Рассчитать измеренную скорость по формуле 2:

$$V_{\text{пер } i} = \frac{S}{t_i} \quad (2)$$

где

$V_{\text{пер } i}$ – скорость перемещения штока в i – ой точке, мм/мин;

S – расстояние между нижней и верхней отметками, мм;

t_i – время перемещения штока от нижней отметки к верхней в i – ой точке, мин.

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Подтверждение соответствия машин метрологическим требованиям проводится в форме расчёта погрешности измерений силы, перемещения штока гидроцилиндра, перемещений (деформации), задания скорости перемещения штока гидроцилиндра.

11.1. Относительную погрешность измерений силы определить по формуле 3:

$$\delta_{Fij} = \frac{F_{ij} - F_{di}}{F_{di}} \cdot 100 \quad (3)$$

где

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

F_{ij} – значение измерений силы по силозадающему модулю 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 штока гидроцилиндра определяется исходя из указаний п. 10.2.4.

11.2.1. Абсолютная погрешность измерений перемещения штока определить по формуле 4:

$$\Delta_i = L_{\text{изм } i} - L_{\text{эт } i} \quad (4)$$

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 перемещения штока в диапазоне св. 10 мм

определяется по формуле 5:

$$\delta_i = \frac{L_{измi} - L_{этi}}{L_{этi}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где

$L_{измi}$ – перемещение, измеренное машиной в i -ой точке, мм

$L_{этi}$ – перемещение, измеренное по эталону (интерферометру), в i -ой точке, мм.

11.3. Погрешность измерений перемещений (деформации) определяется исходя из указаний п. 10.3.2.

11.3.1. Абсолютная погрешности измерений перемещений (деформации) по формуле 6:

$$\Delta L_{ija} = L_{ijд} - L_{ijэ} \quad (6)$$

где

ΔL_{ija} – абсолютная погрешность измерений перемещения (деформации) на j -ой ступени на i -ом цикле, мкм.

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

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

Значение абсолютной погрешности измерений перемещения (деформации) выбрать исходя из формулы 7:

$$\Delta L_{max a} = \max(L_{ija}) \quad (7)$$

8: 11.3.2. Относительная погрешность измерений перемещений (деформации) по формуле

$$\Delta L_{ijo} = \frac{L_{ijд} - L_{ijэ}}{L_{ijэ}} \cdot 100 \quad (8)$$

где

ΔL_{ijo} – относительная погрешность измерений перемещения (деформации) на j -ой ступени на i -ом цикле, %.

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

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

Значение допускаемой относительной погрешности измерений перемещения (деформации) выбрать исходя из формулы 9:

$$\Delta L_{max o} = \max(L_{ijo}) \quad (9)$$

11.4. Относительная погрешность задания скорости перемещения штока гидроцилиндра в i -ой точке по формуле 10:

$$\delta_{V_{пер i}} = \frac{V_{пер i} - V_{пер дi}}{V_{пер дi}} \cdot 100 \quad (10)$$

где

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

$V_{пер дi}$ – заданное значение скорости перемещения штока гидроцилиндра в i -ой точке, мм/мин.

11.5. Значения погрешностей измерения силы, перемещения штока гидроцилиндра, перемещений (деформации), задания скорости перемещения штока гидроцилиндра 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
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Д.Ю. Рассмахин

Приложение А

**Метрологические требования к машинам универсальным испытательным
гидравлическим ALSI-TECH 1**

Модификация	Диапазон измерений 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 1-10.B	от 0,02 до 10	±1	±0,5
ALSI-TECH 1-15.B	от 0,03 до 15		
ALSI-TECH 1-25.B	от 0,05 до 25		
ALSI-TECH 1-50.B	от 0,1 до 50		
ALSI-TECH 1-100.B	от 0,2 до 100		
ALSI-TECH 1-125.B	от 0,25 до 125		
ALSI-TECH 1-150.B	от 0,3 до 150		
ALSI-TECH 1-200.B	от 0,4 до 200		
ALSI-TECH 1-250.B	от 0,5 до 250		
ALSI-TECH 1-300.B	от 0,6 до 300		
ALSI-TECH 1-400.B	от 0,8 до 400		
ALSI-TECH 1-500.B	от 1 до 500		
ALSI-TECH 1-600.B	от 1,2 до 600		
ALSI-TECH 1-800.B	от 1,6 до 800		
ALSI-TECH 1-1000.B	от 2 до 1000		
ALSI-TECH 1-1200.B	от 2,4 до 1200		
ALSI-TECH 1-1500.B	от 3 до 1500		
ALSI-TECH 1-2000.B	от 4 до 2000		
ALSI-TECH 1-2500.B	от 5 до 2500	±1	±0,5
ALSI-TECH 1-3000.B	от 6 до 3000		
ALSI-TECH 1-4000.B	от 8 до 4000		
ALSI-TECH 1-5000.B	от 10 до 5000		

