

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора,
Руководитель Метрологического центра
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

«11» ноября 2022 г.

МП АПМ 33-22

«ГСИ. Машины испытательные универсальные ТСЕ.
Методика поверки»

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машин испытательных универсальных TSE (далее – машины), производства Shenzhen Wance Machine Co., Ltd, Китай, используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.1 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

1.2 Машины до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр машины.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр машины, находящейся в эксплуатации, через межповерочные интервалы.

1.5 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ32-2011 - ГПЭ единицы силы в диапазоне воспроизведения единицы силы от 10^{-1} до $1 \cdot 10^6$ Н и диапазоном передачи единицы силы до $9 \cdot 10^6$ Н в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «22» октября 2019 г. № 2498;

ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 30 м в соответствии с государственной поверочной схемой 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, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840;

ГЭТ1-2022 - ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «26» сентября 2022 г. № 2360.

1.6 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

1.7 При проведении поверки по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка отдельных измеряемых величин, с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки средств измерений

Для поверки машин должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции 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
Контроль условий поверки	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	-	-	10

Определение диапазона и относительной погрешности измерений силы	Да	Да	10.1
Определение диапазона и относительной погрешности измерений перемещений подвижной траверсы	Да	Да	10.2
Определение диапазона и относительной погрешности измерений скорости перемещений подвижной траверсы	Да	Да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +35;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с руководством по эксплуатации и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки машины достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
10.1	Рабочие эталоны 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений массы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1622 от 04.07.2022 г. – гири; Рабочие эталоны 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2498 от 22.10.2019 г. - динамометры	Гиря 20 г F1, рег. № 58020-14 Динамометр электронный ДМС-50/5-0,5МГ4, рег. № 49913-12 Динамометр электронный ДМС-500/5-0,5МГ4, рег. № 49913-12 Динамометр электронный

		ДМС-2000/5-0,5МГ4, рег. № 49913-12 Динамометр электронный ДМР-50/5-0,5МГ4, рег. № 49913-12 Динамометр электронный ДМР-1000/6-0,5МГ4, рег. № 49913-12
10.2	Рабочий эталон 2 разряда по государственной поверочной схеме 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, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018 г. – система лазерная измерительная	Система лазерная измерительная XL-80, рег. № 35362-13
10.3	Рабочий эталон 2 разряда по государственной поверочной схеме 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, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018 г. – система лазерная измерительная Средство измерений времени по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «26» сентября 2022 г. № 2360 – секундомер	Система лазерная измерительная XL-80, рег. № 35362-13 Секундомер механический СОСпр-26-2-000, рег. № 11519-11
Вспомогательное оборудование		
8, 9, 10.1, 10.2, 10.3	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +35 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ %	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11
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 Перед проведением поверки следует изучить руководство по эксплуатации на поверяемую машину и приборы, применяемые при поверке.

6.2 При выполнении операций поверки следует выполнять требования руководства по эксплуатации к безопасности при проведении работ.

6.3 Перед проведением поверки поверяемое средство измерений и приборы, участвующие в поверке, должны быть подключены и заземлены в соответствии с требованиями руководств по эксплуатации на них.

6.4 При выполнении операций поверки необходимо следить, чтобы при перемещении траверсы не были повреждены элементы машины.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие машины следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида машины описанию типа средств измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Если перечисленные требования не выполняются, машину признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- с помощью термогигрометра проверить соответствие условий окружающей среды требованиям, приведенным в п.3;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- выдержать машину и средства поверки в условиях в соответствии с п. 3 не менее 2 часов;
- включить машину и средства поверки не менее чем за 10 минут до начала проведения поверки.

8.2 При опробовании должно быть установлено соответствие машины следующим требованиям:

- обеспечение нагружающим устройством равномерного без рывков приложения силы;
- автоматическое выключение механизмов перемещения подвижной траверсы в крайних положениях;
- корректность работы кнопки аварийного выключения машины.

