

Настоящий документ распространяется на тепловычислитель «ВЗЛЕТ ТСРВ» модификации ТСРВ-02 исполнения ТСРВ-027 и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

Тепловычислитель проходит первичную поверку при выпуске из производства, периодические – в процессе эксплуатации.

Методика поверки тепловычислителей «ВЗЛЕТ ТСРВ» утверждена ГЦИ СИ ВНИИР.

Межповерочный интервал – 4 года.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл.1.

Таблица 1

Наименование операций	Пункт документа по поверке	Операции, проводимые при данном виде поверки	
		первичная	периодическая
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование	7.2	+	+
Определение погрешности при измерении объема (массы) и среднего объемного (массового) расхода	7.3	+	+
Определение погрешности при измерении температуры	7.4	+	+
Определение погрешности при измерении давления *	7.5	+	+
Определение погрешности при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности	7.6	+	+

* – при отсутствии в тепловычислителе (ТВ) каналов измерения давления данный раздел методики не выполняется.

1.2. По согласованию с представителем органа Росстандарта поверка может проводиться по сокращенной программе. При этом погрешность измерения отдельных параметров может не определяться.

Допускается по согласованию с представителем органа Росстандарта, выполняющего поверку, вносить в методику поверки изменения.

1.3. Допускается поверять ТВ (каналы измерения отдельных параметров) не во всех диапазонах значений параметров, а только в эксплуатационном диапазоне (в т.ч. в соответствии с «Правилами учета тепловой энергии и теплоносителя»), только для измеряемых параметров и только по используемым каналам вывода информации.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки применяется следующее поверочное оборудование:

1) средства измерения и контроля:

- магазин сопротивлений Р 4831, ГОСТ 23737, пределы допускаемого отклонения сопротивления $\pm 0,022$ %;
- вольтметр В7-43 Тг2.710.026 ТО, диапазон 10 мкВ-1000 В, относительная погрешность $\pm 0,2$ %;
- комплекс поверочный «ВЗЛЕТ КПИ» ТУ 4213-064-44327050-01 (В64.00-00.00 ТУ);
- частотомер ЧЗ-64 ДЛИ 2.721.066 ТУ, диапазон 0-150 МГц, относительная погрешность $\pm 0,01$ %;
- источник питания постоянного тока Б5-49, диапазон 0,001-1 А, нестабильность $\pm 0,005$ %;
- резисторы прецизионные (имитирующие соответствующие преобразователи);

2) вспомогательные устройства:

- генератор импульсов Г5-88 ГВ3.264.117 ТУ, частота 1 Гц - 1 МГц;
- осциллограф С1-96 2.044.011 ТУ;
- IBM- совместимый персональный компьютер (ПК).

2.2. Допускается применение другого оборудования, приборов и устройств, характеристики которых не уступают характеристикам оборудования и приборов, приведенных в п.2.1. При отсутствии оборудования и приборов с характеристиками, не уступающими указанным, по согласованию с представителем органа Росстандарта, выполняющего поверку, допускается применение оборудования и приборов с характеристиками, достаточными для получения достоверного результата поверки.

2.3. Все средства измерения и контроля должны быть поверены и иметь действующие свидетельства или отметки о поверке.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЯ

К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие эксплуатационную документацию на ТВ и средства поверки, имеющие опыт поверки приборов учета тепла, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

- 4.1. При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевыми правилами по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».
- 4.2. При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны соблюдаться требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и руководствах по эксплуатации.

5. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 30 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86,0 до 106,7 кПа;
- внешние электрические и магнитные поля напряженностью не более 40 А/м;
- при питании напряжением постоянного тока – напряжение от 22 до 26 В;
- при питании ТВ от сети переменного тока:
 - напряжение питания от 187 до 242 (31 - 40) В;
 - частота питающей сети от 49 до 51 Гц.

Допускается выполнение поверки в рабочих условиях эксплуатации тепловычислителя при соблюдении требований к условиям эксплуатации поверочного оборудования.

6. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

- 6.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:
 - проверка наличия поверочного оборудования в соответствии с п.2 настоящего руководства;
 - проверка наличия действующих свидетельств или отметок о поверке средств измерения и контроля;
 - проверка соблюдения условий п.5.
- 6.2. Перед проведением поверки должна быть проведена подготовка к работе каждого прибора, входящего в состав поверочного оборудования, в соответствии с его инструкцией по эксплуатации.
- 6.3. Перед проведением поверки должна быть собрана поверочная схема в соответствии с Приложением А. Магазин сопротивлений (R) имитирует ПТ, генератор импульсов (ГИ) – ПР, источник тока — ПД.

ПРИМЕЧАНИЯ. Поверка может выполняться в режиме настройки ТВ. В этом случае каналы измерения и функции ТВ, не связанные с поверяемым каналом (поверяемой функцией), могут отключаться.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие внешнего вида ТВ следующим требованиям:

- на ТВ должен быть нанесен заводской номер;
- на ТВ не должно быть механических повреждений и дефектов покрытий, препятствующих чтению надписей и снятию отсчетов по индикатору.

ТВ, забракованные при внешнем осмотре, к поверке не допускаются.

По результатам осмотра делается отметка о соответствии в протоколе (Приложение Б).

7.2. Опробование

Перед проведением опробования собирается поверочная схема в соответствии с Приложением А.

Опробование допускается проводить в отсутствие представителя органа Росстандарта.

Необходимо проверить наличие индикации измеряемых и контролируемых параметров, наличие коммуникационной связи с персональным компьютером, наличие сигналов на выходах.

При подаче на измерительные каналы ТВ воздействий, соответствующих измеряемым параметрам, должны изменяться соответствующие показания ТВ.

Примечание. При опробовании ТВ проверка производится по имеющимся информационным выходам.

7.3. Определение погрешности ТВ при измерении объема (массы) и среднего объемного (массового) расхода

Импульсный вход поверяемого ТВ, генератор прямоугольных импульсов и частотомер соединяются таким образом, чтобы импульсы с генератора поступали на импульсный вход ТВ и счетный вход частотомера. Исходно частотомер обнуляется. По разрешающему сигналу (синхроимпульсу) импульсы с генератора начинают поступать на вход ТВ и частотомер. Для проведения поверки необходимо подать на вход не менее 500 импульсов. Действительное значение объема жидкости V_0 (м³), вычисляется по формуле:

$$V_0 = N \cdot K_{\text{при}}, \quad (7.1)$$

где N – количество импульсов, подсчитанное частотомером, шт.;

$K_{\text{при}}$ – константа преобразования импульсного входа ТВ (вес импульса), м³/имп.

Для определения значения массы жидкости используется значение температуры (90 ± 10) °С и значение давления $(1,6 \pm 0,16)$ МПа, заданные с помощью имитаторов или программно. На основании этих значений определяется плотность поверочной жидкости. Действительное значение массы жидкости определяется по формуле:

$$m_0 = V_0 \cdot \rho, \quad (7.2)$$

где m_0 – действительное значение массы жидкости, кг;

ρ – плотность жидкости, определенная по таблицам ССД ГСССД 98-2000, кг/м³.

Действительное значение среднего объемного Q_{V0} (массового Q_{m0}) расхода теплоносителя определяется по формулам (7.3) и (7.4) соответственно

$$Q_{V0} = \frac{V_0}{T_{\text{и}}}, \quad (7.3)$$

$$Q_{m0} = \frac{m_0}{T_{\text{и}}}, \quad (7.4)$$

где $T_{\text{и}}$ — время измерения, ч.

При считывании показаний с индикатора и RS-выхода выполняются следующие процедуры. На ТВ устанавливается режим индикации поверяемого параметра. На подключенном к RS-выходу персональном компьютере устанавливается режим вывода на экран поверяемого параметра. Перед каждым измерением в поверочной точке производится регистрация начального значения объема V_n (массы m_n). После пропуска жидкости через ПР в данной поверочной точке регистрируется конечное значение объема V_k (массы m_k). По разности показаний рассчитывается измеренное значение объема V_i (массы m_i) теплоносителя:

$$V_i(m_i) = V_k(m_k) - V_n(m_n). \quad (7.5)$$

Поверка по импульсному выходу выполняется с помощью частотомера, подключенного к соответствующему выходу ТВ. Перед началом измерения частотомер устанавливается в режим счета импульсов и обнуляется. По стартовому синхроимпульсу импульсы с выхода ТВ начинают поступать на вход частотомера. Объем (масса) жидкости V_i (m_i), прошедшей через преобразователь расхода, определяется по формуле:

$$V_i(m_i) = N \cdot K_{\text{при}}, \quad (7.6)$$

где N – количество импульсов, подсчитанное частотомером, шт.;

