

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

АГРЕГАТЫ ПАРОТУРБИННЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ

НОРМЫ ВИБРАЦИИ ВАЛОПРОВОДОВ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

ГОСТ 27165—86

Издание официальное

Цена 3 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.165:534.1.08:006.354 Группа Е29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

АГРЕГАТЫ ПАРОТУРБИННЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ

Нормы вибрации валопроводов и общие требования к проведению измерений

Stationary steam-turbine aggregates. Vibration norms of coupled rotor systems and general requirements for carrying out measurements

ГОСТ 27165—86

ОКП 42 7724

Срок действия с 01.01.88
до 01.01.93

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на стационарные энергетические паротурбинные агрегаты (далее — турбоагрегаты), состоящие из паровой турбины, синхронного генератора и возбудителя мощностью 500 МВт и более рабочей частотой вращения 50 и 25 $с^{-1}$, укомплектованные аппаратурой для контроля вибрации роторов.

Стандарт устанавливает допустимый уровень вибрации валопроводов турбоагрегатов, находящихся в эксплуатации и принимаемых в эксплуатацию после монтажа, а также общие требования к проведению измерений.

1. НОРМЫ ВИБРАЦИИ

1.1. В качестве нормируемых параметров допускается использовать:

максимальное пиковое значение размаха относительных виброперемещений шеек валопровода, выбранное из результатов измерений в двух взаимно перпендикулярных направлениях Y и X в контролируемых сечениях S_{py} и S_{px};

максимальное значение модуля относительных виброперемещений шеек валопровода турбоагрегата в контролируемых сечениях

$$S_{max}=\max \sqrt{S^2_y(t)+S^2_x(t)},$$

где $S_y(t)$ и $S_x(t)$ — мгновенные значения относительных виброперемещений шейки ротора в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1987

1.2. Максимальное пиковое значение размаха относительных виброперемещений шеек валопровода в сечениях, расположенных у торцов вкладышей каждого опорного и опорно-упорного подшипника со стороны цилиндров турбины или статоров генератора и возбудителя при рабочей частоте вращения и любых режимах эксплуатации, не должно превышать *:

150 мкм — для турбоагрегатов номинальной частотой вращения 50 $с^{-1}$;

200 мкм — для турбоагрегатов номинальной частотой вращения 25 $с^{-1}$.

1.3. Максимальное значение модуля относительных виброперемещений шеек валопровода в указанных в п. 1.2 местах и условиях эксплуатации не должно превышать*:

75 мкм — для турбоагрегатов номинальной частотой вращения 50 $с^{-1}$;

100 мкм — для турбоагрегатов номинальной частотой вращения 25 $с^{-1}$.

1.4. Оценку вибрационного состояния турбоагрегата осуществляют на основании одновременного выполнения требований пп. 1.2 или 1.3 настоящего стандарта и ГОСТ 25364—82 (нормирующего вибрацию опор подшипников).

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЕ

2.1. Вибрацию валопровода следует измерять при помощи многоканальной стационарной аппаратуры для непрерывного одновременного контроля максимального пикового значения размаха относительных виброперемещений или максимального значения модуля виброперемещений всех шеек валопровода относительно вкладышей подшипников в контролируемых сечениях.

2.2. Показания аппаратуры следует регистрировать многоточечными самописцами, а также индикацией по вызову значений на указателе. Измерительная аппаратура должна обеспечивать предупредительную и аварийную сигнализацию и защиту на отключение турбоагрегата при превышении допустимого уровня вибрации валопровода или его внезапном изменении, а также иметь аналоговые выходы.

Примечание. Под внезапным изменением значения уровня вибрации понимают его изменение не менее чем на 30—40 мкм за время не более 5 с и длительностью не менее 10 с.

2.3. Аппаратура должна обеспечивать измерение максимального значения относительных виброперемещений валопровода в диапазоне частот 10—500 Гц.

---

* Методика определения допустимых значений вибрации валопроводов изложена в справочном приложении.

2.4. Пределы измерений максимальных значений модуля относительных виброперемещений валопровода: 25—250 мкм и 50—500 мкм.

2.5. Аппаратура должна измерять статическое смещение валопровода в диапазоне ±0,5 мм при установочном зазоре 2,0—0,5 мм.

2.6. Датчики должны нормально работать при температуре окружающей среды до 150°С, влажности до 98%, воздействии магнитного поля частотой 50 Гц до 400 А/м и быть защищенными от воздействия турбинного масла и жидкости ОМТИ.