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

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений перемещения штока гидроцилиндра, мм	от 0 до 1000*
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещения штока гидроцилиндра в диапазоне от 0 до 10 мм включ., мм	±0,05
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений перемещения штока гидроцилиндра в диапазоне св. 10 мм до верхнего предела измерений, %	±0,5
Диапазон задания скорости перемещения штока гидроцилиндра, мм/мин	от 0,01 до 1000*
Пределы допускаемой относительной погрешности задания скорости перемещения штока гидроцилиндра, %	±1

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

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 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

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 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.			

Модификация датчика деформации	Базовая длина, мм	Максимальный диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 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.

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 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.

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3540-001М-X ¹⁾	от 0 до 1	±3	±1
3540-004М-X ¹⁾	от 0 до 4		
3540-006М-X ¹⁾	от 0 до 6		
3540-012М-X ¹⁾	от 0 до 12		
3540-025М-X ¹⁾	от 0 до 25		
3540-050М-X ¹⁾	от 0 до 50		

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.

Модификация датчика деформации	Базовая длина, мм	Максимальный диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
3549-010М-X ¹⁾ -Y ²⁾	10	от -1 до +10	±3	±1
3549-0125М-X ¹⁾ -Y ²⁾	12,5	от -1,25 до +12,5		
3549-020М-X ¹⁾ -Y ²⁾	20	от -2 до +20		
3549-025М-X ¹⁾ -Y ²⁾	25	от -2,5 до +25		
3549-030М-X ¹⁾ -Y ²⁾	30	от -3 до +30		
3549-040М-X ¹⁾ -Y ²⁾	40	от -4 до +40		
3549-050М-100*-**	50	от -5 до +50		

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.

Модификация датчика деформации	Базовая длина, мм	Максимальный диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 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⁾	10	от -1 до +10	±3	±1
3448-025M-X ¹⁾	25	от -2,5 до +25		
3448-050M-X ¹⁾	50	от -5 до +25		
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).				

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

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 до 0,3 мм вкл., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
7642-X ¹⁾ -025M	от - 0,5 до +2,5	±3	±1
7642-X ¹⁾ -075M	от - 0,5 до +7,5		
7642-X ¹⁾ -125M	от - 0,5 до +12,5		
¹⁾ – Базовая длина: 010M: 10 мм; 012M: 12 мм; 0125M: 12,5 мм; 020M: 20 мм; 025M: 25 мм; 050M: 50 мм.			

Модификация датчика деформации	Максимальный диапазон измерений поперечной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений поперечной деформации в диапазоне от 0 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.

Модификация датчика деформации	Максимальный диапазон измерений продольной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 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⁾ -250M 3800-X ¹⁾ -500M	от 0 до 250 от 0 до 500	±3	±1

¹⁾ – Базовая длина: 020M: 20 мм; 025M: 25 мм; 050M: 50 мм

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Диапазон измерений поперечной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 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 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
MFx 200-B	от 0 до 200	-	± 3	± 1	-	-
MFx 500-B	от 0 до 500	-	± 3	± 1	-	-
MFL 300-B	от 0 до 300	-	± 3	± 1	-	-
MFL 500-B	от 0 до 500	-	± 3	± 1	-	-
MFL 800-B	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	-	-

Модификация датчика деформации	Диапазон измерений продольной деформации, мм	Диапазон измерений поперечной деформации, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольной деформации в диапазоне от 0 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 до 0,3 мм включ., мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений поперечной деформации в диапазоне св. 0,3 мм до верхнего предела измерений, %
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	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 1	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 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	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 1	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 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	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 1	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 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	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 1	$\pm 1,5$ ± 3	$\pm 0,5$ ± 1
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	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$
ATHHT 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	-	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$	-	-