Если перечисленные требования не выполняются, машину признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) «TestPilot» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Test Pilot»;
- в верхнем правом углу основного интерфейса ПО выбрать выпадающее меню;
- выбрать раздел «О Test Pilot».

Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TestPilot
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 2.1.0000

Если перечисленные требования не выполняются, машину признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производятся.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерений силы

Определение диапазона и относительной погрешности измерений силы производить в следующей последовательности:

- установить эталонный динамометр в захватах машины согласно эксплуатационной документации на динамометр;
- нагрузить эталонный динамометр три раза в выбранном направлении (растяжение или сжатие) силой, равной меньшему из значений: верхнему пределу измерений динамометра или наибольшей предельной нагрузке датчика силы машины. При этом скорость нагружения необходимо устанавливать таким образом, чтобы достижение требуемой нагрузки осуществлялось за 40-60 секунд. При первом нагружении выдержать динамометр под нагрузкой не менее 10 минут; при втором и третьем нагружении - от 1 до 1,5 минут;
- разгрузить эталонный динамометр. После разгрузки отсчетные устройства эталонного динамометра и испытываемой машины обнулить;
- провести нагружения в выбранном направлении (растяжение или сжатие), начиная с наименьшего предела измерений силы машины и в следующих точках: 1 %; 5 %; 10 %; 15 %; 25 %; 50 %; 75 %; 100 % от наибольшего предела измерений машины. В каждой задаваемой точке при достижении требуемой силы произвести отсчеты показаний с эталонного динамометра и с машины. Измерения проводить не менее трех раз для каждой выбранной точки диапазона.

Если невозможно произвести проверку по всем диапазонам измерений силоизмерительного устройства машины с использованием одного динамометра, то следует использовать другие динамометры, диапазон измерений которых обеспечит проверку во всем диапазоне измерений силоизмерительного устройства машины.

В случае, если нижнее значение диапазона измерений силы машины меньше, чем диапазон измерений силы динамометра, для измерений силы необходимо использовать гири класса точности М1 (сила, создаваемая гирями эталонными для каждой выбранной точки диапазона, рассчитывается в соответствии с выражением: $F_d = m \times g$, где m – масса эталонных гирь, а g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$). Гирь устанавливаются непосредственно на верхний захват машины.

10.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений перемещений подвижной траверсы

Определение диапазона и погрешности измерений перемещений подвижной траверсы производить с помощью системы лазерной измерительной XL-80 в следующей последовательности:

- установить поворотное зеркало и ретрорефлектор, входящие в комплект системы лазерной измерительной с помощью магнитных опор на верхней плоскости основания станины и подвижной траверсе машины соответственно;
- переместить подвижную траверсу в положение, соответствующее величине наименьшего значения диапазона измерений перемещений;
- обнулить показания на отсчетном устройстве машины и отсчетном устройстве системы лазерной измерительной;
- провести измерения в точках 0,1; 0,2; 1; 10; 30; 50; 70; 100 % от верхнего предела диапазона измерений перемещения подвижной траверсы в прямом и обратном направлении. Измерения проводить не менее трех раз для каждой выбранной точки диапазона.

10.3 Определение диапазона и относительной погрешности измерений скорости перемещений подвижной траверсы

Для измерения скорости перемещения подвижной траверсы необходимо провести операции по установке эталонных средств измерений, описанные в пункте 10.2.

С помощью секундомера механического произвести замеры скорости перемещения подвижной траверсы в точке, соответствующей нижней границе диапазона измерений скорости перемещений подвижной траверсы и в следующих значениях: 5, 10, 25, 50, 100 % от верхнего предела измерений. Измерения провести не менее трех раз.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение относительной погрешности измерений силы

В каждой выбранной точке вычислить среднее арифметическое значение по результатам n измерений:

$$\overline{F_{d_i}} = \frac{\sum F_{d_i}}{n}, \text{ где}$$

F_{d_i} – результаты измерений, кН;

n – количество измерений, выполненных в i -ой точке диапазона измерений силы.