2.7. Диаметр датчика не должен превышать 10 мм.

2.8. Датчик должен работать без снижения точности измерений при минимальном расстоянии между его корпусом и близлежащей боковой поверхностью вкладыша подшипника или выступом вала 7 мм.

2.9. Основная погрешность измерения виброперемещений шеек валопроводов не должна превышать ±10 %.

2.10. Основная погрешность измерения зазоров (статических перемещений) не должна превышать ±5 %.

2.11. Каждый канал виброаппаратуры совместно с датчиком и соединительным кабелем должен быть оснащен устройством сквозного контроля работоспособности и сигнализации повреждения канала без съема с объекта измерения. При повреждении аппаратуры систему защиты не следует включать.

3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Объектом измерения являются вибрации всех шеек валопровода относительно опор подшипников.

3.2. Бесконтактные датчики устанавливают на торцах вкладышей всех подшипников валопровода со стороны цилиндров турбин или статоров генераторов и возбудителей.

3.3. В каждом контролируемом сечении валопровода устанавливают два датчика, ориентируемые в двух взаимно перпендикулярных направлениях — в вертикальном и в горизонтально поперечном направлениях по отношению к оси валопроводов турбоагрегатов.

Примечание. При установке датчиков допускается отклонение от взаимно перпендикулярного расположения в пределах ±5 %.

3.4. Максимальное значение модуля относительного виброперемещения шейки ротора S_{max} получают преобразованием аппаратурой сигналов двух датчиков, пропорциональных $S_y(t)$ и $S_x(t)$.

3.5. В процессе эксплуатации турбоагрегатов результаты измерений виброперемещений шеек роторов регистрируют при помощи приборов и заносят в эксплуатационную ведомость машиниста. При этом должны быть зафиксированы рабочие параметры турбоагрегатов.

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВИБРАЦИИ ВАЛОПРОВОДОВ ТУРБОАГРЕГАТОВ

1. Контрольное значение для расчетов — максимальное среднее квадратическое значение составляющей 1-й гармоники виброскорости подшипниковых опор на рабочей частоте вращения, устанавливаемое ГОСТ 25466—82 и равное 1,8 мм·с$^{-1}$; при этом для обеспечения эксплуатации паротурбинных агрегатов со средним квадратическим значением виброскорости опор подшипников не выше 2,8 мм·с$^{-1}$ допускаемые амплитуды 1-й гармоники виброперемещений опор после балансировки должны быть не более:

$A_1=8$ мкм — для турбоагрегатов рабочей частотой вращения 50 с$^{-1}$; $A_2=16$ мкм — для турбоагрегатов рабочей частотой вращения 25 с$^{-1}$.

2. В качестве исходной величины для определения нормативных значений относительной вибрации валопровода турбоагрегата принимается модуль остаточной динамической реакции опор Q, определяемый по эмпирической зависимости

$$Q=0,05\ K_1 G_0,$$

где G_0 — масса валопровода, приходящаяся на опору, т; $K_1=1,5$ — коэффициент, учитывающий увеличение модуля остаточной динамической реакции опор в условиях электростанции, по сравнению с результатом заводской балансировки из-за дефектов соединения роторов в валопровод и влияния режимных факторов.

3. В таблице указаны массы роторов турбоагрегатов мощностью 500 и 1000 МВт рабочими частотами вращения 50 с$^{-1}$ и 25 с$^{-1}$, а также некоторые динамические характеристики опор и масляного слоя.

Максимальные значения модуля относительных виброперемещений валопровода в сечениях, расположенных у торцов вкладышей со стороны цилиндров турбины или статоров генератора и возбудителя, могут быть определены из соотношения

$$S_{max}=K_2\cdot K_3\cdot K_4\cdot K_5\cdot\frac{Q}{C_{yy}},$$

где K_2 — коэффициент, учитывающий увеличение амплитуды виброперемещений для горизонтального направления ($K_2\approx 1\ldots 3$);

K_3 — коэффициент, учитывающий увеличение модуля радиуса-вектора по сравнению с максимальным компонентом для направления вдоль большой оси орбиты прецессирующего вала ($K_3\approx 1\ldots 1,4$);

K_4 — коэффициент, учитывающий наличие высших гармоник в спектре колебаний валопровода ($K_4\approx 1,1\ldots 1,3$);

K_5 — коэффициент, учитывающий увеличение модуля виброперемещений при переходе от центра вкладыша к его торцу ($K_5\approx 1,0\ldots 1,2$);

C_{yy} — коэффициент жесткости масляной пленки подшипника в вертикальном направлении.