$K_{\text{при}}$ – вес импульса импульсного выхода ТВ, $\text{м}^3/\text{имп}$ ($\text{кг}/\text{имп}$).

Измеренный средний объемный Q_{V_i} (массовый Q_{m_i}) расход теплоносителя, прошедшего через ТВ, определяется по формуле:

$$Q_{V_i}(Q_{m_i}) = \frac{V_i(m_i)}{T_i}. \quad (7.7)$$

Определение относительной погрешности ТВ при измерении объема (массы) теплоносителя в i -той поверочной точке выполняется по формуле:

$$\delta_{V(m)_i} = \frac{V(m)_{i1} - V(m)_{0i}}{V(m)_{0i}} \cdot 100\%. \quad (7.8)$$

Определение относительной погрешности ТВ при измерении среднего объемного (массового) расхода теплоносителя выполняется по формуле:

$$\delta_{Q_{V(Q_m)_i}} = \frac{Q_{V(Q_m)_{i1}} - Q_{V(Q_m)_{0i}}}{Q_{V(Q_m)_{0i}}} \cdot 100\%. \quad (7.9)$$

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность ТВ при измерении объема (массы), среднего объемного (массового) расхода теплоносителя во всех поверочных точках не превышает значений $\pm 0,2 \%$.

По результатам поверки делается отметка о соответствии в протоколе (Приложение Б).

7.4. Определение погрешности ТВ при измерении температуры теплоносителя

Для поверки канала измерения температуры к входу ТВ подключается магазин сопротивлений R.

Поверка выполняется при сопротивлениях магазинов, соответствующих температуре $30 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, $70 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, $130 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. В соответствии с установленным на магазине сопротивлением определяется действительное значение температуры t_0 . С ТВ (в том числе по RS-выходу) считывается измеренное значение температуры t_i . В каждой поверочной точке снимается по три значения t_i и определяется среднее арифметическое по формуле (7.10).

$$t_{\text{иср}i} = \frac{t_{i1i} + t_{i2i} + t_{i3i}}{3}, \quad (7.10)$$

где t_{i1i} , t_{i2i} , t_{i3i} – измеренные значения температуры в i -той поверочной точке, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{иср}i}$ – среднее значение измеренной температуры в i -той поверочной точке, $^\circ\text{C}$.

Определение относительной погрешности ТВ при измерении температуры выполняется по формуле:

$$\delta_{\text{ТВ}ti} = \frac{t_{\text{иср}i} - t_{0i}}{t_{0i}} \cdot 100\%, \quad (7.11)$$

где $\delta_{\text{ТВ}ti}$ – относительная погрешность ТВ в i -той поверочной точке при измерении температуры, %;

t_{0i} — действительное значение температуры в i -той поверочной точке, определенной по показаниям магазина сопротивлений, $^\circ\text{C}$.

Результаты поверки считаются положительными, если относительные погрешности ТВ при измерении температуры во всех поверочных точках не превышают значений $\pm 0,2 \%$.

По результатам поверки делается отметка о соответствии в протоколе (Приложение Б).

7.5. Определение погрешности ТВ при измерении давления

Для поверки канала измерения давления ТВ к его входу вместо ПД подключается источник тока. Поверка выполняется при токах, соответствующих давлениям $0,25 \cdot P_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot P_{\text{наиб}}$, $0,9 \cdot P_{\text{наиб}}$, где $P_{\text{наиб}}$ – наибольшее значение измеряемого давления. Ток устанавливается с допуском $\pm 10\%$. В соответствии с установленным током определяется действительное значение давления P_{0i} .