Относительную погрешность измерений силы δ_{F_i} определить по формуле:

$$\delta_{F_i} = \frac{F_{\text{изм}_i} - \overline{F_{d_i}}}{\overline{F_{d_i}}} \cdot 100 \%, \text{ где}$$

$F_{\text{изм}_i}$ – значение силы, установленное по отсчетному устройству машины в i -ой точке, кН;

$\overline{F_{d_i}}$ – среднее значение силы по динамометру эталонному в i -ой точке, кН.

За величину относительной погрешности принять максимальное значение из всех полученных значений δ_{F_i} .

Диапазон и относительная погрешность измерений силы должны соответствовать значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, машину признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

11.2 Определение относительной погрешности измерений перемещений подвижной траверсы

В каждой выбранной точке вычислить средние арифметические значения по результатам выполненных измерений:

$$\overline{l_{\text{эт}_i}} = \frac{\sum l_{\text{эт}_i}}{n}, \text{ где}$$

n – количество измерений, выполненных в i -точке диапазона измерений;

Относительную погрешность измерений перемещений подвижной траверсы δ_i вычислить по формуле:

$$\delta_i = \frac{l_{\text{изм}_i} - \overline{l_{\text{эт}_i}}}{\overline{l_{\text{эт}_i}}} \cdot 100 \%, \text{ где}$$

$l_{\text{изм}_i}$ – значение перемещения, установленное по отсчетному устройству машины в i -ой точке, мм;

$\overline{l_{\text{эт}_i}}$ – среднее значение перемещения по системе лазерной измерительной XL-80 в i -ой точке, мм.

За величину относительной погрешности принять максимальное полученное значение δ_i .

Диапазон и относительная погрешность измерений перемещений подвижной траверсы должны соответствовать значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, машину признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

11.3 Определение относительной погрешности измерений скорости перемещений подвижной траверсы

В каждой выбранной точке вычислить средние арифметические значения по результатам выполненных измерений:

$$\overline{V_{этi}} = \frac{\sum V_{этi}}{n}, \text{ где}$$

n – количество измерений, выполненных в i -точке диапазона измерений;

Относительную погрешность измерений скорости перемещений траверсы δ_i вычислить по формуле:

$$\delta_{V_i} = \frac{V_{измi} - \overline{V_{этi}}}{\overline{V_{этi}}} \cdot 100 \%, \text{ где}$$

$V_{измi}$ – значение скорости, установленное по отсчетному устройству машины в i -ой точке, мм/мин;

$\overline{V_{этi}}$ – среднее действительное значение скорости в i -ой точке, мм/мин.

За величину относительной погрешности принять максимальное полученное значение δ_{V_i} .

Диапазон и относительная погрешность измерений скорости перемещения подвижной траверсы должны соответствовать значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, машину признают непригодной к применению.

12 Оформление результатов поверки


12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 11 настоящей методики поверки.

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

12.3 При положительных результатах поверки машина признается пригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке установленной формы. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки, машина признается непригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер 2 категории
ООО «Автопрогресс – М»