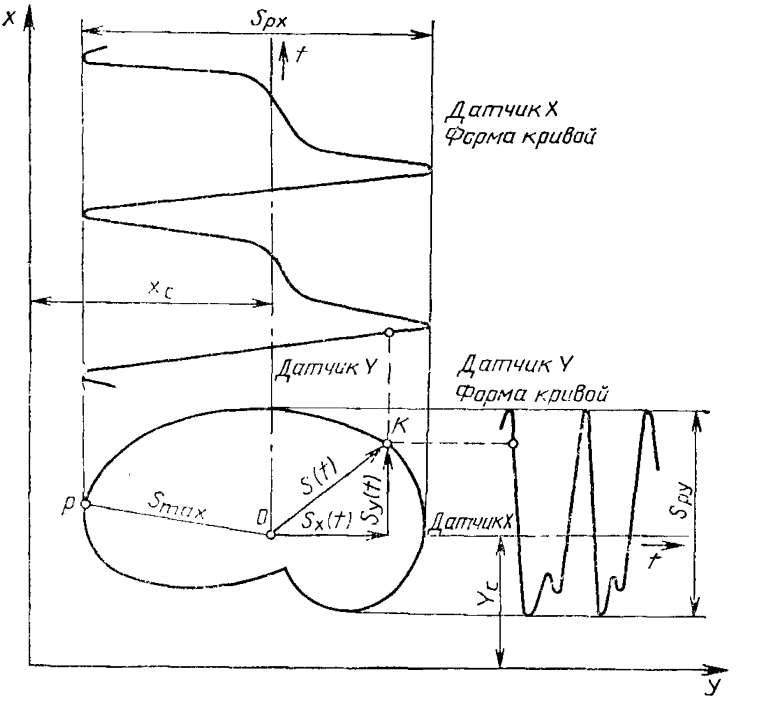
Принимая для расчета средние значения коэффициентов K_i ($n_h K_{i\,ср}=3,2$), получим значения S_{max}, приведенные в таблице.

4. Фактические опытные значения динамической податливости опор δ представлены в таблице. Несмотря на значительный разброс виброхарактеристик различных опор, можно констатировать, что для турбоагрегатов ТЭС выполняется условие $\delta_{max}<0,5$ мкм/кН, а для «тихоходных» турбоагрегатов АЭС —

$\delta_{max}<0{,}3$ мкм/кН, при которых обеспечивается удовлетворительное вибрационное состояние турбоагрегатов.

Обозначения основных параметров виброперемещения валопровода в контролируемом сечении приведены на чертеже.

Траектория виброперемещения контролируемого сечения ротора



O — центр траектории; X_c, Y_c — статические смещения оси ротора; K — произвольное положение центра сечения ротора; P — положение центра сечения ротора при максимальном виброперемещении; S_{max} — максимальное значение виброперемещения; $S_x(t)$, $S_y(t)$ — текущие значения виброперемещения центра сечения ротора по направлению осей X и Y; S_{px}, S_{py} — максимальное пиковое значение размаха виброперемещений

Амплитуды основной гармоники виброперемещений опор, найденные из выражения $A=Q\delta$, приведены в таблице.

Как видно из таблицы, при выполнении условий:

$S_{max}<50$ мкм — для турбоагрегатов рабочей частотой вращения 50 $с^{-1}$ и $S_{max}<100$ мкм — для турбоагрегатов рабочей частотой вращения 25 $с^{-1}$ амплитуды основной гармоники виброперемещений опор не превышают соответственно 8 и 16 мкм, установленных ГОСТ 25466—82.

5. Значения S_{max} (см. таблицу), определенные по предложенной методике, можно отнести к следующим трем группам: $S_{max}=20$—30 мкм — роторы массой до 50 т; $S_{max}=35$—50 мкм — роторы массой до 100 т; $S_{max}=70$—100 мкм — роторы массой более 100 т.