ТВ устанавливается в режим индикации давления. С ТВ (в том числе по RS-выходу) считывается измеренное значение давления $P_{и}$. В каждой поверочной точке снимается по три значения $P_{и}$ и определяется среднее арифметическое в соответствии с формулой:

$$P_{\text{иср}i} = \frac{P_{и1i} + P_{и2i} + P_{и3i}}{3}, \quad (7.12)$$

где $P_{и1i}$, $P_{и2i}$, $P_{и3i}$ – измеренные значения давления в i -той поверочной точке, МПа;

$P_{и\text{ ср}i}$ – среднее значение измеренного давления в i -той поверочной точке, МПа.

Определение погрешности при измерении давления выполняется по формуле:

$$\delta_{\text{ТВр}i} = \frac{P_{\text{иср}i} - P_{0i}}{P_0} \cdot 100\%. \quad (7.13)$$

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность ТВ при измерении давления во всех поверочных точках не превышает $\pm 0,5\%$.

В протоколе (Приложение Б) делается отметка о соответствии.

7.6. Определение погрешности ТВ при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности

Поверка ТВ при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности выполняется в соответствии с табл.2.

Таблица 2

Поверочная точка	Минимальное необходимое количество импульсов, (объем, м ³)	Температура теплоносителя, °С
1	4 000 (40)	30 ± 1
2	4 000 (40)	70 ± 2
3	4 000 (40)	130 ± 5

Импульсный вход ТВ, генератор прямоугольных импульсов и частотомер подключаются таким образом, чтобы импульсы с генератора по разрешающему сигналу начинали поступать на импульсный вход ТВ и счетный вход частотомера. На входы ТВ, предназначенные для подключения ПТ, подключаются магазины сопротивлений. ПД имитируется с помощью источника тока или значение давления вводится программно. Давление устанавливается фиксированным из диапазона 0,1-1,6 МПа.

С учетом температуры и давления определяется энтальпия теплоносителя.

Перед каждым измерением в поверочной точке производится сброс показаний частотомера и регистрация начального значения W_n [кВт·ч (Гкал)] по показаниям индикатора ТВ в режиме индикации количества тепловой энергии и по показаниям персонального компьютера, подключаемого к ТВ по RS-выходу.

После окончания процесса подачи импульсов регистрируется конечное значение W_k [кВт·ч (Гкал)] на индикаторе ТВ (и/или ПК) и число импульсов N , измеренное счетчиком импульсов (СЧИ). Показания индикатора ТВ фиксируются по истечении 6 мин после окончания набора количества импульсов в данной поверочной точке.

Измеренное значение количества тепловой энергии рассчитывается по разности показаний ТВ:

$$W_{иi} = W_{ki} - W_{ni}, \quad (7.14)$$

где $W_{иi}$ – измеренное количество тепловой энергии в i -той поверочной точке, кВт·ч (Гкал);

W_{ni} – начальное значение показаний ТВ в i -той поверочной точке, кВт·ч (Гкал);

W_{ki} – конечное значение показаний ТВ в i -той поверочной точке, кВт·ч (Гкал).

Измеренное значение тепловой мощности определяется по формуле:

$$E_{иi} = \frac{W_{иi}}{T_{сч}}, \quad (7.15)$$

где $E_{иi}$ – измеренное значение тепловой мощности в i -той поверочной точке кВт (Гкал/ч);

$T_{сч}$ – время счета импульсов $W_{иi}$ в i -той поверочной точке, ч.

Действительное значение количества тепловой энергии для тех же значений параметров теплоносителя определяется по формуле:

$$W_{oi} = h_i \cdot \rho_i \cdot N_i \cdot K_p, \quad (7.16)$$

где W_{oi} – действительное значение количества тепловой энергии в i -той поверочной точке, кВт·ч (Гкал);

h_i – энтальпия теплоносителя, определяемая по значениям имитируемых температуры и давления в i -той поверочной точке, кВт·ч/кг (Гкал/кг);

K_p – константа преобразования по импульсному входу, м³/имп;

N_i – количество импульсов, насчитанное частотомером в i -той поверочной точке, шт.;

ρ_i – плотность теплоносителя при параметрах теплоносителя в i -той поверочной точке, кг/м³.