С.К. Нагорнов

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Модификация	Диапазон измерений силы, Н	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы, %	Диапазон измерений перемещений подвижной траверсы, мм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений перемещений подвижной траверсы, %	Диапазон измерений скорости перемещений подвижной траверсы, мм/мин	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости перемещений подвижной траверсы, %
TSE102A	от 0,4 до 100	±0,5	от 0 до 1000	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE103A	от 4,0 до 1000	±0,5	от 0 до 1000	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE202A	от 0,8 до 200	±0,5	от 0 до 1000	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE203A	от 8,0 до 2000	±0,5	от 0 до 1000	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE502A	от 2,0 до 500	±0,5	от 0 до 1000	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE503A	от 20 до 5000	±0,5	от 0 до 1000	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE104C	от 40 до 10000	±0,5	от 0 до 1050	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE104C extending 300	от 40 до 10000	±0,5	от 0 до 1350	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE104C extending 600	от 40 до 10000	±0,5	от 0 до 1650	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE104C dual	от 40 до 10000	±0,5	от 0 до 950	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE104C dual extending 300	от 40 до 10000	±0,5	от 0 до 1250	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE104C dual extending 600	от 40 до 10000	±0,5	от 0 до 1550	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254C	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1050	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254C extending 300	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1350	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254C extending 600	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1650	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254C dual	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 950	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254C dual extending 300	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1250	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254C dual extending 600	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1550	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE503C	от 20 до 5000	±0,5	от 0 до 1050	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE503C extending 300	от 20 до 5000	±0,5	от 0 до 1350	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5

Продолжение таблицы А.1

Модификация	Диапазон измерений силы, Н	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы, %	Диапазон измерений перемещений подвижной траверсы, мм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений перемещений подвижной траверсы, %	Диапазон измерений скорости перемещений подвижной траверсы, мм/мин	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости перемещений подвижной траверсы, %
TSE503C extending 600	от 20 до 5000	±0,5	от 0 до 1650	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE503C dual	от 20 до 5000	±0,5	от 0 до 950	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE503C dual extending 300	от 20 до 5000	±0,5	от 0 до 1250	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE503C dual extending 600	от 20 до 5000	±0,5	от 0 до 1550	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504C	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1050	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504C extending 300	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1350	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504C extending 600	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1650	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504C dual	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 950	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504C dual extending 300	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1250	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504C dual extending 600	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1550	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE105D	от 400 до 100 000	±0,5	от 0 до 1150	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE105D extending 300	от 400 до 100 000	±0,5	от 0 до 1450	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE105D extending 600	от 400 до 100 000	±0,5	от 0 до 1750	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE105D dual	от 400 до 100 000	±0,5	от 0 до 1050	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE105D dual extending 300	от 400 до 100 000	±0,5	от 0 до 1350	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE105D dual extending 600	от 400 до 100 000	±0,5	от 0 до 1650	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE106D	от 4000 до 1000000	±0,5	от 0 до 2027	±0,5	от 0,005 до 250	±0,5
TSE106D reduced 340	от 4000 до 1000000	±0,5	От 0 до 1687	±0,5	от 0,005 до 250	±0,5
TSE254D	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1150	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254D extending 300	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1450	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254D extending 600	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1750	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5

Продолжение таблицы А.1

Модификация	Диапазон измерений силы, Н	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы, %	Диапазон измерений перемещений подвижной траверсы, мм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений перемещений подвижной траверсы, %	Диапазон измерений скорости перемещений подвижной траверсы, мм/мин	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости перемещений подвижной траверсы, %
TSE254D extending 600	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1750	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254D dual extending 300	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1350	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE254D dual extending 600	от 100 до 25000	±0,5	от 0 до 1650	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE255D	от 1000 до 250000	±0,5	от 0 до 1150	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE255D extending 300	от 1000 до 250000	±0,5	от 0 до 1450	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE255D extending 600	от 1000 до 250000	±0,5	от 0 до 1750	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE255D dual	от 1000 до 250000	±0,5	от 0 до 1050	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE255D dual extending 300	от 1000 до 250000	±0,5	от 0 до 1350	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE255D dual extending 600	от 1000 до 250000	±0,5	от 0 до 1650	±0,5	от 0,005 до 500	±0,5
TSE504D	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1150	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504D extending 300	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1450	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504D extending 600	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1750	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504D dual	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1050	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504D dual extending 300	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1350	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE504D dual extending 600	от 200 до 50 000	±0,5	от 0 до 1650	±0,5	от 0,005 до 1000	±0,5
TSE605D	от 2400 до 600000	±0,5	от 0 до 1684	±0,5	от 0,005 до 250	±0,5