Динамические параметры статоров турбоагрегатов

Тип турбоагрегата	Тип ротора	Масса ротора, т	Тип подшипника	Q, кН	C_{yy}, кН/мкм	S_{max}, мкм	δ, мкм/кН	A, мкм
К-500-240-2	РСД	22	Сегментный	7,7	1,3	19,2	0,08	0,6
К-500-240-2	РНД	44	Эллиптический с	15,4	1,7	29,0	0,17	2,6
К-800-240-3	РСД	34,2	выборкой вверху	12,0	1,5	25,2	0,38	4,6
К-800-240-3	РНД	37		13,0	1,7	24,3	0,48	6,2
К-800-240-3	РГ	90	То же	31,5	2,1	48,0	0,26	8,2
К-1000-60/3000	РНД	83	»	29,0	2,1	44,1	0,25*	7,3
К-500-60/1500	РВД	70	Эллиптический	24,5	2,2	35,5	0,13	3,2
К-500-60/1500	РНД	167	с выборкой ввер-	58,5	2,4	78,1	0,13	7,6
К-500-60/1500	РГ	151	ху	52,9	2,3	73,6	0,19	10,0
К-1000-60/1500	РВД	47	То же	16,5	2,0	26,5	0,10	1,6
К-1000-60/1500	РНД	167	»	58,5	2,4	78,0	0,27	15,8
К-1000-60/1500	РГ	220	»	77,0	2,5	98,5	0,18	13,9

* По ТУ на проектирование фундамента.

Примечание. РВД, РСД, РНД, РГ — соответственно роторы высокого, среднего, низкого давления турбины и ротор генератора;

Q — модуль остаточной динамической реакции опор;

C_{yy} — динамическая жесткость масляного слоя подшипника в вертикальном направлении;

S_{max} — максимальный модуль относительных колебаний вала;

δ — динамическая податливость опоры в вертикальном направлении; A — амплитуда вибрации опоры.

Поскольку последняя группа роторов относится к «тихоходным» турбоагрегатам АЭС, а «легкие» роторы первой группы подвержены существенному влиянию более массивных роторов валопровода, и отсутствует достаточный опыт эксплуатации турбоагрегатов мощностью 1000 МВт частотой вращения 50 $с^{-1}$, предложены следующие нормативные максимальные значения модуля относительного виброперемещения валопровода:

S_{max}=75 мкм — для турбоагрегатов номинальной частотой вращения 50 $с^{-1}$;

S_{max}=100 мкм — для турбоагрегатов номинальной частотой вращения 25 $с^{-1}$.

Исходя из этого, в соответствии с рекомендациями стандарта ИСО 7919/1, нормативные пиковые значения размаха относительного виброперемещения валопровода в вертикальном S_{px} и горизонтальном S_{py} направлениях могут быть определены из выражения

$$S_{p\,max}=2\,S_{max},$$

откуда S_{pmax}:

150 мкм — для турбоагрегатов номинальной частотой вращения 50 $с^{-1}$;

200 мкм — для турбоагрегатов номинальной частотой вращения 25 $с^{-1}$.

Редактор *О. К. Абашкова*
Технический редактор *Г. А. Теребинкина*
Корректор *В. М. Смирнова*

Сдано в наб. 12.01.87 Подп. в печ. 10.03.87 0,75 усл. п. л. 0,75 усл. кр.-отт. 0,45 уч.-изд. л.
Тир. 10 000 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 203

Цена 3 коп.

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		международное	русское
ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ			
Длина	метр	m	м
Масса	килограмм	kg	кг
Время	секунда	s	с
Сила электрического тока	ампер	A	А
Термодинамическая температура	кельвин	K	К
Количество вещества	моль	mol	моль
Сила света	кандела	cd	кд
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ			
Плоский угол	радиан	rad	рад
Телесный угол	стерадиан	sr	ср

ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

Величина	Единица			Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
Частота	герц	Hz	Гц	$с^{-1}$
Сила	ньютон	N	Н	$м \cdot кг \cdot с^{-2}$
Давление	паскаль	Pa	Па	$м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$
Энергия	джоуль	J	Дж	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$
Мощность	ватт	W	Вт	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$
Количество электричества	кулон	C	Кл	$с \cdot А$
Электрическое напряжение	вольт	V	В	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-1}$
Электрическая емкость	фарад	F	Ф	$м^{-2} кг^{-1} \cdot с^4 \cdot А^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ω	Ом	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	S	См	$м^{-2} кг^{-1} \cdot с^3 \cdot А^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Wb	Вб	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	T	Тл	$кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Индуктивность	генри	H	Гн	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-2}$
Световой поток	люмен	lm	лм	$кд \cdot ср$
Освещенность	люкс	lx	лк	$м^{-2} \cdot кд \cdot ср$
Активность радионуклида	беккерель	Bq	Бк	$с^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	грэй	Gy	Гр	$м^2 \cdot с^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	зиверт	Sv	Зв	$м^2 \cdot с^{-2}$

gost.e-ecolog.ru