Действительное значение тепловой мощности определяется по формуле:

$$E_{oi} = \frac{W_{oi}}{T_{и}}, \quad (7.17)$$

где E_{oi} – действительное значение тепловой мощности в i -той поверочной точке, кВт (Гкал/ч).

Относительная погрешность ТВ при измерении количества тепловой энергии рассчитывается по формуле:

$$\delta_{ТВWi} = \frac{W_{иi} - W_{oi}}{W_{oi}} \cdot 100\%, \quad (7.18)$$

где W_{oi} – действительное значение тепловой энергии в i -той поверочной точке, кВт·ч (Гкал);

$W_{иi}$ – среднее значение измеренного количества тепловой энергии в i -той поверочной точке, кВт·ч (Гкал);

$\delta_{ТВWi}$ – относительная погрешность ТВ при измерении тепловой энергии в i -той поверочной точке, %.

Относительные погрешности ТВ при измерении тепловой мощности рассчитываются по формуле:

$$\delta_{ТВЕi} = \frac{E_{иi} - E_{0i}}{E_{0i}} \cdot 100\%, \quad (7.19)$$

где E_{0i} – действительное значение тепловой мощности в i -той поверочной точке, кВт (Гкал/ч);

$E_{иi}$ – среднее значение измеренной тепловой мощности в i -той поверочной точке, кВт (Гкал/ч);

$\delta_{ТВЕi}$ – относительная погрешность ТВ при измерении тепловой мощности в i -той поверочной точке, %.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность при измерении количества тепловой энергии и тепловой мощности во всех поверочных точках не превышает $\pm 0,5\%$.

По результатам поверки делается отметка в протоколе (Приложение Б).

ПРИМЕЧАНИЯ.

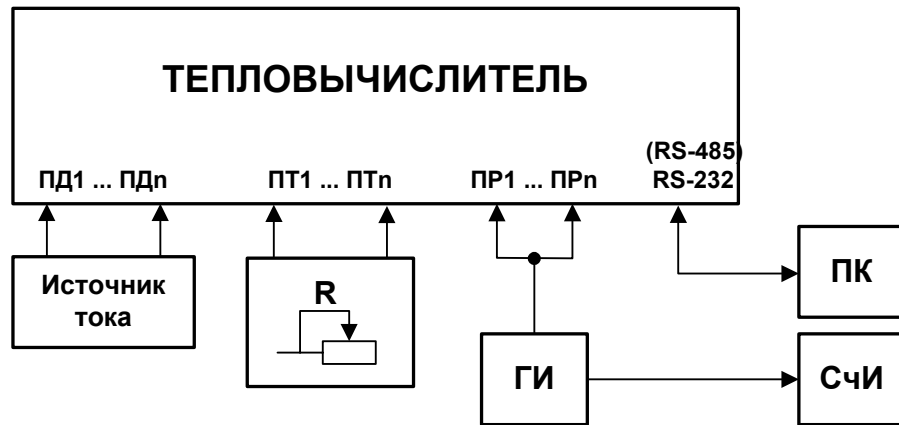
1. Допускается определять погрешность только при измерении количества тепловой энергии.
2. При проведении поверки в соответствии с требованиями п.7.6 определение погрешности ТВ при измерении расхода, температуры и давления допускается не выполнять.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 8.1. При положительных результатах поверки в протоколе (Приложение Б) делается отметка о годности к эксплуатации, оформляется свидетельство о поверке или делается отметка в паспорте ТВ, удостоверенные поверительным клеймом и подписью поверителя, ТВ допускается к применению с нормированными значениями погрешности.
- 8.2. При отрицательных результатах поверки ТВ производится погашение поверительного клейма в свидетельстве или паспорте ТВ и выдается извещение о непригодности с указанием причин. В этом случае ТВ после ремонта подвергается повторной поверке.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Схема подключения тепловычислителя при поверке

(обязательное)



- R* - магазин сопротивлений;
- GI* - генератор импульсов;
- ПД1...ПДn* - входы для подключения преобразователей давления;
- ПР1...ПРn* - входы для подключения преобразователей расхода;
- ПТ1...ПТn* - входы для подключения преобразователей температуры;
- ПК* - персональный компьютер;
- СЧИ* - счетчик импульсов.